



**31. Jahreskongress** der D-A-CH Vereinigung  
für Schulter- und Ellenbogenchirurgie (DVSE) e.V.

**DVSE**  
**2026**

**KARLSRUHE**  
KONGRESSZENTRUM  
**07. + 08. MAI**

**ABSTRACTBAND**

ISBN 978-3-00-086876-4

[www.dvse-kongress.de](http://www.dvse-kongress.de)

# 31. Jahreskongress der der D-A-CH Vereinigung für Schulter- und Ellenbogenchirurgie e.V.

## Gutachter/innen-Verzeichnis

Wir danken den folgenden Gutachtern und Gutachterinnen für ihre Unterstützung:

Akgün Doruk	Mader Konrad
Auffarth Alexander	Maier Dirk
Aurich Matthias	Mauch Frieder
Behrens Anna	Minkus Marvin
Beitzel Knut	Moroder Philipp
Böhm Dirk	Müller Andreas Marc
Böhm Elisabeth	Müller Lars Peter
Brunner Ulrich H.	Müller Peter E.
Burkhart Klaus	Müller Maike
Elze Maria	Niemeier Andreas
Farkhondeh Fal Milad	Ockert Ben
Fialka Christian	Ott Nadine
Gerhardt Christian	Patzer Thilo
Geyer Stephanie	Pauly Stephan
Gohlke Frank	Pfahler Manfred
Greiner Stefan	Raiss Patric
Hackl Michael	Rickert Markus
Hepp Pierre	Rippke Jules
Heuberer Philipp	Scheibel Markus
Hudek Robert	Schneider Marco
Hünnebeck Sophia	Schoch Cristian
Käab Max J.	Seybold Dominik
Kasten Philip	Siebenlist Sebastian
Kellinghaus Jens	Smith Tomas
Kettler Mark	Tauber Mark
Kircher Jörn	Theopold Jan
Klatte Till Orla	Thiele Kathi
Königshausen Matthias	Voss Andreas
Kralinger Franz	Wambacher Markus
Lacheta Luca	Wellmann Matthias
Lehmann Lars-Johannes	Werner Andreas
Leschinger Tim	Wiedemann Ernst
Lichtenberg Sven	Wieser Karl
Liem Dennis	Zeifang Felix
Lorbach Olaf	

# **Abstract-Verzeichnis**

gelistet nach Abstract-Nummer

## **Begrenzter Einfluss glenoidaler Radioluzenzlinien und Subsidenz auf Langzeitergebnisse nach anatomischer Schultertotalendoprothese: Eine retrospektive Analyse**

**Autorenliste:** Felix Hochberger<sup>1</sup>, Jonas Limmer<sup>1</sup>, Justus Muhmann<sup>1</sup>, Frank Gohlke<sup>2</sup>, Laura Streck<sup>3</sup>, Maximilian Rudert<sup>1</sup>, Kilian List<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Klinik für Orthopädie, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland, <sup>2</sup>Abteilung für Schulter- und Ellbogenchirurgie, Rhön-Klinik, Bad Neustadt an der Saale, Deutschland, <sup>3</sup>Abteilung für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie, Tübingen, Deutschland

### **Fragestellung**

Glenoidale Radioluzenzlinien (gRLL) und die Subsidenz der Glenoidkomponente (gSC) nach anatomischer Schultertotalendoprothese (aTSA) werden traditionell mit Lockerungstendenzen und funktionellen Einschränkungen assoziiert. Der tatsächliche Einfluss dieser radiologischen Veränderungen auf das Langzeitergebnis bleibt jedoch unklar. Ziel dieser Studie war es, zu untersuchen, ob gRLL und gSC bei nicht revidierten Patienten mit schlechteren klinischen oder funktionellen Ergebnissen verbunden sind.

### **Methodik**

In dieser retrospektiven Analyse wurden 52 aTSA-Fälle (Operationszeitraum 2008–2015) mit einem minimalen klinischen und radiologischen Follow-up von fünf Jahren eingeschlossen. Basierend auf der finalen Bildgebung erfolgte eine Einteilung der Patienten nach Vorliegen und Ausprägung von gRLL und gSC. Erhobene klinische Parameter waren der Constant-Murley-Score, der DASH-Score, die visuelle Analogskala (VAS) für Schmerz sowie der Bewegungsumfang (ROM). Radiologische Parameter umfassten den Critical Shoulder Angle (CSA), die Akromiohumeraldistanz (AHD), das laterale Offset (LO), den Humeruskopf-Schaft-Index (HSI) und die kraniale Humeruskopfdezentrierung (DC). Gruppenvergleiche wurden zwischen (1)  $\leq 2$  vs. 3 gRLL-Zonen, (2) 0 vs. 1 Zone, (3) 0 vs. 3 Zonen, (4) gSC vs. keine gSC sowie (5) DC vs. keine DC durchgeführt.

KI wurde ausschließlich zur sprachlichen und stilistischen Überarbeitung sowie zur formalen Anpassung von Grafiken und Tabellen eingesetzt, jedoch nicht zur statistischen Analyse oder zur inhaltlichen Textgenerierung.

### **Ergebnisse**

Demografische und präoperative Basisdaten waren zwischen den Gruppen vergleichbar. Funktionelle Scores (Constant, DASH), Schmerz (VAS) und Bewegungsumfang zeigten insgesamt keine signifikanten Unterschiede. Patienten mit ausgeprägten gRLL wiesen eine geringere Außenrotation auf ( $p = 0,01$ ), die Differenz lag jedoch unterhalb der minimal klinisch relevanten Differenz (MCID). Ebenso zeigte sich bei gSC eine reduzierte Vorwärtsflexion ( $p = 0,04$ ) und Außenrotation ( $p = 0,03$ ), beide ebenfalls unterhalb der MCID-Grenzwerte. Für DC bestanden keine signifikanten Unterschiede.

### **Schlussfolgerung**

Weder ausgeprägte glenoidale Radioluzenzlinien noch eine Subsidenz der Glenoidkomponente führten zu einer signifikanten Beeinträchtigung der klinischen oder funktionellen Langzeitergebnisse. Da solche radiologischen Veränderungen auch ohne klinische Symptome auftreten können, sind regelmäßige bildgebende Verlaufskontrollen essenziell. Revisionsentscheidungen sollten individuell erfolgen, insbesondere bei progredientem glenoidalen Knochenverlust.

## **Prospektive, randomisierte, kontrollierte Studie (RCT) zur Untersuchung der Leistungsfähigkeit einer digitalen Nachbehandlungs- und PROM-Erhebungs-Applikation nach Schulterverletzung-erste Ergebnisse**

**Autorenliste:** Nadine Hausmann<sup>1,2</sup>, Elisabeth Roesen<sup>1</sup>, Leopold Henßler<sup>1</sup>, Lisa Klute<sup>1</sup>, Volker Alt<sup>1</sup>, Maximilian Kerschbaum<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie, Universitätsklinikum Regensburg, Regensburg, Deutschland,

<sup>2</sup>Abteilung für Unfallchirurgie, Caritas Krankenhaus St. Josef Regensburg, Regensburg, Deutschland

### **Fragestellung**

Nachbehandlungsschemata nach Verletzungen am Schultergelenk sind häufig umfangreich und für PatientInnen schwer verständlich. Gleichzeitig stellen hohe Loss to Follow-up-Raten bei der Erhebung von Patient-Reported Outcome Measures (PROMs) ein bekanntes Problem in klinischen Studien dar. Die Applikation „Rehaber“ wurde entwickelt, um Nachbehandlungsschemata digital und interaktiv darzustellen und gleichzeitig PROMs strukturiert zu erfassen. Ziel dieser RCT ist es, die Praktikabilität, Akzeptanz und Leistungsfähigkeit der digitalen Applikation im klinischen Alltag bei PatientInnen mit Schulterverletzungen zu untersuchen.

### **Methodik**

Nach Prüfung der In- und Exklusionskriterien erfolgte die Randomisierung der StudienteilnehmerInnen zu einer der folgenden Gruppen: **Prüfgruppe (IG):** Nachbehandlungsschema digital in der „Rehaber-App“. **Kontrollgruppe (KG):** Nachbehandlungsschema in Textform und postalische PROM-Erhebung. Primärer Endpunkt ist die Loss to Follow-up Rate, sekundäre Endpunkte umfassen klinische Funktionsparameter (Constant Score [CS], Subjective Shoulder Value [SSV], Visuelle Analogskala [VAS]), sowie Usability Scores. Das Signifikanzniveau wurde bei  $p \leq 0,05$  festgelegt.

### **Ergebnisse**

Von den 19 in die erste Auswertung einbezogenen Patienten wurden 9 in die Rehaber-Gruppe und 10 in die Kontrollgruppe eingeschlossen. Hinsichtlich der empfohlenen Nachbehandlungsschemata bzw. der Verletzungsmuster unterscheiden sich die Gruppen nicht signifikant. Der Nachbeobachtungszeitraum betrug im Mittel  $64 \pm 23$  Tage. Die ersten Follow-up Raten nach 3 bzw. 6 Wochen zeigen keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen (3 Wochen: IG 71% KG 78%; 6 Wochen: IG 57%; KG 62%;  $p > 0,05$ ). In der frühen Rehabilitationsphase zeigen sich erste Hinweise auf eine bessere Schulterfunktion der IG (3 Wochen: SSV: IG  $45\% \pm 32\%$  vs. KG  $29\% \pm 23\%$ ; CS: IG  $38 \pm 21$  vs. KG  $23 \pm 12$ ; 6 Wochen: SSV: IG  $76\% \pm 26\%$  vs. KG  $60\% \pm 34\%$ ;  $p > 0,05$ ; CS: IG  $70 \pm 16$  vs. KG  $38 \pm 9$ ;  $p \leq 0,05$ ). Auch das Schmerzniveau zeigt sich in der IG signifikant niedriger (VAS 3 Wochen: IG  $1,9 \pm 0,9$  vs. KG  $4,2 \pm 1,8$ ; VAS 6 Wochen: IG  $1,3 \pm 0,9$  vs. KG  $3,3 \pm 2,2$ ;  $p \leq 0,05$ ). Verglichen mit der KG zeigten PatientInnen der IG ein höheres Maß an Verständnis für ihre Nachbehandlung bei gleichzeitig hoher Usability der digitalen Applikation.

### **Schlussfolgerung**

Die „Rehaber“ Applikation zeigt einen vielversprechenden Ansatz zur digitalen Nachbehandlung von PatientInnen mit Schulterverletzungen. Die ersten Daten zeigen bei einer hohen FU ein hohes Maß an Zufriedenheit der PatientInnen mit der Nachbehandlungsform. Die ersten Ergebnisse geben Hinweise, dass auch ein klinischer Nutzen, die Schulterfunktion und das Schmerzniveau betreffend, erreicht werden kann. Um die Robustheit der RCT zu verbessern, muss eine höhere Fallzahl erreicht werden.

## **Training Adaptations in Magnetomyography**

**Autorenliste:** Tim Brümmer<sup>1</sup>, Justus Marquetand<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Department of Neural Dynamics and Magnetoencephalography, Hertie-Institute for Clinical Brain Research, Centre for Integrative Neuroscience, University of Tübingen, MEG-Center, University of Tübingen, Tübingen, Deutschland,* <sup>2</sup>*Department of Neural Dynamics and Magnetoencephalography, Hertie-Institute for Clinical Brain Research Tübingen, Deutschland, Klinische Neurologie Tübingen, Institut für Modellierung und Simulation Biomechanischer Systeme, Universität Stuttgart, Tübingen, Deutschland*

### **Fragestellung**

Krafttraining führt zu einer erhöhten Kraftproduktion und zu neuromuskulären Anpassungen, die unter anderem mit der Elektromyographie (EMG) erfasst werden können. Mit der Magnetomyographie (MMG) steht mit optisch gepumpten Magnetometern (OPM) erstmals eine kontaktlose Methode zur Verfügung, die bioelektromagnetische Muskelaktivität dreidimensional messen kann. Ziel dieser Studie war es zu untersuchen, ob OPM-basierte MMG vergleichbare trainingsinduzierte neuromuskuläre Anpassungen detektiert wie EMG und sich somit als ergänzendes Verfahren für die Verlaufsdiagnostik, insbesondere im rehabilitativen Kontext, eignet.

### **Methodik**

Es wurde ein kontrolliertes Studiendesign mit einem multimodalen Mess-Setup zur simultanen Erfassung von Oberflächen-EMG, triaxialer OPM-MMG und Vigorimetrie entwickelt. Die Muskelaktivität des rechten Musculus biceps brachii wurde bei 12 gesunden, untrainierten Proband:innen während maximaler willkürlicher Kontraktionen (MVC) sowie eines Ermüdungsprotokolls bei 40 % MVC über 3 Minuten aufgezeichnet. Die Messungen erfolgten vor und nach einem vierwöchigen Krafttrainingsprogramm, wobei sechs Proband:innen trainierten und sechs als Kontrollgruppe dienten.

### **Ergebnisse**

Nach dem Trainingszeitraum zeigten sowohl EMG als auch MMG eine vergleichbare Zunahme der Signalstärke (RMS) während MVC und Ermüdung, mit einer hohen Korrelation zwischen beiden Messverfahren ( $r > 0,9$ ). Die MMG-Signale unterschieden sich abhängig von der räumlichen Vektorkomponente, wobei das entlang der Muskelfasern orientierte Magnetfeld den größten RMS-Anstieg aufwies. Darüber hinaus ermöglichte die OPM-MMG eine dreidimensionale Darstellung der neuromuskulären Aktivität mit nur einem Sensor, was mit konventioneller bipolarer EMG nicht realisierbar ist.

### **Schlussfolgerung**

Die Ergebnisse bestätigen, dass OPM-basierte Magnetomyographie trainingsinduzierte neuromuskuläre Anpassungen abbilden kann und vergleichbare Signalcharakteristika wie EMG aufweist. Durch die kontaktlose Messung und die zusätzliche dreidimensionale Information stellt MMG eine vielversprechende, komplementäre Methode für die objektive Verlaufsdiagnostik dar. Insbesondere in der orthopädisch-chirurgischen Rehabilitation – etwa zur Beurteilung von Kraftentwicklung, Ermüdung und neuromuskulärer Aktivierung nach Schulter- oder Ellenbogeneingriffen – bietet MMG das Potenzial für eine schnelle, standardisierte und patientenschonende Überwachung. Weitere Studien mit größeren Stichproben sind notwendig, um den klinischen Nutzen und die Anwendbarkeit weiter zu evaluieren.

## **Bone Grafting in reverse shoulder arthroplasty for subcapital humeral fractures: A technical note.**

**Autorenliste:** Malte Ohlmeier<sup>1</sup>, Lara Leibbrandt<sup>1</sup>, Adrian Schlichter<sup>1</sup>, Richard Stange<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UKM Marienhospital, Steinfurt, Deutschland

### **Fragestellung**

Subcapital humeral fractures are usually treated conservatively or via osteosynthesis. Reverse shoulder arthroplasty (RSA) is a rare procedure for this entity. Nevertheless, in some cases, a RSA is the perfect treatment for patients suffering concomitant rotator cuff deficiency or osteoarthritis.

When it comes to RSA implantation, a certain degree of lateralization is key for both, optimized functional outcome and implant survival. There are different techniques for RSA lateralization regarding material and location: from autologous or donor bone graft to metal and from baseplate to metaphysis.

Regarding subcapital humeral fractures, we have a special situation with an intact humeral head. This is a big advantage since it allows the surgeon to perform the RSA procedure in this fracture situation as a primary osteoarthritis case. Advantages are (1) surgical approach using a M. Subscapularis split and not a trans-tubercle approach and (2) to use the humeral head as autologous bone graft for implant lateralization.

This technique is laid out in the following.

### **Methodik**

The patient was positioned in Beach-Chair using an adjustable arm holder (Trimano®, Arthrex®). Afterwards, we performed a standard deltoideo-pectoral approach.

Then, we did not perform a tubercle-split as we would do for standard fracture-related RSA implantation. We rather treated this patient as an elective OA-patient using a subscapularis split. This step allowed us to leave the tubercula intact. The exposition of the humeral head might then be a little bit more difficult since we have a subcapital fracture and the head does not move simultaneously with the externally rotated arm. For better humeral head exposure, a K-Wire can be placed in the head to pull it out. A second K-Wire was then placed centrally in the head so that we could now do the normal steps for bone grafting. To do so, we first use the baseplate reamer to get the contour in the graft. Afterwards, the hollow reamer is used for graft sizing. This graft can now be pulled over the baseplate and implanted into the glenoid fossa to gain a nice lateralization of the center of rotation.

### **Ergebnisse**

Using this bonegrafting technique, it was possible to treat patients suffering subcapital humeral fractures like primary osteoarthritis patients. Since we know that RSA outcomes based on humeral head fractures have generally poorer outcomes than RSAs for osteoarthritis, this technique might help to improve fracture-patients outcomes.

### **Schlussfolgerung**

Autologous bone grafting in RSA might be an elegant solution for prosthesis lateralization in subcapital humeral fractures combining a tubercula-sparing approach with preserving glenoidal bone stock and better functional outcome compared to classic Grammont-style RSA.



## **Bedeutung der operativen Versorgung von Koronoidfrakturen im Hinblick auf funktionelle Ergebnisse und Komplikationsraten nach Terrible Triad Verletzungen des Ellenbogens**

**Autorenliste:** Tamara Babasiz<sup>1</sup>, Jan Hockmann<sup>1</sup>, Marc Weber<sup>1</sup>, Nadine Ott<sup>1</sup>, Tim Leschinger<sup>1</sup>, Lars P. Müller<sup>1</sup>, Valentin Rausch<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Uniklinik Köln, Klinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Plastisch-Ästhetische Chirurgie, Köln, Deutschland

### **Fragestellung**

Terrible Triad Verletzungen des Ellenbogens (Terrible Triad Injury, TTI) sind komplexe kombinierte Läsionen, die mit einem hohen Risiko für Komplikationen einhergehen. Das optimale Vorgehen bei der Behandlung der Koronoidfraktur innerhalb dieser Verletzungskonstellation ist weiterhin Gegenstand kontroverser Diskussionen. Ziel dieser Studie war es daher, die funktionellen und klinischen Ergebnisse operativ behandelter Patient:innen mit TTI zu analysieren und insbesondere Fälle mit operativer Versorgung der Koronoidfraktur mit solchen ohne Fixation zu vergleichen.

### **Methodik**

Es wurde eine retrospektive Analyse von 105 Patient:innen durchgeführt, die aufgrund einer TTI operativ behandelt wurden. Die Einteilung erfolgte in zwei Gruppen: Gruppe 1 erhielt keine operative Versorgung der Koronoidfraktur, wobei in Gruppe 2 eine operative Koronoidfixation erfolgte. Erfasst wurden demografische Daten, Komplikations- und Revisionsraten, Bewegungsumfang (Range of Motion, ROM) sowie funktionelle Ergebnisse anhand des Mayo Elbow Performance Score (MEPS), des Quick Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (qDASH)-Fragebogens und des Subjective Elbow Score. Zusätzlich wurden Korrelations- und Subgruppenanalysen durchgeführt, um den Zusammenhang zwischen Frakturschwere und funktionellen Ergebnissen zu untersuchen.

### **Ergebnisse**

Gruppe 1 zeigte im Vergleich zu Gruppe 2 signifikant höhere Raten postoperativer Gelenksteife ( $p=0.0028$ ) sowie eine signifikant erhöhte Revisionsrate ( $p=0.0184$ ). Darüber hinaus wies Gruppe 1 tendenziell höhere Komplikationsraten auf, darunter Instabilität, Rezidivluxation, Pseudarthrose und posttraumatische Arthrose. Beim ersten Follow-Up nach durchschnittlich  $4,4 \pm 3,1$  Monaten (Gruppe 1) bzw.  $4,1 \pm 2,5$  Monaten (Gruppe 2), zeigte Gruppe 2 einen signifikant besseren Bewegungsumfang mit größerer Flexion ( $p=0.0296$ ), Pronation ( $p=0.0009$ ) und Supination ( $p<0.0001$ ), während sich das Extensionsdefizit zwischen den Gruppen nicht signifikant unterschied ( $p = 0,39$ ). Beim letzten Follow-up nach  $3 \pm 1,2$  Jahren (Gruppe 1) bzw.  $2,8 \pm 1,2$  Jahren (Gruppe 2) ergaben sich ebenfalls Vorteile zugunsten der Patient:innen mit operativ versorgter Koronoidfraktur (Gruppe 2) mit höheren MEPS-Werten (85,8 vs. 78,3), niedrigeren qDASH-Werten (10,6 vs. 15,4) und höheren Subjective Elbow Scores (86,1 % vs. 80,1 %). Die Frakturschwere korrelierte außerdem nicht signifikant mit den funktionellen Ergebnissen. Bei O'Driscoll-Typ 1.1/1.2-Frakturen zeigte sich jedoch eine Tendenz zu schlechteren Ergebnissen in den funktionellen Scores bei fehlender operativer Versorgung.

### **Schlussfolgerung**

In dieser retrospektiven Kohorte erzielten Patient:innen mit operativer Versorgung des Processus coronoideus bessere funktionelle Ergebnisse und einen größeren Bewegungsumfang sowie niedrigere Raten an Gelenksteife und Revisionsoperationen im Vergleich zu Fällen ohne Koronoidfixation. Weiterführende Studien sind erforderlich, um die Rolle der Koronoidfixation bei TTI abschließend zu bewerten.

## Intraoperative Gabe von Zoledronsäure bei arthroskopischer Rotatorenmanschettenrekonstruktion – Kurzfristige Ergebnisse einer prospektiven, randomisierten, Placebo-kontrollierten Phase-II-Studie

**Autorenliste:** Jakob Schanda<sup>1</sup>, Roman Ullrich<sup>1</sup>, Sandra Bösmüller<sup>1</sup>, Rainer Mittermayr<sup>1,2</sup>, Thomas Brüll<sup>1</sup>, Gebhard Woisetschläger<sup>2</sup>, Heinz Redl<sup>2</sup>, Johannes Grillari<sup>2</sup>, Christian Fialka<sup>1</sup>

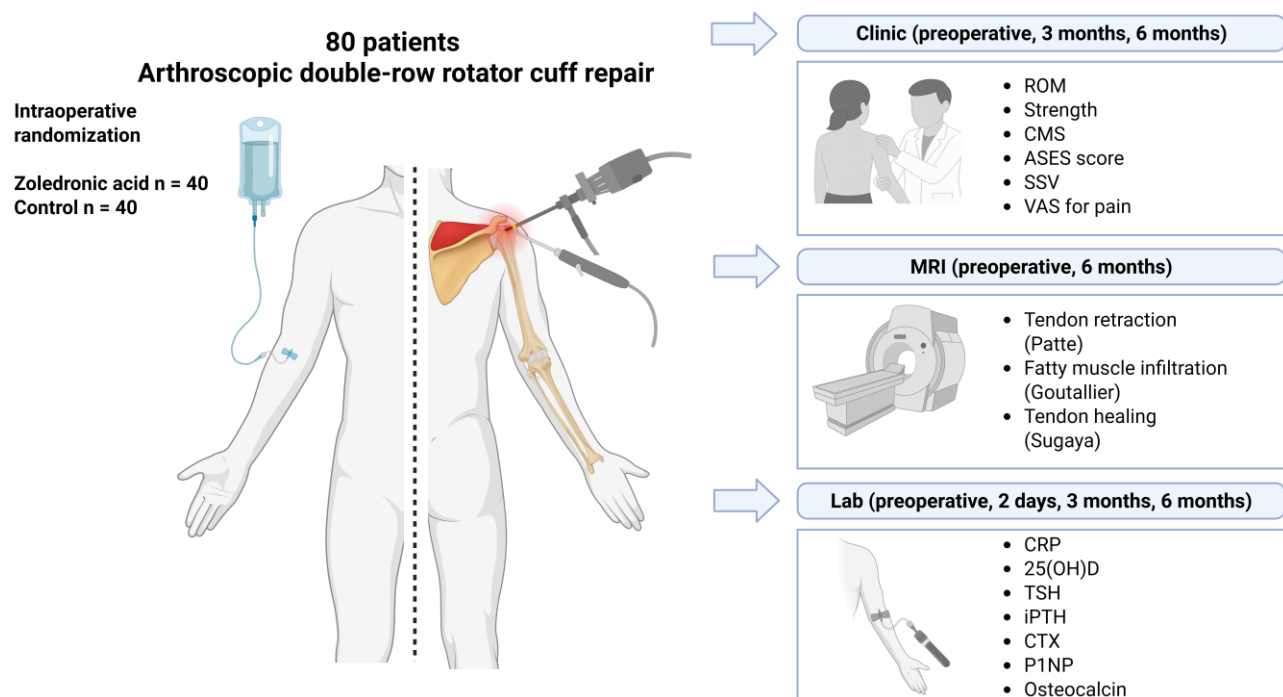
<sup>1</sup>AUVA Traumazentrum Wien, Standort Meidling, Ludwig Boltzmann Institut für Traumatologie, Wien, Österreich, <sup>2</sup>Ludwig Boltzmann Institut für Traumatologie, Wien, Österreich

### Fragestellung

Despite of technical innovations and surgical improvements, retear rates after arthroscopic rotator cuff (RC) repair remain high. Preclinical studies demonstrated improved outcomes using bisphosphonates after RC repair. Primary outcome of this monocentric, prospective, randomized, placebo-controlled, triple-blinded phase II trial was to investigate retears in non-osteoporotic patients undergoing arthroscopic RC repair with a systemic single-dose augmentation of zoledronic acid. We hypothesized that zoledronic acid would reduce retears after RC repair.

### Methodik

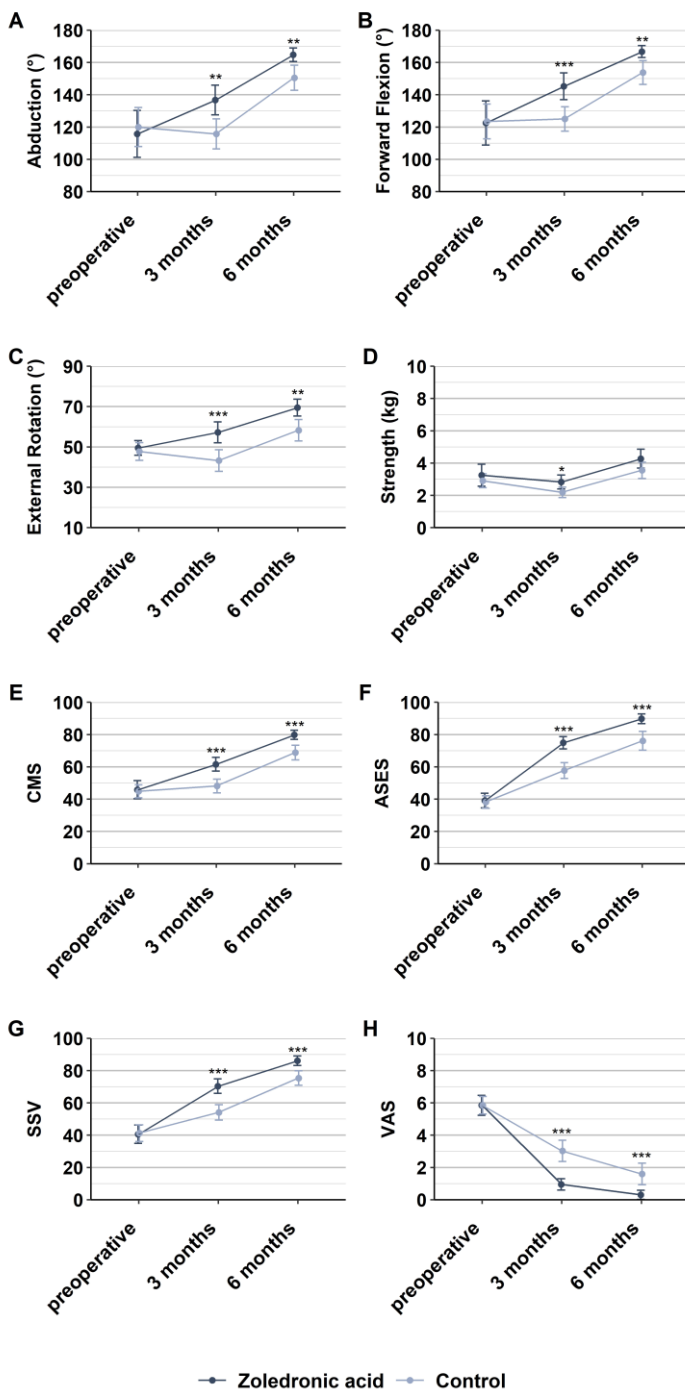
A total of 80 patients were intraoperatively randomized to the zoledronic acid group (n = 40) and the control group (n = 40). All patients underwent magnetic resonance imaging 6 months after surgery. Range of motion, abduction strength, Constant-Murley score (CMS), American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES) score, Subjective Shoulder Value (SSV), and Visual Analog Scale (VAS) for pain were assessed preoperatively as well as 3 and 6 months after arthroscopic RC repair (Figure 1).



25(OH)D, 25-hydroxyvitamin D; ASES, American Shoulder and Elbow Surgeons; CMS, Constant-Murley score; CRP, C-reactive protein; CTX, cross-linked C-telopeptide; iPTH, intact parathyroid hormone; P1NP, intact N-terminal type 1 procollagen propeptide; ROM, range of motion; SSV, Subjective Shoulder Value; TSH, thyroid stimulating hormone; VAS, Visual Analog Scale.

## Ergebnisse

At 6 months, retear rates were significantly lower ( $P = 0.001$ ) in the zoledronic acid group ( $n = 6$ , 15%) compared to the control group ( $n = 14$ , 35%). The risk of a RC retear with an additional zoledronic acid treatment (RR 0.43 [0.16;0.98]) was significantly lower compared to the control group (OR 0.328 [95%-CI: 0.111 - 0.969],  $P = 0.044$ ). Postoperative fatty muscle infiltration of the supraspinatus was significantly higher in the control group ( $P < 0.001$ ). Clinical and functional outcomes significantly improved in both study groups 3 and 6 months postoperatively, with better outcomes for abduction ( $P = 0.002$ ), forward flexion ( $P = 0.002$ ), external rotation ( $P = 0.001$ ), CMS ( $P < 0.001$ ), ASES score ( $P < 0.001$ ), SSV ( $P < 0.001$ ), and VAS for pain ( $P < 0.001$ ) in the zoledronic acid group at final follow-up (Figure 2). At final follow, minimal clinical important difference (MCID) for CMS (mode 10.4) was reached by 95% in the zoledronic acid group and 85% in the control group, MCID for ASES score (mode 11.1) was reached in 100% in the zoledronic acid group and 93% in the control group, and MCID concerning VAS for pain (mode -2.4) was achieved by 93% in the zoledronic acid group and 80% in the control group.



**Schlussfolgerung**

An intraoperative systemic single-dose of zoledronic acid reduced retears after arthroscopic RC repair. Zoledronic acid is a safe, easy-to-apply, and cost-effective augmentation technique for patients undergoing arthroscopic RC repair.

## **Safety and Efficacy of a Novel Rotator Cuff Fixation Device: First-in-Human Pilot Study with 12-month MRI follow-up**

**Autorenliste:** Philip Kasten<sup>1</sup>, Brian Cohen<sup>2</sup>, Tobias Götz<sup>3</sup>, Stefan Welte<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Orthopädisch Chirurgisches Centrum, Tübingen, Deutschland*, <sup>2</sup>*Ohio Health, Columbus, Vereinigte Staaten*, <sup>3</sup>*Inovedis GmbH, Albstadt, Deutschland*, <sup>4</sup>*ACURA Klinik Albstadt GmbH, Albstadt, Deutschland*

### **Fragestellung**

A new sutureless tendon refixation implant was developed to address the current problems of rotator cuff repair and thereby attempts to reduce re-tear rates. The first 6 patients were treated as part of a CE mark study. The data mentioned in this paper refers to the pilot phase which primarily sought to assess the preliminary usability, safety, and performance of the novel device before launching the comparative phase.

### **Methodik**

n=6 patients were enrolled in the study with rotator cuff tears of less than 2 cm in the mediolateral and anteroposterior extension. n=5 patients were treated with the novel device. Follow-up data was collected at 10 weeks, 6 and 12 months after the surgery. MRIs were obtained after 10 weeks, 6 and 12 months. Outcomes included re-tear, dislocation, bursitis present on the MRI, tendon visible under the implant on the MRI, Osteolysis observed on the MRI, Shoulder Range of Motion (ROM), Subject Shoulder Value (SSV), Constant Murley Score (CMS) as well as patients' satisfaction.

### **Ergebnisse**

There were no severe adverse events during the healing observed at 12 months after surgery. ROM, pain as well as subject shoulder values improved after 12 months compared to the preoperative values, however, only SSV and CMS reached statistical significance ( $p=0.003$  for CMS and  $p=0.01$  for SSV). No healing failure defined as re-rupture of the tendon was observed at any of the follow up points. In n=2 of the 6 cases there was a partial thinning of the tendon at the 12-month follow-up, in the case that was switched to the standard device this was noted together with edema. There was no device deficiency such as dislocation or implant breakage. In n=4 cases there was bursitis rated as "little bursitis" present up to 12 months. Furthermore, 1-2 mm osteolytic rim formation occurred around the inferior part of the implant in n=1 patient. Although this osteolysis has been identified, there appears to be no clinical correlation between this finding and an impact on the clinical outcome, given the patient's satisfactory clinical status. n=4 patients stated that they are satisfied with the outcome while n=1 patient switched from satisfied to unsatisfied at the 12-month follow-up. The patient treated with suture anchors switched its satisfaction from satisfied to completely satisfied at the 12-month follow-up. Mean operative time for tendon fixation was 329.20 ( $\pm 69.1$ ) seconds for the novel technique and 360 seconds for the suture anchor technique.

### **Schlussfolgerung**

The novel implant proved to be a safe device for the surgical treatment of rotator cuff tears in the pilot study. The relatively short operative time for refixation indicates that the novel technique facilitates the operative procedure. However, further clinical research is needed to verify the study results and prove equity to current fixation techniques.

## **Funktionelle Ergebnisse nach Doppelplattenosteosynthese bei isolierten Olekranonfrakturen**

**Autorenliste:** Jan Hockmann<sup>1</sup>, Marc Weber<sup>1</sup>, Dang Dinh<sup>1</sup>, Till Rosenkranz<sup>1</sup>, Tim Leschinger<sup>1</sup>, Lars P. Müller<sup>1</sup>, Valentin Rausch<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universität zu Köln, Medizinische Fakultät, Klinik und Poliklinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Plastische-Chirurgie, Köln, Deutschland

### **Fragestellung**

Für die operative Versorgung von Olekranonfrakturen stehen verschiedene Implantate mit spezifischen Vor- und Nachteilen zur Verfügung. Eine mögliche Option ist die Doppelplattenosteosynthese. Potenzielle Vorteile dieses Verfahrens sind eine verbesserte Weichteildeckung im Vergleich zu dorsalen Plattenosteosynthesen und damit möglicherweise geringere Revisionsraten aufgrund von Implantatirritationen bei gleichzeitig hoher biomechanischer Stabilität. Ziel dieser Studie war es, die klinischen und funktionellen Kurzeitergebnisse nach primärer Versorgung isolierter Olekranonfrakturen mittels Doppelplattenosteosynthese zu evaluieren.

### **Methodik**

Alle PatientInnen mit Olekranonfrakturen, die zwischen Februar 2021 und Dezember 2024 mittels Doppelplattenosteosynthese behandelt wurden, wurden klinisch nachuntersucht. Erfasst wurden demographische Daten, frakturspezifische Parameter, postoperative Komplikationen sowie funktionelle Ergebnisse. Fälle, die als Revisionseingriff durchgeführt wurden oder zusätzliche Begleitverletzungen hatten, wurden von der Analyse ausgeschlossen.

### **Ergebnisse**

Im Untersuchungszeitraum wurden insgesamt 79 Olekranonfrakturen mittels Doppelplattenosteosynthese versorgt. Nach Ausschluss von neun Revisionsfällen und 23 Frakturen mit Begleitverletzungen verblieben 54 primär versorgte isolierte Olekranonfrakturen. Entsprechend der Mayo-Klassifikation lagen sieben Typ-IA-, drei Typ-IB-, neun Typ-IIA-, 30 Typ-IIB-, zwei Typ-IIIA- und drei Typ-IIIB-Frakturen vor. Bei 22 PatientInnen wurde zusätzlich eine Trizeps-Off-Loading Naht durchgeführt. Das Kollektiv umfasste 32 männliche und 22 weibliche Personen mit einem Durchschnittsalter von  $47,99 \pm 19,96$  Jahren. Das durchschnittliche Follow-up lag bei 6,21 Monaten. Bei 45 PatientInnen konnte ein Bewegungsausmaß des Ellenbogengelenks erhoben werden. Acht Personen (17,8 %) wiesen ein Streckdefizit mit einem durchschnittlichen Verlust von  $10^\circ$  ( $5-45^\circ$ ) auf. Die mittlere Gesamtbeweglichkeit betrug  $120^\circ$  ( $10-150^\circ$ ). Es traten drei Wundheilungsstörungen auf (5,56 %). Der mittlere Mayo Elbow Performance Score (MEPS) lag bei 95 Punkten (70–100). Bei fünf Patientinnen und Patienten (9,26 %) wurde aufgrund von Materialirritationen eine Metallentfernung durchgeführt.

### **Schlussfolgerung**

Die Doppelplattenosteosynthese stellt bei isolierten Olekranonfrakturen ein zuverlässiges Verfahren mit guten klinischen und funktionellen Ergebnissen im kurzen Follow-up dar. Das Verfahren ermöglicht eine stabile Frakturversorgung bei niedriger Rate implantatbedingter Komplikationen.

## **Kann die Behandlung mittels CPM-Stuhl die Rehabilitation in der Frühphase nach elektiver Implantation einer inversen Schulterprothese beschleunigen? Eine prospektiv-randomisierte Studie**

**Autorenliste:** Maria Sommer<sup>1</sup>, Robin Hofbauer<sup>1</sup>, Alexander Gutsche<sup>1</sup>, Nils Geisendörfer<sup>1</sup>, Benedikt Schliemann<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Herz-Jesu-Krankenhaus Münster-Hiltrup, Münster-Hiltrup, Deutschland

### **Fragestellung**

Die Zahl der implantierten inversen Prothesen steigt weiterhin kontinuierlich. Dabei ist die inverse Prothese längst nicht mehr nur alten Patientinnen und Patienten vorbehalten. Aufgrund des oft noch hohen funktionellen Anspruchs des jünger werdenden Patientenkollektivs ergibt sich auch Bedarf nach einer intensiven Rehabilitation mit dem Ziel, den betroffenen Arm schnell im Alltag, Sport und ggf. auch noch bei Arbeit wieder einsetzen zu können.

Diese Studie untersucht, ob der Einsatz eines CPM-Stuhls in der frühen Rehabilitationsphase das funktionelle Outcome nach 6 Wochen und 6 Monaten verbessert.

### **Methodik**

Nach Genehmigung durch die Ethikkommission Westfalen-Lippe (2023-722-f-s) und Durchführung einer Power-Analyse (15:15) wurden 35 Patientinnen und Patienten (16 Männer, 19 Frauen; medianes Alter 68 Jahre, 56-88 Jahre) in zwei Gruppen randomisiert. Nach Implantation einer inversen Prothese (Enovis SMR, Enovis, Hamburg, Deutschland) wurden beide Gruppen gemäß des klinikinternen standardisierten Nachbehandlungsprotokolls behandelt. Die Interventionsgruppe (n=19) erhielt zusätzlich für 4 Wochen ab Entlassung einen CPM-Stuhl und wurde angewiesen, diesen 3x täglich für 20 Minuten zu nutzen.

Ab der siebten postoperativen Woche wurde bei allen Patientinnen und Patienten eine ambulante oder stationäre Rehabilitationsmaßnahme durchgeführt.

Nutzungsdauer und Abduktion zu Beginn und Ende der CPM-Therapie wurden digital erfasst. Neben einem präoperativen Screening wurden alle Patientinnen und Patienten zu zwei weiteren Messzeitpunkten (6 Wochen und 6 Monate) nachuntersucht. Die Erhebung umfasste etablierte Scores (relativer Constant, ASES, DASH, SANE, OSS) sowie den Bewegungsumfang.

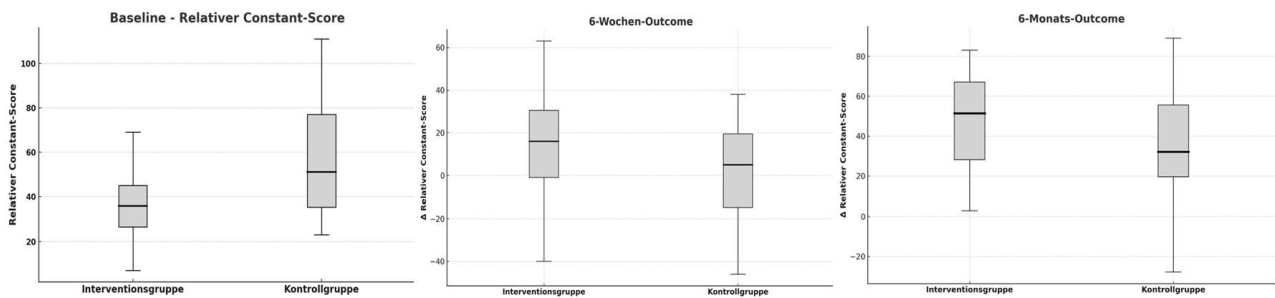
### **Ergebnisse**

Die Patientinnen und Patienten nutzten den CPM-Stuhl im Schnitt  $37,8 \pm 20,3$  Stunden. Die maximale passive Abduktion zu Beginn der Therapie betrug im Mittel  $50,3^\circ \pm 7,3^\circ$  und verbesserte sich bis zum Ende der Therapie auf  $91,2^\circ \pm 6,8^\circ$ .

Der Abduktions-Zugewinn in der Interventionsgruppe im Vergleich zum präoperativen Ausgangsbefund war nach 6 Wochen im Mittel  $11^\circ$  höher als in der Kontrollgruppe.

Während der rel. Constant-Score der Interventionsgruppe präoperativ geringer war, zeigte sich im Vergleich dazu nach 6 Wochen ein höherer Zugewinn als in der Kontrollgruppe. Im Follow-up nach 6 Monaten blieb dieser Unterscheid konstant.

Bzgl. der weiteren erhobenen Scores zeigte sich zu beiden Follow-up-Zeitpunkten kein signifikanter Unterschied.



### Schlussfolgerung

Im Vergleich zur Kontrollgruppe verbesserte sich die Abduktion der Interventionsgruppe durch die CPM-Therapie um 11° mehr. Der Zugewinn im Constant-Score war im Vergleich zum präoperativen Ausgangsbefund nach Ende der Therapie höher. Dieser Unterschied war auch nach 6 Monaten konstant. Somit kann die CPM-Therapie die Rehabilitation in der Frühphase beschleunigen.

Die Studie wurde durch die Firma S&U Medizintechnik GmbH (Zotzenheim, Deutschland) unterstützt.

## **Neue Technik zur biologischen Augmentation bei SC-Gelenk-Luxationen – eine Pilotstudie am Humanpräparat**

**Autorenliste:** Ole Somberg<sup>1</sup>, Eckart Förster<sup>2</sup>, Thomas Rostei<sup>1</sup>, Maria Bernstorff<sup>1</sup>, Thomas Schildhauer<sup>1</sup>, Matthias Königshausen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>BG Universitätsklinikum Bergmannsheil, Bochum, Deutschland, <sup>2</sup>Ruhr-Universität Bochum, Institut für Anatomie, Bochum, Deutschland

### **Fragestellung**

Bei chronischen SC-Gelenk-Luxationen ist eine biologische Augmentation häufig erforderlich. Die Platzierung von Bohrkanälen für Transplantate gestaltet sich in dieser Region jedoch technisch anspruchsvoll. Ziel dieser Studie war es, die Machbarkeit einer Stabilisierung des SC-Gelenks mittels eines lokal verfügbaren klavikulären Periostlappens (clavicular periosteal flap -CPF) oder sternalen Periostlappens (sternal periosteal flap - SPF) zu evaluieren.

### **Methodik**

Die Präparation erfolgte an SC-Gelenken (n=9) von Körperspendern. Der CPF wurde von drei Seiten vom Knochen abgelöst, wobei seine Verbindung zum SC-Gelenk erhalten blieb. Zwei 1,6-mm-Bohrlöcher wurden im Sternum angelegt, der CPF über das Gelenk auf das Sternum geschlagen und mit nicht resorbierbarem Faden fixiert. Zusätzlich erfolgte eine „figure-of-8“-Verschnürung über ein 1,6-mm-Bohrloch in der Klavikula zur zusätzlichen Stabilisierung. Die Lappendimensionen und die Überlappung am Sternum wurden gemessen. Umgekehrt wurden in ausgewählten Präparaten auch SPFs präpariert und in analoger Weise fixiert.

### **Ergebnisse**

Die Mobilisierung und Fixation der CPFs gelang in allen Präparaten problemlos. Die durchschnittliche Länge und Breite betragen 3,5 × 2,6 cm, die sternalen Überlappungen 2,0 cm. In vier Präparaten konnten zusätzlich SPFs mobilisiert werden (mittlere Länge/Breite 3,0 × 2,6 cm, klavikuläre Überlappung 2,1 cm). Beide Lappentypen zeigten ausreichende Größe und Stabilität zur Überbrückung des Gelenkspalts.

### **Schlussfolgerung**

Die vorgestellte Technik zur Stabilisierung des SC-Gelenks unter Verwendung eines lokal verfügbaren CPF/SPF ist technisch durchführbar und bietet potenzielle Vorteile durch die Vermeidung einer Sehnen-Transplantatentnahme sowie die Reduktion möglicher Komplikationen. Sie könnte künftig eine sinnvolle Option für die biologische Augmentation in akuten und chronischen Fällen darstellen.

DVSE26\_30

Rotatorenmanschette

## **Klinische, sonographische und MR- radiologische Ergebnisse bei Patienten nach Rotatorenmanschettennaht mittels Double-row Technik. Follow-up etwa 12 Jahre nach Versorgung**

**Autorenliste:** Lucas Kuhn<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universität Ulm, Sportklinik Stuttgart, Ulm, Deutschland

### **Fragestellung**

Die Versorgung kleiner bis mittelgroßer Rotatorenmanschettenrupturen mit der Double-row Technik hat sich in den letzten Jahren etabliert und wird routinemäßig bei der minimalinvasiven operativen Versorgung von Patient\*innen eingesetzt. Allerdings existieren bisher nur wenige Langzeitstudien mit einem Nachuntersuchungszeitraum von mehr als 10 Jahren.

In dieser Studie werden die Langzeitergebnisse im Mittel 12 Jahre nach Rekonstruktion bei mittelgroßen Rupturen (C2-3 nach Snyder) in geknoteter Double row-Naht mit 4.5 mm Bio-Corkscrew® FT Anker, mit 2 FiberWire® und FT-Ankern und Bio-PushLock®, 3.5 x 14.0 mm der Fa. Arthrex (Naples, USA) aus PLDLA (Poly-L/D-lactide Acid) vorgestellt.

### **Methodik**

Es handelt sich um eine retrospektive Verlaufsstudie, die auf eine vorausgegangene Studie aufbaut. Damals erfolgte über einen Nachuntersuchungszeitraum von 52 Wochen klinische sowie MR-radiologische Verlaufskontrollen.

Es konnten insgesamt 30 Patient\*innen eingeschlossen werden (Follow-up Rate von 57%).

Es erfolgte eine klinische Untersuchung mittels Constant Shoulder score, eine kernspintomographische Verlaufskontrolle nach standardisiertem MRT-Protokoll, wie bei der Ausgangsstudie, sowie eine sonographische Kontrolle der Sehnennaht nach den Standardschnitten der DEGUM.

In der MRT erfolgte die Beurteilung der Sehnenintegrität nach Sugaya, sowie eine Erhebung des SSP-Muskelsstatus nach Goutallier und Zanetti. Außerdem erfolgte eine Evaluierung der Region der eingebrachten Anker auf mögliche Resorptionszysten

### **Ergebnisse**

Die Patient\*innen waren zum Zeitpunkt der Operation im Mittel  $57 \pm 9$  Jahre alt.

Unsere Teilnehmer\*innen zeigten ein mittleres Alter von  $69,08 \pm 8,8$  Jahren, die operative Versorgung lag im Mittel 12,08 Jahre zurück.

Es zeigten sich sehr gute klinische Ergebnisse im Constant Shoulder Score mit  $94,9 \pm 6,1 / 100$ . Die Patient\*innen zeigten zudem eine hohe, subjektive Zufriedenheit. 96,2% der Teilnehmer\*innen gaben keine Schmerzen an. Die Mehrzahl der Teilnehmer\*innen war es möglich die operierte Seite im Alltag zu benutzen (Arbeit (96,2%), Sport zu treiben (92,3%) und ungestört operierten Seite zu schlafen (88,5%)).

Gut 2/3 der Studienteilnehmer zeigte eine ausreichende Sehnendicke nach Sugaya in der MRT-Untersuchung (68% Grad I und II nach Sugaya). Dies korrelierte mit den Ergebnissen der Sonographie.

Hier fanden sich bei 72,7% der Patient\*innen eine ausreichende Dicke der genähten Sehnenhaube. Bei einer Patient\*in fand sich eine Reruptur (4%), ob diese bereits in der vorherigen Studie detektiert wurde, ließ sich auf Grund des anonymisierten Datensatzes nicht feststellen.

Bei 3 Patient\*innen fanden sich Resorptionszyten mit einem Ausmaß von im Mittel 12 x 8mm an der eingebrachten Ankerstelle (11%). Es ergab sich kein Zusammenhang zwischen Resorptionszyten und erhöhtem Rerupturrisiko. Eine Studienteilnehmer\*in zeigte im MRT eine Arthrose mit Gelenkspaltverschmälerung, Subluxation nach dorsal in den axialen Aufnahmen und Osteophytenbildung Grad I nach Samilson.

Die Rerupturrate war in unserem Patientenkollektiv mit 4% im Vergleich zu anderen Langzeitstudien niedrig

### **Schlussfolgerung**

Die arthroskopische Rekonstruktion von mittelgroßen Rupturen (C2-3 nach Snyder) in Double-Row-Technik zeigt sehr gute klinische Ergebnisse im Langzeitverlauf bei niedriger Rerupturrate.

## **Die Spannung der conjoint tendon beeinflusst das klinische Ergebnis nach inverser Schulterprothese**

**Autorenliste:** Luise Maaß<sup>1</sup>, Johanna Habarta<sup>1</sup>, Jonathan Zimmermann<sup>1</sup>, Silvia Bernuth<sup>2</sup>, Jonas Schmalz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie, 97080 Würzburg, Deutschland, <sup>2</sup>Klinik für Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie/Plastische Operationen, Universitätsklinikum Greifswald, Greifswald, Deutschland

### **Fragestellung**

Die inverse Schulterprothese (RSA) stellt ein etabliertes Verfahren zur Behandlung komplexer Schulterpathologien wie Defektarthropathie, proximale Humerusfraktur im höheren Lebensalter und fortgeschrittene Omarthrose dar. Die Scherwellenelastographie (SWE) ist eine anerkannte Ultraschall-Methode, um die Spannung eines Gewebes messen zu können. Der Einfluss der Weichteilspannung auf das klinische Ergebnis nach RSA ist bislang unzureichend untersucht. Ziel der Studie war es zu untersuchen, ob die Spannung der conjoint tendon Einfluss auf das klinische Outcome hat und ob ein Grenzwert im Vergleich zur gesunden Gegenseite ermittelt werden kann.

### **Methodik**

Es wurden retrospektiv 33 Patienten nach RSA in die Studie eingeschlossen. Durchschnittlich 24 (12-56) Monate postoperativ wurde die Spannung der conjoint tendon mittels Scherwellenelastographie (SWE) gemessen. Als Vergleich wurde die kontralaterale, gesunde Schulter herangezogen. Als klinische Scores wurden der Constant Score (CS), quick disabilities of shoulder and hand (DASH) score, subjective shoulder value (SSV) und der Schmerzgrad auf der visuellen analogen Skala (VAS) erhoben. Die SWE-Messung erfolgte an beiden Schultern zweimal und die mittlere Weichteilspannung der conjoint tendon wurde erhoben.

### **Ergebnisse**

Der durchschnittliche CS betrug 54 [27-85] Punkte, der quickDASH Score war im Durchschnitt 30 [2-68], der SSV war im Mittel 65 [40-95] und das durchschnittliche Schmerzlevel auf der VAS war 1,2 [0-7]. Die SWE-Messungen haben ergeben, dass die mittlere Spannung der conjoint tendon bei Patienten nach RSA statistisch signifikant höher ist im Vergleich zu der kontralateralen, nicht-operierten Schulter [54,6 kPa ± 15,2 kPa gegenüber 40,7 ± 13,4 kPa; p=0,04].

Eine moderate Spannungsdifferenz der Sehne im Vergleich zu der kontralateralen gesunden Seite [<10 kPa] war verbunden mit guten bis exzellenten klinischen Resultaten. Hohe Spannungsdifferenzen [>10 kPa] waren verbunden mit befriedigenden bis mäßigen Ergebnissen.

### **Schlussfolgerung**

Die SWE-Messungen haben gezeigt, dass die Spannung der conjoint tendon herangezogen werden kann, um das klinische Ergebnis nach RSA vorherzusagen. SWE zeigt sich als aussagekräftiges Messverfahren und könnte intraoperativ angewandt werden, um die Weichteilspannung zu messen. RSA mit einer übermäßigen Spannung der conjoint tendon sind mit einem signifikant schlechteren klinischen Ergebnis assoziiert. Basierend auf unseren Daten sollte die mittlere Spannung der conjoint tendon im Vergleich zur kontralateralen Seite 10 kPa nicht überschreiten

## **Mittelfristige Ergebnisse nach Rekonstruktion des Humeruskopfes nach chronisch „verhakter“ hinterer Schulterluxation mittels individuell 3D-gefertigtem Teilersatz versus Autograft aus dem Beckenkamm**

**Autorenliste:** Evgenii Fedotov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Wissenschaftliches und Medizinisches Forschungszentrum für Traumatologie und Orthopädie, Moskau, Russische Föderation*

### **Fragestellung**

Die chronisch „verhakte“ hintere Schulterluxation ist mit 2-4% aller Luxationen eher selten, wird aber immer noch häufig übersehen und zu spät behandelt, weshalb große inverse Hill-Sachs-Impressionen entstehen können, die die Behandlung erheblich erschweren, da sie biomechanische für die Entstehung einer Reluxation relevant sind und durch ein autologes oder allogenes Transplantat ausgeglichen werden müssen. Da die Verfügbarkeit dieser Transplantate oft limitiert ist und im Falle einer Beckenkamm-Entnahme mit dem Risiko eines Ermüdungsbruchs der Beckenschaufel verbunden sein kann, wurden an unserer Klinik erstmals individuell nach CT gefertigte Titanimplantate mit poröser Kontaktfläche und polierter Oberfläche als Teilersatz des Humerus verwendet. Ziel der vorliegenden Studie war der Vergleich der klinischen und radiologischen Ergebnisse dieser Implantate mit Beckenkamm-Autografts.

### **Methodik**

Seit Oktober 2022 wurden 97 offene Rekonstruktionen nach chronisch verhakter hinterer Schulterluxation durchgeführt. Davon konnten 71 Fälle über einen Zeitraum von 24 Monaten klinisch und radiologisch (ap true glenoid und axiale Projektion) verfolgt werden. Es handelte sich bei 22 Fällen um eine Rekonstruktion mittels Beckenkamm-(BK)-Autograft – und in 5 besonders ausgeprägten Fällen um ein individuell angefertigtes Augment aus poliertem Titan als Humeruskopf-Teilersatz. Die Funktion des Schultergelenks, der oberen Extremitäten und die Lebensqualität wurden vor der Operation sowie 6, 12, 24 Monate nach der Operation anhand der DASH-, UCLA- und Constant-Murley-Skalen beurteilt.

### **Ergebnisse**

Die Kontrolluntersuchungen nach mindestens ½ Jahr (bis 2 Jahre post-OP ) mittlerer Follow-up bei den BK-Implantaten nach der Operation zeigt eine durchschnittliche Funktionsverbesserung von ca. 60 Punkten bei autogenem Aufbau (vor OP -84 P., nach OP - 24 P.) und 56 Punkten bei Augmentation durch Teilersatz (vor OP -79 P., nach OP -23 P.) im DASH-score und im Constant Score eine Verbesserung auf ca. 44 Punkten bei autogenem Aufbau (vor OP -17 P., nach OP - 61 P.) und auf 45 Punkten bei Augmentation durch Teilersatz (vor OP -19 P., nach OP - 64 P.) Es kam in keinem Fall zu einer Reluxation. Es zeigt sich bisher keine Lockerung oder vorzeitig auftretende Arthrose bzw. auch kein Einsinken mit Stufenbildung gegenüber der residualen Oberfläche des Humeruskopfes. Es traten keine Komplikationen auf, die Revisionen erforderlich gemacht hätten.

### **Schlussfolgerung**

Unsere Ergebnisse zeigen, dass bei sehr großen, bzw. tiefen inversen Hill-Sachs-Impressionen nach chronischer hinterer Schulterluxation der individuell gefertigte Teilersatz des Humerus durchaus eine Alternative zu alternativen Rekonstruktion darstellen könnte, sofern man über die technischen Möglichkeiten der Herstellung verfügt und nicht gleich einen anatomischen oder inversen Gelenkersatz bevorzugt.

## MRT-basierte Extensorensehenschäden nach Glukokortikoidinjektion bei chronischer lateraler Epikondylopathie

**Autorenliste:** Alexander-Stephan Henze<sup>1</sup>, Larissa Eckl<sup>2</sup>, Pavel Kadantsev<sup>2</sup>, Thomas Ambacher<sup>3</sup>, Philip Kühn<sup>4</sup>, Christian Schoch<sup>5</sup>, Sebastian Siebenlist<sup>2</sup>, Stephanie Geyer<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Sektion Sport- und Rehabilitationsmedizin, Klinik für Innere Medizin II, Universitätsklinikum Ulm, Ulm, Deutschland, <sup>2</sup>Sektion Sportorthopädie, TUM Klinikum rechts der Isar, München, Deutschland, <sup>3</sup>ATOS Klinik Stuttgart, Stuttgart, Deutschland, <sup>4</sup>nova clinic, Biberach an der Riß, Deutschland, <sup>5</sup>Abteilung Chirurgie und Orthopädie, St. Vinzenz Allgäu, Pfronten, Deutschland

### Fragestellung

Die chronische laterale Epikondylopathie (LE) gilt als häufigster Vorstellungsgrund in einer spezialisierten Ellenbogensprechstunde. Lokale Glukokortikoidinjektionen am gemeinsamen Extensorenursprung (CEO) werden trotz kontroverser Evidenz weiterhin zur Behandlung eingesetzt und führen in der Regel lediglich zu einer kurzfristigen Besserung der Symptome. Ziel dieser Beobachtungsstudie war es, den Zusammenhang zwischen vorausgegangenem Glukokortikoidinjektionen und dem Ausmaß des strukturellen Sehenschadens in der Magnetresonanztomografie (MRT) bei Patient:innen mit chronischer LE zu untersuchen. Darüber hinaus wurde überprüft, ob ein dosisabhängiger Effekt multipler Injektionen besteht.

### Methodik

In diese retrospektive Querschnittsanalyse wurden 147 Patient:innen mit chronischer LE (Symptombdauer  $\geq 6$  Monate) aus drei spezialisierten Zentren eingeschlossen, die sich dort zwischen 01.01.2015 und 31.05.2023 routinemäßig vorstellten und bei denen eine aktuelle MRT-Untersuchung des betroffenen Ellenbogens vorlag.

Der MRT-basierte CEO-Schaden wurde primär anhand der Klassifikation nach Walz et al. (Grade 0–2 sowie  $\geq 3$  aufgrund geringer Fallzahlen höhergradiger Schäden) beurteilt und sekundär anhand der Läsionsdurchmesser in koronarer, axialer und sagittaler Ebene. Die Auswertung erfolgte in jedem Zentrum durch jeweils eine in der MRT-Beurteilung des Ellenbogens erfahrene Person, verblindet gegenüber klinischen Daten.

Der Zusammenhang zwischen Glukokortikoidinjektionen und Walz-Grad wurde mittels ordinaler logistischer Regression mit proportionaler Odds Ratio (OR) analysiert. Zur Einordnung der Aussagekraft wurde eine post-hoc Powerabschätzung durchgeführt. Für die Durchmesseranalysen kamen generalisierte lineare Modelle mit robusten Standardfehlern zum Einsatz; für sagittale Durchmesser wurde aufgrund ausgeprägter Schiefe ein log-lineares Modell verwendet. Alle Modelle wurden a priori für Alter, Geschlecht, Symptombdauer, berufliche Belastung und Studienzentrum adjustiert.

Effektstärken wurden als adjustierte Mittelwertsdifferenzen bzw. Ratios mit 95 %-Konfidenzintervallen (KI) angegeben; zur Vergleichbarkeit wurde zusätzlich Cohens  $d$  berechnet (bei log-linearen Modellen geschätzt nach Chinn). Das Signifikanzniveau betrug für alle Analysen  $\alpha = 0,05$ .

### Ergebnisse

Von den 147 eingeschlossenen Patient:innen erhielten 63 (42,9 %) mindestens eine Glukokortikoidinjektion (mittlere Injektionszahl  $1,7 \pm 0,9$ ). Der mediane Walz-Grad betrug insgesamt 2 (Interquartilsabstand 1–2).

Eine vorausgegangene Glukokortikoidinjektion war unabhängig mit höhergradigen MRT-basierten Sehenschäden assoziiert (adjustierte OR 2,78; 95 % KI 1,30–5,97;  $p = 0,008$ ). Eine längere Symptombdauer zeigte ebenfalls einen signifikanten Zusammenhang mit höheren Walz-Graden, während Alter und Geschlecht keinen Einfluss zeigten. Innerhalb der injizierten Subgruppe zeigte sich

kein signifikanter dosisabhängiger Effekt der Injektionsanzahl auf den Walz-Grad.  
In den Durchmesseranalysen wiesen Patient:innen mit Injektionsanamnese signifikant größere Läsionen auf (koronar +2,07 mm,  $d = 0,57$ ; axial +1,49 mm,  $d = 0,41$ ; sagittal +94 %,  $d = 0,37$ ).

### **Schlussfolgerung**

Bei Patient:innen mit chronischer LE ist eine vorausgegangene lokale Glukokortikoidinjektion am CEO mit ausgeprägteren MRT-basierten strukturellen Sehnenschäden assoziiert. Die Ergebnisse stützen eine zurückhaltende Indikationsstellung für lokale Glukokortikoidinjektionen und unterstreichen die Bedeutung struktureller Bildgebung bei therapieresistenten Verläufen.

## Anterior coracoid coverage and the glenoid roof morphometry: A radiographic model of directional shoulder instability

**Autorenliste:** Giuseppe Bonsignore<sup>1</sup>, William G. Blakeney<sup>2</sup>, Stefan Bauer<sup>3</sup>

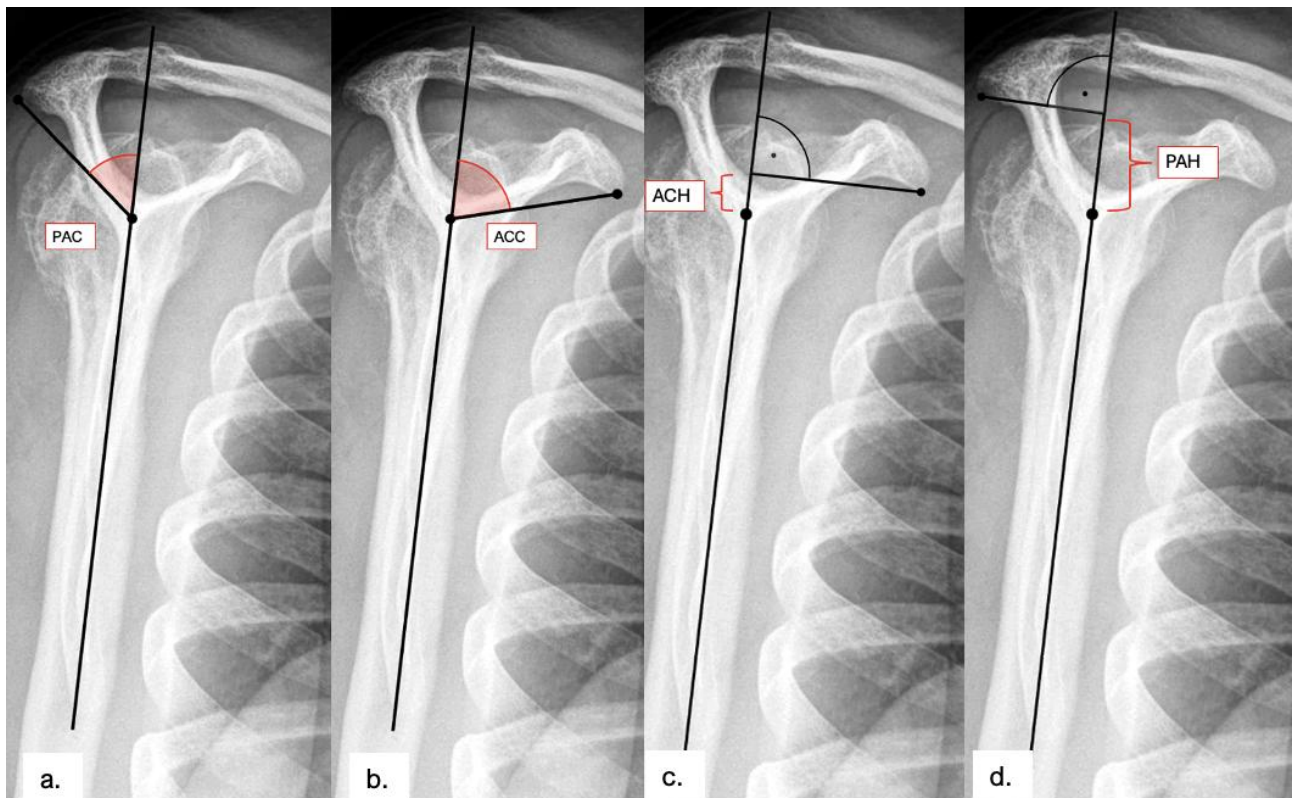
<sup>1</sup>St. Josefs Hospital, Wiesbaden, Deutschland, <sup>2</sup>Royal Perth Hospital, Perth, Australien, <sup>3</sup>Centre d'Épaulle, Coude et Membre Supérieur, EHC, Morges, Schweiz

### Fragestellung

Einfache radiografische Messungen des Glenoiddachs können helfen, Patienten mit glenohumeraler Instabilität zu identifizieren. Glenoid Roof Coverage (GRC, Fig.2) ist jedoch bislang kaum beschrieben. Es sollte die posteriore akromiale Überdeckung (Posterior Acromial Coverage, PAC), die anteriore korakoidale Überdeckung (Anterior Coracoid Coverage, ACC) sowie GRC zwischen drei Kohorten verglichen werden: primäre Omarthrose ohne vorangegangene Luxation (Neutral), posteriore Instabilität (Walch B) und chronische anteriore Instabilität (Latarjet).

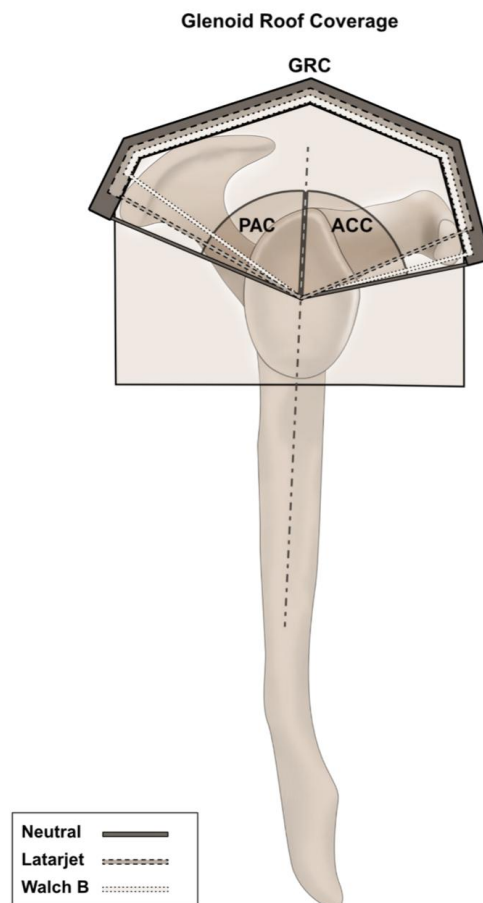
### Methodik

In dieser retrospektiven, morphometrischen Studie wurden prospektiv erhobene Daten analysiert. Standardisierte präoperative Neer-Y-Aufnahmen von 150 konsekutiven Schultern (50 Neutral, 50 Walch B, 50 Latarjet) wurden ausgewertet. Die GRC (Fig.2) wurde als Summe aus PAC (a.) und ACC (b.) definiert. Bei Neutral und Walch B erfolgten zusätzlich standardisierte Röntgenaufnahmen und präoperative CTs zur Bestimmung der Glenoidretroversion und der posterioren Humeruskopfsubluxation. Latarjet erhielten standardisierte Röntgenaufnahmen und Arthro-MRTs.



## Ergebnisse

Die Winkelprofile unterschieden sich zwischen den Kohorten. PAC war in Neutral höher (Median 70.0°, IQR 65.9–77.9) als in Walch B (63.2°, 55.3–68.9;  $p < 0.001$ ,  $r = -0.52$ ) und Latarjet (63.7°, 57.4–73.5;  $p < 0.001$ ,  $r = -0.40$ ). ACC war bei Latarjet am geringsten (70.1°, 61.2–77.1) im Vergleich zu Neutral (75.6°, 69.6–83.7;  $p = 0.001$ ,  $r = -0.39$ ) und Walch B (76.0°, 71.6–80.3;  $p = 0.003$ ,  $r = -0.34$ ), während sich ACC zwischen Neutral und Walch B nicht unterschied ( $p = 0.91$ ). Vertikale Parameter zeigten komplementäre Muster: Posterior Acromion Height (PAH, d.) war in Neutral am geringsten (13.3 mm, 9.7–19.2) und in Walch B (18.1 mm, 13.6–24.4;  $p = 0.001$ ,  $r = 0.39$ ) sowie Latarjet (20.4 mm, 14.2–24.6;  $p = 0.001$ ,  $r = 0.39$ ) erhöht, ohne relevanten Unterschied zwischen Walch B und Latarjet ( $p = 0.56$ ,  $r = 0.07$ ). Anterior Coracoid Height (ACH, c.) war bei Latarjet erhöht (15.1 mm, 9.3–22.9) gegenüber Neutral (10.8 mm, 5.7–14.4;  $p < 0.001$ ,  $r = 0.41$ ) und Walch B (11.2 mm, 7.6–16.3;  $p = 0.005$ ,  $r = 0.33$ ), war jedoch zwischen Neutral und Walch B vergleichbar ( $p = 0.58$ ). Die ROC-Analyse zeigte eine moderate Diskriminationsfähigkeit von Latarjet vs. Neutral mittels ACC (AUC 0.696, 95%-KI 0.586–0.794; Cut-off  $\leq 67.7^\circ$ , Sensitivität 0.46, Spezifität 0.88) sowie eine bessere Diskrimination von Walch B vs. Neutral mittels PAC (AUC 0.760, 95%-KI 0.659–0.851; Cut-off  $\leq 66.2^\circ$ , Sensitivität 0.69, Spezifität 0.72)



## Schlussfolgerung

PAC und ACC differenzieren die morphologischen Muster richtungsabhängiger Instabilität. Bei Walch B waren eine reduzierte GRC und PAC bei erhaltener ACC mit posteriorer Dezentration assoziiert, im Einklang mit der morphometrischen Grundlage posteriorer akromialer Reorientierungsverfahren nach Gerber. Die anteriore Instabilität war durch eine Reduktion sowohl der ACC als auch der PAC gekennzeichnet und spiegelt die morphometrische Rationale korakoidbasierter anteriorer Stabilisierungsverfahren wie Trillat oder Latarjet wieder.

## Humere Refixation eines Sehnentransplantates mittels allogener Knochenschraube bei chronischer Ellenbogeninstabilität: Eine anatomische Machbarkeitsstudie

**Autorenliste:** Lisa Hainzer<sup>1,2</sup>, Sepp Braun<sup>1</sup>, Markus Reichkendler<sup>2</sup>, Helmut Weitlaner<sup>2</sup>, Simon Lechner<sup>2</sup>, Samuel Dollnig<sup>2</sup>, Stephan Pauly<sup>3</sup>, Kathi Thiele<sup>3,4</sup>

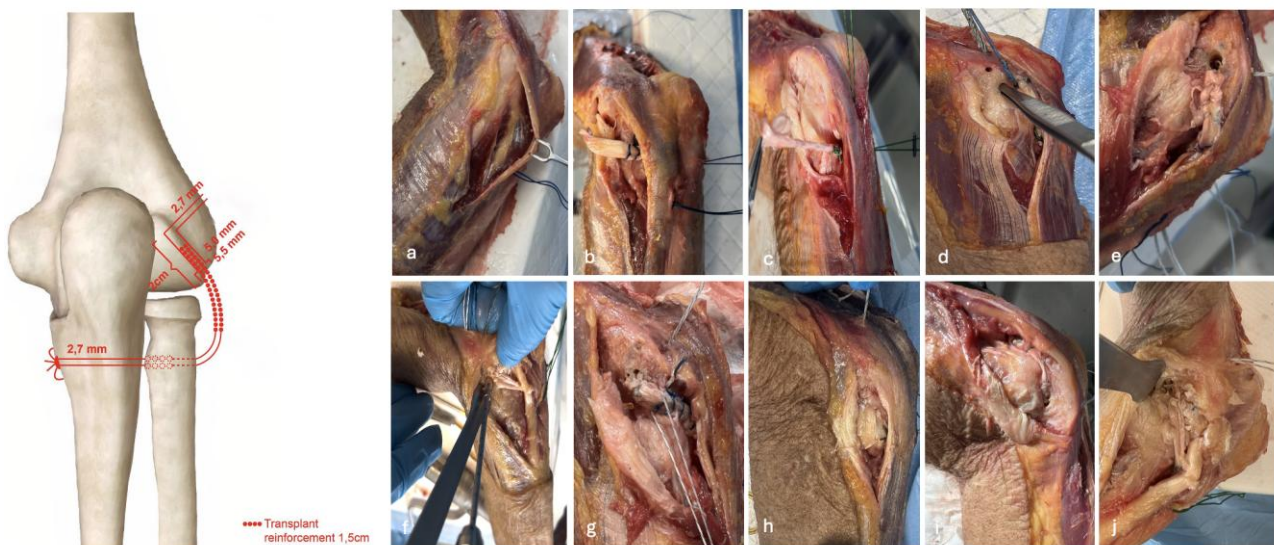
<sup>1</sup>GELENKpunkt, Innsbruck, Österreich, <sup>2</sup>Bezirkskrankenhaus Schwaz, Schwaz, Österreich, <sup>3</sup>Klinik für Schulter- und Ellenbogenchirurgie, Auguste-Viktoria-Klinikum, Berlin, Deutschland, <sup>4</sup>Zentrum für Muskuloskeletale Chirurgie, Charité-Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Deutschland

### Fragestellung

Die chronische Ellenbogeninstabilität stellt nicht selten eine operative Indikation mit Augmentation des bestehenden Bandapparates dar. Hierbei erfolgt die klassische Refixation des Auto- oder Allografts ulnar- und humeralseitig in Button- oder Ankertechnik bzw. implantatfrei. Trotz verbesserter Refixationstechniken findet sich im Falle eines Implantatversagens die humerale Refixation als die häufigste Ursache. Diese Studie untersucht die anatomische und biomechanische Machbarkeit der Verwendung einer allogenen Knochenschraube als neuartige Methode zur humeralen Transplantatfixation bei chronischer Ellenbogeninstabilität. Hierbei wird primär der Hypothese nachgegangen, dass die primäre Stabilität der klassischen Versorgungsstrategie gleichzusetzen ist.

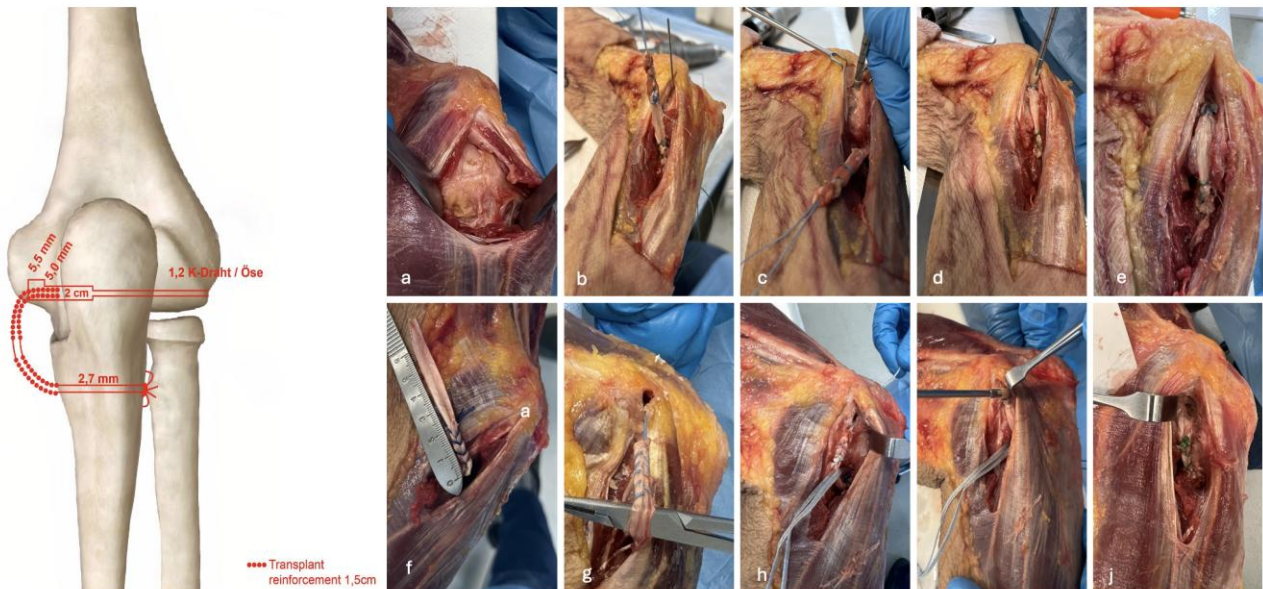
### Methodik

Es erfolgte an acht fresh-frozen Präparaten die augmentative Rekonstruktion des medialen bzw. posterolateralen Bandapparates mittels Trizepssehnenautograft unter Verwendung einer allogenen Knochenschraube (Fa. Surgebright, Shark Screw Tendon 5.0 × 15 mm) zur humeralen Fixation. Ulnarseitig erfolgte die Refixation mittels Endobutton. Neben der Evaluation der generellen technischen Machbarkeit wurden zyklische Belastungs- und Ausreißtests durchgeführt, um Charakteristika für Stabilität, Versagenslast und -mechanismus zu bestimmen. Nachfolgende Abbildungen zeigen die schrittweise chirurgische Versorgung.



## Ergebnisse

Insgesamt wurden sechzehn Testszenarien an den Kadavern durchgeführt. Die chirurgische Präparation konnte in allen Fällen ohne anatomische Einschränkungen erfolgen. Das Einbringen der Schraube erforderte ein sequentiellen Aufbohren, wobei in einem Falle die Spitze der Tenodeseschraube frakturierte ohne nachfolgendes Implantatversagen. Es traten insgesamt 6 Transplantatversagen auf (37,5 %), die jedoch alle das Transplantat selber betrafen und nicht die humerale Verankerung. Eine Sehnenmigration wurde in 9/16 Fällen (56,3 %) unter progressiv steigender axialer Belastung beobachtet, während keine Dislokation der allogenen Knochenschraube zu verzeichnen war. Die mittlere Ausreißkraft bis zum Versagen des Transplantat-Schraubenkonstruktes betrug 10.3 kg ( $\pm$  5.1) für die mediale bzw. 12.0 kg ( $\pm$  7.9) für die laterale humerale Refixation. Hierbei zeigte sich vornehmlich eine interligamentäre Ruptur oder ein Slippage des Transplantates. Nach 100 Belastungszyklen lag die durchschnittliche Transplantatmigration während repetitiver Extension-Flexion medial bei 1.1 mm ( $\pm$  0.4) bzw. lateral bei 1.0 mm ( $\pm$  1.0) sowie während Supination-Pronation medial bei 0.8 mm ( $\pm$  0.7) bzw. lateral bei 1.0 mm ( $\pm$  0.8).



## Schlussfolgerung

Die allogene Knochenschraube zeigte sich als vielversprechende, biologisch integrative Alternative für die humerale Transplantatfixation bei chronischer Ellenbogeninstabilität und weist eine zufriedenstellende initiale Stabilität auf. Eine Beurteilung der eigentlichen osteokonduktiven und konsekutiv stabilisierenden Eigenschaften des Transplantats erfordert die Durchführung klinischer Studien.

## **Off-Track-Hill-Sachs-Läsionen und konservative Therapie erhöhen signifikant das Reluxationsrisiko nach anteroinferiorer Schulterluxation**

**Autorenliste:** Felix Bayer<sup>1</sup>, Philipp Zehnder<sup>1</sup>, Markus Schwarz<sup>1</sup>, Peter Biberthaler<sup>1</sup>, Lukas Willinger<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie am Klinikum Rechts d. Isar, MUM - MUM – Muskuloskelettales Universitätszentrum am LMU Klinikum, München, Deutschland, <sup>2</sup>Sporthorthopädie Klinikum Rechts d. Isar, München, Deutschland

### **Fragestellung**

Die anteriore Schulterluxation ist trotz operativer Versorgung häufig mit einem relevanten Risiko für eine Re-Luxation verbunden. Neben patientenspezifischen Faktoren gelten knöcherne Defekte – insbesondere der glenoidale Knochenverlust (GBL) und die Hill-Sachs-Läsion (HSL) – als zentrale Risikofaktoren. Ziel dieser Studie war es, den Einfluss knöcherner Parameter auf Reluxationen sowie deren Bedeutung für das funktionelle Langzeit-Outcome zu untersuchen.

### **Methodik**

In dieser retrospektiven Kohortenstudie mit prospektiver Befragung wurden Patienten eingeschlossen, die sich zwischen 2011–2020 mit einer anteroinferioren Schulterluxation in unserer Notaufnahme vorstellten und eine vollständige CT- bzw. MRT-Schnittbildgebung erhielten. Erhoben wurden GBL, HSL-Breite/-Tiefe, Glenoidversion und knöcherne Glenoidtiefe. Anschließend wurden diese hinsichtlich einer On-/Off-Track Läsion eingeteilt. Ein zweiter Gruppenvergleich wurde innerhalb der primär konservativen und primär operativ versorgten Patienten durchgeführt. Funktionelle Ergebnisse wurden mittels WOSI-Index und Rowe-Score erhoben. Mittelwerte wurden mittels unabhängiger t-Tests bzw. nichtparametrischer Verfahren verglichen, Risikofaktoren wurden multivariat analysiert. Statistische Signifikanz wurde mit  $p < 0,05$  angenommen.

### **Ergebnisse**

114 von 359 Patienten (Alter  $44.9 \pm 19$  Jahre, weiblich: 36%, Follow-Up Rate: 44.4 %, Follow-Up Zeit:  $99.7 \pm 81$  Monate) konnte eingeschlossen werden. Die Gesamtreluxationsrate lag bei 31.6 %. Primär konservativ behandelte Patienten wiesen signifikant höhere Reluxationsraten auf als primär operativ behandelte (48.9 % vs. 17.9 %;  $p < 0.001$ ). Off-Track-Läsionen zeigten in eine deutlich erhöhte Instabilitätsrate (konservativ: 48.9%, operativ: 17.9%,  $p < 0.01$ ).

In der multivariaten Analyse waren jüngeres Alter ( $p < 0.001$ ), HSL-Breite ( $p = 0.002$ ) sowie die primär konservative Therapieform ( $p < 0.001$ ) unabhängige Prädiktoren für eine Reluxation. Die HSL-Breite erwies sich als stärkster knöcherner Risikofaktor, wobei die ROC-Analyse Cut-off-Werte von 9.3 mm (konservativ) und 11.4 mm (operativ) ergab. Ein tieferes Glenoid korrelierte signifikant mit besseren funktionellen Ergebnissen.

### **Schlussfolgerung**

Knöcherne Defekte – insbesondere die Hill-Sachs-Breite und eine vorliegende Off-Track-Läsion – sind entscheidende Prädiktoren für persistierende Instabilität nach anteroinferiorer Schulterluxation. Die primär konservative Therapie ist mit einem deutlich erhöhten Risiko für Reluxationen assoziiert. Die Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung einer präzisen bildgebenden Analyse humeraler und glenoidaler Defekte, um bei risikobehafteten Konstellationen frühzeitig eine adäquate operative Stabilisierung in Erwägung zu ziehen. Das Glenoid-Track-Konzept und insbesondere die Hill-Sachs-Läsion bieten hierfür eine klinisch relevante Grundlage und sollte konsequent in die Entscheidungsfindung integriert werden.

## **Diagnostische Wertigkeit des Power-Doppler-Ultraschalls zur Diagnostik von Pathologien der langen Bizepssehne: eine prospektive Studie**

**Autorenliste:** Stefanie Häusler<sup>1</sup>, Marco Prillwitz<sup>1</sup>, Mark Tauber<sup>1</sup>, Frank Martetschläger<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Deutsches Schulterzentrum, ATOS Klinik, München, Deutschland*

### **Fragestellung**

Pathologien der langen Bizepssehne (LBS) stellen eine häufige Ursache für anteriore Schulterschmerzen dar. Tendinopathien der LBS sind häufig mit einer Hypervaskularisierung der Sehne sowie des umgebenden Gewebes, insbesondere des Pulley-Systems, assoziiert. Der Power-Doppler-Ultraschall (PDUS) ermöglicht als nicht-invasives Verfahren die Darstellung vaskulärer Veränderungen. Die Übereinstimmung der PDUS-Befunde mit arthroskopischen Ergebnissen ist bislang jedoch unzureichend untersucht. Ziel dieser Studie war es, die Korrelation zwischen dem PDUS-Signal und arthroskopischen Befunden der LBS und des Pulley-Systems zu evaluieren.

### **Methodik**

In diese prospektive Studie wurden 101 Patienten eingeschlossen, die sich einer arthroskopischen Schulteroperation unterzogen. Präoperativ erfolgte eine standardisierte sonographische Untersuchung der betroffenen Schulter mit Quer- und Längsschnittdarstellung der LBS inklusive Power-Doppler-Analyse. Das PDUS-Signal wurde semiquantitativ gemäß der Klassifikation nach Chiou et al. (Grad 0–3) beurteilt. Intraoperativ wurden arthroskopische Aufnahmen der LBS und des Pulley-Systems angefertigt und die Vaskularisierung nach Inoue et al. (Grad I–III) bewertet. Die Auswertung erfolgte unabhängig durch zwei verblindete Rater. Die Korrelation wurde mittels Kendall- $\tau$  analysiert, zusätzlich wurden Intra- und Interrater-Reliabilitäten berechnet.

### **Ergebnisse**

Es wurden 39 Frauen und 62 Männer mit einem mittleren Alter von 53 Jahren eingeschlossen. Der PDUS zeigte Grad 0 in 8,9 %, Grad I in 55,4 %, Grad II in 31,7 % und Grad III in 4,0%. Arthroskopisch wurden an der LBS Grad I in 33,7 %, Grad II in 53,5 % und Grad III in 12,9 % festgestellt. Das Pulley-System zeigte überwiegend Grad I (70,3 %), gefolgt von Grad II (23,8 %) und Grad III (5,9 %). Es bestand eine signifikante positive Korrelation zwischen dem PDUS-Signal und dem arthroskopischen Befund der LBS ( $\tau = 0,508$ ;  $p < 0,001$ ) sowie des Pulley-Systems ( $\tau = 0,610$ ;  $p < 0,001$ ). Die Intra- und Interrater-Reliabilität lag mit ICC  $> 0,8$  im hohen Übereinstimmungsbereich.

### **Schlussfolgerung**

Der Power-Doppler-Ultraschall korreliert signifikant mit der arthroskopisch nachgewiesenen Vaskularisierung der LBS und des Pulley-Systems. PDUS stellt somit ein zuverlässiges, nicht-invasives Verfahren zur semiquantitativen Beurteilung einer LBS-Tendinopathie dar und kann die präoperative Diagnostik sowie die operative Entscheidungsfindung sinnvoll unterstützen.

## **Mittel- bis langfristige Ergebnisse der gelenkerhaltenden Behandlung der Glenoiddysplasie mittels Beckenkamm-spongiosaplastik mit oder ohne Open-Wedge-Korrekturosteotomie**

**Autorenliste:** Ayman Farouk Abdelkawi Abdelgalil<sup>1,2</sup>, Mohamed Aboalata<sup>1,3</sup>, Frank Gohlke<sup>1</sup>, Konrad Malachowski<sup>1</sup>, Arne Berner<sup>1</sup>, Mohamed Saeed Abdrabou<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Rhön-Klinik, Bad Neustadt (Saale), Bad Neustadt (Saale), Deutschland, <sup>2</sup>Universität Assiut, Assiut, Ägypten,

<sup>3</sup>Universität Mansoura, Mansoura, Ägypten

### **Fragestellung**

Die Glenoiddysplasie ist eine seltene, aber klinisch bedeutsame Ursache für posteriore Schulterinstabilität und frühzeitige Arthrose. Gelenkerhaltende rekonstruktive Verfahren zielen darauf ab, die glenoidale Morphologie zu restaurieren und die biomechanische Stabilität langfristig zu verbessern. Die Kombination aus Beckenkamm-spongiosaplastik mit oder ohne Open-Wedge-Korrekturosteotomie stellt hierfür einen zentralen chirurgischen Ansatz dar. Wir evaluierten retrospektiv die mittel- bis langfristigen klinischen und radiologischen Ergebnisse dieses Verfahrens in einer konsekutiven Patientenserie.

### **Methodik**

Im Zeitraum von März 2010 bis September 2024 wurden 28 Schultern mit Glenoiddysplasie bei 23 Patienten mittels Beckenkamm-spongiosaplastik mit oder ohne Open-Wedge-Korrekturosteotomie behandelt. Das durchschnittliche Alter zum Operationszeitpunkt betrug 26 Jahre (Range: 16–42). Der durchschnittliche Follow-up lag bei 81,6 Monaten und wurde retrospektiv anhand der Krankenakten sowie im Rahmen einer ambulanten Nachuntersuchung erhoben. Zusätzlich wurden validierte Fragebögen (DASH- und Constant-Score) erfasst.

### **Ergebnisse**

Beim letzten Follow-up betrug der durchschnittliche DASH-Score 12,9 Punkte und der durchschnittliche Constant-Score 59,3 Punkte. Durch die Osteotomie konnte eine maximale Korrektur von 20° erreicht werden. Radiologisch wurde eine progrediente Arthrose in 6 Schultern festgestellt. Davon wurden 2 Schultern mit einer inversen Schulterprothese behandelt. In unserer Serie traten 8 Komplikationen auf (3 Irritationen durch die Schraubenosteosynthese, 1 Bruch des Spans mit Verlust der Korrektur, 1 Pseudarthrose des Spans/der Osteotomie, 1 intraartikuläre Fraktur, 2 revisionsbedürftige massive Schultersteifen). Insgesamt waren 8 Reoperationen notwendig (Schraubenentfernung in 3 Schultern, 2 endoprothetische Versorgungen, 2 arthroskopische Arthrolysen, 1 Tenodese der langen Bizepssehne).

### **Schlussfolgerung**

Die gelenkerhaltende Behandlung der Glenoiddysplasie mittels Beckenkamm-spongiosaplastik mit oder ohne Open-Wedge-Korrekturosteotomie zeigt mittel- bis langfristig zufriedenstellende funktionelle Ergebnisse und stellt eine wirksame Option zur gelenkerhaltenden Therapie dar, insbesondere bei jungen Patienten. Trotz einer relevanten Rate an Komplikationen und Reoperationen konnte durch die Verfahren eine nachhaltige Verbesserung der glenoidalen Morphologie und der Schulterstabilität erreicht werden. Das Risiko einer progredienten Arthrose bleibt bestehen, sodass eine sorgfältige Indikationsstellung und langfristige Nachsorge essenziell sind.

## **Genauigkeit der Platzierung metallisch augmentierter Glenoidkomponenten bei geringgradigen Glenoiddefekten: patientenspezifische versus konventionelle Instrumentierung mit präoperativer 3D-Planung**

**Autorenliste:** Alexander Preis<sup>1,2</sup>, Paul Johnson<sup>2</sup>, Franziska Eckers<sup>2,3,4</sup>, Bettina Hochreiter<sup>2,5</sup>, Eugene Ek<sup>2,6</sup>

<sup>1</sup>Orthopädie KLINIK am RING, Köln, Deutschland, <sup>2</sup>Melbourne Orthopaedic Group, Melbourne, Australien, <sup>3</sup>Orthopädie und Traumatologie Universitätsspital Basel, Basel, Schweiz, <sup>4</sup>Orthopädie und Traumatologie Bürgerspital Solothurn, Solothurn, Schweiz, <sup>5</sup>Orthopädie und Traumatologie Universitätsklinik Balgrist, Zürich, Schweiz, <sup>6</sup>Department of Surgery, Monash University, Melbourne, Australien

### **Fragestellung**

Bei inversen Schultertotalendoprothesen (iSTEP) kann die präzise Komponentenpositionierung anspruchsvoll sein, insbesondere bei Vorliegen einer glenoidalen Defektanatomie, bei der zunehmend augmentierte Komponenten verwendet werden. Fehlpositionierungen sind mit ungünstigen funktionellen Ergebnissen und einem erhöhten Risiko für frühzeitiges Implantatversagen assoziiert. Eine technische Möglichkeit, die eine hohe Genauigkeit der Implantatpositionierung ermöglichen kann, ist die patientenspezifische Instrumentierung (PSI). Diese geht jedoch mit längeren Vorlaufzeiten und zusätzlichen Kosten einher. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, ob bei geringgradigen Glenoiddefekten eine vergleichbare Genauigkeit auch mittels konventioneller Instrumentierung in Kombination mit präoperativer 3D-Planung für augmentierte Glenoidkomponenten möglich ist. Ziel dieser Studie war es, diese beiden technischen Möglichkeiten hinsichtlich ihrer Genauigkeit zu vergleichen.

### **Methodik**

Siebenundzwanzig Schultern nach Implantation einer iSTEP mit 15° augmentierter Glenoidkomponente wurden untersucht. Zwölf waren mit Hilfe von PSI, fünfzehn mit Hilfe konventioneller Instrumentierung nach 3D-Planung (non-PSI) implantiert worden. Die beiden Kohorten wurden hinsichtlich präoperativer glenoidaler Version und Inklination abgeglichen. Unter Verwendung einer CT-basierten 3D-Planungssoftware wurde die präoperativ geplante Position der Glenoidkomponente mit der postoperativ erreichten Position verglichen. Die Messparameter waren Version, Inklination und rotatorische Ausrichtung des Augments der Metaglene. Alle Messungen erfolgten durch zwei unabhängige Beobachter. Inter- und Intra-Observer-Reliabilität wurden als Intraclass Correlation Coefficient (ICC) berechnet.

### **Ergebnisse**

PSI und non-PSI erzielten eine vergleichbare Genauigkeit in Bezug auf die Platzierung der augmentierten Glenoidkomponenten. Die Unterschiede der Abweichung von der Planposition waren nicht signifikant und waren im Gruppenvergleich PSI versus non-PSI für die Version  $2,67^\circ \pm 1,97$  versus  $4,33^\circ \pm 3,54$  ( $p = 0,14$ ), für die Inklination  $4,67^\circ \pm 4,91$  versus  $5,80^\circ \pm 4,23$  ( $p = 0,53$ ) und für die Rotation  $14,72^\circ \pm 7,43$  versus  $21,64^\circ \pm 9,95$  ( $p = 0,06$ ). Die Reproduzierbarkeit der Messungen war hoch, mit guter bis exzellenter Inter-Observer-Reliabilität (ICC für Version 0,99; Inklination 0,99; Rotation 0,85) sowie Intra-Observer-Reliabilität (ICC für Version 0,99; Inklination 0,97; Rotation 0,78).

### **Schlussfolgerung**

Bei geringgradigen Glenoiddefekten ermöglicht die konventionelle Instrumentierung für augmentierte Glenoidkomponenten mit vorab erfolgter 3D-Planung eine vergleichbare Genauigkeit wie PSI. Potenziell kann der Einsatz von PSI auf komplexere glenoidale Pathomorphologien beschränkt werden.

## **Osteochondraler Autograft-Transfer am Radiuskopf mittels Fibulakopf und dorsaler Femurkondyle: Eine biomechanische Studie**

**Autorenliste:** Tamara Babasiz<sup>1</sup>, Christoph-Johannes Pucher<sup>2</sup>, Tobias Gruber<sup>1</sup>, Lars P. Müller<sup>1</sup>, Tim Leschinger<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Uniklinik Köln, Klinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Plastisch-Ästhetische Chirurgie, Köln, Deutschland,

<sup>2</sup>Uniklinik Mannheim, Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Köln, Deutschland

### **Fragestellung**

Größere Knorpeldefekte des Radiuskopfes können häufig nur durch eine Resektion des Radiuskopfes oder die Implantation einer Radiuskopfprothese behandelt werden, was insbesondere für jüngere Patienten keine sinnvolle Therapieoption darstellt. Die biomechanischen Auswirkungen osteochondraler Autograft-Transferverfahren (OATS) am Ellenbogen sind bislang jedoch unzureichend untersucht. Ziel dieser Studie war es daher, den Einsatz des Fibulakopfes und der dorsomedialen Femurkondyle als Autograft für den Radiuskopf biomechanisch zu untersuchen.

### **Methodik**

Acht humane Ellenbogen- und acht Kniepräparate wurden unter axialer Belastung zwischen 50 und 400 N bei 0° und 30° Ellenbogenflexion untersucht. Osteochondrale Grafts mit einem Durchmesser von 15mm wurden aus dem Fibulakopf und aus der dorsomedialen Femurkondyle entnommen. Am nativen Radiuskopf wurde anschließend die Gelenkfläche im Bereich der Fovea reseziert, und die osteochondralen Grafts wurden in den Defekt eingepresst, um die Gelenkoberfläche des Radiuskopfes zu rekonstruieren. Die biomechanische Testung erfolgte in einer Materialprüfmaschine unter kontrollierter axialer Belastung. Die intraartikuläre Druckverteilung wurde mithilfe von Druckmessfolien gemessen, welche in den Gelenkspalt eingebracht wurden. Verglichen wurden drei Zustände: Nativer Radiuskopf, Femur-Graft und Fibula-Graft. Gemessen wurden radiale und ulnare Spitzendrücke, intraartikuläre Drücke, Kontaktflächen, Hochdruckareale (>1 MPa) sowie die relative Kraftübertragung zwischen Radius und Ulna. Die statistische Auswertung erfolgte mittels ANOVA-Analyse.



### **Ergebnisse**

Über alle Belastungsstufen hinweg zeigten Fibula-Grafts die höchsten maximalen Druckwerte und die größten Hochdruckareale, gefolgt vom nativen Radiuskopf und den Femurtransplantaten. Femur-Grafts erzeugten bei allen Belastungsstufen und Beugewinkeln die größten Kontaktflächen auf der radialen Gelenkseite, was auf eine gleichmäßigere Kraftverteilung hinweist. Fibulatransplantate führten hingegen zu kleineren Kontaktflächen und signifikant höheren radialen Druckspitzen. Nach Femurtransplantation verlagerte sich die Kraftübertragung vergleichsweise primär auf den Radius, während nach Fibulatransplantation überwiegend die Ulna stärker belastet wurde.

### **Schlussfolgerung**

Femur-Grafts zeigten durchschnittlich eine günstigere Druckverteilung mit größeren Kontaktflächen und niedrigeren Spitzendrücken und kamen damit den physiologischen Verhältnissen am nächsten. Fibula-Grafts führten hingegen zu höheren Druckspitzen und einer vermehrten ulnaren Belastung. Dies legt nahe, dass die dorsomediale Femurkondyle im Vergleich zum Fibulakopf eine geeignete Option für einen osteochondralen Autograft-Transfer des Radiuskopfes sein könnte.

## **Minced-Cartilage-Verfahren am Ellenbogengelenk: Klinische und bildgebende Ergebnisse nach im Durchschnitt zwei Jahren Follow-up**

**Autorenliste:** Tamara Babasiz<sup>1</sup>, Nadine Ott<sup>1</sup>, Lars P. Müller<sup>1</sup>, Tim Leschinger<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Uniklinik Köln, Klinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Plastisch-Ästhetische Chirurgie, Köln, Deutschland

### **Fragestellung**

Das Minced-Cartilage-Verfahren stellt eine einzeitige Therapieoption zur Knorpelregeneration dar, die in größeren Gelenken bereits etabliert ist, deren klinisches und bildgebendes Outcome am Ellenbogengelenk jedoch bislang nur sehr unzureichend untersucht wurde. Knorpelläsionen des Ellenbogens, insbesondere im Rahmen einer Osteochondrosis dissecans (OD), stellen vor allem bei jungen, sportlich aktiven Patient:innen eine therapeutische Herausforderung dar. Ziel dieser Studie war es, klinische und bildgebende Ergebnisse des Minced-Cartilage-Verfahrens bei Patient:innen mit OD des Ellenbogens zu evaluieren.

### **Methodik**

In dieser retrospektiven Studie wurden Patient:innen eingeschlossen, die aufgrund einer instabilen OD des Ellenbogengelenks mit dem Minced-Cartilage-Verfahren an unserer Klinik behandelt wurden. Traumatische Knorpelläsionen mit zusätzlichen operativen Eingriffen, wie z. B. Bandrekonstruktionen, wurden ausgeschlossen. Erhoben wurden der Mayo Elbow Performance Score (MEPS), der QuickDASH, der Subjective Elbow Score (SES), der Bewegungsumfang (ROM) sowie Schmerzen anhand der Numeric Rating Scale (NRS). Zusätzlich wurden sportliche Aktivität, Return to Sports und vorliegende MRT-Untersuchungen zur Bewertung mittels MOCART-Score ausgewertet. Die statistische Analyse erfolgte mittels Mann-Whitney-U-Test und Spearman-Rangkorrelation.

### **Ergebnisse**

Zwölf Patient:innen mit instabiler OD (Grad III-IV) und einem mittleren Alter von  $19,1 \pm 8,1$  Jahren wurden eingeschlossen. Der mittlere Nachuntersuchungszeitraum betrug  $2,0 \pm 0,9$  Jahre. Die funktionellen Ergebnisse waren sehr gut mit einem mittleren MEPS von  $97,1 \pm 2,6$ , einem QuickDASH von  $6,0 \pm 3,7$ , einem SES von  $95,2 \pm 5,6$  Punkten und nahezu keinen Schmerzen (NRS  $0,83 \pm 0,83$ ). Der Return to Sports erfolgte nach durchschnittlich  $5,3 \pm 1,6$  Monaten. Sieben Patient:innen kehrten in den Wettkampfsport zurück, darunter drei Hochleistungssportler. Alle Patient:innen erreichten ihr präoperatives Leistungsniveau nach durchschnittlich  $6,7 \pm 1,2$  Monaten, zwei Patient:innen übertrafen dieses. Der Bewegungsumfang war postoperativ vollständig erhalten. Postoperative MRT-Untersuchungen zeigten nach  $4,5 \pm 2,6$  Monaten einen mittleren MOCART-Score von  $65,6 \pm 2,9$  ( $n = 12$ ), der sich bei einer zweiten Verlaufskontrolle nach  $11,6 \pm 2,2$  Monaten signifikant auf  $71,0 \pm 1,0$  erhöhte ( $p = 0,008$ ;  $n = 4$ ). Es zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen MOCART-Score und klinischen Outcome-Parametern (MEPS  $p=0,89$ , qDASH  $p=0,48$ , SES  $p=0,88$ ) oder dem Patientenalter ( $p=0,46$ ). Bezüglich Komplikationen zeigten sich in drei Fällen fortbestehende Krepitationen allerdings ohne Schmerzen oder Bewegungseinschränkungen.

### **Schlussfolgerung**

Erste Ergebnisse zum Minced-Cartilage-Verfahren bei instabiler Osteochondrosis dissecans des Ellenbogens zeigen sehr gute funktionelle Ergebnisse, eine effektive Rückkehr zur sportlichen Aktivität und eine zufriedenstellende strukturelle Regeneration im MRT-Verlauf. Das Verfahren stellt insbesondere für junge und sportlich aktive Patient:innen eine vielversprechende Therapieoption dar. Weitere prospektive Studien mit größeren Fallzahlen und längerer Nachbeobachtung werden benötigt, um die Langzeitergebnisse zu bestätigen.

## **Keine Auswirkung der Verletzungsschönizität auf Ergebnisse der Suture-Tape-Augmentation am Ellenbogen“**

**Autorenliste:** Stefan Greiner<sup>1</sup>, Andreas Voss<sup>1</sup>, Sophia Schramm<sup>1</sup>, Xunqi Cheow<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Sporthopaedicum Regensburg, Universität Regensburg Klinik für Unfallchirurgie, Regensburg, Deutschland*

### **Fragestellung**

Augmentationstechniken haben sich in der Behandlung akuter Bandverletzungen mit resultierender Ellenbogeninstabilität bewährt. Ziel dieser Studie war zu untersuchen, ob die Chronizität der Instabilität die postoperativen Ergebnisse nach Bandrekonstruktion und Augmentation mittels Suture-Tape-Internal-Bracing beeinflusst.

### **Methodik**

In einer retrospektiven Analyse wurden 40 Patienten (mittlere Nachbeobachtungszeit 42,5 Monate) eingeschlossen, die zwischen 2013 und 2019 aufgrund traumatischer Ellenbogeninstabilität mittels Bandrekonstruktion mit Suture-Tape-Augmentation behandelt wurden. Es erfolgte die Erhebung funktioneller Outcome-Parameter (DASH, Oxford Elbow Score, MEPS, VAS) sowie der Bewegungsumfänge (ROM). Die Kohorte wurde hinsichtlich des Zeitpunktes der Versorgung anhand von Schwellenwerten von 6 bzw. 12 Wochen stratifiziert.

### **Ergebnisse**

Die medianen postoperativen Scores lagen bei: DASH 5,0 (IQR 1,5–12,7), Oxford 43,0 (IQR 34,0–47,0), MEPS 90,0 (IQR 75,0–100,0) und VAS 1,0 (IQR 0,0–2,0). Der Bewegungsumfang verbesserte sich hinsichtlich des Flexions-Extensionsbogens von 135,0° (IQR 70,0–145,0) präoperativ auf 145,0° (IQR 140,0–150,0) postoperativ. Zwischen akuter und chronischer Versorgung ergaben sich weder bei der 6-Wochen- noch bei der 12-Wochen-Stratifizierung signifikante Unterschiede in funktionellen Ergebnissen oder Bewegungsumfängen ( $p > 0,05$ ).

### **Schlussfolgerung**

Die Bandrekonstruktion mit Suture-Tape-Internal-Brace-Augmentation führt bei traumatischer Ellenbogeninstabilität zu ausgezeichneten klinischen Ergebnissen – unabhängig von der Chronizität der Instabilität. Akute und chronische Versorgung zeigen vergleichbare funktionelle Resultate und Bewegungsumfänge.

## **Revision von Rotatorenmanschettenrekonstruktionen: Erste klinische und strukturelle Ergebnisse der Augmentation mit autologem Trizepssehnen-Patch**

**Autorenliste:** Stefan Greiner<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Sporthopaedicum Regensburg, Universität Regensburg Klinik für Unfallchirurgie, Regensburg, Deutschland*

### **Fragestellung**

Die erfolgreiche Revision von Rotatorenmanschetten Re-rupturen bleibt aufgrund der eingeschränkten biologischen Qualität des degenerierten Sehngewebes eine Herausforderung. Zur Optimierung der Heilungsbedingungen wurden verschiedene biologische und synthetische Augmentationsstrategien entwickelt. Diese Arbeit beschreibt eine arthroskopische Technik zur Augmentation von Revisions-Rotatorenmanschettenrekonstruktionen mittels eines Trizepssehnen-Autograft-Patches.

### **Methodik**

Bei fünf Patienten mit symptomatischen Re-Rupturen der Supra- und Infraspinatussehne wurde eine arthroskopische Augmentation mittels Trizepssehnenautograft durchgeführt. Es erfolgte die Rekonstruktion der rupturierten Sehne in Doppelreihentechnik mit zusätzlicher Augmentation mittels des autologen Trizepsgrafts. Alle Patienten wurden klinisch (Constant Score, DASH Score, VAS) und mittels MRT nachuntersucht.

### **Ergebnisse**

Zum Untersuchungszeitpunkt 6 Monate postoperativ zeigte sich in allen Fällen in der MRT Untersuchung eine eingehheilte Rotatorenmanschette (Sugaya Typ 1 und 2) mit vollständig integriertem Sehngraft. Die prä- und postoperativen Ergebnisse (Constant Score, DASH Score, VAS) wiesen eine signifikante funktionelle und subjektive Verbesserung auf.

### **Schlussfolgerung**

Die Augmentation von Rotatorenmanschettenrekonstruktionen mittels Trizepssehnen-Autograft zeigt vielversprechende klinische und strukturelle Ergebnisse und stellt eine potenziell wertvolle Option zur Unterstützung der Sehnenheilung dar. Das Verfahren ist reproduzierbar, kosteneffektiv und weist eine geringe Entnahmemorbidität sowie kein Risiko einer Transplantatabstoßung auf. Zudem stellt die Trizepssehne eine leicht verfügbare Quelle autologen Gewebes mit hohem Anteil bioaktiver Faktoren dar.

**Limitation:** Es handelt sich um eine Pilotstudie; zur Validierung der Ergebnisse sind eine größere Patientenkohorte sowie ein längeres Follow-up erforderlich.

## **Osteosynthese oder Radiuskopfprothese bei schweren Radiuskopffrakturen? Funktionelles Outcome und Lebensqualität im Vergleich**

**Autorenliste:** Cornelius Fischer<sup>1</sup>, Johannes Porsche<sup>2</sup>, Diane Leyder<sup>1</sup>, Marc-Daniel Ahrend<sup>1</sup>, Tina Histing<sup>1</sup>, Patrick Ziegler<sup>3</sup>

<sup>1</sup>BG Klinik Tübingen, Tübingen, Deutschland, <sup>2</sup>Carl-von-Basedow-Klinikum Saalekreis, Merseburg, Deutschland, <sup>3</sup>Klinik Gut, Sankt Moritz, Schweiz

### **Fragestellung**

Schwere Radiuskopffrakturen der Mason-Johnston-Typen III und IV können entweder mittels Radiuskopfrekonstruktion durch Osteosynthese (open reduction and internal fixation, ORIF) oder durch Implantation einer Radiuskopfprothese (radial head arthroplasty, RHA) versorgt werden. Aufgrund der hohen Variabilität der Verletzungsmuster existiert bislang keine einheitliche Therapieempfehlung. Ziel dieser Studie war es zu untersuchen, ob sich durch ORIF oder RHA hinsichtlich Bewegungsumfang, funktionellem Outcome und gesundheitsbezogener Lebensqualität bessere klinische Ergebnisse erzielen lassen.

### **Methodik**

In dieser retrospektiven Studie wurden 73 operativ behandelte Patienten (45 % Frauen) mit Radiuskopffrakturen der Mason-Johnston-Typen III und IV eingeschlossen. Bei 51 Patienten erfolgte eine klinische Nachuntersuchung, während 22 Patienten mittels standardisiertem Fragebogen evaluiert wurden. Das klinische Outcome wurde anhand des Bewegungsumfangs (range of motion, ROM), des Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH)-Scores, des American Shoulder and Elbow Surgeons Elbow Score (ASES) sowie des 36-Item Short Form Health Survey (SF-36) erhoben. Der Arthrosegrad wurde nach Kellgren und Lawrence anhand präoperativer sowie verlaufs begleitender Röntgenaufnahmen beurteilt.

### **Ergebnisse**

Vierzig Patienten wiesen Frakturen des Mason-Johnston-Typs III auf, von denen 80 % mittels ORIF behandelt wurden. Im Gegensatz dazu wurden 45 % der Mason-Johnston-Typ-IV-Frakturen mit einer Radiuskopfprothese versorgt. Eine zusätzliche ligamentäre Rekonstruktion war bei 67 % der Typ-IV-Verletzungen erforderlich, während dies nur bei 30 % der Typ-III-Frakturen notwendig war. Die ORIF-Gruppe zeigte insgesamt bessere klinische Ergebnisse mit einem signifikant geringeren Streckdefizit ( $p = 0,003$ ). Zudem wurden höhere Flexionswerte beobachtet, jedoch ohne statistische Signifikanz ( $p = 0,145$ ). Für Pronation und Supination zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Auch die funktionellen Scores waren in der ORIF-Gruppe signifikant besser (ASES  $p = 0,003$ ; DASH  $p = 0,023$ ) (Tab. 1). Diese Tendenz bestätigte sich auch in den Subgruppenanalysen der Mason-Johnston-Typen III und IV.

Im SF-36 zeigte sich nach ORIF sowohl eine signifikant höhere körperliche als auch psychische Lebensqualität (KSK 52 vs. 40;  $p = 0,036$ ; PSK 55 vs. 43;  $p = 0,006$ ). Bei 31 % aller Patienten kam es im mittleren Follow-up von etwa zwei Jahren zu einer Verschlechterung des Arthrosegrades um  $\geq 2$  Stufen, unabhängig von der gewählten Therapie ( $p = 0,419$ ) oder der Frakturschwere ( $p = 0,214$ ). Patienten mit zusätzlicher proximaler Ulnafraktur zeigten hingegen signifikant höhere Arthroseraten ( $p = 0,001$ ).

<b>Parameter</b>	<b>ORIF</b>	<b>RHA</b>	<b>p-Wert</b>
<b>Flexion (°)</b>	140 ± 14,29 (60-140)	130 ± 21,5 (70-140)	0,145
<b>Extensionsdefizit (°)</b>	-10 ± 13,23 (-60-0)	-30 ± 12,01 (-50-0)	0,003
<b>Pronation (°)</b>	70 ± 11,38 (30-70)	70 ± 9,82 (30-70)	0,459
<b>Supination (°)</b>	90 ± 17,99 (30-90)	90 ± 17,69 (30-90)	0,968
<b>ASES</b>	97 ± 11,39 (43-100)	87 ± 23,08 (17-100)	0,003
<b>DASH</b>	4 ± 14,22 (0-64)	11 ± 19,34 (0-63)	0,023

### **Schlussfolgerung**

Die Radiuskopfrekonstruktion mittels Osteosynthese stellt eine effektive Therapieoption für schwere Radiuskopffrakturen dar und führte zu besseren funktionellen Ergebnissen im Vergleich zur Radiuskopfprothese. Beide Verfahren sind etablierte Behandlungsoptionen und zeigten im kurzfristigen Verlauf keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Arthroserate. Verletzungen mit zusätzlicher proximaler Ulnafraktur waren jedoch mit signifikant höheren Arthroseraten assoziiert.

## **Neurovaskuläre Verletzungen bei proximalen Humerusfrakturen: Eine Übersicht der aktuellen Literatur**

**Autorenliste:** Cagman Seker<sup>1</sup>, Andrea Estfeller<sup>2</sup>, Ali Gecer<sup>3</sup>, Agahan Hayta<sup>1</sup>, Rony Orijit Dey Hazra<sup>1</sup>, David Back<sup>1</sup>, Doruk Akgün<sup>1</sup>, Alp Paksoy<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Charité Campus Virchow-Klinikum, Berlin, Deutschland, <sup>2</sup>Medizinische Universität Wien, Wien, Österreich, <sup>3</sup>Haydarpaşa Numune Eğitim Araştırma Hastanesi, Üsküdar, Türkei

### **Fragestellung**

Neurovaskuläre Verletzungen im Zusammenhang mit proximalen Humerusfrakturen sind seltene, jedoch klinisch relevante Komplikationen mit potenziell erheblichen funktionellen Folgen. Aufgrund ihrer klinischen und diagnostischen Variabilität bestehen unterschiedliche diagnostische und therapeutische Vorgehensweisen. Ziel dieser Übersichtsarbeit ist es, die verfügbare Literatur zusammenzufassen und gängige diagnostische sowie therapeutische Strategien darzustellen.

### **Methodik**

Es wurde eine narrative Literaturübersicht in PubMed durchgeführt, in die 16 Fallberichte aus den Jahren 2015 bis 2025 eingeschlossen wurden. Berücksichtigt wurden proximale Humerusfrakturen mit begleitenden neurovaskulären Verletzungen. Ausgeschlossen wurden Studien ohne Bezug zu proximalen Humerusfrakturen, Arbeiten ohne neurovaskuläre Beteiligung sowie Fallberichte mit isolierten Nervenverletzungen ohne vaskuläre Beteiligung. Die ausgewählten Studien wurden nach Verletzungsmechanismus, klinischer Präsentation, Bildgebung, Behandlung und Ergebnissen analysiert.

### **Ergebnisse**

Insgesamt wurden 16 Publikationen mit 23 Patienten und 25 betroffenen Schultern mit proximalen Humerusfrakturen ausgewertet, wobei zwei Patienten eine bilaterale proximale Humerusfraktur aufwiesen. In 23 von 25 proximalen Humerusfrakturen lagen begleitende vaskuläre Verletzungen vor. Von diesen Fällen zeigten 14 von 23 zusätzlich eine neurologische Beteiligung, während in 9 von 23 Fällen ausschließlich vaskuläre Verletzungen ohne nachweisbare neurologische Schädigung beschrieben wurden. Die Diagnostik erfolgte überwiegend mittels CT-Angiographie (14/23), häufig ergänzt durch Doppler-Ultraschall (8/23). In 19 von 23 Fällen (82%) war eine vaskuläre Intervention erforderlich. Am häufigsten wurden vaskuläre Bypassverfahren unter Verwendung von Venen- oder PTFE-Grafts durchgeführt (12/23), gefolgt von endovaskulären Verfahren wie Stentimplantationen (4/23). In drei Fällen (3/23) konnte aufgrund suffizienter Kollateralzirkulation oder nach der Reposition auf eine arterielle Rekonstruktion verzichtet werden. In zwei Fällen erfolgte eine direkte End-zu-End-Anastomose (2/23). Bei einem Patienten (1/23) wurde initial eine endovaskuläre Stentimplantation durchgeführt, gefolgt von einer sekundären Bypassrekonstruktion. In einem Fall kam es ohne arterielle Rekonstruktion zu einem letalen Verlauf. (1/23). Von den 14 Schultern mit begleitender Nervenverletzung wurden 13 Patienten konservativ behandelt; bei fünf dieser Patienten zeigte sich im Verlauf eine vollständige oder partielle neurologische Erholung, während bei einem Patienten aufgrund persistierender Defizite eine Sehnenverlagerungsoperation in Erwägung gezogen wurde.

### **Schlussfolgerung**

Neurovaskuläre Verletzungen bei proximalen Humerusfrakturen entstehen durch direkte oder indirekte Traumamechanismen und betreffen aufgrund der engen anatomischen Beziehung häufig die A. axillaris und den Plexus brachialis. Diese Übersicht fasst die aktuelle Evidenz zur Diagnostik und Therapie zusammen und unterstreicht die Bedeutung einer frühzeitigen Erkennung sowie einer gezielten bildgebenden Diagnostik. Trotz technischer Fortschritte fehlt bislang ein standardisierter Behandlungsalgorithmus, sodass ein rasches, koordiniertes multidisziplinäres Vorgehen bei neurovaskulären Komplikationen erforderlich ist.

## **Schulterverletzungen - Prävalenz, Inzidenz, Bildgebung und Analgetikaverordnungen – eine Analyse an 4,9 Mio Versicherten der AOK Baden-Württemberg**

**Autorenliste:** Olaf Schneider<sup>1</sup>, Jasmin Azarderakhsh<sup>1</sup>, Sebastian Siebenlist<sup>2</sup>, Christian Gerhardt<sup>3</sup>, Burkhard Lembeck<sup>4</sup>, Johannes Flechtenmacher<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Unternehmensbereich Steuerung, Finanzen & Analytik, AOK Baden-Württemberg, Stuttgart, Deutschland, <sup>2</sup>Abteilung und Poliklinik für Sportorthopädie, Klinikum rechts der Isar, Technische Universität München, München, Deutschland, <sup>3</sup>Ortho-Zentrum Karlsruhe, Karlsruhe, Deutschland, <sup>4</sup>Vorstand, Berufsverband der Fachärzte für Orthopädie und Unfallchirurgie e.V. (BVOU), Berlin, Deutschland

### **Fragestellung**

Schulterverletzungen zählen zu den häufigsten traumatischen muskuloskelettalen Diagnosen. Auf Basis von Routinedaten von 4,9 Mio. Versicherten der AOK Baden-Württemberg (2022) und Verletzungszahlen 2013–2023 wurden Epidemiologie, Kodierverhalten und Versorgung traumatischer Schulterdiagnosen analysiert. Besonders berücksichtigt wurden Frakturen, Luxationen, Distorsionen und Verletzungen der Rotatorenmanschette (RM).

### **Methodik**

Ausgewertet wurden alle ICD-10-Diagnosen der Kategorien S40–S49 (Verletzungen der Schulter und des Oberarmes), S43 (Luxation, Verstauchung und Zerrung von Gelenken und Bändern des Schultergürtels) und S46.0 (Verletzung der Muskeln und der Sehnen der Rotatorenmanschette). Die AOK-Daten lieferten Prävalenzen, Inzidenzen, Facharztkodierungen, Bildgebungs- und Physiotherapieanwendungen sowie Analgetikaverordnungen. Zusätzlich erfolgte die Analyse der bundesweiten inzidenten Verletzungsfälle 2013–2023 zur Trendbeurteilung. Die Zahlen für Schulter-/Oberarmverletzungen wurden gesondert ausgewertet.

### **Ergebnisse**

Die Schulter-/Oberarmverletzungen machen 7,4% aller Verletzungen aus und nahmen zwischen 2013 (51 219 Fälle) und 2023 (49 796 Fälle) leicht um 2,8 % ab, vor allem durch einen Rückgang bei Frauen; Männer blieben stabil. Frakturen traten bei Frauen häufiger und im Mittel 20 Jahre später auf als bei Männern. Luxationen und Distorsionen zeigten einen deutlichen Peak bei jungen Männern. Die Mehrzahl der traumatischen Diagnosen wurde hausärztlich kodiert, häufig unspezifisch, während Orthopäden und Unfallchirurgen spezifische Diagnosen wie Luxationen, RM-Verletzungen und Frakturfolgen dominierten. Bildgebung erfolgte bei nur 25–30 % der Patienten, Physiotherapie bei 57 % (davon 42 % schulterbezogen). NSAR waren die am häufigsten verordneten Analgetika, gefolgt von Metamizol.

### **Schlussfolgerung**

Die Daten zeigen klare geschlechts- und altersspezifische Muster sowie eine insgesamt zurückhaltende, heterogen kodierte Versorgung.

## **Prognostische Genauigkeit der CT-basierten Beweglichkeitssimulation bei inversen Schultertotalendoprothesen: Eine intraoperativ-simulative Korrelationsanalyse**

**Autorenliste:** Stefan Greiner<sup>1</sup>, Sergii Poltaretskyi<sup>2</sup>, Siddhant Thakur<sup>2</sup>, Andreas Voss<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Sporthopaedicum Regensburg, Universität Regensburg Klinik für Unfallchirurgie, Regensburg, Deutschland,*

<sup>2</sup>*Arthrex Inc, Naples, Vereinigte Staaten*

### **Fragestellung**

Die präoperative, CT-basierte Planung inverser Schultertotalendoprothesen mittels softwaregestützter Simulation gewinnt zur Vorhersage impingementfreier Bewegungsumfänge zunehmend an Bedeutung. Trotz breiter klinischer Anwendung ist die tatsächliche prognostische Genauigkeit dieser virtuellen Beweglichkeitsanalysen bislang nur unzureichend belegt.

**Ziel:** Ziel der Studie war es, die Korrelation zwischen den simulierten impingementfreien Bewegungsumfängen und der intraoperativ erzielbaren passiven Beweglichkeit nach inverser Schultertotalendoprothese zu bestimmen.

### **Methodik**

In einer klinisch kontrollierten Kohortenstudie wurden 45 konsekutive Patienten aus einer prospektiven Rekrutierung eingeschlossen. Die virtuelle Beweglichkeit wurde anhand präoperativer CT-Datensätze nach patientenadaptierter Implantatauswahl und -positionierung sowie Herstellung eines individuellen Implantationsguides (PSI; VIP Arthrex Targeter) mittels ROM-Explorer berechnet. Intraoperativ wurden nach Implantation der endgültigen Prothese unter Verwendung des geplanten Implantats und der PSI-basierten Instrumentierung bei fixierter Skapula folgende passive Bewegungsumfänge erhoben: maximale Abduktion, maximale Außenrotation, maximale Innenrotation, Abduktion bis Kontakt des Sulcus mit dem anterolateralen Akromion, Außen- und Innenrotation in Abduktion sowie Flexion mit provoziertem Kontakt des Humerus am Coracoid. Die Korrelationen zwischen simulierten und gemessenen Werten wurden mittels Spearman-Rangkorrelation analysiert.

### **Ergebnisse**

Es zeigten sich signifikante positive Korrelationen für maximale Außenrotation ( $r_s = 0,4878$ ;  $p = 0,0008$ ), maximale Abduktion ( $r_s = 0,6337$ ;  $p < 0,0001$ ), Abduktion mit anterolateralem Akromionkontakt ( $r_s = 0,7450$ ;  $p < 0,001$ ), Außenrotation in Abduktion ( $r_s = 0,5986$ ;  $p < 0,001$ ) sowie maximale Innenrotation ( $r_s = 0,8819$ ;  $p < 0,001$ ). Keine signifikante Korrelation zeigte sich für die Flexion mit provoziertem Coracoid-Impingement ( $r_s = -0,1286$ ;  $p = 0,411$ ).

### **Schlussfolgerung**

Die CT-basierte virtuelle Bewegungsanalyse zeigt eine hohe prognostische Genauigkeit für die Mehrzahl der intraoperativ nach PSI gestützter Endoprothesenimplantation erzielbaren Bewegungsrichtungen, insbesondere für Rotationsbewegungen und die Abduktion. Die patientenspezifische Planung und PSI-gestützte Implantation ermöglichen eine verlässliche Vorhersage passiver impingementfreier Beweglichkeitsgrade nach inverser Schultertotalendoprothese.

## **Optimale Windungszahl der Cerclage am Humerusschaft: Versagensmodi unter statischer und zyklischer Belastung**

**Autorenliste:** Moritz Kraus<sup>1,2,3</sup>, Luke van Rossenberg<sup>1</sup>, Bryan Van de Wall<sup>1</sup>, Frank Beeres<sup>1</sup>, Björn Link<sup>1</sup>, Torsten Pastor<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Klinik für Orthopädie und Traumatologie, Luzerner Kantonsspital, Luzern, Schweiz, <sup>2</sup>Universitätsspital Zürich, Klinik für Traumatologie, Zürich, Schweiz, <sup>3</sup>Biomedical Development, AO Research Institute, Davos, Schweiz

### **Fragestellung**

Cerclage-Drähte sind ein etabliertes und wichtiges Zusatzverfahren in der operativen Versorgung von Humerusschaftfrakturen, insbesondere bei langen Spiralfrakturen, Mehrfragmentverletzungen sowie periimplantären Frakturen. In der klinischen Praxis basiert die Wahl der Windungszahl überwiegend auf individueller Erfahrung. Ziel dieser Studie war es daher, den Einfluss der Anzahl der Windungen sowie des Drahtdurchmessers auf die biomechanische Stabilität von Cerclagen systematisch zu untersuchen. Zusätzlich wurden handgedrehte Cerclagen unter zyklischer Belastung geprüft, um die klinische Anwendung bei Humerusschaftfrakturen realitätsnah abzubilden.

### **Methodik**

Insgesamt wurden 120 Cerclage-Konstrukte aus Edelstahl mit Drahtdurchmessern von 1,0 mm, 1,25 mm und 1,5 mm hergestellt. Die Drähte wurden mit 4, 6, 8 oder 10 Windungen versehen. Die Ausbildung der Windungen erfolgte hochstandardisiert mithilfe eines speziell entwickelten Geräts unter kontrollierter axialer Last und definiertem Drehmoment, gefolgt von einer einheitlichen Kürzung auf Endlänge. Anschließend wurden statische Zugversuche durchgeführt zur Bestimmung von Steifigkeit, Streckgrenze (Load-to-Yield), Dehnung und Maximallast (Load-to-Failure). In der 1,5-mm-Gruppe wurden zusätzlich klinisch handgedrehte Cerclagen einer zyklischen Zugbelastung von 700 N unterzogen, bis definierte Dehnungen von 2, 3 und 5 mm oder ein katastrophales Versagen auftraten.

### **Ergebnisse**

Über alle Drahtdurchmesser zeigte sich ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Windungszahl und Versagensmechanismus: Geringe Windungszahlen führten überwiegend zum Aufdrehen, höhere Windungszahlen zunehmend zum Drahtbruch. Bei 1,0-mm-Drähten trat ein Drahtbruch ausschließlich bei 10 Windungen auf (50 %), während Konstrukte mit 4, 6 und 8 Windungen ausschließlich durch Aufdrehen versagten ( $p = 0,040$ ). Ein vergleichbares Muster zeigte sich bei 1,25-mm-Drähten, mit Drahtbrüchen erst bei 8 und 10 Windungen ( $p > 0,9$ ).

Die Steifigkeit nahm mit steigender Windungszahl zu: von  $34,1 \pm 2,4$  auf  $41,5 \pm 5,0$  N/mm bei 1,0-mm-Drähten und von  $44,0 \pm 5,5$  auf  $50,5 \pm 5,4$  N/mm bei 1,25-mm-Drähten. Bei 1,5-mm-Drähten wurde die maximale Steifigkeit bei 8 Windungen erreicht ( $92,8 \pm 17,0$  N/mm), mit einem Abfall bei 10 Windungen ( $82,3 \pm 11,8$  N/mm). Die höchste Maximallast betrug  $660,7 \pm 139,6$  N (1,0 mm; 10 Windungen),  $858,0 \pm 220,0$  N (1,25 mm; 8 Windungen) und  $1873,7 \pm 80,6$  N (1,5 mm; 10 Windungen).

In der zyklischen Prüfung handgedrehter 1,5-mm-Cerclagen zeigten sechs Windungen die höchste Dauerfestigkeit mit den meisten Lastzyklen bis 2 mm ( $18.769 \pm 15.362$ ), 3 mm ( $19.561 \pm 14.390$ ) und 5 mm Dehnung ( $10.800 \pm 6.429$ ). Vier Windungen versagten früh, acht Windungen zeigten intermediäre Ergebnisse, während zehn Windungen keinen zusätzlichen zyklischen Vorteil boten.

### **Schlussfolgerung**

Mit zunehmender Windungszahl verschiebt sich der Versagensmechanismus der Cerclage vom Aufdrehen hin zum Drahtbruch. Konstrukte mit sechs bis acht Windungen zeigten die günstigste Kombination aus hoher Steifigkeit, Belastbarkeit und Versagenssicherheit. Während bei 1,0-mm- und 1,25-mm-Drähten höhere Windungszahlen das Aufdrehen progressiv reduzierten, erwiesen sich bei 1,5-mm-Drähten insbesondere sechs Windungen als biomechanisch optimal – sowohl unter statischer als auch unter zyklischer Belastung. Für die klinische Anwendung bei Humerusschaftfrakturen unterstützen diese Ergebnisse sechs Windungen als minimale Empfehlung, um ein Aufdrehen zu verhindern und eine robuste Cerclagefixation sicherzustellen.

## **Einfluss der Sehnenintegrität 12 Monaten nach arthroskopischer Rotatorenmanschettenrekonstruktion auf das funktionelle Outcome**

**Autorenliste:** Eleonora Croci<sup>1,2</sup>, Cornelia Baum<sup>1</sup>, Laurent Audigé<sup>3,4</sup>, Emanuel Benninger<sup>5</sup>, Christophe Spormann<sup>6</sup>, Arcr\_pred Study Group<sup>1</sup>, Andreas Müller<sup>1,2,7</sup>

<sup>1</sup>Klinik für Orthopädie und Traumatologie, Universitätsspital Basel, Basel, Schweiz, <sup>2</sup>Department of Biomedical Engineering, University of Basel, Basel, Schweiz, <sup>3</sup>Surgical Outcome Research Center, Universitätsspital Basel, Basel, Schweiz, <sup>4</sup>Abteilung Forschung und Entwicklung, Schulthess Klinik, Zürich, Schweiz, <sup>5</sup>Klinik für Orthopädie und Traumatologie, Kantonsspital Winterthur, Winterthur, Schweiz, <sup>6</sup>Zentrum für Endoprothetik und Gelenkchirurgie, Endo-Klinik, Zürich, Schweiz, <sup>7</sup>Departement für Klinische Forschung, Universität Basel, Basel, Schweiz

### **Fragestellung**

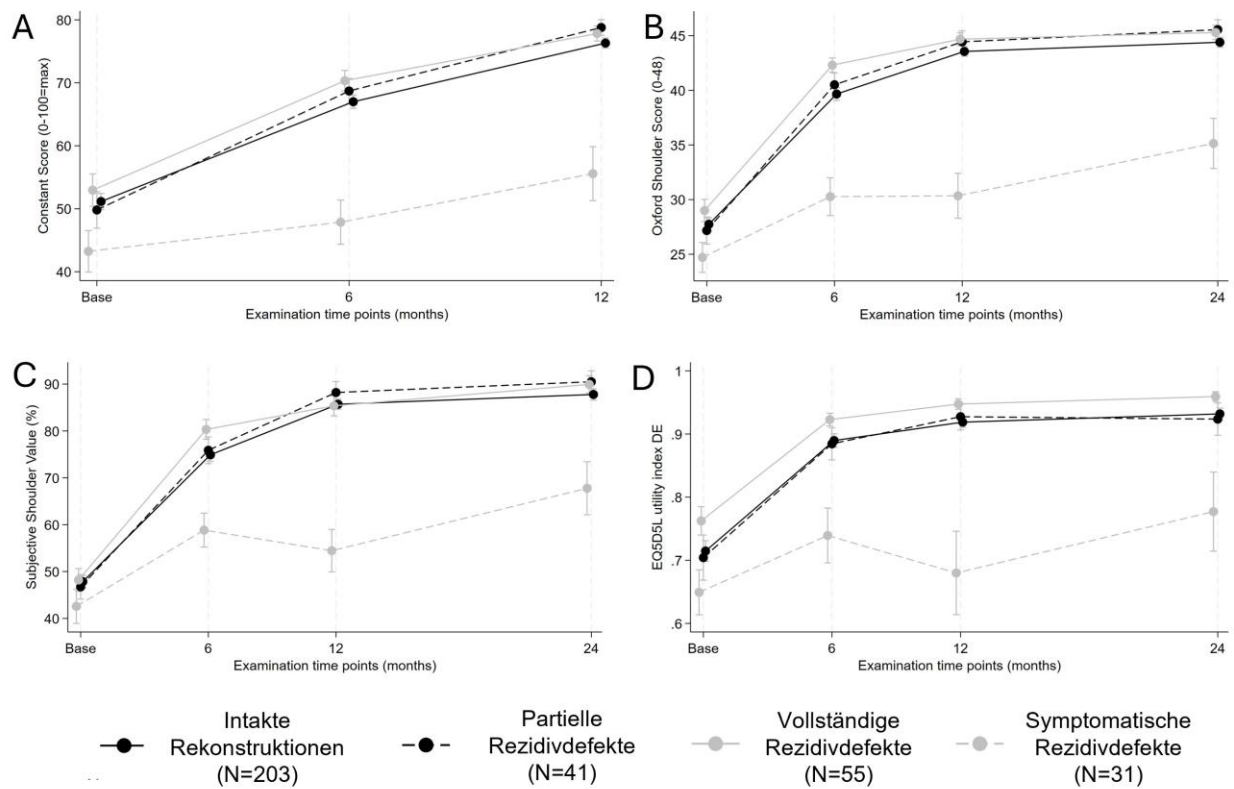
Rerupturen nach arthroskopischer Rotatorenmanschettenrekonstruktion (ARCR) sind häufig. Ihre Bedeutung für das funktionelle Ergebnis und die Symptome ist jedoch nach wie vor unklar. Ziel dieser Studie war es, den Zusammenhang zwischen der Sehnenintegrität und den funktionellen Ergebnissen über 24 Monate nach ARCR zu untersuchen.

### **Methodik**

Insgesamt wurden 973 Patienten, die zwischen Juni 2020 und November 2021 in 19 orthopädischen Zentren einer ARCR unterzogen wurden, in die Studie aufgenommen. Die klinischen und vom Patienten berichteten Ergebnisse wurden zu Studienbeginn sowie nach 6, 12 und 24 Monaten erhoben. Eine MRT Bildgebung wurde bei allen Patienten zu Studienbeginn und bei einer Subgruppe von Patienten nach 12 Monaten erneut durchgeführt. Die Patienten wurden entsprechend der Integrität der Rekonstruktion nach 12 Monaten (intakte Rekonstruktion, partielle Reruptur, vollständige Reruptur) oder dem Auftreten einer symptomatischen Reruptur innerhalb von 12 Monaten in vier Gruppen unterteilt. Adjustierte verallgemeinerte lineare gemischte Modelle wurden verwendet, um klinische und vom Patienten berichteten Ergebnisse zu vergleichen.

### **Ergebnisse**

Es wurden 543 Patienten eingeschlossen, von denen 299 nach 12 Monaten ein Verlaufs-MRT erhielten (n = 203 intakte Rekonstruktionen, n = 41 partielle Rerupturen, n = 55 vollständige Rerupturen) und 31 Patienten entwickelten eine symptomatische Reruptur. Die Gruppen waren hinsichtlich Geschlecht, Alter, Body-Mass-Index, und Vorliegen von Begleiterkrankungen vergleichbar (Effektgröße  $\leq 0.124$ ). Alle Outcomes verbesserten sich postoperativ. Die Gruppen mit asymptomatischen Rerupturen zeigten im Vergleich zur Gruppe mit intakter Rekonstruktion vergleichbare Bewegungsumfänge in Flexion, Abduktion und Innenrotation sowie Abduktionskraft und Schmerzlevel ( $p \geq 0.071$ ). Die Gruppe mit symptomatischen Rerupturen schnitt insgesamt am schlechtesten ab ( $p \leq 0.009$ ). Der Constant Score, der Oxford Shoulder Score, der Subjective Shoulder Value und der EQ5D5L Utility Index waren in der Gruppe mit asymptomatischen Rerupturen und der Gruppe mit intakten Rekonstruktionen vergleichbar ( $p \geq 0.086$ , Abbildung 1). Die Gruppe mit symptomatischen Rerupturen zeigte den höchsten Anteil an Patienten bei denen die funktionellen Scores significant verschieden waren zur Gruppe mit intakten Rekonstruktionen ( $p \leq 0.001$ ).



## Schlussfolgerung

Patienten mit asymptomatischen Rerupturen zeigten bis zu 24 Monate nach ARCR vergleichbare funktionelle Ergebnisse wie Patienten mit intakten Rekonstruktionen. Patienten mit symptomatischen Rerupturen wiesen klinisch relevante Defizite auf. Zukünftige Vorhersagemodelle sollten sich auf symptomatische Rerupturen konzentrieren, um eine individuelle Anpassung der patientenspezifischen Behandlungen und Rehabilitation zu ermöglichen.

## **Geschlechtsspezifische Unterschiede in der Schulterendoprothetik - Korrelation von Filling Ratio, Geschlecht und Knochenqualität**

**Autorenliste:** Melina Pavlović<sup>1</sup>, Marina Drosten<sup>1</sup>, Kamila Colmsee<sup>2</sup>, Steffen Ruchholtz<sup>1</sup>, Evi Fleischhacker<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Zentrum für Orthopädie und Unfallchirurgie, Universitätsklinikum Gießen und Marburg, Marburg, Deutschland, <sup>2</sup>Klinik für Schulter- und Ellenbogenchirurgie, Vivantes Klinikum Neukölln, Berlin, Deutschland, <sup>3</sup>LMU Klinikum, Muskuloskelettales Universitätszentrum München (MUM), München, Deutschland

### **Fragestellung**

Periprothetische Humerusfrakturen (PPHF) stellen seltene, jedoch schwerwiegende Komplikationen nach Implantation einer Schulterprothese dar. Radiologische Parameter wie die Filling Ratio (FR), das Verhältnis zwischen Prothesenschaft und Schaftbreite, beeinflussen die mechanische Stabilität, Belastungsverteilung sowie das Stress-Shielding und scheinen daher Risikofaktoren für das Auftreten von PPHF zu sein (Kim et al. 2022, Kramer et al. 2024, Singh et al. 2012). In der vorliegenden Arbeit soll daher untersucht werden, ob Geschlecht, Alter, Knochenqualität, Frakturklassifikation und FR korrelieren, um gefährdete Patient\*innen frühzeitig zu identifizieren und die OP-Strategie individuell anpassen zu können.

### **Methodik**

Retrospektive Analyse der Daten und Röntgenbilder von Patient\*innen mit PPHF, die zwischen 01/2008 und 12/2025 an zwei universitären Zentren operativ versorgt wurden. Die statistische Auswertung erfolgte durch Korrelationsanalysen (Spearman-, Pearson- oder Eta-Koeffizient sowie Chi<sup>2</sup>-Test) in SPSS.

### **Ergebnisse**

Von den 27 eingeschlossenen Personen mit einem mittleren Alter von  $80,2 \pm 8,5$  Jahre waren 74% (n = 20) weiblich. Dem geriatrischen Kollektiv entsprechend lag der ASA-Score bei  $2,8 \pm 0,6$  und der alterskorrelierte Charlson Komorbiditätsindex bei  $5,4 \pm 1,7$ . In 89% der Fälle lag eine inverse Prothese vor, die zu 59% zementiert implantiert wurde. Die mittlere Standzeit der Prothesen betrug  $4,1 \pm 2,7$  Jahre. Eine Osteoporose war bei 81% bekannt oder wurde vermutet. Es erfolgte in 52% der Fälle eine osteosynthetische Versorgung und in den übrigen eine Prothesenwechsel. Die Komplikationsrate lag bei 16%, die Revisionsrate insgesamt bei 7,4%. Am a.p. Röntgenbild wurde ein mittlerer DTI (Deltoid Tuberosity Index) von  $1,39 \pm 0,13$  sowie ein Cortical Index (CI) von  $0,25 \pm 0,04$  gemessen. Die FR im Bereich der Metaphyse betrug  $0,77 \pm 0,16$ , gemessen am inneren Kortikalis-Durchmesser, und  $0,58 \pm 0,11$  am äußeren. Diaphysär ergaben sich Mittelwerte von  $0,69 \pm 0,16$  (innerer Diameter) und  $0,48 \pm 0,10$  (äußerer Diameter). Die Korrelationsanalysen ergaben eine statistisch signifikante Korrelation zwischen der Zementierung und der FR [metaphysär innerer Diameter ( $r=0,519$ ,  $p=0,008$ ), metaphysär äußerer Diameter ( $r=0,549$ ,  $p=0,005$ ), diaphysär innerer Diameter ( $r=0,577$ ,  $p=0,003$ ), diaphysär äußerer Diameter ( $r=0,628$ ,  $p<0,001$ )]. Zwischen der FR und dem Geschlecht oder der Frakturklassifikation sowie der Frakturklassifikation mit lokalen Knochenqualitätsindices oder der Zementierung zeigte sich keine statistisch signifikante Korrelation.

### **Schlussfolgerung**

Die postulierten Grenzwerte für die FR liegen bei  $<0,68$  metaphysär und  $<0,73$  diaphysär um Stress Shielding zu vermeiden (Kramer et al. 2023). Diese Werte wurden, bis auf die metaphysäre Messung an der inneren Kortikalis, im untersuchten Kollektiv deutlich unterschritten. Es bleibt daher anzunehmen, dass Stress Shielding, welches mit einer hohen FR assoziiert ist, nicht der entscheidende Faktor für das Auftreten einer PPHF ist. Diese Erkenntnis deckt sich mit einer neueren Arbeit von Vasiliadis et al. (2025). Insgesamt sprechen die Daten jedoch dafür, dass die FR ein, potenziell modifizierbarer Risikofaktor für PPHF zu sein scheint. Eine präoperative Berücksichtigung der Diameter könnte daher zur verbesserten Risikostratifizierung beitragen und die individuelle Wahl von Schaftdesign, Verankerungstechnik und Implantationsstrategie unterstützen, insbesondere bei älteren Patientinnen mit osteoporotischem Knochen.

## **Die Illusion diagnostischer Sicherheit: Können klinische Tests Pathologien der langen Bizepssehne bei Rotatorenmanschettenrupturen vorhersagen? Eine große multizentrische Validierungsstudie**

**Autorenliste:** Tilman Garthe<sup>1</sup>, Brigitta Gahl<sup>2</sup>, Dirk Maier<sup>1</sup>, Laurent Audige<sup>2</sup>, Andreas Müller<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitätsspital Basel, Basel, Schweiz, <sup>2</sup>Surgical Outcome Research Center (SORC), Basel, Schweiz

### **Fragestellung**

Pathologien der langen Bizepssehne (LBS) sind eine häufige Ursache für anterioren Schulterschmerz, insbesondere bei Patienten mit Rotatorenmanschettenrupturen. Die diagnostische Genauigkeit klinischer Tests in dieser spezifischen Patientenpopulation ist jedoch unklar. Ziel dieser Studie war es, die diagnostische Genauigkeit gängiger klinischer Tests für LBS-Pathologien im Vergleich zum Goldstandard der Arthroskopie zu evaluieren. Zudem sollte untersucht werden, ob eine kombinierte Testbatterie die Genauigkeit verbessert und ob mittels Latent Class Analysis (LCA) gezeigt werden kann, dass hoch symptomatische Patientengruppen eine höhere Wahrscheinlichkeit für die untersuchten Outcomes aufweisen.

### **Methodik**

In einer prospektiven, multizentrischen Studie wurden 960 Patienten aus 25 Zentren, die sich einer arthroskopischen Rotatorenmanschettenrekonstruktion unterzogen, präoperativ untersucht. Die Index-Tests umfassten den Speed-Test, Schmerz bei Palpation des Sulcus intertubercularis (Numerische rating Skala (NRS) 0-10), alltäglicher Schmerz im Sulcus (NRS 0-10) und das Popeye-Zeichen. Ein multivariablen logistisches Regressionsmodell (Testbatterie) wurde erstellt, um den Nutzen der Testkombination zu prüfen. Die LCA wurde durchgeführt, um Patientensubgruppen basierend auf ihrer Symptomlast zu identifizieren und mit der Prävalenz der Pathologien zu korrelieren. Referenzstandard war die intraoperative arthroskopische Beurteilung. Das primäre Outcome war die LBS-Tendinopathie; sekundäre Outcomes waren SLAP-Läsionen (Superior Labrum Anterior Posterior), Pulley-Läsionen, LBS-Rupturen und die Durchführung einer LBS-Intervention (Tenotomie/Tenodese).

### **Ergebnisse**

Die arthroskopisch bestätigte Prävalenz (Prä-Test-Wahrscheinlichkeit) betrug 75% für Tendinopathie, 9% für Rupturen, 61% für Pulley-Läsionen, 15% für SLAP-Läsionen und 85% für eine LBS-Intervention. Keiner der Einzeltests zeigte eine ausreichende diagnostische Genauigkeit für Tendinopathie; die AUROC-Werte (Area under the Receiver Operating Characteristics Curve) lagen zwischen 0.57 und 0.59. Das Popeye-Zeichen war hochspezifisch (98%), aber unempfindlich (35%) für Rupturen (AUROC 0.67). Die kombinierte Testbatterie verbesserte die Genauigkeit nur geringfügig (AUROC 0.65) und erreichte kein klinisch relevantes Niveau. Die LCA identifizierte zwar eine "hoch symptomatische" (70%) und eine "wenig symptomatische" Gruppe (30%), jedoch blieb die Wahrscheinlichkeit für eine Tendinopathie selbst in der symptomarmen Gruppe mit 66% hoch. Die Tests waren nicht prädiktiv für die Notwendigkeit einer chirurgischen Intervention (AUROC 0.70).

### **Schlussfolgerung**

Gängige klinische Tests für LBS-Pathologien weisen bei Patienten mit begleitenden Rotatorenmanschettenrupturen eine geringe diagnostische Genauigkeit auf. Weder eine kombinierte Testbatterie noch eine symptombasierte Clusterung (LCA) ermöglichen einen zuverlässigen Ausschluss der Pathologie oder eine Vorhersage der chirurgischen Intervention. Die klinische Entscheidungsfindung sollte sich daher nicht primär auf diese Tests stützen, sondern die intraoperative Beurteilung als entscheidenden Faktor beibehalten.

## **Limitations of Large Language Models and Search Engines in Describing Specialized Clinical Examination Techniques: The Case of the Hornblower Sign**

**Autorenliste:** Peter Melcher<sup>1</sup>, Ralf Henkelmann<sup>2</sup>, Susanne Schleif<sup>3</sup>, Salim Youssef<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Helios Klinik Leisnig, Leisnig, Deutschland, <sup>2</sup>Klinik und Poliklinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Plastische Chirurgie, Universitätsklinikum Leipzig, Leipzig, Deutschland,

<sup>3</sup>Universität Leipzig, Leipzig, Deutschland

### **Fragestellung**

Die Digitalisierung medizinischer Wissensressourcen hat den Zugang zu fachspezifischen Informationen erleichtert, erhöht jedoch zugleich das Risiko der Verbreitung ungeprüfter oder epistemisch unscharfer Inhalte. Die wiederholte Konfrontation mit vereinfachten oder fehlerhaften Darstellungen diagnostischer Verfahren, wie es etwa beim Hornblower-Zeichen der Fall ist, kann einen *Illusory-Truth-Effekt* begünstigen, bei dem Aussagen allein durch Wiederholung als zutreffend wahrgenommen werden. Dies kann zu unkritischer Übernahme und diagnostischen Fehlentscheidungen führen. Besonders relevant wird dieses Risiko, wenn Fehlinformationen aus wissenschaftlichen Publikationen über Suchmaschinen und Large Language Models, weiterverbreitet werden und klinische Praxis sowie Forschung beeinflussen. Vor diesem Hintergrund untersucht die vorliegende Arbeit die Darstellung des Hornblower-Zeichens in der wissenschaftlichen Literatur, in Online-Quellen und in KI-Sprachmodellen sowie das Ausmaß inhaltlicher Ungenauigkeiten und Verwechslungen, insbesondere mit dem Patte-Test.

### **Methodik**

Zur Beantwortung der Frage „Was ist das Hornblower-Zeichen?“ wurde ein dreistufiges Vorgehen angewandt: die Analyse von Primärpublikationen zur Originalbeschreibung nach Arthuis, die Auswertung der ersten 35 Google-Suchergebnisse sowie die Bewertung der Antworten von fünf weit verbreiteter Large Language Models (ChatGPT 5.1, Grok 4.1, Gemini Pro, Perplexity und DeepSeek). Alle Beschreibungen wurden anhand eines standardisierten 4-Punkte-Scoringsystems von 0 bis 3 Punkten bewertet, das die inhaltliche Korrektheit und die Abgrenzung zwischen Hornblower-Zeichen und Patte-Test erfasst.

### **Ergebnisse**

Insgesamt wurden 14 Originalpublikationen eingeschlossen, die sich auf Arthuis beziehen. Davon enthielten 50 % eine korrekte Beschreibung des Hornblower-Zeichens, 7 % eine teilweise korrekte Darstellung mit zusätzlicher, korrekt benannter Beschreibung des Patte-Tests, während 43 % ausschließlich den Patte-Test beschrieben. Daraus resultierte ein mittlerer Score von 2,07. Von 34 auswertbaren Google-Suchergebnissen von 30 unterschiedlichen Herausgebern erreichten 10 % 3 Punkte, 13 % 2 Punkte, 60 % 1 Punkt und 17 % 0 Punkte, was einem mittleren Score von 1,17 entspricht. Die fünf untersuchten großen Sprachmodelle erzielten einen durchschnittlichen Score von 1,8. Die Einzelbewertungen lagen bei 1 Punkt für ChatGPT 5.1 und Gemini Pro, 2 Punkten für Perplexity und DeepSeek sowie 3 Punkten für Grok 4.1 und verdeutlichen eine erhebliche Variabilität bei insgesamt unvollständiger konzeptioneller Genauigkeit.

### **Schlussfolgerung**

Die Ergebnisse zeigen eine ausgeprägte Heterogenität und häufige inhaltliche Fehler bei der Beschreibung des Hornblower-Zeichens in der wissenschaftlichen Literatur, in Online-Quellen und in Ausgaben großer Sprachmodelle. Die systematische Verwechslung des Hornblower-Zeichens mit dem Patte-Test beeinträchtigt die diagnostische Zuverlässigkeit, limitiert die Vergleichbarkeit klinischer

Studien und kann evidenzbasierte Synthesen wie Meta-Analysen verzerren. Zur Sicherung klinischer Entscheidungsfindung und wissenschaftlicher Qualität erscheinen eine kritische Quellenbewertung, die konsequente Rückbesinnung auf Originalbeschreibungen klinischer Tests sowie der Aufbau einer international zugänglichen Datenbank standardisierter klinischer Testprotokolle dringend erforderlich.

## **Mehr als nur eine Fraktur: Erkenntnisse zum VIDIA BONE Score bei Frakturfolgezuständen des proximalen Humerus aus einer retrospektiven Fallserie**

**Autorenliste:** Svenja Sophia Haag<sup>1</sup>, Norbert Liebherr<sup>2</sup>, Jonas Schmalz<sup>1 3</sup>, Michael Hackl<sup>4 5</sup>, Lars-Johannes Lehmann<sup>1 5</sup>

<sup>1</sup>ViDia Kliniken Karlsruhe, Klinik für Unfall-, Handchirurgie und Sportmedizin, Karlsruhe, Deutschland, <sup>2</sup>ViDia Kliniken Karlsruhe, Klinik für Orthopädie, Karlsruhe, Deutschland, <sup>3</sup>Medizinische Fakultät Würzburg, Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland, <sup>4</sup>Universitätsmedizin Mannheim, Orthopädisch-Unfallchirurgisches Zentrum, Mannheim, Deutschland, <sup>5</sup>Medizinische Fakultät Mannheim, Universität Heidelberg, Mannheim, Deutschland

### **Fragestellung**

Ziel dieser Studie war es, Risikofaktoren für das Auftreten von Frakturfolgezuständen des proximalen Humerus zu untersuchen. Primärer Endpunkt war die Assoziation zwischen der Höhe des VIDIA BONE Scores und dem Auftreten eines Frakturfolgezustandes. Sekundäres Ziel war die Identifikation weiterer patienten- und frakturspezifischer Risikofaktoren.

### **Methodik**

Es handelt sich um eine monozentrische, retrospektive Fallserie. Eingeschlossen wurden alle Patienten mit vollständigem radiologischem und demografischem Datensatz, die sich zwischen 01/2017 und 12/2025 nach proximaler Humerusfraktur mit Entwicklung eines Frakturfolgezustandes (Boileau Typ 1–4) in einem spezialisierten Schulter- und Ellenbogenzentrum vorstellten. Erfasst wurden demografische Daten, relevante Komorbiditäten, Frakturmorphologie (AO-, Neer- und Habermayer-Klassifikation) sowie die primäre Therapie (konservativ oder operativ). Der präoperative VIDIA BONE Score wurde retrospektiv erhoben und gemäß etablierten Schwellenwerten in drei Gruppen eingeteilt (niedriges Risiko 1–8 Punkte, moderates Risiko 9–16 Punkte, hohes Risiko 17–24 Punkte).

### **Ergebnisse**

Es wurden 69 Patienten mit Frakturfolgezuständen des proximalen Humerus eingeschlossen. Das mittlere Alter zum Zeitpunkt der Fraktur betrug  $68,1 \pm 12,4$  Jahre; 75,4 % der Patienten waren weiblich. Der mittlere VIDIA BONE Score lag bei  $11,0 \pm 3,7$  Punkten. Ein Niedrigrisikoprofil zeigten 21,7 %, ein moderates Risiko 69,6 % und ein Hochrisikoprofil 8,7 %.

Die initiale Therapie erfolgte bei 13,0 % konservativ, 5,8 % erhielten eine CRIF mittels Humerusnagel und 78,3 % eine ORIF mittels Plattenosteosynthese; jeweils ein Patient wurde mit Schraubenosteosynthese bzw. arthroskopischer Tuberculumrefixation behandelt. Headsplit-Frakturen lagen bei 20,3 % vor und waren mit höheren VIDIA BONE Scores assoziiert. In der Hochrisikogruppe traten Headsplit-Frakturen bei 33,3 %, in der moderaten Risikogruppe bei 22,9 % und in der Niedrigrisikogruppe bei 6,7 % auf.

Die Behandlung der Frakturfolgezustände erfolgte in 8,7 % konservativ, in 11,6 % mittels arthroskopischer Arthrolyse und in 79,7 % mittels endoprothetischer Versorgung; 85,5 % erhielten hierbei eine inverse Schulterendoprothese, 14,5 % eine anatomische Hemiendoprothese.

### **Schlussfolgerung**

Bei Patienten mit Frakturfolgezuständen des proximalen Humerus fanden sich überwiegend mittlere bis hohe VIDIA BONE Scores. Ein niedriger VIDIA BONE Score schließt das Auftreten eines Frakturfolgezustandes jedoch nicht aus. Größere Kollektive sind notwendig, um die identifizierten Parameter zu validieren und insbesondere bei Patienten mit niedrigem Risiko potenzielle zusätzliche Risikoparameter zu eruieren.

## **Die Best-Fit-Circle-basierte Messmethode ist akkurater und zuverlässiger als die Height-Width-Ratio-basierte Beurteilung des glenoidalen Knochenverlusts**

**Autorenliste:** Christina Lorenz<sup>1</sup>, Victoria Teufel<sup>1</sup>, Floor Lambers<sup>2</sup>, Gaia Morillo<sup>3</sup>, Jean-David Werthel<sup>4</sup>, Markus Scheibel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Schulter- und Ellenbogenchirurgie, Schulthess Klinik, Zürich, Schweiz, <sup>2</sup>Stryker Sports Medicine, Selzach, Schweiz, <sup>3</sup>Stryker Leibinger GmbH & Co. KG, Freiburg, Deutschland, <sup>4</sup>Hôpital Ambroise Paré, Boulogne-Billancourt, Frankreich

### **Fragestellung**

Die Quantifizierung des glenoidalen Knochenverlustes ist ein entscheidender Faktor in der Behandlung anteriorer Schulterinstabilitäten und beeinflusst den operativen Therapieentscheid maßgeblich. Die dreidimensionale Computertomographie hat sich als Standard zur Beurteilung der Glenoidmorphologie etabliert. Zur Quantifizierung des Knochenverlustes kommen unterschiedliche Messverfahren zum Einsatz, darunter lineare, flächenbasierte und höhenbasierte Ansätze. Obwohl sich diese Methoden konzeptionell unterscheiden, sind ihre Vergleichbarkeit und Genauigkeit bislang unzureichend untersucht. Ziel dieser Studie war es, die Genauigkeit sowie die Inter- und Intrarater-Reliabilität der am häufigsten verwendeten Messmethoden zur Quantifizierung des glenoidalen Knochenverlustes unter Verwendung eines bilateralen Referenzstandards zu vergleichen.

### **Methodik**

Es handelt sich um eine retrospektive dreidimensionale Studie. Drei unabhängige Untersucher (zwei Chirurgen und ein Ingenieur) führten Messungen an 41 Schultern mit anteriorer Schulterinstabilität durch, für die eine Bildgebung des kontralateralen gesunden Glenoids vorlag. Die Messungen erfolgten zu zwei Zeitpunkten mittels drei Methoden: linear, flächenbasiert und Höhen-Breiten-Verhältnis. Für jedes Glenoid wurden der Best-Fit-Circle sowie Glenoidhöhe und -breite mithilfe standardisierter digitaler Werkzeuge definiert. Die Daten wurden mit benutzerdefinierten Skripten verarbeitet, um relevante geometrische Parameter zu extrahieren. Ein halbautomatischer bilateraler Vergleich diente als Referenzstandard für den linearen glenoidalen Knochenverlust und wurde unabhängig validiert. Die Genauigkeit wurde anhand mittlerer Differenzen und des quadratischen Mittelwertfehlers (RMSE) bestimmt. Die Inter- und Intrarater-Reliabilität wurde mittels wiederholter Messungen, Intraklassenkorrelationskoeffizienten (ICC) und Bland-Altman-Analyse bewertet.

### **Ergebnisse**

Die durchschnittliche Interrater-Differenz betrug  $4,06 \pm 3,46$  % für lineare,  $3,85 \pm 3,38$  % für flächenbasierte und  $7,56 \pm 7,14$  % für Messungen auf Basis des Höhen-Breiten-Verhältnisses, was auf eine höhere Variabilität der Höhen-Breiten-Methode hinweist.

Im Vergleich zum Referenzstandard zeigten lineare Messungen eine mittlere Differenz von  $3,90 \pm 3,46$  %, bei einem RMSE von  $4,79$ – $5,61$  % über alle Untersucher hinweg.

Die Intrarater-Reliabilität war für die Best-Fit-Circle-Methode gut bis ausgezeichnet (ICC(3,1)  $0,80$ – $0,95$  für linear und  $0,81$ – $0,95$  für flächenbasiert), während das Höhen-Breiten-Verhältnis eine geringe bis mäßige Reliabilität zeigte (ICC  $0,32$ – $0,49$ ). Die Höhenmessung war hoch reproduzierbar (ICC  $0,88$ – $0,99$ ), wohingegen die Breitenmessung eine geringere Zuverlässigkeit aufwies (ICC  $0,45$ – $0,51$ ) und damit maßgeblich zur Limitation der Höhen-Breiten-Methode beitrug.

### **Schlussfolgerung**

Die Wahl der Messmethode hat klinisch relevante Auswirkungen auf die Beurteilung des glenoidalen Knochenverlustes bei anteriorer Schulterinstabilität. Die auf dem Best-Fit-Circle-Verfahren basierende Technik bietet eine robustere Grundlage für die operative Planung, da sie die Messvariabilität reduziert und das Risiko einer Über- oder Unterschätzung des Knochenverlusts minimiert. Messungen, die auf dem Höhen-Breiten-Verhältnis basieren, sollten mit Vorsicht interpretiert werden, insbesondere wenn sie als Grundlage für eine operative Behandlungsentscheidung herangezogen werden.

## **Vorläufige Langzeitergebnisse nach lateralisierter inverser Schulterprothese mit einem Mindest-Follow-up von 10 Jahren**

**Autorenliste:** Michael Kimmeyer<sup>1</sup>, Tim Laschinger<sup>1</sup>, Dominic Greiner<sup>2</sup>, Svenja Haag<sup>2</sup>, Sebastian Lappen<sup>1</sup>, Jonas Schmalz<sup>2</sup>, Lars Lehmann<sup>2</sup>, Michael Hackl<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitätsmedizin Mannheim, Orthopädisch-Unfallchirurgisches Zentrum, Mannheim, Deutschland, <sup>2</sup>ViDia Kliniken Karlsruhe, Klinik für Unfall-, Handchirurgie und Sportmedizin, Karlsruhe, Deutschland

### **Fragestellung**

Trotz der stetig zunehmenden Anwendung der inversen Schulterprothese liegen bislang nur wenige Studien mit Langzeitergebnissen über einen Zeitraum von mehr als 10 Jahren vor. Ziel dieser aktuell noch laufenden Studie ist die Untersuchung der klinischen und radiologischen Langzeitergebnisse nach Implantation einer lateralisierten inversen Schulterprothese. In dem vorliegenden Abstract werden die vorläufigen Ergebnisse bei Patienten mit einem Mindest-Follow-up von 10 Jahren dargestellt.

### **Methodik**

Es handelt sich um eine bizenrische retrospektive Studie. Eingeschlossen wurden Patienten nach primärer inverser Schulterprothese, die durch einen einzelnen Operateur implantiert wurden. In allen Fällen kam der gleiche Prothesentyp zum Einsatz (Univers Reverse, 135° humerale Inkliniation, Arthrex). Die klinische Evaluation erfolgte präoperativ sowie standardisiert nach 6, 12 und 24 Monaten und im weiteren Verlauf nach mindestens 10 Jahren. Erhobene klinische Parameter umfassten den alters- und geschlechtsadjustierten Constant-Score (CS) sowie den Subjective Shoulder Value (SSV). Die radiologische Analyse basierte auf konventionellen Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen und umfasste die Beurteilung der Implantatposition, möglicher Lockerungszeichen, skapulären Notchings sowie ossärer Veränderungen. Die Implantatüberlebensrate wurde anhand der Revisionsfreiheit bestimmt.

### **Ergebnisse**

Zum Zeitpunkt der aktuellen Auswertung konnten 27 Patienten eingeschlossen werden (18 weiblich, 9 männlich). Das mittlere Alter zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung betrug  $77,8 \pm 9,4$  Jahre bei einer mittleren Nachbeobachtungszeit von  $11,6 \pm 1,1$  Jahren. Der mediane alters- und geschlechtsadjustierte Constant-Score verbesserte sich signifikant von präoperativ 17 (Interquartilsbereich [IQR] 15) auf 61 (IQR 33) im Langzeit-Follow-up ( $p < 0,05$ ). Der mediane SSV betrug nach mindestens 10 Jahren 70 (IQR 25). Die Implantatüberlebensrate lag bei 88,9 % (24/27).

### **Schlussfolgerung**

Die vorläufigen Ergebnisse dieser aktuell noch laufenden Studie zeigen eine signifikante und klinisch relevante Verbesserung der Schulterfunktion nach lateralisierter inverser Schulterprothese, die über einen Zeitraum von mindestens 10 Jahren erhalten bleibt. Die bislang beobachtete hohe Implantatüberlebensrate weist auf eine gute Langzeitstabilität dieses Prothesendesigns hin. Die Analyse weiterer Patienten bleibt abzuwarten.

## **Biologic Tuberoplasty bei irreparablen posterosuperioren Rotatorenmanschettenrupturen: Einfluss von Position/Technik auf Humeruskopftranslation und subakromialen Druck im robotischen Modell**

**Autorenliste:** Marco-Christopher Rupp<sup>1,2</sup>, Alexander Garcia<sup>2</sup>, Amelia Drumm<sup>2</sup>, Rony-Orijit Dey Hazra<sup>2</sup>, Alex W. Brady<sup>2</sup>, Matthew T. Provencher<sup>2,3</sup>, Peter J. Millett<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Sektion Sportorthopädie, TUM Klinikum rechts der Isar, Technische Universität München, München, Deutschland, <sup>2</sup>Steadman Philippon Research Institute, Vail, CO, Vereinigte Staaten, <sup>3</sup>The Steadman Clinic, Vail, CO, Vereinigte Staaten

### **Fragestellung**

Bei irreparablen posterosuperioren Rotatorenmanschettenrupturen (IPSRCT) werden ballonbasierte Interpositionsverfahren zunehmend eingesetzt, deren biologische Langzeitstabilität jedoch begrenzt ist. Als Alternative wurde die dauerhafte Humeruskopf-Coverage mit einem humanen azellulären dermalen Allograft (ADA) zur Erzeugung eines „Biologic-Tuberoplasty“-Effekts beschrieben, belastbare biomechanische Daten fehlen bislang weitgehend. Ziel dieser Studie war der Vergleich von Schulterkinematik, kranialer Humeruskopftranslation und subakromialem Druck zwischen nativem Zustand, IPSRCT-Defekt und unterschiedlichen Positions- sowie Konstruktionsvarianten der Biologic Tuberoplasty (BT) in einem dynamischen robotischen Schultermodell.

### **Methodik**

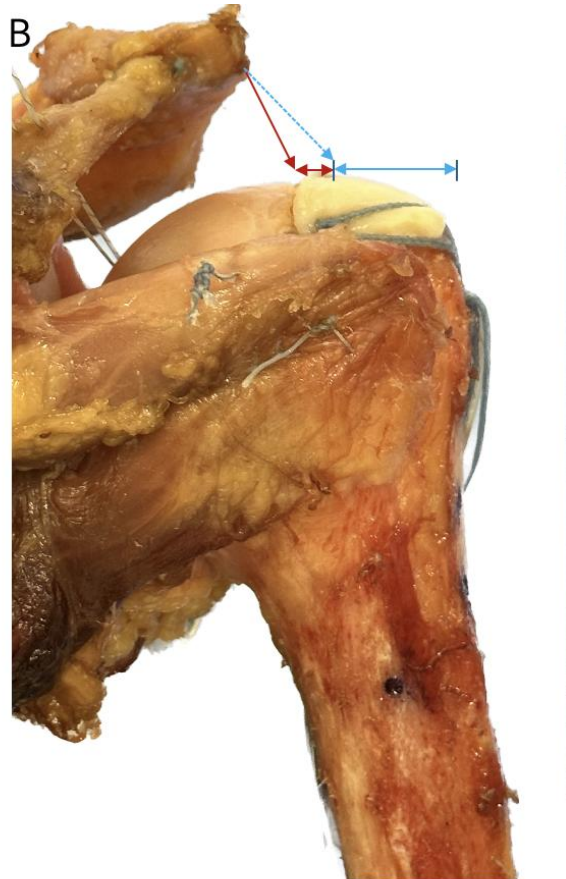
In dieser kontrollierten biomechanischen Laborstudie wurden 10 frisch gefrorene humane Kadaverschultern untersucht. Die Versuche erfolgten unter Verwendung eines dynamischen Robotersystems in Kombination mit einer subakromialen Druckmessung. Die kinematischen Analysen in Abduktion (ABD) über die gesamte ROM wurden in vier Zuständen durchgeführt:

1. Intakte Rotatorenmanschette
2. Simulierte irreparable Ruptur von Supraspinatus (SSP) und Infraspinatus (ISP)
3. Biologic Tuberoplasty in Standardposition
4. Biologic Tuberoplasty in medialisierter Position

Die Rekonstruktionen wurden mit einem humanen dermalen Allograft durchgeführt. Die Testprotokolle umfassten dynamische Bewegungsanalysen sowie statische Belastungstests mit einer kranial gerichteten Kraft von 40 N bei 0°, 30°, 45°, 60°, 75° und 90° Abduktion. Erfasst wurden jeweils die kraniale Translation des Humeruskopfes sowie der subakromiale Kontaktdruck. Abb. 1 zeigt die beiden Konfigurationen der BT (Standard vs. medialisiert) mit Darstellung der Dimension des Tuberculum Majus sowie des Kontaktwinkel mit dem Akromion.



BT at SSP footprint



Medialized BT

### Ergebnisse

Im SSP-/ISP-Defektzustand zeigte sich ab einer Abduktion von über 30° eine signifikant reduzierte subakromiale Kontaktfläche. Die Standard-BT stellte bei 90° Abduktion subakromiale Kontaktverhältnisse wieder her, die sich nicht signifikant vom nativen Zustand unterschieden, während dies mit der medialisierten BT bereits ab Abduktionswinkeln über 75° erreicht wurde. Der maximale subakromiale Spitzendruck war im Defektzustand bei allen Abduktionswinkeln unter 90° signifikant erhöht im Vergleich zum nativen Zustand ( $p < 0,001$ ). Die Standard-BT normalisierte den Spitzendruck ab Abduktion über 60°, die medialisierte BT bereits ab Abduktion über 45°. Die kraniale Humeruskopftranslation war im Defektzustand über den gesamten Abduktionsbewegungsumfang signifikant erhöht ( $p < 0,001$ ). Sowohl die Standard- als auch die medialisierte BT führten bei 90° Abduktion zu Translationswerten, die nicht signifikant vom nativen Zustand abwichen. Die medialisierte BT stellte diese Verhältnisse bereits ab Abduktion über 75° wieder her und reduzierte die kraniale Translation im Vergleich zum Defektzustand signifikant ( $p < 0,01$ ).

### Schlussfolgerung

Die Biologic Tuberooplasty mit humanem azellulärem dermalem Allograft führt im Vergleich zum IPSRCT-Defektzustand zu einer signifikanten Reduktion des subakromialen Spitzendrucks, zu einer Vergrößerung der subakromialen Kontaktfläche sowie zu einer Verminderung der kranialen Humeruskopftranslation, insbesondere bei höheren Abduktionsgraden. Eine medialisierte Positionierung des Allografts zeigt in diesem biomechanischen Modell überlegene Eigenschaften, da die protektiven Effekte bereits bei geringeren Abduktionswinkeln einsetzen.

## **Einfluss der distalen Verriegelung auf die primäre Stabilität von unzementierten Humerusschäften bei intakter und defizitärer Metaphyse**

**Autorenliste:** Doruk Akgün<sup>1</sup>, Moritz Kraus<sup>2</sup>, Peter Varga<sup>3</sup>, Ivan Zderic<sup>3</sup>, Philipp Moroder<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Charite Universitätsmedizin, Berlin, Deutschland, <sup>2</sup>Department for Shoulder- and Elbow-Surgery, Schulthess Clinic, Zürich, Schweiz, <sup>3</sup>AO Research Institute, Zürich, Schweiz

### **Fragestellung**

Eine zunehmende Anzahl an neuen Schulterendoprothesensystemen ermöglicht die distale Verriegelung des Schaftes zur vermeintlichen Steigerung der Primärstabilität insbesondere in Fraktursituationen sowie bei metaphysärem Knochenverlust. Der tatsächliche biomechanische Benefit einer solchen Schaftverriegelung wurde jedoch bisher noch nicht untersucht. Ziel dieser Studie war es, den Einfluss einer distalen Verriegelung auf die Rotations- und Scherstabilität von Humerusschäften bei intakter und defizitärer Metaphyse unter zyklischer Belastung zu untersuchen.

### **Methodik**

Zwanzig gepaarte, frischgefrorene humane Humeri wurden biomechanisch getestet. Die Präparate wurden in zwei Hauptgruppen eingeteilt: intakte Metaphyse (Hauptgruppe A) und metaphysärer Knochenverlust (Hauptgruppe B). Innerhalb der Hauptgruppen erfolgte eine randomisierte gepaarte (linke und rechte Schulter desselben Spenders) Zuteilung zu distal verriegelten (A1/B1) oder nicht verriegelten Schäften (A2/B2). Nach standardisierter Implantation eines unzementierten Monoblockschaftes (Medacta International, Schweiz) durch einen spezialisierten Schulterchirurgen wurden die Präparate einer zyklischen, bidirektionalen torsionalen Belastung ( $\pm 1,0$  Nm, 0,2 Hz) mit progressiver Laststeigerung bis 4,5 Nm oder 1750 Zyklen unterzogen. Analysiert wurden die initiale Rotationssteifigkeit, die Zyklen bis zu definierten Scher- (0,2 / 0,5 / 1,0 mm) und angulären Verschiebungen von 5° sowie die maximale Scher- und anguläre Verschiebung am Testende.

### **Ergebnisse**

Die initiale Rotationssteifigkeit zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen den 4 Gruppen. Bei defizitärer Metaphyse führte die distale Verriegelung jedoch zu einer signifikanten Erhöhung der Zyklen bis zum Erlangen aller definierten Scher- und angulären Verschiebungsschwellen (jeweils  $p < 0,05$ ) gegenüber der nicht-verriegelten Kontrolle (0,2 mm: **966  $\pm$  495 vs. 326  $\pm$  156 Zyklen**,  $p = 0,017$ ; 0,5 mm: **1104  $\pm$  551 vs. 445  $\pm$  174 Zyklen**,  $p = 0,024$ ; 1,0 mm: **1286  $\pm$  510 vs. 653  $\pm$  249 Zyklen**,  $p = 0,03$ ; anguläre Verschiebung 5°: **1360  $\pm$  599 vs. 653  $\pm$  249 Zyklen**,  $p = 0,023$ ). Zudem zeigten nicht verriegelte Schäfte mit metaphysärem Defekt eine signifikant erhöhte Scher- und anguläre Verschiebung am Testende (**3.5  $\pm$  0,6 mm vs. 1,7  $\pm$  1 mm,  $p = 0,03$ ; 9,4  $\pm$  0,4° vs. 4,2  $\pm$  3°,  $p = 0,015$ ). Durch distale Verriegelung konnte dieser Stabilitätsverlust bei defizitärer Metaphyse kompensiert werden. Bei intakter Metaphyse zeigte sich der stabilisierende Effekt der distalen Verriegelung nur bei höherer Scherschwelle signifikant.**

### **Schlussfolgerung**

Die distale Verriegelung verbessert die biomechanische Primärstabilität von Humerusschäften in der Schulterendoprothetik signifikant, insbesondere bei vorhandenem metaphysärem Defekt. Sie reduziert Scher- und anguläre Verschiebungen unter zyklischer Belastung und stellt eine effektive Strategie zur Kompensation eingeschränkter metaphysärer Verankerung dar.

## **Psychometrische Eigenschaften der subjektiven Schulterfunktion bei proximalen Humerusfrakturen - Reicht eine Frage aus?**

**Autorenliste:** Nicolas Marcel Liß<sup>1</sup>, Emmanouil Liodakis<sup>1</sup>, Sam Razaean<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitätsklinikum des Saarlandes. Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie, Homburg, Deutschland

### **Fragestellung**

Die subjektive Schulterfunktion (SSF) wird häufig zur Beurteilung von Patienten mit proximalen Humerusfrakturen (PHF) empfohlen und verwendet. Ihre psychometrischen Eigenschaften wurden jedoch für diese Pathologie noch nicht umfassend untersucht, was Ziel dieser Studie ist.

### **Methodik**

Zwischen April und Oktober 2025 wurden konsekutive Patienten mit PHF prospektiv in ein Register eines Level-1-Traumazentrums eingeschlossen. Die SSF und der Oxford Shoulder Score (OSS) wurden am Unfalltag sowie nach 1, 3, 6, 12 und 24 Wochen schriftlich oder telefonisch erhoben. Analysiert wurden Konstruktvalidität, Responsivität, Test-Retest-Reliabilität, die anker- und verteilungsbasierte minimal klinisch relevante Differenz (MCID) sowie Floor- und Ceiling-Effekte. Zudem wurde die Verständlichkeit der SSF in einer Subgruppe telefonischer Erhebungen durch einen Interviewer untersucht.

### **Ergebnisse**

Insgesamt wurden 56 Patienten ausgewertet ( $\bar{x}$  Alter:  $66,7 \pm 16,5$  Jahre, Spannweite: 9-94 Jahre, 80,4% weiblich, 64,3% operative Behandlung). Die SSF korrelierte mäßig bis stark mit dem OSS (Spearman's rho: 0,4 bis 0,88), mit den höchsten Korrelationen nach 12 und 24 Wochen ( $\rho = 0,82$  bzw. 0,88). Zudem zeigte die SSF eine starke Responsivität (Cohen's d: 2,3, standardisierte mittlere Veränderung: 2,2). Anker- und verteilungsbasierte MCIDs lagen bei 9 bzw. 12,5 Punkten. Die Intraklassen-Korrelationskoeffizienten demonstrierten eine exzellente Test-Retest-Reliabilität. Ein deutlicher Floor-Effekt wurde bei 58,3% der Patienten am Unfalltag festgestellt, während ein Ceiling-Effekt nicht beobachtet werden konnte. In der Subgruppe von 31 telefonischen Erhebungen konnten 8 Patienten (25,8%) die SSF nicht als Einzelfrage verstehen und benötigten mehrere Umformulierungen ( $\bar{x}$  3 Abfragen). Trotz dessen verstanden 3 Patienten (9,7%) die SSF auch danach nicht korrekt und gaben schließlich einen unschlüssigen Wert an.

### **Schlussfolgerung**

Die SSF hat eine angemessene Validität und Reliabilität bei Patienten mit PHF. Allerdings stellen der bislang unbekannt, ausgeprägte Floor-Effekt wie auch Verständlichkeitsprobleme in einer überwiegend geriatrischen Patientengruppe ihre Eignung als alleinigen Outcome-Score für diese Pathologie in Frage.

## **Sportliche Aktivität ist ein stärkerer Prädiktor für das Ein-Jahres-Outcome nach Ellenbogenluxation als die initiale Verletzungsschwere**

**Autorenliste:** Maclej Simon<sup>1</sup>, Anna-Marie Merckenschlager<sup>1</sup>, Mathis Wegner<sup>1</sup>, Eike Martens<sup>2</sup>, Julia Bayer<sup>2</sup>, Fenja-Carina Frimark<sup>1</sup>, Cathleen Schillig<sup>1</sup>, Jan-Christoph Backhaus<sup>3</sup>, Andreas Seekamp<sup>1</sup>, Babak Moradi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitätsklinikum Schleswig-Holstein Campus Kiel, Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Kiel, Deutschland, <sup>2</sup>Lubinus Clinicum, Kiel, Deutschland, <sup>3</sup>Universitätsklinikum Schleswig-Holstein – Campus Kiel, Klinik für Radiologie und Neuroradiologie, Kiel, Deutschland

### **Fragestellung**

Ellenbogenluxation (EL) können simple, komplexe bis hoch-komplexe Verletzungsmuster haben. Bei simplen EL und stabilen Verhältnissen ist eine konservative Behandlung meist ausreichend. Operative Rekonstruktionen variieren je nach Komplexität der Verletzung. Ziel dieser Studie ist es, Behandlungsansätze je nach Verletzungskomplexität und unter Berücksichtigung individueller Faktoren zu bewerten.

### **Methodik**

Einschlusskriterien der prospektiven bi-zentrischen Studie sind Patienten zwischen 18 und 80 Jahren mit einer akuten EL. Es erfolgen klinische Untersuchungen, die Erhebung von Patient-reported outcome measures (PROMs) (ASES, DASH, MEPS, PREE, OES und EQ-5D-5L) und radiologische Untersuchungen (Röntgen, CT, MRT). Nach konservativer oder operativer Therapie sind Follow-up Zeiten für 6 Wochen (6W), 3, 6, 12 und 24 Monate (xM) angesetzt. Zudem wurde das individuelle Sportniveau bewertet und in „kein Sport“ (n=9), „Sport mit geringer Armbeteiligung“ (n=11) und „Sport mit starker Armbeteiligung“ (n=8) definiert.

### **Ergebnisse**

Initial konnten 33 Patienten (44,4±18,4Jahre) mit einer EL (männlich n=18, weiblich n=15) rekrutiert werden und zum Zeitpunkt der 1-Jahres-Nachkontrolle (1J) waren 28 Patienten in der Studie.

Haupttraumata waren Stolperstürze (30,7%), Höhenstürzen (21,2%) und Fahrradunfälle (21,2%). In 80% handelt es sich um Freizeitunfälle. 23 Patienten wurden operativ und 10 konservativ versorgt.

Eine Einteilung des Verletzungsmusters erfolgte von simpel bis hoch komplex in drei Kategorien: Simple EL (54,4%) nur mit Bandläsionen, komplexe EL (27,3%) mit einer Fraktur und Bandläsionen und hochkomplexe EL (18,8%) mit multiplen Frakturen und Bandläsionen.

In unserer Patientenkohorte (n = 28) zeigte die Verletzungskomplexität nach 12M ( $p=0,29$ ,  $t=1,57$ ,  $p>0,05$ ) keine signifikante Korrelation mit dem Bewegungsumfang (ROM). Auch zu den PROMs bestand kein signifikanter Zusammenhang (1J:  $p=0,37$ ,  $t=0,98$ ,  $p>0,05$ ).

Dagegen zeigte sich eine starke signifikante Korrelation von Sportlichkeit und ROM (1J:  $p=0,75$ ,  $t=5,8$ ,  $p<0,05$ ) sowie zwischen Sportlichkeit und PROMs (1J:  $p=0,79$ ,  $t=6,3$ ,  $p<0,05$ ). Zwischen Verletzungskomplexität und Sportlichkeit bestand ein moderater Zusammenhang ( $p = 0,4$ ,  $t = 2,19$ ,  $p < 0,05$ ).

### **Schlussfolgerung**

Die Komplexität des Verletzungsmusters korrelierte nicht nach 12M mit Beweglichkeit oder PROMs. Im Gegensatz dazu zeigte das Sportniveau der Patienten eine starke Korrelation mit ROM und PROMs. Insgesamt scheint weniger die initiale Verletzungskomplexität als vielmehr das Aktivitätsniveau den funktionellen Verlauf zu bestimmen. Trotz der unterschiedlichen Verteilung der Verletzungsschwere zwischen den Sportlichkeitsgruppen und der moderaten Korrelation mit der Sportlichkeit bestand kein signifikanter Zusammenhang zwischen Verletzungsschwere und Beweglichkeit. Folglich ist der beobachtete Zusammenhang zwischen Sportlichkeit und Beweglichkeit unabhängig von der Verletzungsschwere.

## Der Effekt von Cubitaler Achskorrektur auf die Posttraumatische Posterolaterale Rotatorische Instabilität bei Adoleszenten

**Autorenliste:** Alexander Herzog<sup>1</sup>, Francisco Fernández<sup>1</sup>

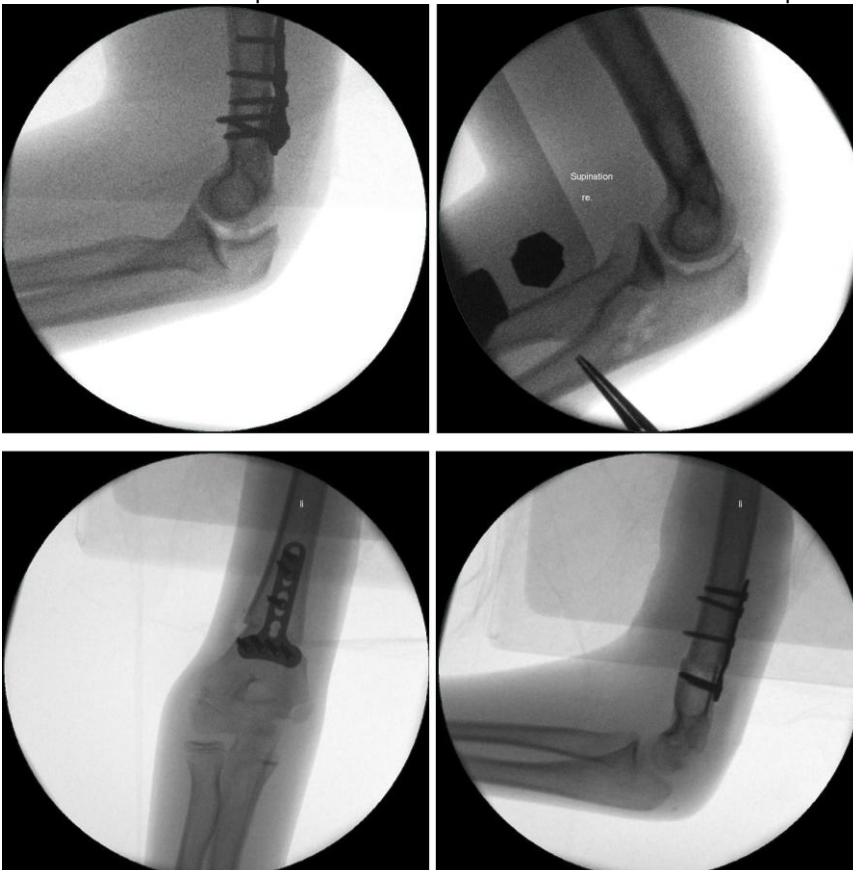
<sup>1</sup>Olgahospital, Kinder- und Jugendorthopädie, Stuttgart, Deutschland

### Fragestellung

Posterolateral rotatory instability (PLRI) is a rare condition among pediatric patients. The lateral collateral ligament (LCL) complex is thought to be the primary static constraint of posterolateral rotatory laxity. In the case of posttraumatic cubitus varus, both the mechanical cubital axis and the triceps line of pull are shifted medially, which causes chronic attenuation of the LCL complex and further leads to PLRI. The reconstruction of the LCL complex has been established as a treatment option for PLRI. However, this carries a risk of damaging the lateral humeral physis in skeletally immature patients. This study evaluated the effect of cubital axis correction on PLRI.

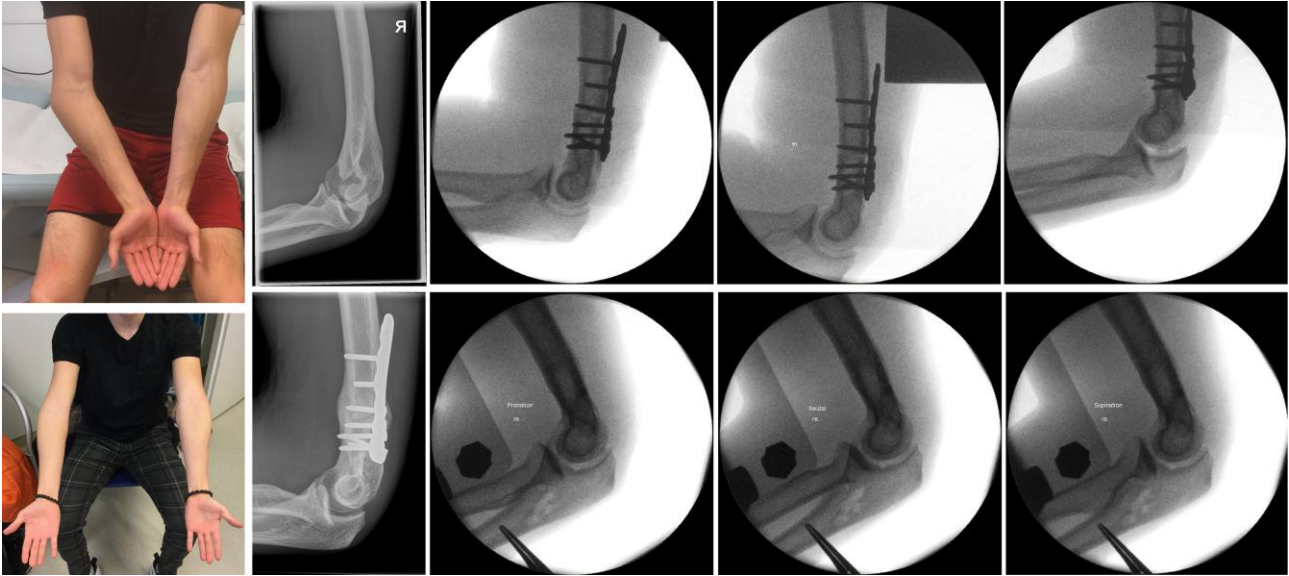
### Methodik

Over a period of 12 years, between 2012 and 2024, 12 patients aged 10 to 21 with posttraumatic cubitus varus underwent acute cubital axis correction through supracondylar dome osteotomy (SDO) in our department. The diagnosis of PLRI was made through a pivot shift test (PST) performed both in the preoperative clinical exam and intraoperatively during SDO under general anesthesia. A reevaluation of the posterolateral rotatory stability was conducted in the clinical exam on the day before hardware removal and then again intraoperatively during the hardware removal under general anesthesia. The final evaluation was performed at the standard clinical follow-up 3 months after hardware removal.



## Ergebnisse

PLRI was detected in 7 patients with a positive intraoperative PST under general anesthesia during SDO, 5 of them also had a positive PST in the preoperative clinical exam, and 2 of them already sustained symptomatic PLRI. In the intraoperative reevaluation during hardware removal under general anesthesia, the PST in 5 patients became negative. In 1 of the 2 patients with a persistent positive PST under general anesthesia during hardware removal, his previously symptomatic PLRI became inapparent in the clinical exam on the day before hardware removal. The other patient with persistent clinically symptomatic PLRI underwent reconstruction of the LCL complex during the same operation as the hardware removal, which resolved the PLRI completely.



## Schlussfolgerung

Both the occurrence and the severity of PLRI showed strong correlations with increasing age. PLRI was exclusively observed in patients aged 14 years and above. The 2 patients who sustained symptomatic PLRI before SDO and in whom the PLRI persisted after SDO both aged over 16 years, whereas in younger patients aged under 16 years the PLRI was previously asymptomatic and resolved after SDO. This led us to believe that cubital axis correction can regain posterolateral rotatory stability and prevent symptomatic manifestation of PLRI in skeletally immature patients with posttraumatic cubitus varus.

## **Geschlossene Reposition und intramedulläre Stabilisation in der Versorgung von Monteggia-like Lesions bei Kindern**

**Autorenliste:** Alexander Herzog<sup>1</sup>, Francisco Fernández<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Olgahospital, Kinder- und Jugendorthopädie, Stuttgart, Deutschland*

### **Fragestellung**

Bei Kindern mit noch offenen Wachstumsfugen des proximalen Radius besteht eine selten vorkommende spezielle Frakturmorphologie der Monteggia-like Lesion mit simultan luxiertem und frakturiertem Radiushals kombiniert mit einer Ulnaschaftfraktur. Nicht nur ist ihre operative Versorgung eine große Herausforderung, auch nicht selten wurde die Verletzung selbst unterschätzt. In der vorliegenden Studie haben wir das radiologische und klinisch-funktionelle Ergebnis unserer Behandlungsstrategie evaluiert.

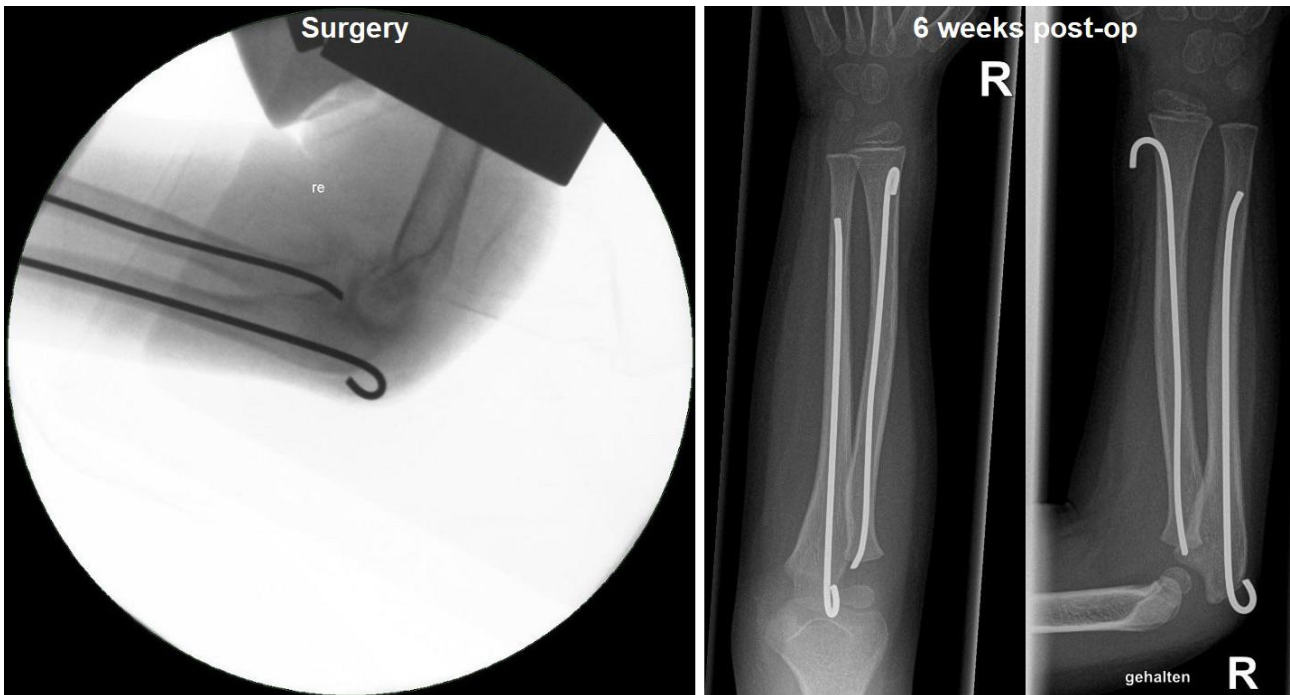
### **Methodik**

Eingeschlossen sind insgesamt 24 Fälle traumatischer, nicht-pathologischer Monteggia-like Lesions mit der vorbeschriebenen speziellen Frakturmorphologie, bei deren Primärversorgung zwischen 2007 und 2024 erfolgte. Sowohl die luxierte Radiushalsfraktur als auch die Ulnaschaftfraktur wurde primär definitiv geschlossen reponiert und intramedullär stabilisiert. In vier Fällen bei Kleinkindern unter vier Jahren mit noch nicht verknöchertem proximalen Radiuskern war die Radiushalsfraktur in der initialen Nativ-Röntgenaufnahme nicht sichtbar. Diese wurde erst während der intraoperativen Arthrographie identifiziert. Postoperativ wurde eine Kurzimmobilisation von zehn Tagen mittels eines Oberarmgipses in Neutralstellung appliziert. Radiologische Kontrollen erfolgten jeweils zur Gipsabnahme, zur Konsolidation und unmittelbar vor der Metallentfernung. Weitere Verlaufskontrollen erfolgten zunächst drei Monate nach der Metallentfernung und anschließend jährlich bis zum Abschluss des ossären Wachstums.



## Ergebnisse

Es kam intraoperativ zu keiner neurovaskulären Verletzung, die Konsolidation geschah in sämtlichen Fällen zeitgerecht. In einem Fall wurde eine sekundäre Dislokation der Radiushalsfraktur zur Gipsabnahme nach zehn Tagen festgestellt, was eine erneute geschlossene Reposition mit intramedullärer Stabilisation nach sich zog. In keinem weiteren Fall trat eine sekundäre Dislokation oder Korrekturverlust vor der Konsolidation auf. Es war auch in keinem Fall eine vorzeitige Metallentfernung erforderlich. Bei der Verlaufskontrolle drei Monate nach der Metallentfernung ließ sich ein sehr zufriedenstellendes klinisch-funktionelles Ergebnis observieren mit einem Mayo Elbow Performance Index über 95.



## Schlussfolgerung

Die geschlossene Reposition mit intramedullärer Stabilisation präsentiert sich als valide Methode in der primär definitiven Versorgung der Monteggia-like Lesions im Kindesalter. Bei Kleinkindern mit noch nicht verknöchertem proximalen Radiuskern ist das Nativröntgen allein diagnostisch nicht suffizient. Hier ist eine intraoperative Bildgebung zur Darstellung der chondralen Anteile des Humeroradialgelenkes für eine korrekte Diagnosestellung obligat. Diese kann entweder als intraoperative Arthrographie oder als intraoperative Sonographie erfolgen. Eine anatomische Reposition und eine suffiziente Stabilisation führt in der Regel zu einem exzellenten radiologischen und klinisch-funktionellen Outcome.

## Transkriptomische Charakterisierung Sekundärer Arthrofibrose der Schulter

**Autorenliste:** Franka Hicksch<sup>1,2</sup>, Keemo Delos Santos<sup>3</sup>, Pratibha Potla<sup>3</sup>, Osvaldo Espin-Garcia<sup>4,5,6</sup>, Shabana Vohra<sup>3</sup>, Amit Sandhu<sup>3</sup>, Jason Rockel<sup>3</sup>, Philipp Kobbe<sup>1,7</sup>, Mohit Kapoor<sup>3,8,9</sup>, Martthias Aurich<sup>1,2,10</sup>

<sup>1</sup>Abteilung für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie Universitätsklinikum Halle, Halle (Saale), Deutschland,

<sup>2</sup>Medizinische Fakultät Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle (Saale), Deutschland, <sup>3</sup>Schroeder

Arthritis Institute, University Health Network, Toronto, Kanada, <sup>4</sup>Department of Epidemiology and

Biostatistics, Western University, London, ON, Kanada, <sup>5</sup>Department of Biostatistics, University Health

Network, Toronto, Kanada, <sup>6</sup>Dalla Lana School of Public Health and Department of Statistical Sciences,

University of Toronto, Toronto, Kanada, <sup>7</sup>BG Klinikum Bergmannstrost Halle, Halle (Saale), Deutschland,

<sup>8</sup>Department of Surgery, University of Toronto, Toronto, Kanada, <sup>9</sup>Department of Laboratory Medicine and

Pathobiology, University of Toronto, Toronto, Kanada, <sup>10</sup>Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Klinikum Altenburger Land, Altenburg, Deutschland

### Fragestellung

Sekundäre Arthrofibrose (sAF) der Schulter stellt eine bekannte Komplikation nach Traumata oder Schulteroperationen dar und ist durch Schultersteife, Schmerzen und eingeschränkte Beweglichkeit der Schulter infolge von Fibrose und Entzündungen im Gelenk gekennzeichnet. Allerdings führen nicht alle Verletzungen zur Ausbildung einer Fibrose. Die exakte Pathophysiologie der sAF ist bislang nicht vollständig verstanden. Ziel dieser Studie ist es, zentrale molekulare Mechanismen zu identifizieren, die mit der Entstehung einer sAF der Schulter assoziiert sind. Zu diesem Zweck wurden Hochdurchsatzverfahren wie Total-RNA-Sequenzierung der Synovialmembran des Schultergelenks bei Patienten mit sAF nach Traumata oder chirurgischen Eingriffen sowie bei Kontrollpatienten ebenfalls posttraumatisch, jedoch ohne Anzeichen einer sAF, durchgeführt.

### Methodik

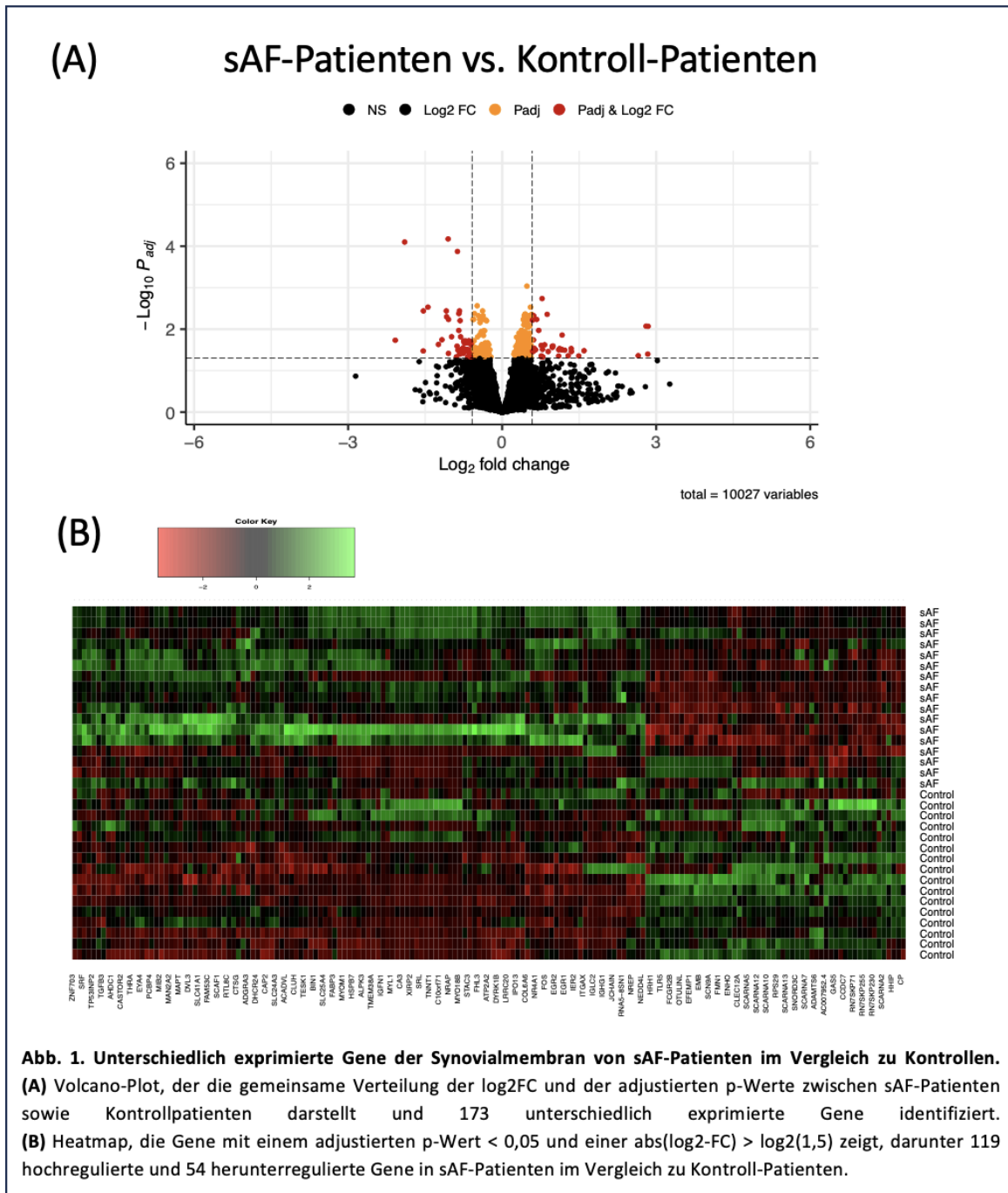
Für die Durchführung dieser Studie wurde eine Kohorte erstellt, die bisher aus 33 Patienten besteht, darunter 17 Patienten mit sAF und 16 Kontrollpersonen ohne sAF. Die Zuordnung erfolgte auf Basis klinischer Untersuchungen, wobei der Bewegungsumfang mit der Außenrotation und Flexion der Schulter als führendes Kriterium herangezogen wurde. Alle in die Studie eingeschlossenen Patienten gaben ihre schriftliche Einwilligung nach Aufklärung. Synovialmembran wurde zum Zeitpunkt der Operation von beiden Patientengruppen entnommen und daraus anschließend RNA extrahiert. Die Erstellung der Total-RNA-Libraries erfolgte mit dem Illumina TruSeq Stranded Total RNA Library Preparation Kit, gefolgt von einer Sequenzierung mit dem Illumina NextSeq 550. Anschließend wurden bioinformatische und statistische Analysen durchgeführt, um unterschiedlich exprimierte Gene (DEGs) zu identifizieren sowie involvierte Signalwege.

### Ergebnisse

In unserer aktuellen Kohorte von 33 Patienten entwickelten 17 Probanden eine sAF nach einem Trauma oder einer Schulteroperation, während bei 16 Probanden keine sAF auftrat. Die Total-RNA-Sequenzierung der Synovialmembran wurde einer Batch-Korrektur mittels *ComBat\_seq* unterzogen. Die Analyse des Transkriptoms identifizierte insgesamt 173 DEGs bei sAF-Patienten im Vergleich zu den Kontrollpersonen ohne sAF. Die Ergebnisse wurden in einem Volcano-Plot dargestellt, der die gemeinsame Verteilung der log<sub>2</sub>-Fold-Change-Werte (log<sub>2</sub> FC) der Genexpression und der (adjustierten) p-Werte visualisiert. Von den identifizierten Genen waren 119 in der sAF-Gruppe im Vergleich zur Kontroll-Gruppe hochreguliert und 54 herunterreguliert. Diese Ergebnisse wurden anhand von adjustierten p-Werten < 0,05 und absoluten log<sub>2</sub>-FC-Werten > log<sub>2</sub>(1,5) in einer Heatmap (Abb. 1) dargestellt.

## Schlussfolgerung

Mittels Total-RNA-Sequenzierung wurden transkriptomische Unterschiede in der Synovialmembran von Patienten identifiziert, die nach einer Verletzung oder Operation eine ausgeprägte sAF der Schulter entwickelten, im Vergleich zu Patienten, bei denen trotz Schultertrauma keine sAF auftrat. Um die Auswirkungen dieser molekularen Unterschiede umfassend zu verstehen, werden derzeit computergestützte Analysen und funktionelle Assays eingesetzt. Diese sollen die Unterschiede in biologischen Funktionen und Signalwegen, die mit den identifizierten transkriptomischen Veränderungen assoziiert sind, detailliert charakterisieren.



## **Versorgungsrealität bei Klavikulafrakturen: Operative Indikationen, Fixationsstrategien und Materialentfernung – Ergebnisse einer DVSE-Umfrage**

**Autorenliste:** Malik Jessen<sup>1</sup>, Sebastian Albers<sup>2</sup>, Philipp Zehnder<sup>2</sup>, Ahmed Ellafi<sup>2</sup>, Michael Zyskowski<sup>2</sup>, Peter Biberthaler<sup>2</sup>, Markus Schwarz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Sektion Sportorthopädie, TUM Universitätsklinikum, München, Deutschland,* <sup>2</sup>*Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie, TUM Universitätsklinikum, München, Deutschland*

### **Fragestellung**

Trotz zunehmender Evidenz bestehen insbesondere bei Klavikulafrakturen weiterhin relevante Unsicherheiten hinsichtlich operativer Indikationen, Fixationsstrategien und der Indikation zur Materialentfernung. Dies betrifft vor allem Grenzindikationen bei Frakturen im mittleren Drittel sowie die optimale Versorgung instabiler lateraler Frakturen. Ziel dieser Studie war es, aktuelle Versorgungsstrategien und Entscheidungsprozesse von Schulter spezialistinnen und -spezialisten im deutschsprachigen Raum hinsichtlich sowohl der operativen Versorgung der Klavikulafraktur als auch der Materialentfernung systematisch zu erfassen.

### **Methodik**

Es wurde eine anonyme, webbasierte Querschnittsumfrage unter allen Mitgliedern der D-A-CH Vereinigung für Schulter- und Ellenbogenchirurgie (DVSE) durchgeführt. Der standardisierte Fragebogen umfasste 30 Items zu operativen Indikationen, Fixationsverfahren, Zusatzstabilisierungen, Materialentfernung (Indikation, Timing, Bildgebung) sowie zu demografischen Angaben. Die Auswertung erfolgte deskriptiv.

### **Ergebnisse**

198 Chirurginnen und Chirurgen nahmen an der Umfrage teil (Rücklaufquote 14,2 %).

Bei Klavikulafrakturen im mittleren Drittel wurde eine operative Versorgung am häufigsten ab einer Dislokation von 100 % der Schaftbreite empfohlen (34 %), gefolgt von 75 % (25 %) und 50 % (21 %). Die Plattenosteosynthese war das dominierende Fixationsverfahren (73 %), überwiegend mit winkelstabilen, anatomisch präformierten Platten.

Bei lateralen Klavikulafrakturen gaben 67 % der Befragten eine winkelstabile Plattenosteosynthese mit zusätzlicher korakoklavikulärer Stabilisierung als aktuellen Gold-Standard an, während der Einsatz von Hakenplatten deutlich geringer war (18 %). Operativ behandelt wurden vor allem instabile Frakturtypen.

Hinsichtlich der Materialentfernung wurden Irritation (91 %) und Patientenwunsch (88 %) am häufigsten als Indikationen genannt, während eine Infektion die wichtigste absolute Indikation darstellte (57 %). Die Materialentfernung erfolgte überwiegend verzögert (>18 Monate) und orientierte sich primär an der radiologischen Konsolidation. Die präoperative Bildgebung bestand regelhaft aus Röntgenaufnahmen, während die CT selektiv eingesetzt wurde.

### **Schlussfolgerung**

Die Ergebnisse zeigen eine zunehmende Übereinstimmung in den Behandlungsstrategien bei instabilen lateralen Klavikulafrakturen, mit klarer Präferenz für eine kombinierte Platten- und CC-Stabilisierung. Gleichzeitig bestehen weiterhin erhebliche Unterschiede bei den operativen Schwellenwerten bei Midshaft-Frakturen sowie bei Indikation und Timing der Materialentfernung. Die Daten unterstreichen den Bedarf an konsensbasierten Empfehlungen für die klinische Entscheidungsfindung.

## **Klinische und Radiologische Langzeitergebnisse nach Osteochondraler Autologer Transplantation (OATS) des Ellenbogens mit einem mittleren Follow-Up von 21 Jahren**

**Autorenliste:** Pavel Kadantsev<sup>1</sup>, Alexandros Doucas<sup>1</sup>, Lucca Lacheta<sup>1</sup>, Lizzy Weigelt<sup>2</sup>, Sebastian Siebenlist<sup>1</sup>, Lukas Münch<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Klinikum rechts der Isar der TU München, Sektion, Sportorthopädie, München, Deutschland, <sup>2</sup>Luzerner Kantonsspital, Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Sursee, Schweiz

### **Fragestellung**

Ziel dieser Studie war es, die langfristigen klinischen und radiologischen Ergebnisse nach osteochondraler autologer Transplantation (OATS) bei Patienten mit osteochondralen Läsionen des Ellenbogengelenks zu evaluieren. Es wurde die Hypothese aufgestellt, dass die OATS auch langfristig zu günstigen funktionellen und radiologischen Ergebnissen führt.

### **Methodik**

Patienten, die zwischen 1996 und 2009 mittels OATS am Ellenbogengelenk behandelt wurden und eine Minimum-Follow-Up von 15 Jahren hatten, wurden in die Studie eingeschlossen. Die funktionellen Ergebnisse wurden mittels American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES), Broberg und Morrey (BM), Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH), Patient-Rated Elbow Evaluation (PREE), Mayo Elbow Performance (MEPS), und Lysholm-Score sowie der Tegner Activity Scale (TAS) und visuellen Analogskala (VAS) erhoben. Arthroseprogression und Knorpelstatus im Transplantationsareal wurden im Verlauf mittels Röntgen, MRT und MOCART-Score beurteilt. Zusätzlich wurden der Bewegungsumfang (ROM) sowie die maximale isometrische Handgelenkextensionskraft bestimmt. Die statistische Analyse erfolgte mittels Kolmogorov-Smirnov-Test sowie gepaartem t-Test oder Wilcoxon signed-rank Test bei einem Signifikanzniveau von  $p < 0,05$ .

### **Ergebnisse**

Von insgesamt 20 behandelten Patienten konnten 15 Patienten (16 Ellenbogengelenke) nachuntersucht werden (Follow-Up-Rate 75 %). Das mittlere Alter bei der Operation betrug  $16,1 \pm 2,3$  Jahre, das mittlere Alter beim finalen Follow-Up  $37,1 \pm 4,1$  Jahre; 33 % der Patienten waren weiblich. Das mittlere Follow-Up betrug  $21,1 \pm 3,6$  Jahre. Beim finalen Follow-Up war der BM  $98,4 \pm 2,9$ , ASES  $95,3 \pm 6,8$ , MEPS  $97,2 \pm 6,0$  und Lysholm  $93,8 \pm 7,9$ . Der Median (IQR) lag bei  $7,3$  ( $0,0-10,7$ ) für den PREE,  $1,7$  ( $0,0-3,3$ ) für den DASH und  $5,5$  ( $4,8-7,0$ ) für die TAS. Die Schmerzintensität war gering, mit einem VAS in Ruhe von  $0$  (IQR  $0-0$ ) und einem VAS unter Belastung von  $0$  (IQR  $0-1$ ).

Bei sechs Patienten (sieben Gelenke) lagen präoperative BM-Werte vor. Der Score verbesserte sich signifikant von  $78$  (IQR  $76-83$ ) präoperativ auf  $100$  ( $100-100$ ) im Follow-up ( $p = 0,016$ ). Im Vergleich der Ergebnisse von 2010 zu 2025 (13 Patienten) zeigten sich keine signifikanten Unterschiede im Lysholm-Score ( $p = 0,474$ ), im DASH ( $p = 0,152$ ) und im BM ( $p = 0,143$ ), während die TAS signifikant niedriger war ( $p = 0,040$ ).

Vier Patienten zeigten im finalen Follow-up röntgenologisch milde bis moderate arthrotische Veränderungen (Kellgren-und-Lawrence-Grad I-II). Der MOCART-Score unterschied sich zwischen 2010 und 2025 nicht signifikant (Median  $95$  [IQR  $82,5-100$ ] vs.  $95$  [IQR  $70-100$ ];  $p = 0,112$ ). Es bestanden keine signifikanten Unterschiede im Bewegungsumfang und in der Kraft im Vergleich zur kontralateralen gesunden Seite. 56 % der Patienten nahmen ihre sportlichen Aktivitäten auf gleichem oder höherem Niveau wieder auf, 88 % bewerteten ihre Ellenbogenfunktion als gut oder exzellent, und 100 % würden sich erneut für den Eingriff entscheiden. Bei keinem Patienten war ein weiterer Eingriff am Ellenbogen- oder Kniegelenk erforderlich.

**Schlussfolgerung**

Die OATS am Ellenbogengelenk führt zu guten bis exzellenten langfristigen klinischen und radiologischen Ergebnissen und stellt eine effektive Therapieoption für fortgeschrittene osteochondrale Läsionen des Ellenbogengelenks dar. Das Verfahren ist mit einer hohen Patientenzufriedenheit und einer niedrigen Versagensrate assoziiert.

## **Kurz- bis mittelfristige klinische Ergebnisse der ultraschallgestützten Barbotage bei Tendinitis calcarea der Schulter**

**Autorenliste:** Poroshista Knauer<sup>1</sup>, Florian Plum<sup>1</sup>, David Back<sup>1</sup>, Ulrich Stöckle<sup>1</sup>, Doruk Akgün<sup>1</sup>, Rony Orijit Dey Hazra<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Center for Musculoskeletal Surgery, Charité Universitätsmedizin Berlin, Corporate member of Freie Universität Berlin, Humboldt-Universität zu Berlin and Berlin Institute of Health, Berlin, Deutschland*

### **Fragestellung**

Die Tendinitis calcarea der Schulter ist eine häufige Erkrankung mit teils ausgeprägter Schmerzsymptomatik und funktioneller Einschränkung. Nach frustraner konservativer Therapie stellen subakromiale Injektionen und die arthroskopische Kalkentfernung etablierte Behandlungsoptionen dar. Die ultraschallgestützte Barbotage ist eine minimalinvasive Alternative, deren kurz- bis mittelfristige klinische Ergebnisse bislang nur unzureichend untersucht sind. Ziel dieser Studie ist die Evaluation des klinischen Outcomes nach ultraschallgestützter Barbotage sowie die Analyse möglicher prädiktiver Faktoren für den Therapieerfolg.

### **Methodik**

Es handelt sich um eine explorative Kohortenstudie. Eingeschlossen werden volljährige Patient:innen, die zwischen einem und sieben Jahren zuvor eine ultraschallgestützte Barbotage aufgrund einer Tendinitis calcarea erhalten haben. Die Datenerhebung erfolgt mittels Aktenanalyse, standardisierter Anamnese, klinischer Untersuchung und validierter Fragebögen. Erfasst werden Schmerzen mittels visueller bzw. numerischer Analogskala (VAS/NAS), der Bewegungsumfang der Schulter sowie verschiedene funktionelle Scores, darunter Constant-Murley-Score, American Shoulder and Elbow Surgeons Score (ASES), Disability of the Arm, Shoulder and Hand Score (DASH/QuickDASH), subjektiver Schulterwert (SSV) sowie sportbezogene Aktivitätsscores. Zusätzlich wird sonographisch die Größe des Kalkdepots bestimmt. Potenzielle prädiktive Faktoren wie Alter, Geschlecht, Body-Mass-Index, Vorerkrankungen, vorangegangene Therapien sowie Lebensstilfaktoren werden erhoben. Die statistische Auswertung erfolgt deskriptiv; Zusammenhänge werden explorativ mittels Korrelationsanalysen untersucht.

### **Ergebnisse**

83 Patient:innen wurden hierbei untersucht in die Analyse eingeschlossen, hiervon 56 Frauen (67,5%) und 27 Männer (32,5%). Das mittlere Alter war 55,3 +/- 10,0 Jahre, der Median lag bei 56 Jahren (IQR 50–61), mit einer Altersverteilung von 29 bis 77 Jahren. Bei bislang eingeschlossenen Patient:innen zeigte sich eine klinisch relevante Verbesserung des Constant-Murley-Scores sowie eine Reduktion der Schmerzintensität. Die sonographische Kalkgröße nahm im Verlauf ab. Die Datenerhebung und Auswertung sind zum Zeitpunkt der Abstract-Einreichung noch nicht abgeschlossen.

### **Schlussfolgerung**

Die Studie liefert neue Erkenntnisse zur Wirksamkeit der ultraschallgestützten Barbotage bei Tendinitis calcarea. Insbesondere die Analyse des funktionellen Outcomes und möglicher Einflussfaktoren könnte helfen, geeignete Patient:innen besser zu identifizieren und die Barbotage als nicht-operative Therapieoption im Behandlungskonzept der Kalkschulter weiter zu etablieren.

## **Patientenzufriedenheit (PROM) nach chirurgisch versorgter distaler Bizeps-Sehnenruptur; spielt der OP-Zeitpunkt nach Diagnosestellung eine Rolle ?**

**Autorenliste:** Georg Fieseler<sup>1</sup>, Marco Kanitz<sup>2</sup>, Leonie Fieseler<sup>3</sup>, Pavel Laiko<sup>2</sup>, Stephan Schulze<sup>4</sup>, Karl-Stefan Delank<sup>4</sup>, Rene Schwesig<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Klinik für Unfall-, Hand- und Orthopädische Chirurgie sowie Sportmedizin, Hann. Münden, Deutschland,

<sup>2</sup>Klinik für Unfall-, Hand- und Orthopädische Chirurgie sowie Sportmedizin, 34346 Hann. Münden,

Deutschland, <sup>3</sup>Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Reinbeck, Deutschland, <sup>4</sup>Department für Orthopädie, Unfall- und Wiederherstellungschirurgie, Halle (Saale), Deutschland

### **Fragestellung**

Die Ruptur der distalen Bizepssehne wird in der klinischen Diagnostik häufig unterschätzt, was eine zeitverzögerte Diagnosestellung und chirurgische Versorgung bedeutet. Dabei wird dem Patienten eine unnötig lange Zeit bis zur adäquaten Behandlung zugemutet, eine operative Versorgung erschwert und die Zufriedenheit des Patienten mit dem Ergebnis beeinflusst.

### **Methodik**

30 Patienten (25 männlich, 5 weiblich; mittleres Alter: 49,7±10 Jahre, Range: 33-75 Jahre) wurden in den Jahren 10.2021 bis 09.2024 bei einer distalen Bizepssehnenruptur chirurgisch versorgt. 47% (14/30) der Patienten wurden uns erst nach auswärtiger Behandlung zugewiesen. Bei diesem Kollektiv (chronische Ruptur = über 3 Wochen nach Trauma) erfolgte die operative Therapie im Median nach 73 Tagen. 53% (16/30) der Patienten stellten sich direkt bei unserer Klinik vor. Mit der Diagnose einer akuten Ruptur (unter 3 Wochen nach Trauma) wurden diese Patienten nach im Median 14,25 Tagen operiert. Die operative Versorgung der Sehnenruptur erfolgte bei allen Patienten aufgrund der verzögerten Diagnostik im Mittel nach 41±76 Tagen (Range: 1-283 Tage).

Bei allen Patienten (30/30) wurde die Diagnose über eine MRT-Untersuchung bestätigt. Die klinische Untersuchung zeigte bei 58% (19/30) der Patienten ein positives „Hook-wurde sign“ nach O`Driscoll. Alle Patienten beklagten Schmerzen im Cubitalbereich mit Verstärkung bei Pro-/Supination und Ellenbogenflexion gegen Widerstand sowie eine subjektive und objektive Kraftminderung im Seitenvergleich.

### **Ergebnisse**

Die chirurgische Therapie beinhaltete in allen Fällen eine offene Sehnenrefixation über einen cubitalen Zugang in „one-incision“-Technik unter Verwendung eines doppelt armierten Fadenankers (3x 2 Fadenanker) sowie frühfunktioneller Nachbehandlung mit einer Orthese über 6 Wochen. In 18 Situationen zeigte sich ein retrahierter Sehnenstumpf bis in die Fossa cubitalis.

20/30 Patienten konnten postoperativ hinsichtlich ihrer subjektiven Zufriedenheit nach im Median 2,5 Jahren interviewt und ein HSS- sowie DASH-Score erhoben werden. Im HSS- sowie DASH-Score der Gruppe einer akuten Ruptur zeigten sich durchgehend sehr gute Ergebnisse (HSS-Score) sowie nur leichte Einschränkungen (DASH-Score), in der Gruppe der chronischen Ruptur fanden sich akzeptable bis gute (HSS-Score) sowie überwiegend leichte bis mittelschwere Einschränkungen (DASH-Score) in der Bewertung. In einer statistischen Auswertung (Summer der Ränge kleiner Stichproben im nicht perimetrischen Test bei 2 unabhängigen Gruppen) zeigte sich ein signifikanter Unterschied (p<0,05) zwischen den Gruppen (akute und chronische Versorgung) hinsichtlich der subjektiven Zufriedenheit.

### **Schlussfolgerung**

Die Ruptur der distalen Bizepssehne scheint selbst bei passender Anamnese und typischer Klinik nicht automatisch in der Differentialdiagnostik des Ellenbogen-/proximalen Unterarmschmerzes berücksichtigt zu sein. Eine weiterführende radiologische Diagnostik erfolgt i.d.R. zeitverzögert ebenso wie auch die Vorstellung zur chirurgischen Therapie erst nach vielen Tagen stattfindet. Die verspätete chirurgische Versorgung hat Einfluss auf die Patientenzufriedenheit (PROM) auf Basis etablierter Evaluationen.

## **Radiuskopfprothesen erhöhen die Steifigkeit des Unterarms bei Monteggia-like-Verletzungen – eine biomechanische Kadaverstudie**

**Autorenliste:** Marc Maximilian Weber<sup>1</sup>, Jan Hockmann<sup>1</sup>, Till Rosenkranz<sup>1</sup>, Lars P. Müller<sup>1</sup>, Valentin Rausch<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Klinik und Poliklinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und plastisch-ästhetische Chirurgie, Universitätsklinik Köln, Köln, Deutschland*

### **Fragestellung**

Monteggia-like-Verletzungen stellen komplexe Kombinationsverletzungen des Unterarms dar und gehen mit hohen Revisionsraten einher, insbesondere aufgrund von Ulna-Pseudarthrosen und Instabilität. Der Stellenwert der Rekonstruktion des Radiuskopfes für die Stabilität des Ellenbogens bei gleichzeitiger Osteosynthese der proximalen Ulna ist bisher unklar. Ziel dieser biomechanischen Studie war es, den Einfluss einer Radiuskopfresektion im Vergleich zur Implantation einer Radiuskopfprothese auf die Stabilität des Unterarms bei Monteggia-like-Verletzungen zu untersuchen.

### **Methodik**

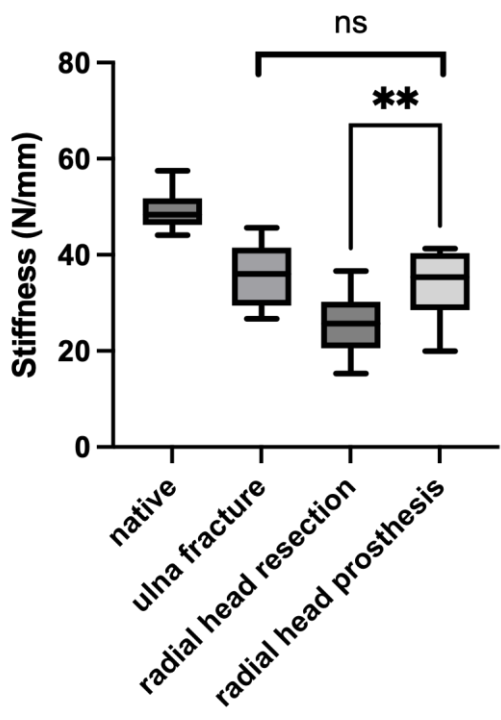
Acht frische, gefrorene Kadaverarme wurden biomechanisch untersucht. Die vertikale Steifigkeit des Ellenbogens (N/mm) wurde unter dynamischer Belastung mithilfe einer servohydraulischen Prüfmaschine (Fa. Zwick Roell; Ulm) in 30° Flexion und Pronationsstellung des Handgelenks gemessen, um ein Abstützen mit dem Arm zu simulieren. Nach nativer Testung wurde eine Ulnafraktur durch Anlage eines definierten Knochendefekts der proximalen Ulna simuliert und mittels winkelstabiler Olekranonplatte osteosynthetisch versorgt. Anschließend erfolgte die Radiuskopfresektion und abschließend die Implantation einer Radiuskopfprothese (Evolve, Fa. Stryker; USA), sodass die Steifigkeit jedes Arms in vier Zuständen gemessen wurde: nativ, Ulnafraktur, Ulnafraktur+Radiuskopfresektion und Ulnafraktur+Radiuskopfprothese.

### **Ergebnisse**

Nach Anlage eines Knochendefekts und Osteosynthese der Ulna zeigte sich eine signifikante Abnahme der Steifigkeit im Vergleich zur nativen Situation (Steifigkeit Nativ  $49,3 \text{ N/mm} \pm 4,29$  Standardabweichung (STD) vs.  $36,05 \text{ N/mm} \pm 6,71$  STD). Die zusätzliche Radiuskopfresektion führte zu einer weiteren signifikanten Destabilisierung des Ellenbogens ( $25,83 \pm 6,65$  STD). Nach Implantation einer Radiuskopfprothese konnte die Steifigkeit wieder erhöht werden und kein Unterschied mehr zur Ulnafraktur mit nativen Radiuskopf festgestellt werden (Steifigkeit Radiuskopfprothese  $33,8 \pm 7,89$  STD). Die Steifigkeit nach Radiuskopfresektion war signifikant geringer als nach Implantation einer Radiuskopfprothese ( $p < 0,0026$ ; Vergl. Abbildung 1)

### **Schlussfolgerung**

Die Rekonstruktion des Radiuskopfes mittels Implantation einer Radiuskopfprothese trägt wesentlich zur biomechanischen Stabilisierung des Unterarms bei Monteggia-like-Verletzungen bei. Durch die Prothesenimplantation kann annähernd dieselbe Stabilität wie beim nativen Radiuskopf erzielt werden. Damit unterstützt unsere Studie die Implantation einer Radiuskopfprothese bei nichtrekonstruierbaren Radiusfrakturen bei Monteggia-like-Verletzungen.



## **Vergleichbare biomechanische Ergebnisse bei Button- und Schrauben-Fixierung des Grafts beim Latarjet bezüglich Kontaktflächenrekonstruktion, Druckverteilung und Stabilität**

**Autorenliste:** Peter E. Müller<sup>1</sup>, Zhengjiang Li<sup>1</sup>, Inês Santos<sup>1</sup>, Lennart Johannes Konvalin<sup>2</sup>, Johanna-Maria Simon<sup>1</sup>, Christoph Thorwächter<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Muskuloskelettales Universitätszentrum München (MUM), LMU Klinikum München, München, Deutschland,

<sup>2</sup>MVZ Im Helios, München, Deutschland

### **Fragestellung**

Beim Latarjet-Verfahren wird als alternative Fixierungsmethode zur etablierten Schraubenfixierung die Button-Fixierung durchgeführt. Bisher sind noch keine biomechanischen Analysen bekannt, welche die Stabilität dieser neuen Fixierungsmethoden und deren Druck- und Flächenrekonstruktion bei Glenoiddefekten von 25% untersuchen. Es wurde daher, anhand einer biomechanischen Untersuchung, die doppelte kortikale Button-Fixierung (Smith&Nephew, DSB) mit der doppelten Schrauben-/Miniplatten-Fixierung (Arthrex, DS) verglichen.

### **Methodik**

Zwölf fresh-frozen Schultern (n=6 pro Verfahren) wurden im nativen Zustand, mit einem anterioren Defekt (25%, PICO-Methode), im rekonstruierten Zustand und nach zyklischer Belastung getestet. Das Glenoid und der Humerus wurden zueinander so positioniert, dass die physiologische Gelenkausrichtung bei einer Abduktion von 60° reproduziert wird.

Die zyklische Belastung (50–200 N, 1 Hz, 1000 Zyklen) wurde mit einer Universalprüfmaschine (Instron ElectroPuls E10000) durchgeführt. Die Bewegung des Transplantats (GT) wurde mit einem optischen 3D-Messsystem (Aramis 3 D Camera 6M, Zeiss) erfasst. In der Auswertung wurden die 100 ersten und letzten Zyklen analysiert.

Die glenohumerale Kontaktfläche (CA) und der mittlere Druck (MP) wurden mit einem Drucksensor (Tekscan) gemessen, jeweils in fünf Zyklen in jedem Testansatz. Aufgrund der patientenindividuellen Unterschiede wurden CA und MP als Ratio zum nativen Zustand bestimmt.

### **Ergebnisse**

Der 25%ige Glenoiddefekt reduzierte die CA zum nativen Zustand in beiden Fixationsgruppen signifikant (DSB: 28%,  $p=0.0047$ ; DS: 30%,  $p=0.0007$ ), zwischen den Gruppen bestand kein signifikanter Unterschied ( $p=0.72$ ). Vor zyklischer Belastung rekonstruierten beide Verfahren die CA identisch (CA: DSB  $0.85\pm 0.10$ ; DS  $0.86\pm 0.12$ ). Nach der zyklischen Belastung zeigte DS tendenziell eine höhere CA ( $1.07\pm 0.14$ ) als DSB ( $0.95\pm 0.08$ ) jedoch ohne Signifikanz ( $p=0.09$ ; effect size  $d=1.05$ ) (Abb.1 A).

Der MP nach den Zyklen war zwischen den Gruppen vergleichbar ( $p=0.56$ ). Im Vergleich zum nativen Werten zeigte DSB eine signifikante Abnahme ( $p=0.029$ ), während DS dies nicht tat ( $p=0.15$ ) (Abb.1 B).

Zwischen den ersten und letzten 100 Zyklen sank der Graft bei der DSB um  $12.62\pm 11.98 \mu\text{m}$  ab, bei DS lediglich  $2.77\pm 24.42 \mu\text{m}$  (Abb.1 C). Der Unterschied war nicht signifikant.

Beide Verfahren wiesen bei den ersten 100 Zyklen Micromotions unterhalb von  $150 \mu\text{m}$  auf (DSB:  $110.24\pm 87.61 \mu\text{m}$  DS  $117.47\pm 49.12 \mu\text{m}$ ). In den letzten 100 der 1000 Zyklen verringert sich die Micromotion auf DSB:  $53.10\pm 31.23 \mu\text{m}$  und DS:  $80.08\pm 31.03 \mu\text{m}$ .

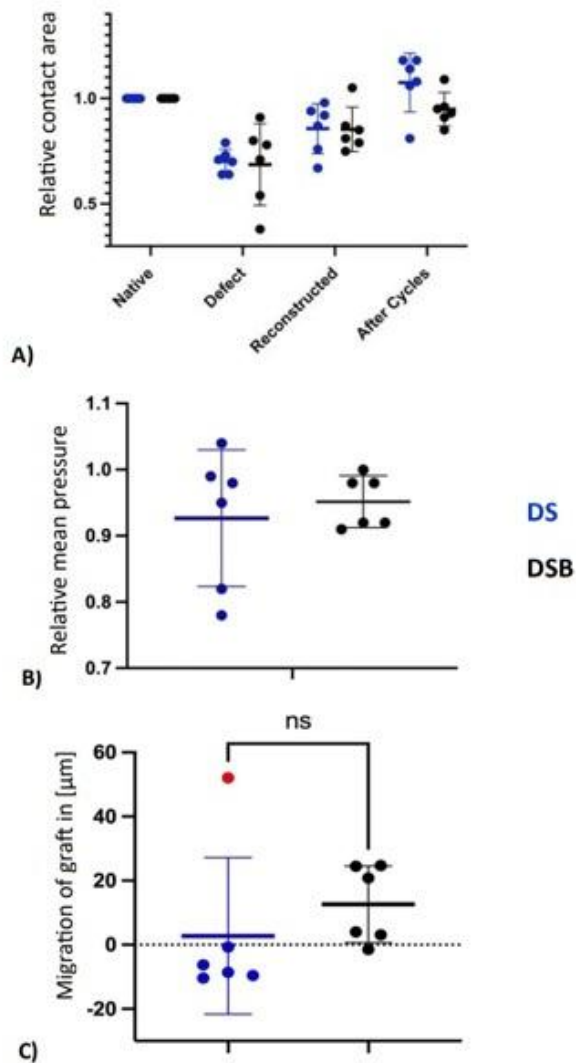


Abbildung 1: Werte der doppelten kortikalen Button-Fixierung (DSB) Blau und doppelten Schrauben-/Miniplatten-Fixierung (DS) Schwarz: A) Relative Kontaktfläche (CA) in den unterschiedlichen Testansätzen mit einer signifikanten Reduktion der Fläche nach Defekt, B) Relativer mittlerer Druck der letzten 100 Zyklen ohne signifikante Unterschiede zwischen DS und DSB, C) Migration des Grafts in [µm] von der mittleren Position der ersten 100 Zyklen zu den letzten 100 Zyklen.

### Schlussfolgerung

Beide Gruppen stellen den CA-Werte nahe dem nativen Zustand wieder her (DS:  $p=0.41$ ; DSB:  $p=0.12$ ). Die Migration zeigte untereinander keine signifikanten Unterschiede ( $p=0.09$ ). Trotz der Migration bei DSB zeigt sich nach den Zyklen ein stabile Endposition.

Die Micromotions zeigen, dass beide Versorgungen ein Anwachsen des Grafts ermöglichen sollten. Auch die Rekonstruktion der CA und des MP wird von beiden Systemen ohne signifikante Unterschiede gewährleistet. Die DS zeigen sich als deutlich rigideres System, was in der geringen Migration des Grafts zu sehen ist. Dies führt dazu, dass ein größerer Anteil des Kontaktdrucks auf dem Graft liegt, was zu einer höheren Micromotion führt. Die DSB lässt eine Migration des Grafts zu, was zu einer Anpassung der Position des Grafts führt ohne hierdurch signifikant schlechtere Ergebnisse zu verursachen.

## **KI vs. Mensch - Therapieempfehlung für die proximale Humerusfraktur durch ChatGPT**

**Autorenliste:** Melina Pavlović<sup>1</sup>, Jakob Cornelius<sup>1</sup>, Johannes Knitza<sup>2</sup>, Sebastian Kuhn<sup>2</sup>, Steffen Ruchholtz<sup>1</sup>, Juliana Hack<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Zentrum für Orthopädie und Unfallchirurgie, Universitätsklinikum Gießen und Marburg, Marburg, Deutschland, <sup>2</sup>Institut für Digitale Medizin, Universitätsklinikum Gießen und Marburg, Marburg, Deutschland

### **Fragestellung**

Die Einbindung von künstlicher Intelligenz in der Medizin hat neue Möglichkeiten eröffnet. Bei unfallchirurgischen Krankheitsbilder und radiologischen Bildern konnte die KI bereits zur Diagnosestellung valide Aussagen treffen, bisher sind diese jedoch noch nicht im klinischen Alltag etabliert. Proximale Humerusfrakturen stellen in der klinischen Praxis ein häufig anzutreffendes Krankheitsbild dar und Large Language Models (LLM) können eine wertvolle Unterstützung bei der Therapieentscheidung sein, insbesondere zu Beginn der Ausbildung. Ziel dieser Untersuchung war es, mithilfe von Fallsimulationen einer proximalen Humerusfraktur die diagnostische Qualität der Therapieempfehlung von ChatGPT im Vergleich zu menschlichen Ärzten\*Ärztinnen sowie deren Beeinflussbarkeit zu eruieren.

### **Methodik**

Es wurde ein hypothetisches Kollektiv (n = 10) mit Röntgenbildern und individuellen Hintergrundinformationen wie Alter, Geschlecht und Beschwerden vor dem Trauma erstellt. Diese Fälle wurden von 4 erfahrenen Spezialisten hinsichtlich der Therapieoptionen einzeln bewertet von 1 (medizinisch inakzeptabel) bis 5 (leitliniengerechte Therapie). Anschließend wurden diese Fälle durch ChatGPT 3.5 und ChatGPT 4.0 bewertet. Bei der individuellen Therapieempfehlung durch das ärztliche Personals einer deutschen Universitätsklinik wurde den Versuchspersonen jeweils die von Chat-GPT 4.0 gewählte Antwort vorgeschlagen, wenn ihre eigene Wahl davon abwich, mit der Möglichkeit die zuvor getroffene Entscheidung zugunsten der KI zu revidieren.

### **Ergebnisse**

Neben den 4 Spezialisten wurden 23 ärztliche Mitarbeitende eingeschlossen. Eine regelmäßige oder vereinzelte private Nutzung von KI-Anwendungen wurde von 46% der Befragten angegeben, wohingegen die Nutzung im klinischen Alltag bei 11% und im wissenschaftlichen Bereich bei 18% lag. Zusätzlich gaben 11% der befragten Personen an, gerne in Zukunft KI-Anwendungen im klinischen und wissenschaftlichen Bereich nutzen zu wollen. Unter den teilnehmenden Personen fanden sich alle Ausbildungsabschnitte homogen verteilt. KI-Nutzung im alltäglichen Bereich war bei allen Personengruppen vertreten, bei wissenschaftlichen und klinischen Fragestellungen wurde ausschließlich von Assistenz- und Facharzt\*ärztinnen eine Nutzung bejaht, Oberarzt\*ärztinnen und Spezialisten gaben zu jeweils 100% an noch keine entsprechenden Formate in Klinik oder Wissenschaft verwendet zu haben. Durch ChatGPT 3.5 wurde ein Mittelwert von  $3,5 \pm 0,9$  erreicht, durch ChatGPT 4.0 ein Wert von  $4,0 \pm 0,9$ . Der durchschnittliche Wert aller teilnehmenden Personen lag bei  $4,61 \pm 2,7$ . Von den 119 Malen, die eigene Empfehlung und KI voneinander abwichen und dementsprechend eine Revision angeboten wurden, erfolgte nur in 5 Fällen (4,2%) ein Umschwenken zugunsten der KI. Insgesamt waren damit 2,2% der Fälle von einer Revision betroffen. Durch diesen Therapiewechsel kam es kumulativ zu einer Verschlechterung des initialen Punktwertes auf  $4,59 \pm 2,8$ .

### **Schlussfolgerung**

Beide Versionen des LLM bieten nicht die notwendige Unterstützung um die Entscheidungsqualität unfallchirurgischer Krankheitsbilder zu verbessern. Unsere Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung menschlicher Erfahrung und Expertise in der medizinischen Entscheidungsfindung. Die fortschreitende Entwicklung KI-unterstützter Anwendungen lässt für die Zukunft hoffen, dass eine sinnvolle Einbindung in den klinischen Alltag auch auf unfallchirurgischem Gebiet erfolgen kann und sollte zwingend Gegenstand weiterer Forschung sein.

## **25 Jahre Schulter an Schulter: Eine Deutsch-vietnamesische Erfolgsgeschichte in der Medizin**

**Autorenliste:** Birgit Schulz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Diakonie- Klinikum Bethesda, Freudenberg, Deutschland*

### **Fragestellung**

In diesem Vortrag über die Zusammenarbeit mit Orthopäden in Vietnam wird kein streng wissenschaftliches Thema behandelt.

Vielmehr möchte ich darüber berichten, wie aus einem kleinen Projekt, gestartet im Jahr 2001, eine langjährige internationale Zusammenarbeit zwischen Deutschland und Vietnam entstanden ist. Insbesondere ist hier in den letzten 15 Jahren die Schulter Chirurgie gefördert worden, einerseits durch Aufenthalte von mir (und einigen befreundeten Ärzten/Schwestern) mit Operationen im Bereich der Schulter in Vietnam, andererseits durch das Durchführen von Kongressen und Workshops zum Thema Schulter Chirurgie. Die Schulterchirurgie ist in Vietnam noch sehr in den Kinderschuhen und nicht weit verbreitet, sodass dies auf einen fruchtbaren Boden fällt. Zusätzlich verbringen jedes Jahr 2 Gastärzte/Gastärztinnen 2-3 Monate bei mir in der Klinik um einen Überblick über die aktuelle Situation der Schulterchirurgie und den wissenschaftlichen Stand zu erlernen. Dies wird in der Regel von den Kollegen in Vietnam dann auch gut angewendet.

Letztendlich zeigt dieses Projekt, wie durch persönliches Engagement ohne jegliche großen finanziellen Mittel oder Unterstützung durch Industrie oder ähnliches ein medizinischer Fortschritt gerade auf den etwas selteneren Gebieten auch in einem Schwellenland wie Vietnam zu erreichen ist. Nichtsdestotrotz entstehen hierdurch Freundschaften, die teilweise schon 25 Jahre intensiv gepflegt werden.

### **Methodik**

Siehe unter Fragestellung

### **Ergebnisse**

Siehe unter Fragestellung

### **Schlussfolgerung**

Siehe unter Fragestellung

## **Diskrepanz zwischen objektiver Beweglichkeit und patientenwahrgenommener Behinderung bei posttraumatischer Ellenbogensteife**

**Autorenliste:** Mika Milobara<sup>1</sup>, Levi Mejikovskiy<sup>1</sup>, Richard Freytag<sup>1</sup>, Jonathan Sommer<sup>1</sup>, Max Bönsch<sup>1</sup>, Henry Pennig<sup>1</sup>, Elio Assaf<sup>1</sup>, Amadeo Touet<sup>1</sup>, Davide Cucchi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Universitätsklinikum Bonn, Bonn, Deutschland

### **Fragestellung**

Die posttraumatische Ellenbogenssteife ist eine häufige Komplikation nach Ellenbogenverletzungen und kann zu erheblichen funktionellen Einschränkungen der oberen Extremität führen. Über strukturelle Bewegungsbegrenzungen hinaus können neuromuskuläre Anpassungen die Funktion des oberen Arms zusätzlich beeinträchtigen und zu anhaltenden Symptomen beitragen. Ziel dieser Studie war es, funktionelle Einschränkungen, Schmerzen und die subjektive Wahrnehmung der Steife bei Patienten mit posttraumatischer Ellenbogenssteife systematisch zu untersuchen.

### **Methodik**

Patienten mit chronischer einseitiger Ellenbogenssteife (>6 Monate) nach Ellenbogenluxationen oder distaler Humerus- und proximaler Unterarmfrakturen wurden eingeschlossen. Klinische Parameter und Bewegungsumfang des Ellenbogens wurden erfasst. Der funktionelle Status und Schmerzen wurden mittels standardisierter patientenberichteter Outcome-Maße (PROMs) bewertet, darunter QuickDASH, Mayo Elbow Performance Score (MEPS), Oxford Elbow Score (OES), visuelle Analogskala für Schmerzen (VAS) und Single Assessment Numeric Evaluation (SANE). Die subjektive Wahrnehmung der Ellenbogenssteife („Wie steif fühlt sich Ihr Ellenbogen in diesem Moment an?“) wurde auf einer 0–100-Punkt-Skala erfasst. Die Patienten wurden gemäß der Mayo-Klassifikation in Gruppen mit minimaler/moderater bzw. schwerer/sehr schwerer Steife eingeteilt.

### **Ergebnisse**

Es wurden 21 Patienten eingeschlossen (Durchschnittsalter 55,5 ± 11,9 Jahre): 11 mit minimaler/moderater Steife (ROM 78,6 ± 12,5°) und 10 mit schwerer/sehr schwerer Steife (ROM 34,5 ± 21,0°). Die PROMs zeigten relevante funktionelle Einschränkungen und anhaltende Schmerzen in beiden Gruppen. Entgegen den Erwartungen der Autoren zeigten Patienten mit stärkerer objektiver Bewegungsbegrenzung (schwere/sehr schwere Steife) keine signifikant schlechteren funktionellen Ergebnisse; vielmehr wurde ein nicht-signifikanter Trend zu besseren Werten bei stärkerer ROM-Einschränkung beobachtet (QuickDASH: 46,1 ± 29,3 vs. 57,0 ± 25,6; MEPS: 37,5 ± 8,2 vs. 43,2 ± 9,8; OES: 27,0 ± 12,9 vs. 16,5 ± 12,3; VAS: 23,5 ± 27,1 vs. 39,5 ± 29,2; SANE: 48,5 ± 30,5 vs. 48,6 ± 25,9; alle p = n.s.). Die subjektive Wahrnehmung der Steife unterschied sich nicht zwischen den Gruppen und zeigte keine Assoziation mit der objektiven ROM-Messung (64,5 ± 22,8 vs. 62,3 ± 24,1).

### **Schlussfolgerung**

Patienten mit posttraumatischer Ellenbogenssteife erleben erhebliche funktionelle Einschränkungen und anhaltende Symptome, die über objektive Bewegungsbegrenzungen hinausgehen. Auffällig ist, dass deutliche Unterschiede im Bewegungsumfang nicht in den funktionellen Ergebnissen reflektiert werden und die subjektive Wahrnehmung der Steife unabhängig von der objektiven Beweglichkeit zu sein scheint. Diese Ergebnisse verdeutlichen die Grenzen der derzeit verfügbaren PROMs in dieser Patientengruppe und unterstreichen die Notwendigkeit eines speziell entwickelten Bewertungsinstruments, das den klinischen Einfluss der Ellenbogenssteife gezielt erfasst.

## **Kein Einfluss des Weichteilschadens auf die Operationsstrategie bei Frakturen der oberen Extremität im Polytrauma – DCO- vs. ETC-Entscheidungen werden durch patientenbezogene Faktoren bestimmt**

**Autorenliste:** Christina Lorenz<sup>1,2</sup>, Sofie Hische<sup>2</sup>, Rainer Meffert<sup>2</sup>, Lars Eden<sup>2,3</sup>

*<sup>1</sup>Schulter- und Ellenbogenchirurgie, Schulthess Klinik, Zürich, Schweiz, <sup>2</sup>Klinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Rekonstruktive Chirurgie, Universitätsklinikum Würzburg, Würzburg, Deutschland, <sup>3</sup>Klinik für Unfall-, Schulter- und Rekonstruktive Chirurgie, Sportmedizin und Sporttraumatologie Klinik Rummelsberg, Schwarzenbruck, Deutschland*

### **Fragestellung**

Während die Konzepte der Damage Control Orthopädie (DCO) und der Early Total Care (ETC) für Verletzungen der unteren Extremität gut etabliert sind, ist wenig über die Entscheidungsfaktoren bei Frakturen der oberen Extremität im Polytrauma bekannt. Ziel dieser Studie war es, patienten-, verletzungs- und organisationsbezogene Einflussfaktoren auf die Wahl zwischen DCO und ETC zu untersuchen.

### **Methodik**

In einer retrospektiven Analyse wurden 90 Polytraumapatienten (ISS > 15) mit operativ behandelten Verletzungen der oberen Extremität an einem Level-I-Traumazentrum (2016–2021) eingeschlossen. Patienten mit definitiver Versorgung innerhalb von 24 h wurden der ETC-Gruppe zugeordnet, Patienten mit initialer temporärer Stabilisierung und verzögerter Definitivversorgung der DCO-Gruppe. Einflussfaktoren wurden in patientenbezogene (ISS, GCS, Vasopressorbedarf, RISC II), frakturspezifische (offen/geschlossen, intraartikulär, Weichteilschaden) sowie organisatorische Parameter (Aufnahmezeitpunkt, intraoperative Lagerung) unterteilt.

### **Ergebnisse**

65 Patienten (72 %) wurden mittels DCO und 25 Patienten (28 %) mittels ETC behandelt. DCO war signifikant mit höherem ISS, niedrigerem GCS, Vasopressorbedarf und ungünstigerem RISC-II-Score assoziiert. Frakturmorphologie und Weichteilschaden hatten hingegen nur einen geringen Einfluss auf die Therapiestrategie: Gustilo-I-Frakturen wurden häufiger primär definitiv versorgt, während höhergradig offene sowie intraartikuläre Frakturen gleichmäßig auf beide Gruppen verteilt waren. Der Aufnahmezeitpunkt spielte keine Rolle, wohingegen notwendige komplexere Lagerungen (Beach-Chair- oder Bauchlage) häufiger zu einem verzögerten Vorgehen führten.

### **Schlussfolgerung**

Die Wahl zwischen DCO und ETC bei Frakturen der oberen Extremität im Polytrauma wird primär durch patientenbezogene systemische Faktoren und organisatorische Aspekte bestimmt und nicht durch den lokalen Weichteilschaden. Dies unterstreicht die Bedeutung einer physiologisch orientierten, individualisierten Entscheidungsfindung in der modernen Polytraumaversorgung.

## Refraktur nach Implantatentfernung der Klavikula: Eine retrospektive Kohortenanalyse

**Autorenliste:** Ahmed Ellafi<sup>1</sup>, Eva Coenen<sup>1</sup>, Philipp Zehnder<sup>1</sup>, Michael Zyskowski<sup>1</sup>, Peter Biberthaler<sup>1</sup>, Markus Schwarz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie, TUM Universitätsklinikum, Klinikum Rechts Der Isar, Technische Universität München, München, Deutschland

### Fragestellung

Die Refraktur nach Implantatentfernung bei Klavikulafrakturen ist eine relevante, jedoch unzureichend untersuchte Komplikation. Die berichteten Raten variieren aufgrund kleiner Fallzahlen und heterogener Patientenkollektive. Ziel dieser Studie war es, die Inzidenz von Refrakturen nach elektiver Implantatentfernung bei radiologisch gesicherter Knochenheilung zu bestimmen und potenzielle demografische, klinische sowie frakturspezifische Risikofaktoren zu identifizieren.

### Methodik

Eine retrospektive Kohorte von 575 Patienten wurde analysiert, die zwischen 2011 und 2024 nach radiologisch bestätigter Frakturheilung eine Implantatentfernung erhielten. Die Patienten wurden einer Refraktur-Gruppe (R) oder einer Nicht-Refraktur-Gruppe (NR) zugeordnet. Demografische Daten, Frakturmorphologie, Behandlungsvariablen und zeitliche Intervalle wurden analysiert.

### Ergebnisse

Refrakturen traten bei 21 von 575 Patienten (3.7 %) auf. Zwischen den Gruppen R und NR zeigten sich keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich Alter, Body-Mass-Index (BMI), American Society of Anesthesiologists Klassifikation (ASA) oder Tabakkonsum (Tabelle 1). Das Intervall zwischen Primärosteosynthese und Implantatentfernung war in der Refraktur-Gruppe kürzer, jedoch nicht signifikant ( $18.8 \pm 8.7$  vs.  $21.2 \pm 18.5$  Monate;  $p = 0.55$ ). Die meisten Refrakturen ereigneten sich an der ursprünglichen Frakturstelle (90.5 %), wobei 71.4 % der Refrakturen traumatisch waren (Tabelle 2). Nur der Frakturtyp AO 15.2C zeigte eine signifikante Assoziation mit einer Refraktur (R: 11.1 % vs. NR: 1.9 %;  $p < 0.05$ ). Die Implantatentfernung wurde meist auf Patientenwunsch durchgeführt (66.7 %).

Merkmal	Refrakturgruppe (n=21)	Nicht- Refrakturgruppe (n=554)	(P- Wert)
Weiblich n (%)	7 (33.3%)	135 (24.4%)	0.35
Alter, MW ( $\pm$ SD) Jahre	35,4 ( $\pm$ 15,9)	39,4 ( $\pm$ 13,3)	0.18
BMI MW ( $\pm$ SD) kg/m <sup>2</sup>	23,3 ( $\pm$ 3,8)	23,6 ( $\pm$ 3,3)	0.69
ASA MW ( $\pm$ SD)	1,3 ( $\pm$ 0,5)	1,29 ( $\pm$ 0,5)	0.91

<b>Tabakkonsum, n (%)</b>	6 (28.6%)	157 (28.3%)	0.98
<b>Intervall zwischen Erstoperation und Implantatentfernung (Monate) MW (± SD)</b>	15,8 (± 25,3)	21,2 (± 18,5)	0.55
<b>Grund für Implantatentfernung n (%):</b>			
Patientenwunsch	14 (66.7%)	277 (50%)	
Schmerzen/Irritationen	5 (23.8%)	209 (37.7%)	
Sonstiges	2 (9.5%)	68 (12.3%)	
<b>Schaftfrakturen (AO-Klassifikation):</b>	<b>18 (85.7%)</b>	<b>408 (73.6%)</b>	<b>0.22</b>
- 15.2A	8 (44.4%)	146 (35.8%)	0.23
- 15.2B	8 (44.4%)	254 (62.3%)	0.48
- 15.2C	2 (11.1%)	8 (1.9%)	0.005

**Tabelle 1: Demografische Daten von Refraktur- und Nicht-Refrakturpatienten sowie frakturspezifische Merkmale von Schaftfrakturen.**

MW: Mittelwert; SD: Standardabweichung; BMI: Body-Mass-Index; ASA: American Society of Anesthesiologists; AO: Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen

Variable	N (%)
<b>Mechanismus:</b>	
- Traumatisch	15 (71.4%)
- Nicht-traumatisch	6 ( 28.6%)
<b>Refrakturstelle:</b>	
- Gleiche Stelle wie die primäre Fraktur	19 (90.5%)
- Schraubenloch	1 (4.8%)
- Andere	1 (4.8%)

**Tabelle 2: Charakteristika der Refrakturfälle (n=21)**

### **Schlussfolgerung**

Demografische Faktoren und die Implantatverweildauer waren nicht mit einem erhöhten Refrakturrisiko assoziiert. Jedoch stellte die Frakturmorphologie, insbesondere komplexe Schaftfrakturen Typ AO 15.2C, einen signifikanten Risikofaktor dar. Die Frakturmorphologie sollte daher bei der Indikationsstellung zur elektiven Implantatentfernung berücksichtigt werden. Weitere prospektive Studien sind notwendig, um Empfehlungen zur optimalen Zeitplanung und Patientenselektion zu präzisieren.

## **Zusammenhang zwischen Trauma-Mechanismus, Patientenalter und Begleitverletzungen bei AC-Gelenk-Sprengungen: Eine retrospektive Analyse**

**Autorenliste:** Mohamed Saeed Abdrabou<sup>1</sup>, Arne Berner<sup>1</sup>, Mohamed Aboalata<sup>1,2</sup>, Konrad Malachowski<sup>1</sup>, Ayman Farouk Abdelkawi Abdelgalil<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Rhön-Klinikum Bad Neustadt an der Saale, Bad Neustadt an der Saale, Deutschland, <sup>2</sup>Universität Mansoura, Mansoura, Ägypten, <sup>3</sup>Universität Assiut, Assiut, Ägypten

### **Fragestellung**

In der bestehenden Literatur wird wiederholt berichtet, dass bei AC-Gelenksprengungen häufig Begleitverletzungen auftreten. Ziel dieser Studie war es, die Häufigkeit von Begleitverletzungen bei Patienten mit AC-Gelenk-Sprengung zu analysieren und die Korrelation zwischen diesen Begleitverletzungen sowie den Patientenmerkmalen, wie Alter und Trauma-Mechanismus, zu untersuchen. Besonders interessant sind in diesem Zusammenhang mögliche Unterschiede in der Verletzungsgefahr je nach Art des Traumas.

### **Methodik**

Es wurde eine retrospektive Analyse von 71 Patienten durchgeführt, die sich einer operativen Behandlung ihrer AC-Gelenk-Sprengung im Zeitraum von 2019 bis 2024 unterzogen. Die Operation erfolgte arthroskopisch unter Verwendung von Dog Bone-Plättchen. Dabei wurden alle Begleitverletzungen erfasst und hinsichtlich des Alters der Patienten sowie des Trauma-Mechanismus ausgewertet, um potenzielle Risikofaktoren und Zusammenhänge zu identifizieren.

### **Ergebnisse**

Von den 71 Patienten wiesen 19 Patienten (22,5 %) Begleitverletzungen auf. Zu den häufigsten Begleitverletzungen zählten SLAP- bzw. Pully-Läsionen (16 Patienten) sowie Rotatorenmanschettenläsionen (8 Patienten, 11,2 %). Das durchschnittliche Alter der Patienten mit Begleitverletzungen betrug 42 Jahre, verglichen mit 39 Jahren bei den Patienten ohne Begleitverletzungen. Auffällig war, dass Begleitverletzungen besonders häufig bei Hochrasanztraumata auftraten: 9 Patienten (47 %) waren in Elektrofahrad- oder Motorradunfälle involviert. Sportverletzungen stellten in 4 Fällen (21 %) eine weitere häufige Unfallursache dar.

### **Schlussfolgerung**

Unsere Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung einer gründlichen präoperativen Untersuchung bei AC-Gelenksprengungen, insbesondere bei Patienten, die einem Hochrasanztrauma ausgesetzt waren. Die hohe Häufigkeit von Begleitverletzungen, wie SLAP- oder Rotatorenmanschettenläsionen, erfordert eine genaue und frühzeitige Diagnostik. Hier könnte eine präoperative MRT-Untersuchung eine wertvolle Unterstützung bieten, um solche Verletzungen frühzeitig zu erkennen und gegebenenfalls in die Therapieplanung einzubeziehen. Fehlt eine MRT-Untersuchung, sollte mindestens eine diagnostische Arthroskopie in Erwägung gezogen werden, um diese Begleitverletzungen zu identifizieren und sofort zu behandeln. Ein wichtiger Bestandteil der Therapie sollte auch die präoperative Aufklärung der Patienten über mögliche Begleitverletzungen und deren Therapieoptionen sein, um die Patienten in die Entscheidungsfindung einzubeziehen und Komplikationen zu vermeiden.

## **Preliminary prospective outcomes of stemless reverse shoulder arthroplasty with postoperative CT-scans**

**Autorenliste:** Claudio Rosso<sup>1</sup>, Raphael Mosimann<sup>2</sup>, Luca Della Chiara<sup>2</sup>, Stefan Loske<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Arthro Medics, Basel, Schweiz, <sup>2</sup>Universität Basel, Basel, Schweiz

### **Fragestellung**

Stemless reverse shoulder arthroplasty (sl-RSA) offers advantages such as bone stock preservation, simplified implantation in post-traumatic bone deformities, reduced stem-related complications such as stress-shielding, facilitated management of periprosthetic fractures and management of humeral component revisions. Existing data suggest that sl-RSA may be a safe alternative to stemmed designs. However, prospective high-level evidence studies on this subject remain scarce. The objective of this study was to evaluate the clinical, patient-reported and radiologic outcomes including CT-scans of sl-RSA prospectively at a minimum follow-up period of 1 year.

### **Methodik**

In this prospective cohort study, all patients scheduled for reverse total shoulder arthroplasty were enrolled. Minimum follow up was 2 years. Clinical and patient-reported outcome measures were assessed: American Shoulder and Elbow Surgeons Standardized Shoulder Assessment Form [ASES], Quick Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand questionnaire [Quick-DASH], visual analog scale [VAS] for pain, Subjective Shoulder Value [SSV], and Constant-Murley score [CS]). Additionally, patients underwent a radiological assessment, including a CT-scan at 1 year postoperatively to document inclination, subsidence and loosening of the humeral implant.

### **Ergebnisse**

In 49 shoulders operated by one senior surgeon in this study, 34 received a stemless humeral component. Intraoperative conversion to a stemmed implant during the trialing process was necessary in 15 shoulders. Of the remaining 34 shoulders treated with sl-RSA, mean age was 71 years [range 56-79 years] and mean follow-up was 23 months [range 06-36 months]. Significant improvements were observed in all scores at 12 months: ASES score ( $45 \pm 18$  vs.  $76 \pm 17$ ,  $P < .001$ ), SSV ( $35 \pm 20$  vs.  $76 \pm 18$ ,  $P < .001$ ), Quick-DASH score ( $47 \pm 23$  vs.  $26 \pm 18$ ,  $P < .001$ ), VAS pain score ( $5.4 \pm 2.5$  vs.  $2.1 \pm 2.1$ ,  $P < .001$ ), as well as in the absolute CS ( $45 \pm 20$  vs.  $75 \pm 15$ ,  $P < .001$ ). Hence, survivorship is 91% at latest follow-up. Radiographic measurements showed the following outcomes for humeral parameters at 1 year: mean implanted neck-shaft-angle  $135^\circ (\pm 10.7^\circ)$ , no scapular notching, mean subsidence 1.8mm [range 0-4.1mm], thus none exceeding a clinically relevant subsidence of 5mm.

### **Schlussfolgerung**

Our preliminary results further support data suggesting that sl-RSA is a viable alternative to stemmed implants, offering certain advantages and providing good to excellent functional and radiographic short-term outcomes. The minimal clinically important difference of 21 points in the ASES score was exceeded. However, careful patient selection seems imperative, given the unique challenges that implantation of stemless humeral components pose. This is reflected by the high intraoperative conversion rate observed in our study. Humeral revision in case of complications is facilitated due to abundant bone stock, all revisions were treated with standard stems, no revision stems were necessary.

## **Zoledronsäure bei arthroskopischer Rotatorenmanschettenrekonstruktion – Spezifische miRNA-Profile für eine verbesserte Sehnen-Knochen-Heilung**

**Autorenliste:** Jakob Schanda<sup>1</sup>, Matthias Hackl<sup>2</sup>, Roman Ullrich<sup>1</sup>, Sandra Bösmüller<sup>1</sup>, Rainer Mittermayr<sup>1</sup>, Heinz Redl<sup>3</sup>, Johannes Grillari<sup>3</sup>, Christian Fialka<sup>1</sup>

<sup>1</sup>AUVA Traumazentrum Wien, Standort Meidling, Ludwig Boltzmann Institut für Traumatologie, Wien, Österreich, <sup>2</sup>TAmiRNA GmbH, Wien, Österreich, <sup>3</sup>Ludwig Boltzmann Institut für Traumatologie, Wien, Österreich

### **Fragestellung**

A prospective, randomized, placebo-controlled trial showed reduced retears after arthroscopic rotator cuff (RC) repair in non-osteoporotic patients by a systemic single-dose zoledronic acid. Distinct micro-ribonucleic acids (miRNAs) related to inflammation, fibrosis, and tendon-to-bone healing are associated with RC injuries. Purpose of this study was to investigate the longitudinal effects of a single-dose zoledronic acid treatment in non-osteoporotic patients undergoing arthroscopic RC repair on circulating miRNAs to investigate the molecular mechanism of this treatment.

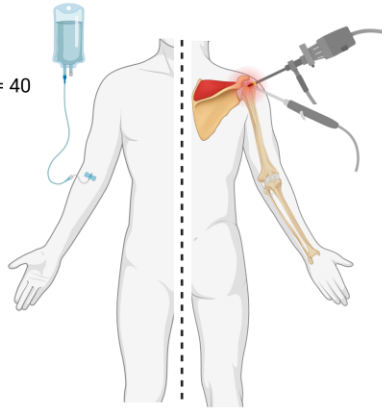
### **Methodik**

Data were collected in course of a monocentric, prospective, randomized, placebo-controlled, triple-blinded (investigator, surgeon, patient) phase II trial. A total of 80 patients underwent arthroscopic RC repair and were intraoperatively randomized to the zoledronic acid group (n = 40) and the control group (n = 40). Circulating plasma miRNAs were assessed preoperatively, two days as well as three months postoperatively using small RNA-sequencing and reverse transcription quantitative polymerase chain reaction (RT-qPCR) (Figure 1).

### STEP 1: Surgery and group randomization

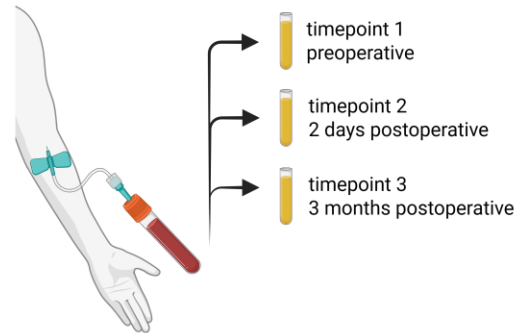
#### Intraoperative randomization

Zoledronic acid n = 40  
Control n = 40



### STEP 2: Sample collection

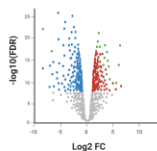
Zoledronic acid n = 40  
Control n = 40



### STEP 3: Biomarker discovery phase

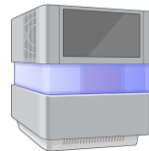
#### 10 miRNA biomarker candidates

Zoledronic acid n = 8  
Control n = 8  
All 3 timepoints



#### Biomarker discovery

miND® microRNA sequencing



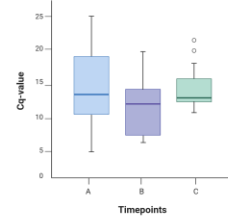
### STEP 4: Longitudinal analysis of plasma miRNA levels

#### qPCR biomarker validation

Zoledronic acid n = 40  
Control n = 40  
All 3 timepoints  
Total samples n = 238\*



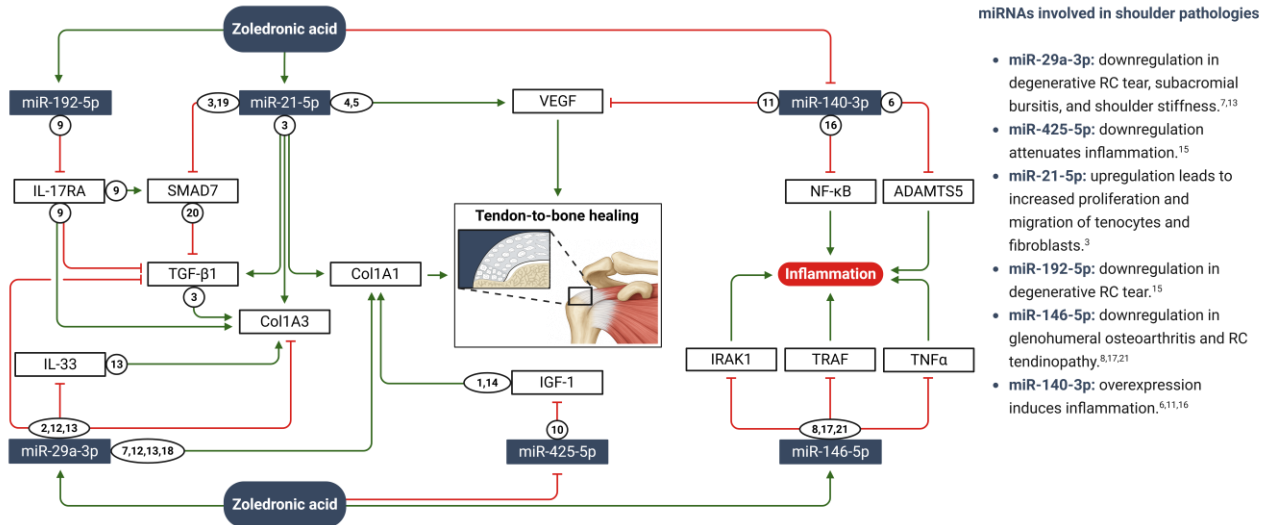
#### qPCR assay development and NGS data confirmation



miRNA, micro-ribonucleic acid; NGS, next generation sequencing; qPCR, quantitative polymerase chain reaction.  
\*2 samples (1× timepoint 2 zoledronic acid, 1× timepoint 3 zoledronic acid) excluded due to low efficiency.

## Ergebnisse

Six miRNAs were selected for validation by RT-qPCR based on small RNA-sequencing analysis. No statistical differences in miRNA plasma levels were observed preoperatively between the two study groups. Two days after surgery, plasma levels were significantly lower for miR-140-3p ( $P = 0.047$ ) in the zoledronic acid group. In the control group, plasma levels were significantly lower for miR-29a-3p ( $P < 0.001$ ), miR-21-5p ( $P = 0.036$ ), miR-192-5p ( $P = 0.034$ ), and miR-146a-5p ( $P < 0.001$ ) two days after surgery. Three months after surgery, miRNA plasma levels of the two study groups equalized without any significant differences. Gene target analysis identified Col1A1, Col1A3, VEGF, IGF-1, and TGF- $\beta$ 1 as targets of miRNAs impacted by zoledronic acid (Figure 2).



**miRNAs involved in shoulder pathologies**

- miR-29a-3p: downregulation in degenerative RC tear, subacromial bursitis, and shoulder stiffness.<sup>7,13</sup>
- miR-425-5p: downregulation attenuates inflammation.<sup>15</sup>
- miR-21-5p: upregulation leads to increased proliferation and migration of tenocytes and fibroblasts.<sup>3</sup>
- miR-192-5p: downregulation in degenerative RC tear.<sup>15</sup>
- miR-146-5p: downregulation in glenohumeral osteoarthritis and RC tendinopathy.<sup>8,17,21</sup>
- miR-140-3p: overexpression induces inflammation.<sup>6,11,16</sup>

ADAMTS5, A disintegrin and metalloproteinase with thrombospondin motifs 5; Col1A1, collagen type I alpha 1 chain; Col1A3, collagen type III alpha 1 chain; IL-33, interleukin 33; IGF-1, insulin-like growth factor 1; IL-17RA, interleukin 17 receptor A; IRAK1, interleukin 1 receptor associated kinase 1; miRNAs, micro-ribonucleic acids; NF-κB, nuclear factor "kappa-light-chain-enhancer" of activated B-cells; RC, rotator cuff; SMAD7, mothers against decapentaplegic homolog 7; TGF-β1, transforming growth factor β1; TNFα, tumor necrosis factor α; TRAF, tumor necrosis factor receptor associated factors; VEGF, vascular endothelial growth factor.

1. Blackstock CD. *J Biol Chem*. 2014. 2. Chen Q. *Int J Clin Exp Pathol*. 2014. 3. Cui H. *Mol Ther Nucleic Acids*. 2019. 4. Ge X. *Brain Res*. 2015. 5. Ge X. *Sci Rep*. 2014. 6. Iino T. *Medicine*. 2022. 7. Ko JY. *Int J Mol Sci*. 2019. 8. Kutty RK. *Mol Vis*. 2013. 9. Li Y. *Stem Cell Res Ther*. 2021. 10. Liu Y. *Mol Cell Biochem*. 2022. 11. Liu YJ. *Eur J Histochem*. 2021. 12. Lu YF. *FASEB J*. 2017. 13. Millar NL. *Nat Commun*. 2015. 14. Miescher I. *Int J Mol Sci*. 2023. 15. Plachel F. *J Orthop Res*. 2020. 16. Takata A. *Biochem Biophys Res Commun*. 2011. 17. Thankam FG. *Mol Cell Biochem*. 2018. 18. Watts AE. *Mol Ther*. 2017. 19. Wu XD. *Mater Today Bio*. 2022. 20. Yan X. *Acta Biochim Biophys Sin*. 2009. 21. Ye EA. *Mediators Inflamm*. 2016.

**Schlussfolgerung**

Longitudinal plasma miRNA expressions strongly suggest a molecular response to zoledronic acid, potentially indicating a reduction of inflammation and fibrosis at the enthesis as well as increased collagen synthesis and vascularization resulting in an improved tendon-to-bone healing. Zoledronic acid is a safe, easy-to-apply, and cost-effective augmentation technique for patients undergoing arthroscopic RC repair.

## **Zirkumferenzielle Bandaugmentation verbessert die Stabilität nach Hemiprothesenimplantation am Ellenbogen – eine biomechanische Kadaverstudie**

**Autorenliste:** Marc Maximilian Weber<sup>1</sup>, Jan Hockmann<sup>1</sup>, Lars P. Müller<sup>1</sup>, Valentin Rausch<sup>1</sup>, Michael Hackl<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Klinik und Poliklinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und plastisch-ästhetische Chirurgie, Universitätsklinik Köln, Köln, Deutschland, <sup>2</sup>Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Universitätsklinik Mannheim, Mannheim, Deutschland

### **Fragestellung**

Die Wiederherstellung der Kollateralbandstabilität nach Hemiprothesenimplantation am Ellenbogen ist entscheidend für ein gutes funktionelles Ergebnis. Üblicherweise erfolgt die Refixation der medialen und lateralen Kollateralbänder an der Prothesenspule. Der biomechanische Nutzen einer zusätzlichen zirkumferenziellen Bandaugmentation (circumferential ligament augmentation, CLA) ist bisher noch nicht untersucht worden. Ziel dieser Studie war es, den Einfluss einer CLA auf die Varus- und Valgusstabilität des Ellenbogens nach Hemiarthroplastik biomechanisch zu evaluieren.

### **Methodik**

Vierzehn frische, gefrorene Kadaverellenbogen wurden nach Implantation einer Hemiprothese (Latitude EV™, Fa. Stryker) über einen paratrizepitalen Zugang untersucht. Nach standardisierter Durchtrennung der Kollateralbänder erfolgte in allen Präparaten eine Refixation der Bandstrukturen gegen die Prothesenspule. In sieben, per Los ermittelten, Präparaten wurde zusätzlich eine zirkumferenzielle Bandaugmentation durchgeführt (CLA-Gruppe), die übrigen dienten als Kontrollgruppe ohne Augmentation (nCLA).

Die Varus- und Valgusstabilität wurde bei 0°, 30°, 60° und 90° Flexion unter dynamischer Belastung mittels servohydraulischer Prüfmaschine (Fa. Zwick Roell; Ulm) und optischem Bewegungserfassungssystem (Optotrak Certus® motion capture system; Northern Digital Inc., Ontario, Kanada) gemessen. Die Gelenkabweichung wurde als Winkelveränderung in Grad erfasst.

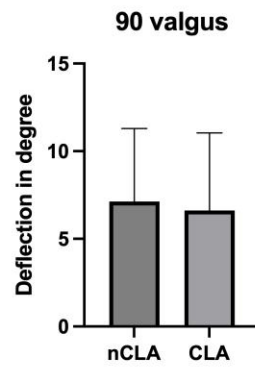
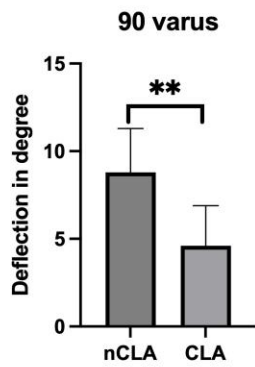
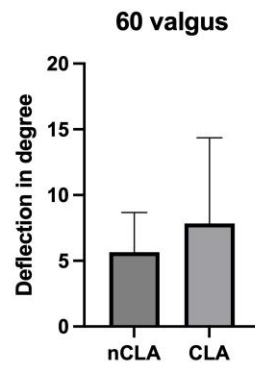
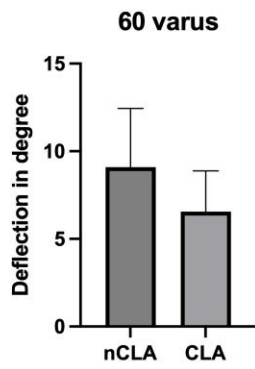
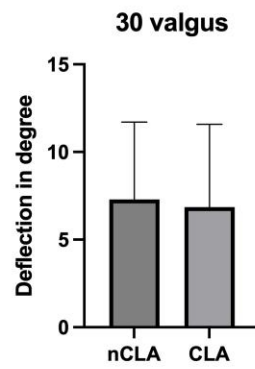
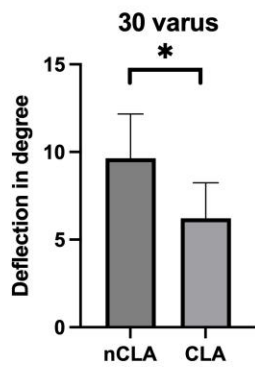
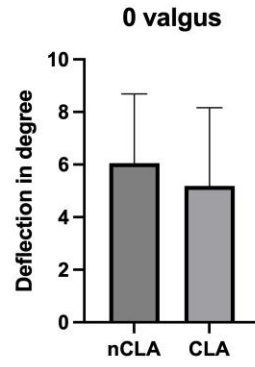
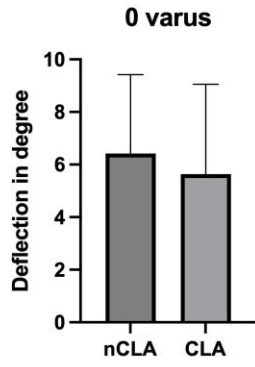
### **Ergebnisse**

In der nativen Situation zeigten sich höhere Gelenkabweichungen unter Varus- als unter Valgusstress. Unter Varusstress zeigte die CLA-Gruppe signifikant geringere Winkelabweichungen bei 30° ( $6,22^\circ \pm 2,02^\circ$  vs.  $9,64^\circ \pm 2,54^\circ$ ;  $p = 0,024$ ) und 90° Flexion ( $3,95^\circ \pm 1,59^\circ$  vs.  $8,99^\circ \pm 2,69^\circ$ ;  $p = 0,0069$ ) im Vergleich zur nCLA-Gruppe.

Unter Valgusstress konnten zu keinem Flexionswinkel signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden. Eine vollständige Wiederherstellung der nativen Stabilität wurde in keiner Rekonstruktionsvariante erreicht.

### **Schlussfolgerung**

Die Refixation der Kollateralbänder an der Prothesenspule stellt eine biomechanisch stabile Rekonstruktion nach Ellenbogen-Hemiarthroplastik dar. Eine zusätzliche zirkumferenzielle Bandaugmentation verbessert die Varusstabilität signifikant, insbesondere bei höheren Flexionsgraden. Die native Gelenkstabilität kann jedoch nicht vollständig wiederhergestellt werden, was ein vorsichtiges postoperatives Belastungsregime nahelegt.



## **Kinematik- und Spannungsmessung mit und ohne subacromialem Spacer in einem dynamischen Testaufbau**

**Autorenliste:** Celina Lesnicar<sup>1</sup>, Karina Kollar<sup>1</sup>, Christoph Thorwächter<sup>1</sup>, Maoz Shemesh<sup>2</sup>, Matthias Pietschmann<sup>1</sup>, Peter E. Müller<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Muskuloskelettales Universitätszentrum München (MUM), LMU Klinikum München, München, Deutschland,

<sup>2</sup>Voll Medical Technologies Ltd., Tel-Aviv, Israel

### **Fragestellung**

Massive, irreparable Rotatorenmanschettenrupturen (MIRCTs) führen durch superiore Humeruskopfmigration und subacromiales Impingement zu Schmerzen sowie deutlichen Funktionseinschränkungen. Konventionelle Therapieoptionen wie Sehnentransfers, inverse Prothesen oder konventionelle Spacer erzielen teils nur begrenzte funktionelle Verbesserungen und sind mit relevanten Komplikationsrisiken verbunden. Ein neu entwickelter, anatomisch angepasster Spacer (Voll Medical, IL) soll die Therapieoptionen erweitern und zu einer Reposition des Arms, einem vergrößertem Bewegungsumfang sowie verbesserten Druckverhältnissen unterhalb des Acromions führen. Ziel dieser post-mortem Studie ist es, die biomechanische Funktion des Spacers unter simulierten aktiven Schulterbewegungen zu untersuchen und seine Fähigkeit zu evaluieren, die Schulterzentrierung, einen gleichmäßigen subacromialen Druck und die Kinematik des Schultergelenkes wiederherzustellen.

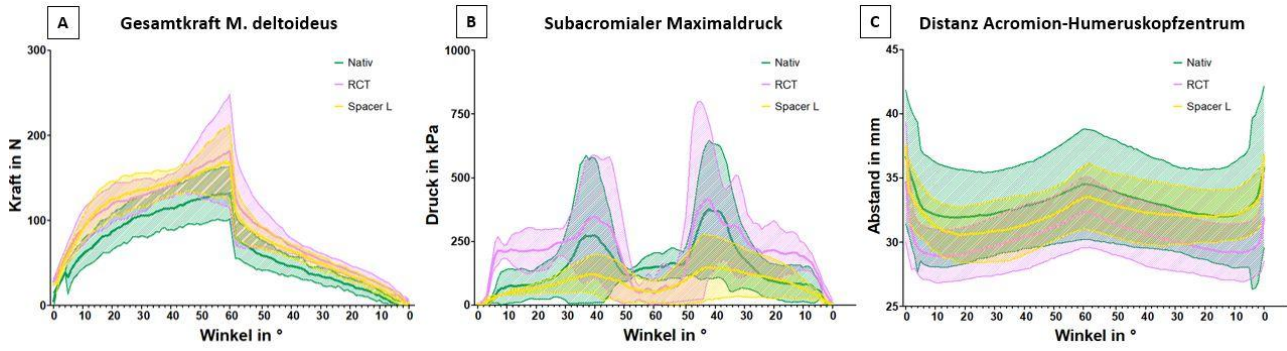
### **Methodik**

Es wurden drei (n = 3) fresh-frozen Schulterpräparate untersucht. Die Sehnen der Rotatorenmanschette (M. supraspinatus, M. infraspinatus/M. teres minor, M. subscapularis) sowie des M. deltoideus wurden präpariert und über lineare Aktuatoren eines Schulterbewegungssimulators angesteuert. Eine winkeligesteuerte Abduktion mit anschließender Adduktion (0° - 60° - 0°) wurde ausgeführt, wobei der M. deltoideus aktiv und die übrigen Muskeln entsprechend ihrer physiologischen Kraftverhältnisse passiv belastet wurden.

Getestet wurden drei Zustände mit je fünf Zyklen: (1) Nativ, (2) RCT ohne Spacer und (3) RCT mit Spacer. Erfasst wurden die Kinematik, die Distanz zwischen Acromion und Humeruskopfzentrum (GOM Aramis), die subacromialen Kontaktkräfte (Novel S2042) sowie die Muskelkräfte.

### **Ergebnisse**

Die erforderliche deltoideale Gesamtkraft nahm in allen Untersuchungsgruppen mit zunehmender Abduktion zu (Abbildung 1, A). Nach MIRCT waren höhere Kräfte für die Bewegung erforderlich ( $181,7 \pm 66,5$  N) als im nativen Zustand ( $132,5 \pm 30,7$  N). Durch Implantation des Spacers wurden diese Kräfte um 7,0 % im Vergleich zu MIRCT reduziert ( $168,9 \pm 42,6$  N), jedoch nicht vollständig normalisiert. Der subacromiale Maximaldruck erreichte bei ca. 35° - 40° sein Maximum und war bei MIRCT am höchsten ( $415,8 \pm 335,8$  kPa) (Abbildung 1, B). Durch den Spacer zeigte sich eine Druckreduktion um 64,3 % ( $148,4 \pm 124,7$  kPa), welche teils unterhalb des nativen Niveaus ( $375,5 \pm 271,1$  kPa) lag. Der subacromiale Abstand war bei MIRCT am geringsten ( $34,7 \pm 4,7$  mm unbelastet,  $28,9 \pm 2,1$  mm belastet) (Abbildung 1, C). Unter Last vergrößerte der Spacer den Abstand um 29,8 % ( $30,5 \pm 2,2$  mm unbelastet,  $37,5 \pm 2,5$  mm belastet) im Vergleich zu MIRCT und um 17,6 % verglichen mit dem nativen Zustand ( $36,6 \pm 5,2$  mm unbelastet,  $31,9 \pm 3,7$  mm belastet).



### Schlussfolgerung

Die Daten weisen auf eine Druckreduktion und Abstandserhöhung durch den Spacer hin, während die deltoideale Kraft weitgehend unverändert blieb. Insgesamt weisen die Ergebnisse auf ein potenzielles biomechanisches Entlastungspotenzial des Spacers bei MIRCT hin.

## **Klinische Outcomes nach arthroskopischer Revisions-Rotatorenmanschettenrekonstruktion mit PRP-Augmentation: Prospektive Daten einer Kohortenstudie mit durchschnittlichem fünf-Jahres Follow-up**

**Autorenliste:** Marco-Christopher Rupp<sup>1,2</sup>, Peter Chang<sup>3</sup>, Annabel Geissbuhler<sup>2</sup>, Marilee Horan<sup>2</sup>, Grant Dornan<sup>2</sup>, Maximilian Hinz<sup>2</sup>, Peter J. Millett<sup>2,3</sup>

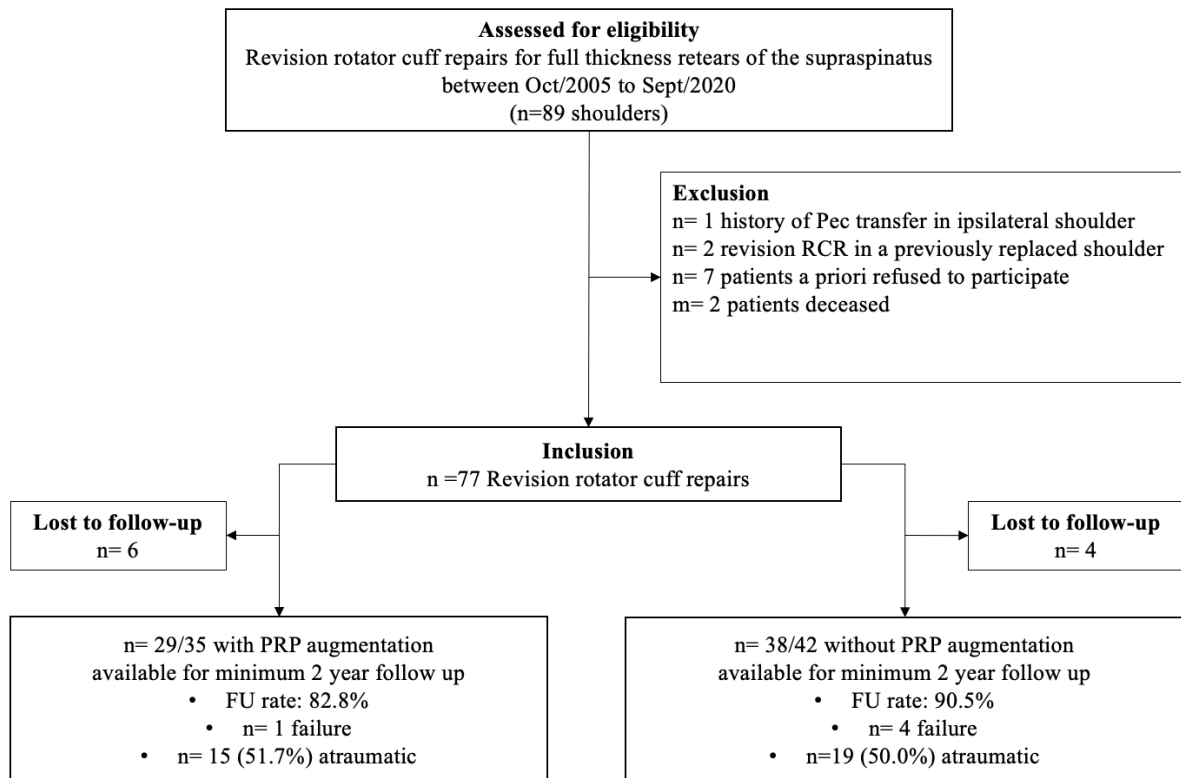
<sup>1</sup>*Sektion Sportorthopädie, TUM Klinikum rechts der Isar, Technische Universität München, München, Deutschland,* <sup>2</sup>*Steadman Philippon Research Institute, Vail, CO, Vereinigte Staaten,* <sup>3</sup>*The Steadman Clinic, Vail, CO, Vereinigte Staaten*

### **Fragestellung**

Die arthroskopische Revisionsrekonstruktion der Rotatorenmanschette (RevRM-Reko) stellt eine erhebliche klinische Herausforderung dar und ist mit hohen Versagensraten assoziiert. Die Evidenz zur biologischen Augmentation mittels plättchenreichem Plasma (PRP) im Revisionssetting ist bislang unzureichend. Insbesondere fehlen Daten zur PRP-Augmentation in Abhängigkeit der Ätiologie von Rerupturen nach Primäroperation; insbesondere da atraumatische und traumatische Rerupturen unterschiedliche biologische Heilungsprofile aufweisen. Ziel dieser Studie war es, 1) die klinischen Ergebnisse nach RevRM-Reko zu evaluieren, 2) zu untersuchen, ob patientenberichtete Outcome-Parameter (PROs) und Versagensraten durch eine biologische Augmentation mit PRP verbessert werden können, und 3) zu analysieren, ob sich die Wirksamkeit der biologischen Augmentation in Abhängigkeit von der Reruptur-Ätiologie unterscheidet. Hypothesengeleitet wurde erwartet, dass RevRM-Reko die Outcomes signifikant verbessert und PRP die Versagensraten senkt, insbesondere bei atraumatischen Rerupturen.

### **Methodik**

In diese Level-III-Kohortenstudie wurden Patienten eingeschlossen, die sich zwischen 11/2005 und 06/2020 aufgrund einer Reruptur der Supraspinatussehne einer RevRM-Reko unterzogen (siehe Abb. 1). Die Ätiologie der Reruptur sowie der Einsatz von PRP während der Revisionsoperation wurden anhand der institutionellen Registerdaten erhoben. Die PROs wurden prospektiv präoperativ sowie mindestens zwei Jahre postoperativ erfasst. Subgruppenanalysen untersuchten den Einfluss der Reruptur-Ätiologie und der PRP-Augmentation auf die Ergebnisse.



## Ergebnisse

Für 67 Schultern lagen Follow-up-Daten von mindestens zwei Jahren vor, mit einer mittleren Nachbeobachtungszeit von  $58,9 \pm 32,3$  Monaten. Die PROs verbesserten sich postoperativ signifikant (ASES:  $53,8 \pm 17,7$  auf  $85,7 \pm 16,6$ ; Quick-DASH:  $41,3 \pm 16,9$  auf  $15,0 \pm 16,3$ ; SANE:  $49,9 \pm 23,6$  auf  $76,5 \pm 24,7$ ; SF-12 PCS:  $41,3 \pm 7,8$  auf  $49,8 \pm 8,8$ ; jeweils  $p < 0,001$ ). 83,0% der Patienten erreichten die minimale klinisch relevante Differenz (MCID) im ASES-Score, und 57,8% erreichten den Patient Acceptable Symptom State (PASS). Die mediane Patientenzufriedenheit lag bei 8,0. Eine erneute Revisionsoperation war bei 5 Patienten (7,5%) nach durchschnittlich  $19,8 \pm 17,1$  Monaten erforderlich. PRP-Augmentation war mit niedrigeren Rerupturraten assoziiert (3,4% vs. 10,5%) sowie mit höheren Raten des Erreichens von MCID (88,9% vs. 76,9%;  $p > 0,05$ ) und PASS (60,7% vs. 55,6%;  $p > 0,05$ ). Atraumatische Rerupturen zeigten schlechtere PROs im Vergleich zu traumatischen Rerupturen (ASES:  $80,8 \pm 18,5$  vs.  $90,2 \pm 13,4$ ;  $p = 0,039$ ; VAS-Schmerz:  $1,9 \pm 2,4$  vs.  $0,8 \pm 1,5$ ;  $p = 0,026$ ). In der Subgruppe der atraumatischen Rerupturen war die PRP-Augmentation mit niedrigeren Rerupturraten (0% vs. 10,5%) sowie einem besseren Erreichen von MCID (85,7% vs. 72,7%) und PASS (60,0% vs. 35,3%) assoziiert.

## Schlussfolgerung

Die RevRM-Reko führt zu signifikanten Verbesserungen der klinischen Ergebnisse und der Lebensqualität. Obwohl die PRP-Augmentation die PROs statistisch nicht signifikant beeinflusste, war sie mit niedrigeren Versagensraten sowie einem häufigeren Erreichen von MCID und PASS verbunden. Zudem unterstreichen die Daten die Bedeutung biologischer Faktoren im Revisionssetting: Patienten mit atraumatischen Rerupturen erzielten schlechtere Ergebnisse als Patienten mit traumatischen Rerupturen, wobei PRP insbesondere bei atraumatischen Rerupturen einen relevanten Nutzen zeigte.

## **Osteosynthetische Versorgung mehrfragmentärer Radiuskopffrakturen – Bedeutung der periostalen Integrität**

**Autorenliste:** Anne Bauer<sup>1</sup>, Tim Jakobi<sup>1</sup>, Anna Egert<sup>1</sup>, Finn Lunscken<sup>1</sup>, Matthias Sauter<sup>1</sup>, Matthias Münzberg<sup>1</sup>, Alexander Klug<sup>1</sup>

<sup>1</sup>BG Unfallklinik Frankfurt, Frankfurt, Deutschland

### **Fragestellung**

Komplexe Radiuskopffrakturen (Mason Typ III und Typ IV) sind seltene, jedoch schwerwiegende Verletzungen des Ellenbogens, die operativ mittels Osteosynthese oder Radiuskopffprothese behandelt werden. Bei der radiuskopferhaltenden Osteosynthese mittels Schrauben- oder Plattenosteosynthese kommt dem Periost im Bereich des Radiushalses eine Schlüsselrolle für die Durchblutung des Radiuskopfes und damit der Frakturheilung zu. Bisher gibt es keine Studie, die den Einfluss des Periosts untersucht. Ziel dieser Studie ist es, die Bedeutung des Periosts bezüglich des postoperativen Outcomes von osteosynthetisch versorgten komplexen Radiuskopffrakturen zu untersuchen.

### **Methodik**

Zwischen 2017 und 2022 wurden 59 Patienten mit komplexer Radiuskopffraktur (Mason Typ III und IV) mittels osteosynthetischer Rekonstruktion operativ versorgt und in die Studie eingeschlossen. Die Patienten wurden in zwei Gruppen unterteilt: 31 (52,5%) mit intaktem Periost und 28 (47,5%) mit nicht-intaktem Periost. Der Zustand des Periosts wurde während der Operation dokumentiert. Bei allen Patienten wurde die Ellenbogenfunktion (Range of Motion, postoperativer Schmerz, Zufriedenheit) sowie etablierte funktionelle Scores erhoben (Mayo Elbow Performance Score (MEPS), Oxford Elbow Score (OES), Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) Score). Zudem wurden die Komplikationsrate, Anzahl und Gründe für Revisionen erfasst, und das radiologische Bildmaterial wurde analysiert.

### **Ergebnisse**

Insgesamt zeigte sich eine gute Frakturheilung (n=54, 91,5%) nach 44 Monaten Follow-Up, 5 (8,5%) Patienten wiesen eine Pseudarthrose auf, wobei dies vornehmlich in der Gruppe ohne intaktes Periost auftrat (n=4 vs. n=1, p=0,128). Implantatversagen (n=2; 3,4%) zeigte sich nur in dieser Gruppe. Die Komplikationsrate betrug 23,7%, 22% der Patienten mussten revidiert werden. Patienten mit Verletzung des Periosts wurden signifikant häufiger in eine Radiuskopffprothese konvertiert (p=0,031, n= 6, 21,4% vs.n=1, 3%). Ursachen hierfür waren Pseudarthrosen sowie Implantatversagen. Begleitverletzungen traten signifikant häufiger bei Periostverletzung auf (p=0,005; n=27, 96,4%, vs. n=21, 67,7%), wobei sich hinsichtlich der Art der Verletzung (mediales und laterales Kollateralband, Ulna-, Radiushalsfraktur) nur ein signifikant häufigeres Auftreten in der Gruppe mit nicht intaktem Periost bezüglich Radiushalsfraktur zeigte (p=0,001). Die Beweglichkeit für Pro- und Supination war bei Patienten mit intaktem Periost signifikant besser (171° vs.157°, p=0,032), Extension und Flexion unterschieden sich nicht (127° vs.123°, p=0,203). In den funktionellen Scores erreichten die Patienten mit intaktem Periost leichtgradig bessere Ergebnisse (MEPS 94,0 vs.90,0; OES 42,0 vs.40,0; DASH-Score 21 vs.16,0, p=0,246; 0,372; 0,078).

### **Schlussfolgerung**

Mehrfragmentäre Radiuskopffrakturen stellen ein herausforderndes Verletzungsbild dar. Patienten mit osteosynthetischer Versorgung erreichen im Durchschnitt ein gutes funktionelles Ergebnis und Beweglichkeit. Liegt eine Periostverletzung vor, ist nach osteosynthetischer Versorgung mit einer erhöhten Konversionsrate in eine sekundäre Radiuskopffprothese zu rechnen, hierüber sollten

Patienten aufgeklärt werden. Die Entscheidung bezüglich des initialen Therapieverfahrens ist von diversen Faktoren abhängig, jedoch kann das Vorliegen eines verletzten Periosts zusammen mit anderen Kontextfaktoren (bsp. hohes Alter, komplexe Frakturmorphologie) zur Entscheidung für einen primären Ersatz des Radiuskopfes führen.

## **Beschreibung der funktionellen Innenrotation der Schulter in einer gesunden Kohorte: eine dreidimensionale Bewegungsanalyse**

**Autorenliste:** Bettina Hochreiter<sup>1</sup>, Daniel Epstein<sup>2</sup>, Marina Geissmann<sup>3</sup>, Anita Hasler<sup>1</sup>, Christian Gerber<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universitätsklinik Balgrist, Zürich, Schweiz, <sup>2</sup>Northern Hospital Epping, Epping, Australien, <sup>3</sup>Balgrist Campus, Zürich, Schweiz, <sup>4</sup>ResOrtho Foundation, Zürich, Schweiz

### **Fragestellung**

Die funktionelle Innenrotation (fIR) der Schulter ist essenziell für Aktivitäten des täglichen Lebens, wird jedoch klinisch häufig unzureichend verstanden und bewertet. Ziel dieser Studie war es, die relativen Beiträge der glenohumeralen und scapulothorakalen Bewegung zur funktionellen Innenrotation in einer gesunden Population zu analysieren. Untersucht wurden insbesondere (1) der Beitrag der Scapula zur fIR, (2) die Korrelation zwischen scapulothorakaler und glenohumeraler Bewegung - insbesondere Extension und Innenrotation - sowie (3) mögliche Kompensationsmechanismen bei eingeschränkter Innenrotation

### **Methodik**

In einer prospektiven Bewegungsanalyse wurden 28 gesunde Probandinnen und Probanden (56 Schultern) ohne Schulterpathologie untersucht. Mittels dreidimensionaler Motion-Capture-Analyse nach den Richtlinien der International Society of Biomechanics wurden glenohumerale, globale und scapulothorakale Bewegungen während einer standardisierten fIR-Bewegung (Hand-auf-den-Rücken-Manöver) erfasst. Analysiert wurden Innenrotation, Extension, Abduktion sowie scapuläre Rotation, Kippung und Protraktion. Zusätzlich wurden thorakale und lumbale Bewegungen berücksichtigt. Statistische Auswertungen erfolgten deskriptiv und mittels Pearson-Korrelationsanalysen

### **Ergebnisse**

Die funktionelle Innenrotation setzte sich aus einer mittleren glenohumeralen Innenrotation von  $37,3 \pm 13,1^\circ$  und einer globalen Innenrotation von  $71,8 \pm 16,6^\circ$  zusammen. Die glenohumerale Extension betrug im Mittel  $47,3 \pm 9,5^\circ$ , die globale Extension  $53,7 \pm 9,9^\circ$ . Scapulothorakal zeigten sich eine mittlere Protraktion von  $29,2 \pm 7,1^\circ$  sowie eine anteriore Kippung von  $-13,9 \pm 5,5^\circ$ . Glenohumerale und globale Bewegungen waren signifikant korreliert ( $p < 0,0001$ ). Es bestand eine signifikant negative Korrelation zwischen Extension und Innenrotation ( $p < 0,01$ ), was auf unterschiedliche Bewegungsstrategien zur Erreichung der fIR hinweist. Schultern mit geringerer globaler Innenrotation kompensierten dies durch eine größere globale Extension. Eine geringere anteriore scapuläre Kippung war mit höherer globaler Innenrotation assoziiert ( $p = 0,02$ ). Weitere klare lineare Zusammenhänge zwischen scapulothorakaler und glenohumeraler Bewegung zeigten sich nicht. Eine funktionelle Innenrotation war bereits mit minimal  $34^\circ$  globaler Innenrotation erreichbar.

### **Schlussfolgerung**

Die funktionelle Innenrotation der Schulter ist eine komplexe zusammengesetzte Bewegung, bei der glenohumerale Innenrotation, Extension und Abduktion dominieren, während die scapulothorakale Bewegung eine unterstützende, nicht-lineare Rolle spielt. Anteriore scapuläre Kippung und insbesondere globale Extension stellen wichtige Kompensationsmechanismen dar, wenn die globale Innenrotation eingeschränkt ist. Diese Erkenntnisse liefern eine biomechanische Grundlage für das Verständnis eingeschränkter fIR, insbesondere nach Schulterarthroplastik, und identifizieren potenzielle therapeutische Zielgrößen für Prävention und Rehabilitation

## **Einfluss der Skapulamorphologie auf die posteriore Schulterstabilität und Entwicklung der posterior dezentrierten Omarthrose: biomechanische Untersuchung im kadaverbasierten Schulter Simulator**

**Autorenliste:** Bettina Hochreiter<sup>1</sup>, Justine Fleurette<sup>2</sup>, Mohammad Haddara<sup>2</sup>, Bastian Sigrüst<sup>3</sup>, Richard Appleyard<sup>2</sup>, Janos Tomka<sup>2</sup>, Desmond Bokor<sup>2</sup>, Matthias Zumstein<sup>4</sup>, Sumit Raniga<sup>2</sup>, Christian Gerber<sup>5</sup>

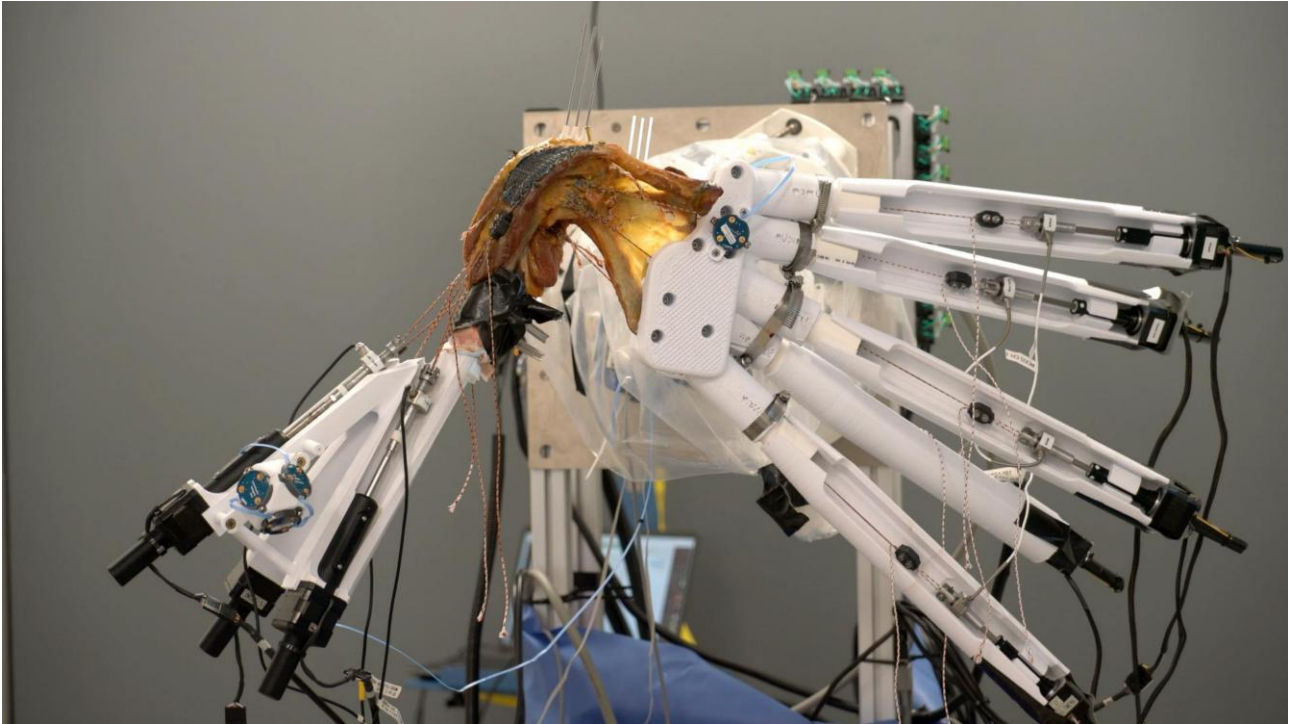
<sup>1</sup>Universitätsklinik Balgrist, Zürich, Schweiz, <sup>2</sup>Macquarie University Translational Orthopaedic Research Lab (MQ TOR LAB), Faculty of Medicine, Health and Human Sciences, Macquarie University, New South Wales, Australien, <sup>3</sup>Research in Orthopaedic Computer Science (ROCS), Balgrist University Hospital, University of Zurich, Zurich, Schweiz, <sup>4</sup>Shoulder, Elbow and Orthopaedic Sports Medicine, Orthopädie Sonnenhof, Bern, Schweiz, <sup>5</sup>ResOrtho Foundation, Zürich, Schweiz

### **Fragestellung**

Die statische posteriore Schultersubluxation (SPSL) ist sowohl mit einer vermehrten Glenoidretroversion als auch mit Veränderungen der Akromionmorphologie assoziiert. Während pathologische Veränderungen der Glenoidgeometrie als wesentlicher ätiologischer Faktor gelten, ist die biomechanische Rolle der Akromionanatomie bislang unzureichend verstanden. Die Hypothese der Studie war, dass eine kombinierte Fehlstellung von Akromion und Glenoid führt zu einer stärkeren posterioren Translation des Humeruskopfes als jede Deformität für sich allein, und gezielte Korrekturen die posteriore Stabilität zumindest teilweise wiederherstellen können. Es handelt sich um eine kontrollierte, experimentelle Laborstudie am Kadaver.

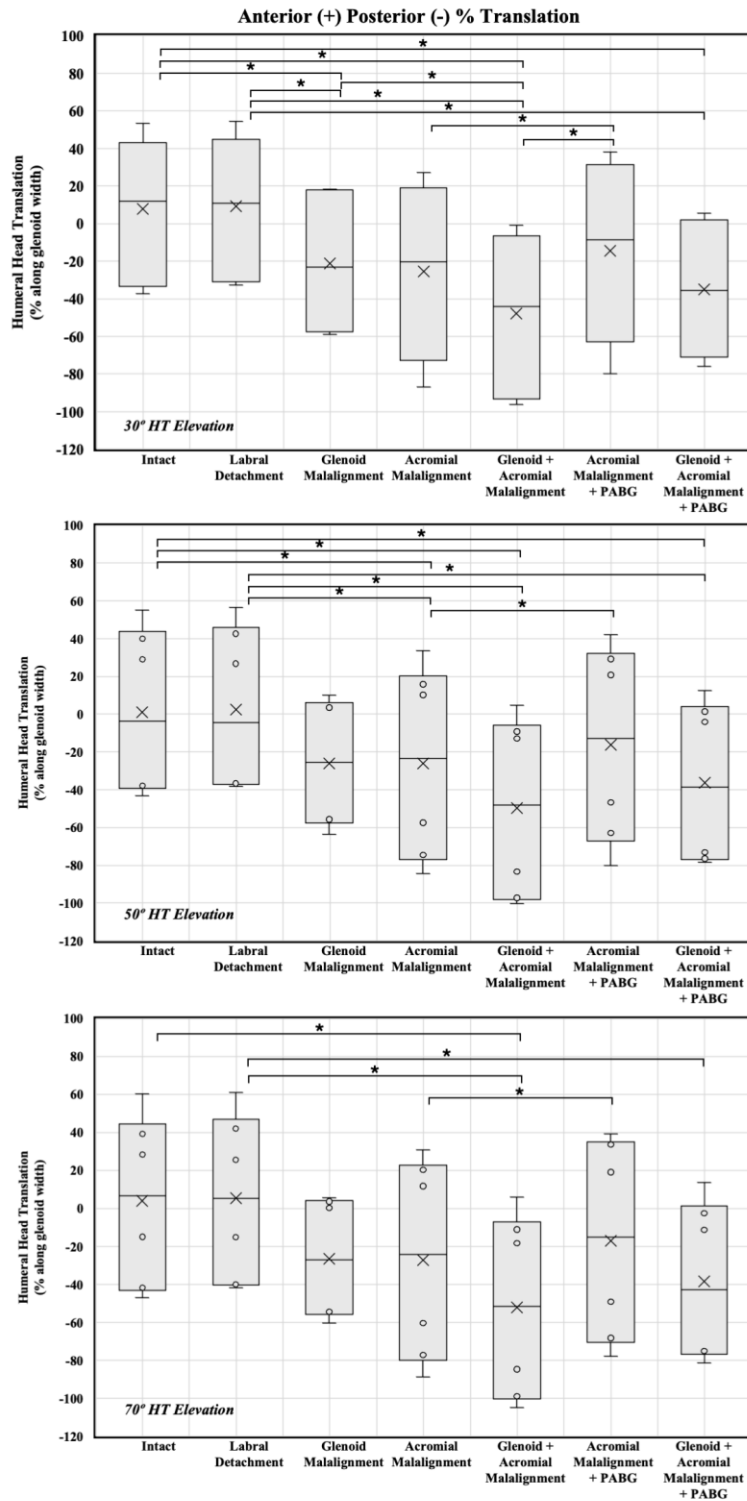
### **Methodik**

Sechs frisch tiefgefrorene humane Kadaverschultern wurden in einem ex-vivo Schulter Simulator mit sechs Freiheitsgraden und acht muskelaktuierten Sehnen getestet. Sieben Versuchsbedingungen wurden untersucht: (1) intakt, (2) posteriore Labrumsablösung, (3) isolierte Glenoidfehlstellung (-15° Retroversion), (4) isolierte Akromionfehlstellung (hoch/flach), (5) kombinierte Fehlstellung, (6) Akromionfehlstellung mit Glenoidkorrektur und posteriorer akromialer Knochenaugmentation (PABG), sowie (7) kombinierte Fehlstellung mit PABG. Die Translation des Humeruskopfes wurde während der aktiven Elevation bei 30°, 50° und 70° gemessen und auf die Glenoidbreite normiert. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Varianzanalyse für Messwiederholungen (ANOVA) mit Bonferroni-Korrektur.



### **Ergebnisse**

Die posteriore Labrumsablösung zeigte nur einen minimalen Einfluss auf die Translation des Humeruskopfes ( $1,3 \pm 2,4 \%$ ). Isolierte Glenoidfehlstellung führte im Mittel zu einer Zunahme der posterioren Translation um 29 %, während eine isolierte Akromionfehlstellung eine Zunahme um 31 % verursachte. Die kombinierte Fehlstellung resultierte in einer signifikant stärkeren posterioren Translation von 54 % ( $p < 0,05$  für alle Vergleiche) und zeigte damit additive Effekte. Die Glenoidkorrektur in Kombination mit einer PABG führte zu einer partiellen Reduktion der posterioren Translation, stellte jedoch die glenohumerale Zentrierung nicht vollständig wieder her; es verblieb eine um 20 % erhöhte posteriore Translation im Vergleich zum intakten Zustand. Die zusätzliche Durchführung einer PABG bei kombinierter Fehlstellung reduzierte die posteriore Translation messbar um etwa 13 %, ohne jedoch die nativen Gelenkinematiken vollständig zu rekonstruieren.



### Schlussfolgerung

Sowohl eine isolierte Fehlstellung des Glenoids als auch des Akromions ist mit einer pathologischen posterioren Translation des Humeruskopfes während simulierter aktiver Elevation assoziiert. Eine kombinierte akromiale und glenoidale Fehlstellung führt zu einer signifikant stärkeren posterioren Translation als jede Deformität allein. Diese Ergebnisse unterstreichen die biomechanische Bedeutung der Akromionmorphologie für die posteriore Schulterstabilität und Entwicklung einer posterior dezentrierten Omarthrose.

## Aktuelle Fortschritte in der Augmentation von Rotatorenmanschettenrekonstruktionen: Ergebnisse der Fiberlock-Technik in Ex-vivo- und In-vivo-Modellen

**Autorenliste:** Bettina Hochreiter<sup>1</sup>, Salim Darwiche<sup>2</sup>, Elias Bachmann<sup>3</sup>, Karina Klein<sup>2</sup>, Maya Ben-Yehuda Greenwald<sup>4</sup>, Ronja Senn<sup>3</sup>, Andrea Möhl<sup>3</sup>, Brigitte von Rechenberg<sup>2</sup>, Jess Snedeker<sup>4</sup>, Karl Wieser<sup>1</sup>

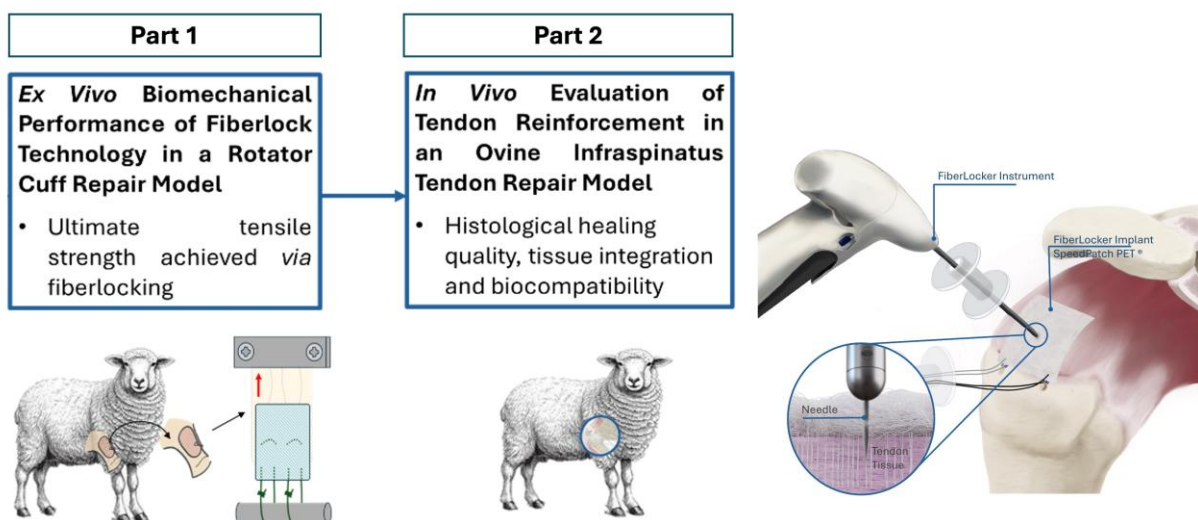
<sup>1</sup>Universitätsklinik Balgrist, Zürich, Schweiz, <sup>2</sup>Musculoskeletal Research Unit, Vetsuisse Faculty, University of Zurich, Zurich, Schweiz, <sup>3</sup>ZuriMED Technologies AG, Zurich, Schweiz, <sup>4</sup>Institute for Biomechanics, ETH Zurich, Zurich, Schweiz

### Fragestellung

Rotatorenmanschettenrupturen (RM) stellen eine erhebliche sozioökonomische Belastung dar, wobei Versagensraten nach operativer Versorgung von bis zu 94 % beschrieben sind. Hauptursache ist dabei das mechanische Versagen am Naht-Sehnen-Interface. Patch-Augmentationen können die Festigkeit der Rekonstruktion verbessern, sind jedoch häufig durch komplexe Fixationstechniken, steile Lernkurven und hohe Kosten limitiert. Fiberlock ist eine auf reziproken Mikronadeln basierende Technologie, die es ermöglicht, non-woven Patches mechanisch direkt im Sehngewebe zu verankern. Dadurch wird die Last nicht über diskrete Fixationspunkte, sondern gleichmäßig über die gesamte Kontaktfläche verteilt. Es wurde die Hypothese aufgestellt, dass eine Augmentation der Rotatorenmanschettenrekonstruktion mittels Fiberlock-Technologie die mechanische Stabilität erhöht und gleichzeitig die Gewebeintegration in die poröse Patchstruktur unterstützt.

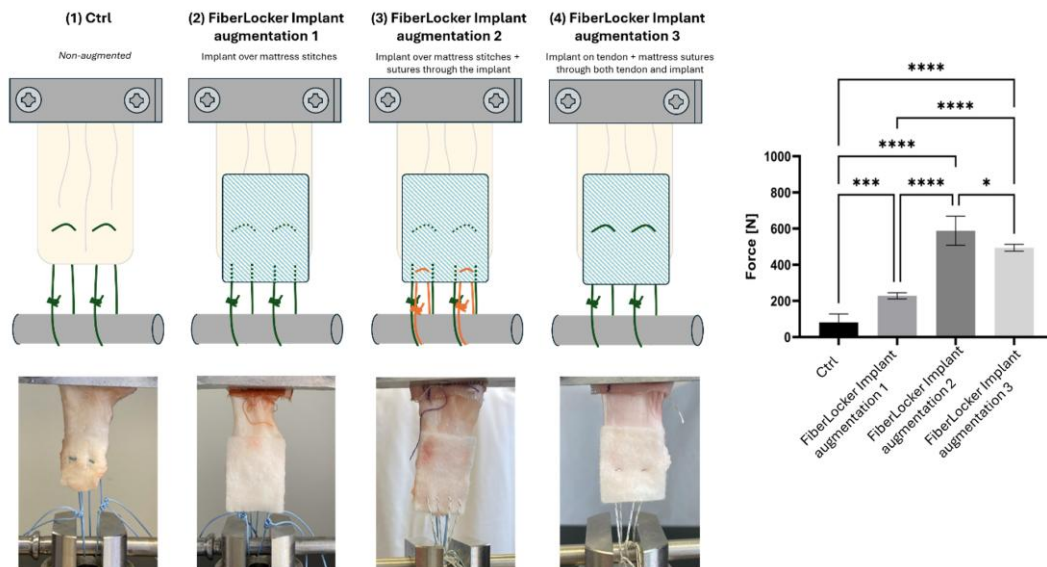
### Methodik

Es wurden zwei aufeinanderfolgende Studien durchgeführt: (1) eine ex-vivo biomechanische Quantifizierung in einem augmentierten ovinen Rotatorenmanschettenrekonstruktionsmodell sowie (2) eine in-vivo makroskopische, histologische und systemische Evaluation der augmentierten Rekonstruktion in einem Good-Laboratory-Practice-(GLP)-konformen ovinen Modell nach 6 und 12 Wochen postoperativ.



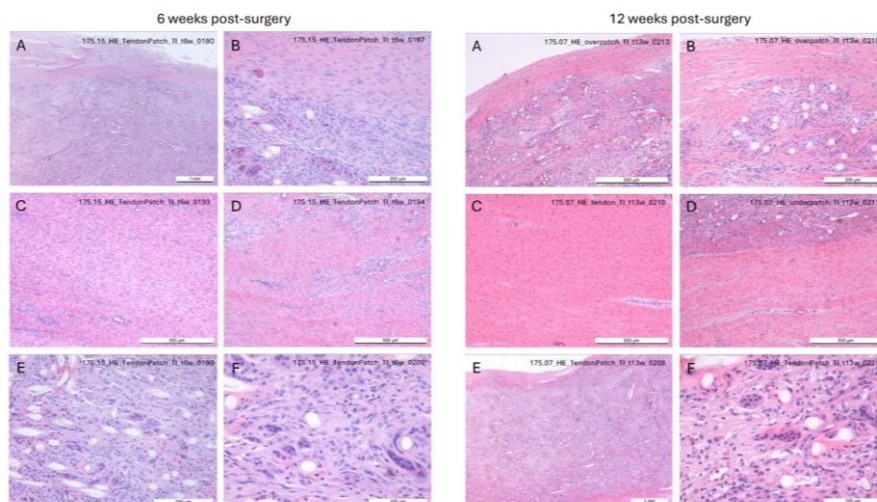
## Ergebnisse

Die Augmentation mit einem FiberLock Patch führte im ex-vivo Modell zu einer signifikanten Steigerung der maximalen Zugfestigkeit im Vergleich zu nicht augmentierten Rekonstruktionen. In der in-vivo Untersuchung zeigten die Patches eine gleichmäßige Integration in das Sehngewebe mit zellulärer Infiltration, fortschreitender Gewebereifung sowie einer milden entzündlichen Reaktion, die im zeitlichen Verlauf abnahm. Es fanden sich keine Hinweise auf Kapselbildung, systemische Toxizität oder eine strukturelle Beeinträchtigung der Sehne.



## Schlussfolgerung

Die FiberLock-Technologie bietet eine substantielle mechanische Verstärkung der Rotatorenmanschettenrekonstruktion bei gleichzeitiger Unterstützung der biologischen Heilung. Als schnelles, nahtfreies Augmentationsverfahren besitzt sie ein hohes Potenzial zur Verbesserung der klinischen Ergebnisse nach Rotatorenmanschettenrekonstruktion.



## **Anteroinferiore glenohumerale Instabilität ist assoziiert mit einer abnormen Position des Processus coracoideus.**

**Autorenliste:** Samuel Staub<sup>1</sup>, Matthias Zumstein<sup>2,3,4</sup>, Hanspeter Hess<sup>5</sup>, Alexandra Oswald<sup>5</sup>, Christian Gerber<sup>6</sup>

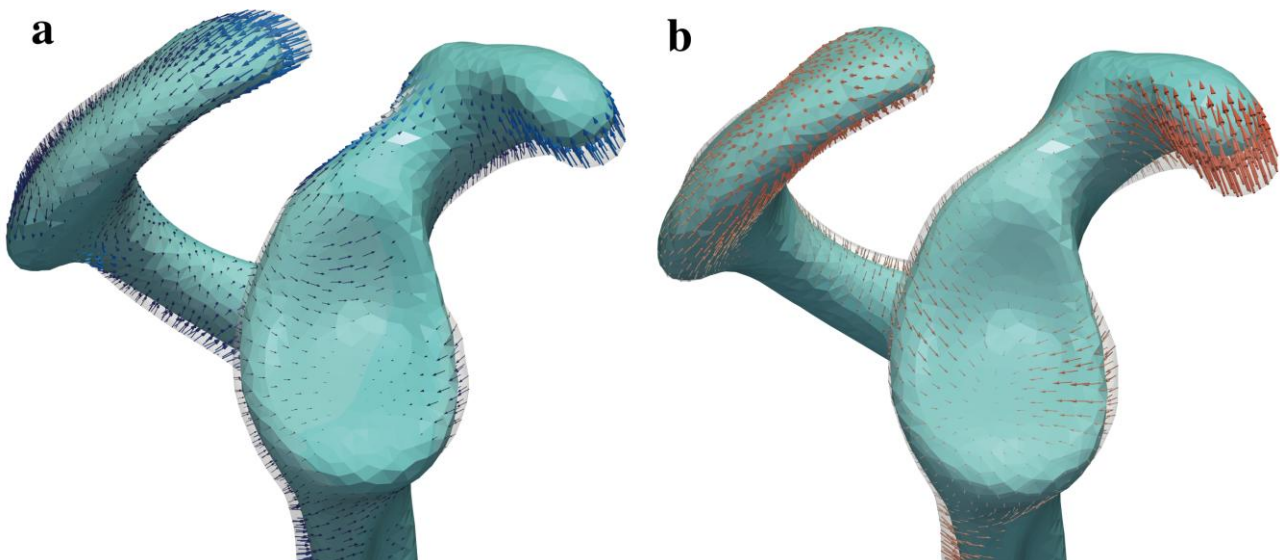
<sup>1</sup>Universität Bern, Bern, Schweiz, <sup>2</sup>Shoulder, Elbow and Orthopaedic Sports Medicine, Sonnenhof Orthopaedics, Bern, Switzerland, Bern, Schweiz, <sup>3</sup>Shoulder, Elbow Unit, Sportsclinicnumber1, Bern, Switzerland, Bern, Schweiz, <sup>4</sup>Faculty of Medicine, University of Bern, Bern, Switzerland, Bern, Schweiz, <sup>5</sup>Inselspital Orthopädische Poliklinik, Bern, Schweiz, <sup>6</sup>ResOrtho Foundation, Zürich, Schweiz

### **Fragestellung**

A potential role of morphological variations in the etiology of antero-inferior glenohumeral instability (GHAI) are currently widely discussed. Individual observations suggest that the coracoid is of variable height. In recurrent anterior dislocation simple lowering of the coracoid ("Trillat procedure") may prevent recurrence and in some cases fracture of the coracoid is necessary for an anterior dislocation to occur. It was therefore the purpose of this investigation to study the position of the coracoid process relative to the glenoid center in stable and unstable shoulders to test the hypothesis that the coracoid tip is more superior, medial, and anterior in patients with recurrent GHAI compared to patients with stable shoulders or posterior glenohumeral instability.

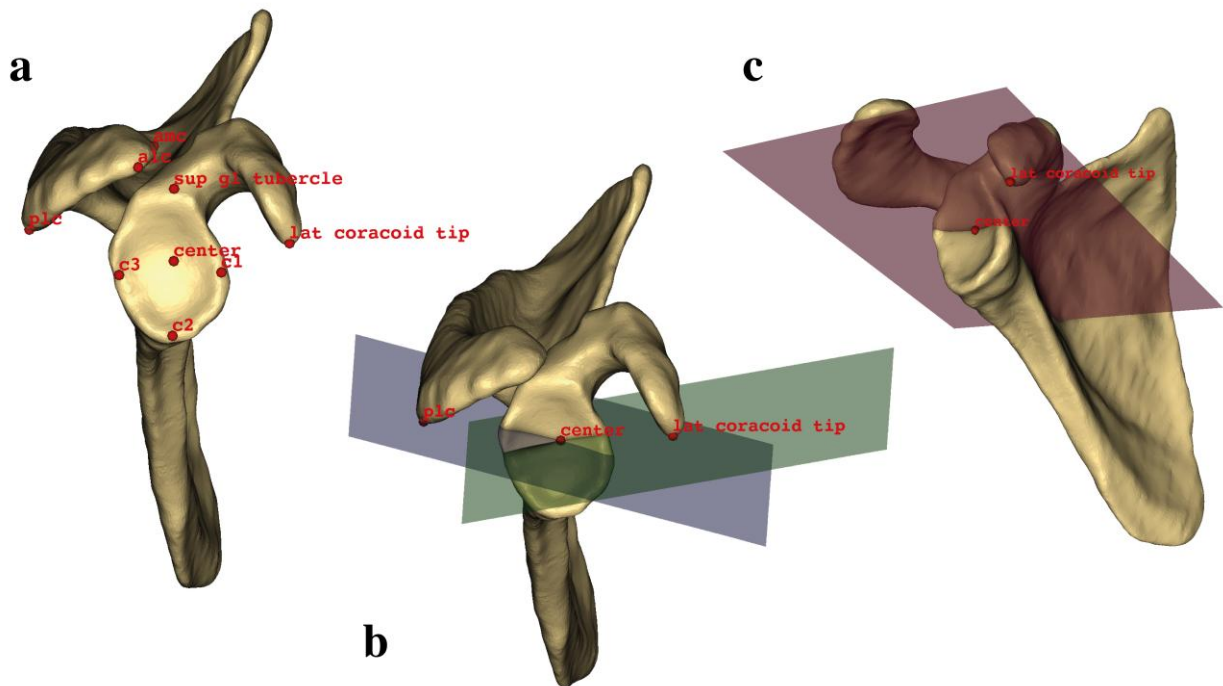
### **Methodik**

Computed tomographic scans of age and gender matched shoulders of 60 patients with GHAI, 30 shoulders of patients with posterior glenohumeral instability (GHPI) and 13 individuals with healthy shoulders (CTRL) were semiautomatically segmented into three-dimensional (3D) models. All shoulders were scaled to uniform size and left-sided cases were mirrored to the right-side. A statistical shape model was created for each cohort. All models were aligned with respect to glenoid plane and the glenoid center to generate 3D measurements. Additionally, 3D measurements were performed for each individual case to quantify differences between the cohorts. Distances and angles were measured in both absolute and scaled model sizes, respective



## Ergebnisse

With both measurement techniques, the CP of patients with GHAI was more superior than the CTRL ( $24.3 \pm 4.6$  mm in GHAI vs.  $17.8 \pm 5.4$  mm in CTRL,  $P = 0.001$  for absolute and  $24.3 \pm 4.2$  mm in GHAI vs.  $18.3 \pm 5.8$  mm in CTRL,  $P = 0.003$  for scaled) and more superior, posterior and medial than in GHPI ( $24.3 \pm 4.6$  mm in GHAI vs.  $21.9 \pm 4.2$  mm in GHPI,  $P = 0.015$  for superior absolute and  $24.3 \pm 4.2$  mm in GHAI vs.  $22.1 \pm 4.3$  mm in GHPI,  $P = 0.021$  for superior scaled;  $28.1 \pm 3.7$  mm in GHAI vs.  $29.6 \pm 3$  mm in GHPI,  $P = 0.043$  for anterior absolute;  $13.7 \pm 4.5$  mm in GHAI vs.  $11.3 \pm 4.3$  mm in GHPI,  $P = 0.014$  for lateral absolute and  $13.8 \pm 4.6$  mm in GHAI vs.  $11.3 \pm 4.3$  mm in GHPI,  $P = 0.013$  for lateral scaled). Measuring coracoidal and acromial coverage angles in the glenoid plane, the CP in GHAI was also more superior, compared to CTRL and GHPI ( $52.7 \pm 5.8^\circ$  in GHAI vs.  $56.3 \pm 6^\circ$  in GHPI vs.  $61.7 \pm 8.6^\circ$  in CTRL,  $P$  (GHAI vs. GHPI) = 0.009,  $P$  (GHAI vs CTRL) = 0.003). Comparing the CP lateral coverage angle, the CP in GHAI was more medial than CTRL ( $32.6 \pm 9.5^\circ$  in GHAI vs.  $45.6 \pm 14.6^\circ$  in CTRL,  $P = 0.008$ ). As expected, the posterior acromial angle was significantly higher in the GHPI compared to GHAI and CTRL ( $75.1 \pm 7^\circ$  in GHPI vs.  $97.5 \pm 6.2^\circ$  in GHAI vs.  $79.9 \pm 5.1^\circ$  in CTRL,  $P$  (GHPI vs. GHAI) = 0.006,  $P$  (GHPI vs. CTRL) = 0.018).



## Schlussfolgerung

The position of the CP is more superior in patients with GHAI compared to GHPI and CTRL group. Future studies need to determine whether these morphologic results should have an impact on the decision on treatment of anterior shoulder instability.

## **KI-basierte MRT-gestützte volumetrische Analyse der Rotatorenmanschettenmuskulatur zeigt prädiktiven Wert für prä- und postoperative funktionelle Ergebnisse nach Rotatorenmanschettenrekonstruktion**

**Autorenliste:** Marco-Christopher Rupp<sup>1,2</sup>, Lauren Watkins<sup>2,3</sup>, Grant Dornan<sup>2</sup>, Jarrod Brown<sup>2</sup>, Annabel Geissbuhler<sup>2</sup>, Lara Riem<sup>4</sup>, Silvia Blemker<sup>4</sup>, Marilee Horan<sup>2</sup>, Maximilian Hinz<sup>2</sup>, Peter J. Millett<sup>2,5</sup>

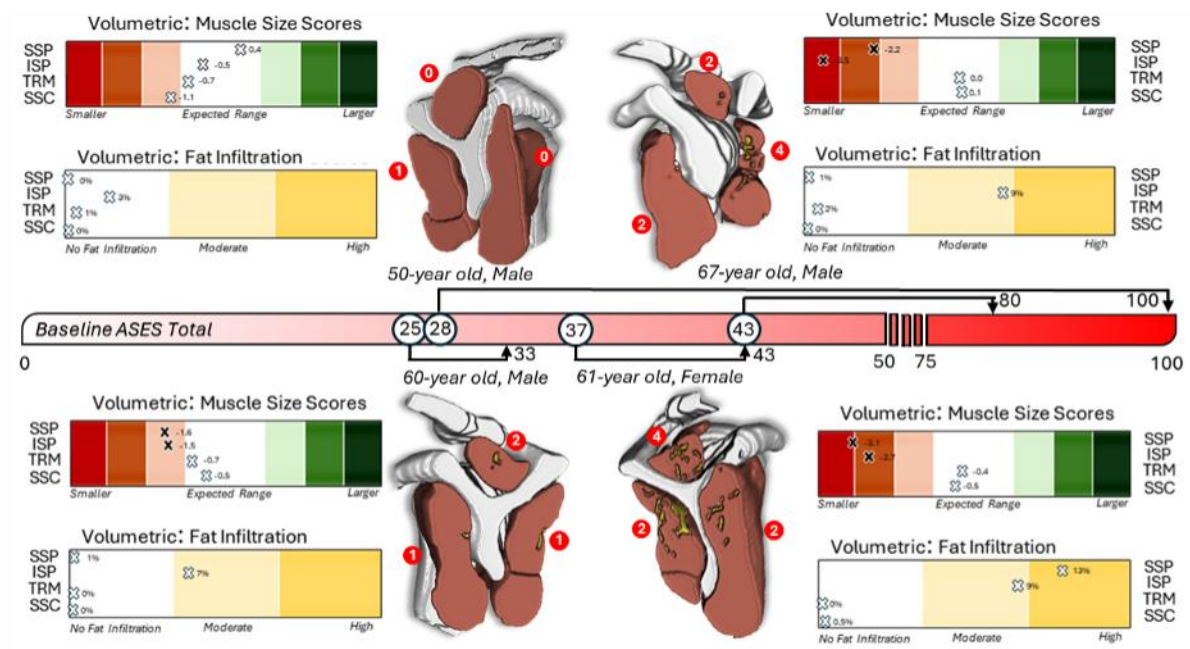
<sup>1</sup>*Sektion Sportorthopädie, TUM Klinikum rechts der Isar, Technische Universität München, München, Deutschland,* <sup>2</sup>*Steadman Philippon Research Institute, Vail, CO, Vereinigte Staaten,* <sup>3</sup>*Stanford University, Department of Rad/Musculoskeletal Imaging, San Francisco, CA, Vereinigte Staaten,* <sup>4</sup>*Springbok Analytics, Inc., Charlottesville, VA, Vereinigte Staaten,* <sup>5</sup>*The Steadman Clinic, Vail, CO, Vereinigte Staaten*

### **Fragestellung**

Der Erfolg der arthroskopischen Rekonstruktion der Rotatorenmanschette (RM-Reko) wird maßgeblich vom biologischen Zustand der Muskulatur beeinflusst. Traditionelle Klassifikationen der Muskelatrophie und Fettinfiltration, wie die Graduierungen nach Goutallier und Thomazeau, sind subjektiv und kategorial und führen häufig zu eingeschränkter Reliabilität. Die MRT-basierte volumetrische Analyse stellt einen potenziell präziseren und prognostisch relevanteren Ansatz zur Beurteilung der Rotatorenmanschettenmuskulatur dar. Ziel der Untersuchung war, ob eine präoperative, KI-basierte Volumetrie der Rotatorenmanschettenmuskulatur 1) postoperative funktionelle Ergebnisse nach RM-Reko vorhersagen kann und 2) wie diese quantitativen Parameter mit manuellen Graduierungen korrelieren.

### **Methodik**

In diese retrospektive Studie wurden 103 Patienten (mittleres Alter  $59 \pm 7$  Jahre, 33 Prozent weiblich) mit vollschichtigen Rotatorenmanschettenrupturen der Supraspinatussehne mit oder ohne Ausdehnung auf weitere Sehnen eingeschlossen, die sich einer RM-Reko unterzogen. Präoperativ sowie mindestens zwei Jahre postoperativ wurden patientenberichtete Outcome-Parameter (PROs) erhoben, darunter der American Shoulder and Elbow Surgeons Score (ASES), der Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand Score (QuickDASH), die Single Assessment Numeric Evaluation (SANE) und die Physical Component Summary des Short Form-12 (SF-12 PCS). Die MRT-Analyse umfasste manuelle Goutallier- und Thomazeau-Graduierungen, den Critical Shoulder Angle (CSA), die mediolaterale Rissgröße sowie automatisierte volumetrische Parameter der Supraspinatus- (SSP), Infraspinatus- (ISP) und Subscapularis- (SSC) Muskulatur, einschließlich Muskelvolumen, Fettinfiltration und relativer Volumenanteile, basierend auf KI-gestützter dreidimensionaler Segmentierung (siehe Abb. 1).



## Ergebnisse

Von den 103 eingeschlossenen Patienten waren 97 für das Mindest-Follow-up von zwei Jahren verfügbar (Follow-up Rate: 94%). Es zeigten sich signifikante Verbesserungen im ASES, QuickDASH, SANE und SF-12 PCS (alle  $p < 0,001$ ). Die manuellen Goutallier-Graduierungen korrelierten signifikant mit den automatisierten volumetrischen Parametern im SSP ( $p = 0,01$ ) und ISP ( $p < 0,001$ ), jedoch nicht im SSC ( $p = 0,63$ ). Das Muskelvolumen des ISP zeigte signifikante positive Korrelationen mit dem SF-12 PCS ( $\rho = 0,243$ ,  $p = 0,014$ ) und war signifikant mit dem Erreichen des Patient Acceptable Symptom State (PASS) für den ASES assoziiert (PASS-Gruppe  $-0,61 \pm 1,04$ ; Nicht-PASS-Gruppe  $-1,59 \pm 1,13$ ;  $p = 0,013$ ). Die Fettinfiltration des ISP korrelierte signifikant negativ mit dem SF-12 PCS ( $\rho = -0,20$ ,  $p = 0,044$ ). Auch das Muskelvolumen des SSP zeigte signifikante positive Korrelationen mit dem SF-12 PCS ( $\rho = 0,246$ ,  $p = 0,013$ ) und war mit dem Erreichen des PASS für den ASES assoziiert (PASS-Gruppe  $-1,06 \pm 1,08$ ; Nicht-PASS-Gruppe  $-1,86 \pm 1,04$ ;  $p = 0,025$ ). Keine der manuellen Messungen von Fettinfiltration oder Muskelatrophie zeigte eine signifikante Assoziation mit postoperativen Outcomes.

## Schlussfolgerung

Die KI-basierte MRT-Volumetrie der Rotatorenmanschettenmuskulatur korrelierte gut mit manuellen Beurteilungen und zeigte im Vergleich zu traditionellen Messungen von Fettinfiltration und Muskelgröße eine überlegene prädiktive Aussagekraft für prä- und postoperative funktionelle Ergebnisse nach RM-Reko. Dieser Ansatz kann die präoperative Risikostratifizierung und Entscheidungsfindung bei der arthroskopischen Rotatorenmanschettenrekonstruktion verbessern.

## **Zementverbleib bei periprothetischer Ellenbogeninfektion – Einfluss auf Reimplantation und Revision**

**Autorenliste:** Jan Hockmann<sup>1</sup>, Marc Weber<sup>1</sup>, Sebastian Wegmann<sup>1</sup>, Valentin Rausch<sup>1</sup>, Lars P. Müller<sup>1</sup>, Dang Dinh<sup>1</sup>, Tim Leschinger<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universität zu Köln, Medizinische Fakultät, Klinik und Poliklinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Plastische-Chirurgie, Köln, Deutschland

### **Fragestellung**

Bei der zweizeitigen Revision periprothetischer Infektionen nach Ellenbogenendoprothetik wird meist eine vollständige Zemententfernung angestrebt, um das Risiko persistierender Infektionen zu minimieren. Die Zementextraktion kann jedoch mit erhöhter operativer Morbidität einhergehen. Daten aus der Schulterendoprothetik legen nahe, dass ein begrenzter Zementverbleib die Reinfektionsrate nicht zwingend erhöht. Ziel dieser Studie war es zu untersuchen, ob verbliebener Zement bei zweizeitiger Revision periprothetischer Infektionen des Ellenbogens die Reimplantationsrate oder die Anzahl notwendiger Revisionseingriffe beeinflusst.

### **Methodik**

Es erfolgte eine retrospektive Analyse aller Fälle periprothetischer Infektionen nach totaler Ellenbogenendoprothetik, die mittels Explantation der Prothese behandelt wurden. Anhand von Operationsberichten und postoperativen Röntgenaufnahmen wurde beurteilt, ob der Zement vollständig entfernt oder partiell belassen wurde. Erfasst wurden unter anderem Reimplantationsraten sowie die Anzahl und Art weiterer Revisionseingriffe.

### **Ergebnisse**

Insgesamt wurden 35 Fälle eingeschlossen. In 24 Fällen wurden beide Prothesenkomponenten explantiert, in vier Fällen nur die humerale und in sieben Fällen nur die ulnare Komponente. Eine vollständige Zemententfernung war in 27 Fällen dokumentiert (77,1 %), jedoch zeigten postoperative Röntgenaufnahmen bei sieben dieser Fälle residuellen Zement. Somit wurden 20 Fälle als vollständige Zemententfernung und 15 Fälle als Zementverbleib klassifiziert. Eine Reimplantation wurde bei 13 Patientinnen und Patienten erreicht, davon in 45 % der Fälle mit vollständiger Zemententfernung und in 27 % der Fälle mit Zementverbleib ( $p = 0,332$ ). Bei nicht reimplantierten Fällen hatten die Betroffenen im Mittel zwei vorangegangene Revisionseingriffe (Spanne 1–5), ohne signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen ( $p = 0,657$ ). Nach erfolgter Reimplantation waren bis zu 11 weitere Revisionen erforderlich, ebenfalls ohne signifikanten Gruppenunterschied ( $p = 0,065$ ).

### **Schlussfolgerung**

Ein begrenzter Zementverbleib während der zweizeitigen Revision periprothetischer Infektionen nach Ellenbogenendoprothetik zeigte keinen signifikanten Einfluss auf die Reimplantations- oder Revisionsrate. In ausgewählten Fällen kann ein partieller Zementverbleib daher toleriert werden. Insbesondere, wenn für eine vollständige Entfernung ein erhöhtes Risiko für Komplikationen einzugehen wäre.

## **Zufriedenstellende Intra- und Inter-Rater-Reliabilität der MRT-basierten Munich Elbow Soft Tissue (MEST) Klassifikation von muskuloligamentären Verletzungen nach einfacher Ellenbogenluxation**

**Autorenliste:** Anja Wackerle<sup>1 2</sup>, Romed Vieider<sup>2</sup>, Pavel Kadantsev<sup>2</sup>, Yannik Leonhardt<sup>3</sup>, Alexander Marka<sup>3</sup>, Marie Kluge<sup>2</sup>, Lucca Lacheta<sup>2</sup>, Sebastian Siebenlist<sup>2</sup>

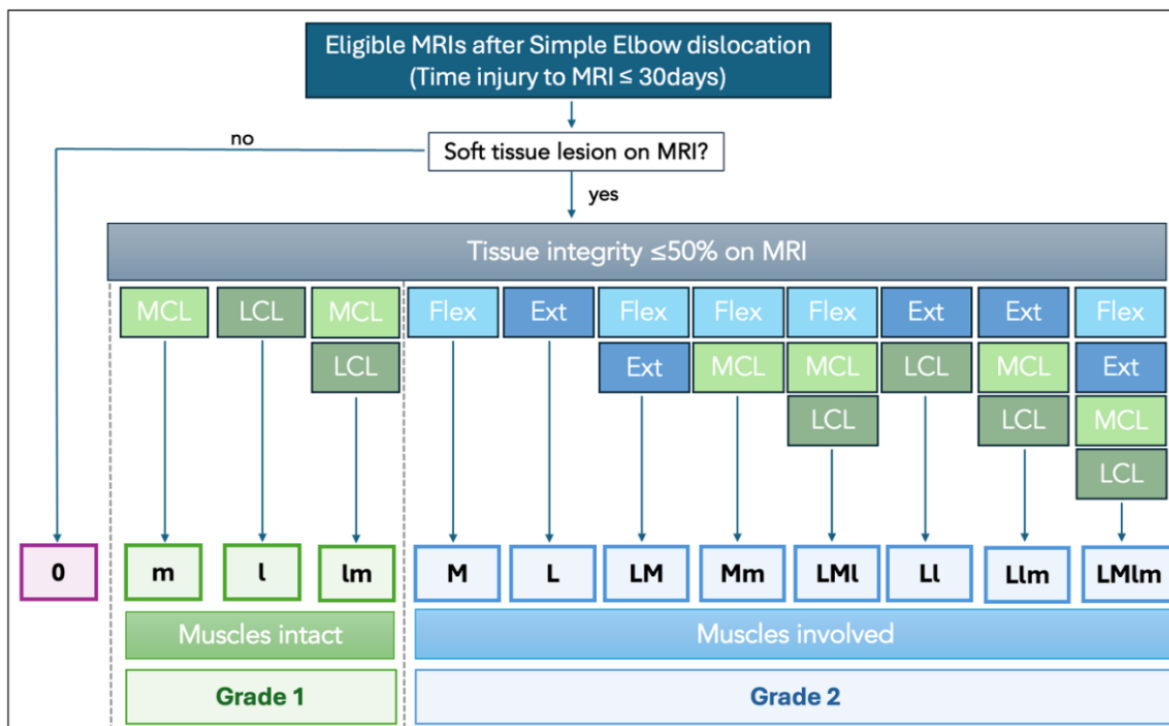
*<sup>1</sup>Abteilung für Sportorthopädie, TUM Klinikum Rechts der Isar, Ismaninger Str. 22, 81675 München, Deutschland, München, Deutschland, <sup>2</sup>Abteilung für Sportorthopädie, TUM Klinikum Rechts der Isar, München, Deutschland, <sup>3</sup>Abteilung für Radiologie, TUM Klinikum Rechts der Isar, München, Deutschland*

### **Fragestellung**

Nach einfachen Ellenbogenluxationen zeigen sich verschiedene Verletzungsmuster der muskuloligamentären Strukturen. Ziel der Munich Elbow Soft Tissue (MEST) Klassifikation ist eine strukturierte Einteilung dieser Verletzungsmuster in zwei übergeordnete Verletzungsgruppen (ligamentäre vs. muskuloligamentäre Verletzungen) sowie in Subklassifikationen (medial vs. lateral). Die vorliegende Studie untersucht die Intra- und Interrater-Reliabilität dieser Klassifikation.

### **Methodik**

Patienten, die zwischen dem 01.01.2012 und dem 31.12.2024 in einem überregionalen Traumazentrum aufgrund einer Ellenbogenluxation in Behandlung waren, wurden eingeschlossen. Folgende Ausschlusskriterien wurden angewandt: Frakturen, chronische muskuloligamentäre Verletzungen, Instabilität, Zeitraum > 30 Tage zwischen Luxation und Magnetresonanztomographie (MRT) und fehlende MRT-Bildgebung. Vier Rater (zwei Orthopäden und zwei Radiologen) beurteilten im MRT von 30 zufällig ausgewählten Patienten die muskuloligamentären Strukturen: Ligamentum collaterale mediale (MCL), Ligamentum collaterale ulnare laterale (LUCL), Ansatz der Flexoren- und Extensorenmuskulatur (Abb. 1). Die Inter- und Intrarater-Reliabilität und Subgruppenvergleiche entsprechend Fachrichtung und Ausbildungsstand wurden untersucht.



**Abbildung. 1:** Einteilung der Verletzungsmuster nach einfacher Ellenbogenluxation in Grad 1 (grün) und Grad 2 (blau) sowie weitere Subklassifikation in Abhängigkeit von der Beteiligung des Ligamentum collaterale ulnare (MCL), Ligamentum collaterale ulnare laterale (LUCL) sowie der Flexoren- (M) und Extensorenmuskulatur (L).

### Ergebnisse

Von den 30 eingeschlossenen Patienten (Alter  $38,1 \pm 13,4$  Jahre; Geschlecht 46,7 % männlich; BMI  $24,8 \pm 3,2$ ) betrug die mittlere Zeitspanne zwischen Verletzung und MRT  $4,2 \pm 3,9$  Tage. Die Interrater-Reliabilität der Gesamtheit aller Rater zeigte eine substantielle Übereinstimmung für die übergeordnete Verletzungsgruppe (Fleiss' Kappa = 0,69) und die Subgruppenklassifikation (Fleiss' Kappa = 0,64). Eine exakte Übereinstimmung aller Rater wurde in 70 % (n=21) für die übergeordnete Verletzungsgruppe und in 43 % (n=13) für die Subklassifikation festgestellt (Tabelle 1). Nach Fachrichtung stratifiziert ergab sich für die übergeordnete Verletzungsgruppe zwischen den Radiologen eine höhere Übereinstimmung als zwischen den Orthopäden. Für die Klassifikation der Subgruppen zeigte sich eine höhere Übereinstimmung zwischen den Orthopäden. Zwischen den Assistenzärzten zeigte sich die Übereinstimmung für die übergeordnete Verletzungsgruppe und die Subklassifikation geringfügig höher als zwischen den Fachärzten. Für die einzelnen anatomischen Strukturen lag die mittlere Intrarater-Reliabilität zwischen 0,82 (Extensoren) und 0,97 (MCL). Die Klassifikation zeigte eine substantielle bis exzellente Intrarater-Reliabilität für die übergeordnete Verletzungsgruppe (Kappa = 0,90) und für die Subgruppenklassifikation (Kappa = 0,80).

	<b>Alle Rater</b>	<b>Orthopäden</b>	<b>Radiologen</b>	<b>Fachärzte</b>	<b>Assistenzärzte</b>
	<b>(n = 4)</b>	<b>(n=2)</b>	<b>(n = 2)</b>	<b>(n = 2)</b>	<b>(n = 2)</b>
	$\kappa_F$	$\kappa_C$	$\kappa_C$	$\kappa_C$	$\kappa_C$
<b>Anatomische Strukturen</b>					
MCL	0,730	0,783	0,870	0,714	0,634
LUCL	0,782	0,634	0,634	1,000	0,634
Flexoren	0,755	0,780	0,730	0,661	0,857
Extensoren	0,661	0,658	0,670	0,735	0,577
<b>Hauptgruppe</b>	0,690	0,800	0,777	0,638	0,733
<b>Subklassifikation</b>	0,639	0,633	0,673	0,632	0,635

**Tabelle 1:** Ergebnisse der Interrater-Reliabilität ( $\kappa_F$  = Fleiss Kappa,  $\kappa_C$  = Cohen's Kappa). Ligamentum collaterale ulnare (MCL), Ligamentum collaterale ulnare laterale (LUCL)

### Schlussfolgerung

Die MEST-Klassifikation zur Einteilung von muskuloligamentären Verletzungen nach einfacher Ellenbogenluxation zeigte eine hohe Reliabilität unabhängig von Fachrichtung und Ausbildungsstand. Die Klassifikation ermöglicht die bildgebende Abschätzung der Verletzungsschwere und unterstützt bei weiterführenden Therapieentscheidungen.

## **KI-gestützte Diagnostik kindlicher Ellenbogenfrakturen**

**Autorenliste:** Till Rosenkranz<sup>1</sup>, Marc Weber<sup>1</sup>, Michael Sarter<sup>1</sup>, Lars-Peter Müller<sup>1</sup>, Valentin Rausch<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Uniklinik Köln, Uniklinik Köln, Köln, Deutschland

### **Fragestellung**

Die radiologische Beurteilung kindlicher Ellenbogenverletzungen ist aufgrund multipler Ossifikationszentren, hoher anatomischer Variabilität und häufig nur subtiler Frakturzeichen diagnostisch anspruchsvoll. Übersehene Frakturen können relevante funktionelle Einschränkungen und wachstumsbedingte Komplikationen nach sich ziehen. Ziel dieser Studie war es zu untersuchen, ob ein KI-basiertes Assistenzsystem die diagnostische Sicherheit bei der Frakturerkennung am kindlichen Ellenbogen erhöhen kann und inwieweit insbesondere Assistenzarztgruppen durch KI-Unterstützung an das Leistungsniveau erfahrener Fachärzte herangeführt werden können.

### **Methodik**

In einer prospektiv-retrospektiven Beobachtungsstudie wurden anonymisierte konventionelle Röntgenaufnahmen des kindlichen Ellenbogens analysiert. Die Befundung erfolgte durch vier unabhängige Bewertungsgruppen: (1) Assistenzarztgruppe ohne KI-Unterstützung, (2) KI allein, (3) KI-unterstützte Assistenzarztgruppe sowie (4) Facharztgruppe. Die Assistenzarztgruppen bestanden jeweils aus zwei Assistenzärzten, die Facharztgruppe aus zwei erfahrenen Fachärzten. Die KI-unterstützte Befundung wurde von denselben zwei Assistenzärzten durchgeführt. Zwischen den Bewertungsdurchgängen wurde ein zeitlicher Abstand von sechs Wochen eingehalten.

Die KI wurde nicht autonom eingesetzt, sondern als strukturierte Entscheidungsunterstützung mit standardisierter Analyse der Bildqualität, der altersentsprechenden Ossifikationszentren (CRITOE), der vorderen Humeruslinie (Rogers-Linie), der radiokapitellären Linie, der ulnohumeralen Kongruenz sowie direkter und indirekter Frakturzeichen einschließlich des Fat-Pad-Zeichens. Die Entscheidung erfolgte binär (Fraktur ja/nein). Referenzstandard war die konsentiertere klinisch-radiologische Enddiagnose. Erfasst wurden Trefferquote, Sensitivität, Spezifität, falsch-negative Rate sowie positive und negative prädiktive Werte.

### **Ergebnisse**

Die alleinige KI-basierte Beurteilung zeigte eine Trefferquote von 0,55 bei einer Sensitivität von 0,48 und einer Spezifität von 0,68. Die Assistenzarztgruppe ohne KI-Unterstützung erreichte eine Trefferquote von 0,81 (Sensitivität 0,84; Spezifität 0,76). Die KI-unterstützte Assistenzarztgruppe erzielte die höchste diagnostische Leistungsfähigkeit mit einer Trefferquote von 0,91, einer Sensitivität von 0,91 und einer Spezifität von 0,93. Die falsch-negative Rate konnte hierbei auf 0,09 reduziert werden (PPV 0,96; NPV 0,84). Die Facharztgruppe zeigte eine Trefferquote von 0,82 bei einer Sensitivität von 0,79 und einer Spezifität von 0,86 (PPV 0,88; NPV 0,77). Das Leistungsniveau der KI-unterstützten Assistenzarztgruppe übertraf damit sowohl die Assistenzarztgruppe ohne KI-Unterstützung als auch die Facharztgruppe.

### **Schlussfolgerung**

KI-basierte Systeme sind als alleinige diagnostische Instanz bei der Frakturerkennung am kindlichen Ellenbogen limitiert. Als strukturierte Entscheidungsunterstützung können sie jedoch die diagnostische Sicherheit von Assistenzarztgruppen deutlich erhöhen, insbesondere durch eine relevante Reduktion falsch-negativer Befunde und eine Annäherung an das Leistungsniveau erfahrener Fachärzte. Aufgrund der breiten Verfügbarkeit KI-basierter Assistenzsysteme besteht insbesondere für periphere Versorgungseinrichtungen mit geringer Fallzahl kindlicher Ellenbogenverletzungen das Potenzial, die diagnostische Qualität und Patientensicherheit nachhaltig zu verbessern.

Für Bildanalyse und Entscheidungsunterstützung wurde KI genutzt; die endgültige Diagnose erfolgte ärztlich.

## **Molekulares Profiling der humanen Bizepssehne: Einblicke in die zelluläre Diversität und Pathogenese der Tendinopathie**

**Autorenliste:** Dominik Bühler<sup>1</sup>, Ivan Osinnii<sup>2</sup>, Joanna Mitchelmore<sup>2</sup>, Valentina Tadini<sup>2</sup>, Yufei Li<sup>2</sup>, Sophie Lemire<sup>2</sup>, Karoliina Pelttari<sup>3</sup>, Sebastian A. Müller<sup>4</sup>, Andreas Müller<sup>1</sup>, Carsten Jacobi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Orthopaedic Surgery and Traumatology, University Hospital Basel, Basel, Schweiz*, <sup>2</sup>*Diseases of Aging and Regenerative Medicine, Novartis Biomedical Research, Basel, Schweiz*, <sup>3</sup>*Department of Biomedicine, University and University Hospital Basel, Basel, Schweiz*, <sup>4</sup>*Medical Faculty, University of Basel, Basel, Schweiz*

### **Fragestellung**

Tendinopathien zählen zu den häufigsten Überlastungsschäden des muskuloskeletalen Systems und äußern sich durch Schmerzen, Funktionsminderung und eingeschränkte Belastbarkeit infolge degenerativer Veränderungen der Sehne. Mit zunehmendem Alter steigt die Prävalenz der Tendinopathie, bedingt durch eine nachlassende Stammzellaktivität, Desorganisation der Kollagenfasern und eine verminderte Heilungsfähigkeit. Trotz ihrer scheinbar einfachen Struktur offenbart die Sehne eine bemerkenswerte biologische Komplexität, jedoch mit nur begrenzter Regenerationsfähigkeit. Die zugrunde liegenden molekularen Prozesse sind bislang nur teilweise verstanden. Ziel dieser Arbeit war es, durch single-cell-RNA-Sequenzierung (scRNA-seq) von langen Bizepssehnen unterschiedlicher Krankheitsausprägung die zellulären und molekularen Mechanismen der Tendinopathie zu charakterisieren.

### **Methodik**

Insgesamt wurden 40 Patienten mit tendinopathischen Läsionen der Rotatorenmanschette, SLAP-Läsionen oder kombinierten RC-SLAP-Verletzungen (TDY-Gruppe) sowie 20 Patienten mit proximalen Humerusfrakturen ohne klinische Tendinopathie als Kontrollgruppe (HF) eingeschlossen. Nach Ethikvotum und Einverständnis wurden klinische Parameter erfasst und lange Bizepssehnen in intra- und extraartikuläre Abschnitte getrennt. Die histopathologische Beurteilung erfolgte anhand des Bonar-Scores. Für die Transkriptomanalyse wurden ausgewählte Proben (TDY n=5, HF n=5) nach dem 10X Genomics FLEX-Protokoll einer scRNA-seq unterzogen. Die bioinformatische Auswertung umfasste die Integration von single-cell-Atlanten (Seurat in R), Analysen der Zellkomposition, differentieller Genexpression, Signalwegaktivität und Zell-Zell-Interaktionen.

### **Ergebnisse**

Insgesamt wurden etwa 157.500 Zellen analysiert. Tenocyten bildeten rund 80 % der Zellpopulation und ließen sich in mehrere Subpopulationen differenzieren. Makrophagen machten etwa 10 % aus; kleinere Populationen bestanden aus Endothel-, glatten Muskel-, T- und Mastzellen. In intraartikulären Arealen – mit höhergradiger Pathologie – fanden sich vermehrt katabole und profibrotische Tenocyten, während extraartikuläre Bereiche durch inflammatorisch-aktive und reparative Tenocyten charakterisiert waren. Pseudobulk-Analysen zeigten ausgeprägte regionsabhängige Genexpressionsunterschiede sowie eine erhöhte Immunaktivität und eingeschränkte Regenerationstendenz in tendinopathischen gegenüber Sehnen von Frakturpatienten.

### **Schlussfolgerung**

Der erstellte single-cell-Atlas gesunder und pathologisch veränderter Bizepssehnen bietet ein bislang einzigartiges, hochauflösendes Bild der zellulären und molekularen Architektur der Tendinopathie. Trotz ähnlicher histopathologischer Bonar-Scores offenbarte die molekulare Analyse bei Tendinopathien eine deutlich gesteigerte Entzündungs- und Immunaktivität sowie eine reduzierte regenerative Kapazität. Diese Diskrepanz verdeutlicht, dass klassische histologische Verfahren die

komplexe Biologie der Sehne nur unvollständig erfassen. Die Identifikation spezifischer Tenocyten-Subtypen und ihrer Interaktion mit Immunzellen eröffnet neue Perspektiven für ein vertieftes Verständnis der Sehnenpathophysiologie und die Entwicklung gezielter molekularer Therapien.

## **Nose2Elbow – autologe nasale Chondrozytentransplantation als neue gelenkerhaltende Therapieoption bei radiohumeraler Arthrose**

**Autorenliste:** Dominik Bühler<sup>1</sup>, Dirk Maier<sup>1</sup>, Vivien Schmitz<sup>1</sup>, Anke Wixmerten<sup>2</sup>, Sylvie Miot<sup>2</sup>, Steve O'keeffe<sup>3</sup>, Martin Haug<sup>4</sup>, Andrea Barbero<sup>2</sup>, Ivan Martin<sup>2</sup>, Andreas Müller<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Orthopaedic Surgery and Traumatology, University Hospital Basel, Basel, Schweiz, <sup>2</sup>Department of Biomedicine, University and University Hospital Basel, Basel, Schweiz, <sup>3</sup>Board member Johns Hopkins BioChemical Department., Founder of Angry@Arthritis (nonprofit)., Baltimore, MD, Vereinigte Staaten, <sup>4</sup>Plastic, Reconstructive, Aesthetic, and Hand Surgery, University Hospital Basel, Basel, Schweiz

### **Fragestellung**

Die radiohumere Arthrose zwischen Caputulum humeri und Radiuskopf, stellt eine klinisch relevante Herausforderung dar. Konventionelle Therapien sind limitiert und zielen meist auf Schmerzreduktion oder Endoprothetik ab, während gelenkerhaltende Verfahren kaum etabliert sind. Aufbauend auf der etablierten Nose2Knee-Technik, bei der autologe nasale Chondrozyten zu einem implantierbaren Knorpelgewebe kultiviert werden, haben wir dieses Konzept erstmals für den Ellenbogen adaptiert. Ziel war es, die technische Machbarkeit, Sicherheit und erste klinische Resultate dieser Methode bei posttraumatischer radiohumeraler Arthrose zu evaluieren.

### **Methodik**

Bei zwei Patienten mit posttraumatischen Knorpeldefekten des Ellbogens (radiokapitellare Region) wurde eine autologe Knorpelbiopsie aus der Nasenscheidewand entnommen. Die isolierten nasalen Chondrozyten wurden in vitro expandiert und auf eine Kollagenmembran aufgebracht, wodurch ein dreidimensionales Knorpelgewebe (nasal chondrocyte tissue-engineered cartilage, N-TEC) entstand – analog zur Nose2Knee-Technik, welche gute Ergebnisse in einer multizentrischen Phase II Studie gezeigt hat.

Die Implantation erfolgte über einen Anconeus-Approach, der eine gute Exposition der radiohumeralen Artikulation ohne Ablösung der lateralen Bänder erlaubte. Die N-TEC Membran wurde transossär mit resorbierbaren Fäden fixiert. Postoperativ erfolgte eine frühfunktionelle Mobilisation.

Primärer Endpunkt war die klinische Schmerz- und Funktionsverbesserung via PREE (Patient-Rated Elbow Evaluation, best 0, worst 100) und SVE (Subjective Elbow Value, best 100, worst 0). Sekundär wurde die Integrität des Transplantats im MRI beurteilt.

### **Ergebnisse**

Bei einem 46-jährigen männlichen Patienten mit fortgeschrittenen Knorpelschäden radial und humeral (kissing lesions) bei posttraumatischer Arthrose nach Radiuskopf Fraktur liegen die ersten 6-Monats-Daten vor. Der SEV verbesserte sich von 60 auf 70 Punkte. Der PREE-Score verbesserte sich von 40 präoperativ auf 22 nach 6 Monaten, was sowohl Schmerz- (20 → 9) als auch Funktionsverbesserung (20 → 13) widerspiegelt.

Die Beweglichkeit nahm zu (Flex/Ext 120/20/0° → 140/4/0°, Pro/Sup 70/0/70° → 90/0/70°).

Krepitationen waren postoperativ nicht mehr nachweisbar, und die Stabilität blieb erhalten.

Das 6-Monats-MRI zeigte eine gute strukturelle Integration der N-TEC Membran ohne Zeichen einer Transplantatdelamination.

Die zweite Patientin (24-jährig) wurde aufgrund eines Knorpelschadens am Caputulum humeri nach fehlgeschlagener Vorbehandlung operiert. Die N-TEC-Implantation verlief erfolgreich. Klinische Kontrolle nach 6 Wochen verlief regulär, weitere Zeitpunkte ausstehend.

### **Schlussfolgerung**

Diese erstmalige Anwendung der N-TEC Knorpeltherapie am Ellenbogen demonstriert die technische Machbarkeit und ein vielversprechendes klinisches Ergebnis in der Frühphase. Bisher sind keine Nebenwirkungen aufgetreten. Der Anconeus-Approach bietet eine sichere Exposition ohne Bandverletzung.

Trotz der limitierten Fallzahl zeigt das Konzept Potenzial als gelenkerhaltende Therapieoption bei radiohumeraler Arthrose, insbesondere bei posttraumatischen Knorpeldefekten mit kissing lesions. Weitere prospektive Studien sind notwendig, um biomechanische Belastbarkeit, Langzeitergebnisse und morphologische Integration zu evaluieren.

## **Präklinische Evaluation einer akromialen Periostlappentechnik zur Augmentation bei ACG-Sprengungen**

**Autorenliste:** Ole Somberg<sup>1</sup>, Eckart Förster<sup>2</sup>, Thomas Rosteius<sup>1</sup>, Maria Bernstorff<sup>1</sup>, Thomas Schildhauer<sup>1</sup>, Matthias Königshausen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>BG Universitätsklinikum Bergmannsheil, Bochum, Deutschland, <sup>2</sup>Ruhr-Universität Bochum, Institut für Anatomie, Bochum, Deutschland

### **Fragestellung**

Ziel der Studie war es, die Darstellung und Präparation eines akromialen Periostlappens zu untersuchen und dessen Potenzial als lokale, autologe biologische Augmentation bei ACG-Sprengungen zu evaluieren sowie die biomechanischen Eigenschaften der Periostlappen zu analysieren.

### **Methodik**

Humane Schulterpräparate (n=10) wurden untersucht. Über einen direkten Zugang zum ACG wurde ein akromialer Periostlappen von drei Seiten des Akromions abpräpariert, wobei der klavikula-nahe Ansatz des Periostlappens belassen wurde. Der Lappen wurde über das ACG auf die Klavikula umgeschlagen und transossär fixiert. Länge, Breite und klavikuläre Überlappung des Periostlappens wurden gemessen. Die Periostlappen wurden biomechanisch in einer uniaxialen Zugprüfmaschine (TH2730, Fa. Grip-Engineering, Nürnberg, Germany) getestet.

### **Ergebnisse**

An allen Humanpräparaten war es möglich einen akromialen Periostlappen zu mobilisieren und über das ACG auf der Klavikula zu fixieren. Die Periostlappen zeigten eine durchschnittliche Länge von  $2.3 \pm 0.5$ cm, eine Breite von  $1.75 \pm 0.5$ cm, sowie eine klavikuläre Überlappung von  $1.29 \pm 0.6$ cm.

Die biomechanische Testung der Periostlappen ergab eine mittlere Spannung bei 50% Dehnung ( $\sigma$  (50%)) von  $0.59 \pm 0.27$  N/mm<sup>2</sup>, eine Maximalkraft (F<sub>max</sub>) von  $21.1 \pm 10.67$  N, eine maximale Spannung ( $\sigma_{max}$ ) von  $0.73 \pm 0.3$  N/mm<sup>2</sup>, eine Dehnung bei Maximalkraft ( $\epsilon$ (F<sub>max</sub>)) von  $0.91 \pm 0.47$  %, sowie eine Dehnung beim Versagen ( $\epsilon$  at failure) von  $1.25 \pm 0.47$  %.

### **Schlussfolgerung**

Die Studie zeigte, dass ein akromialer Periostlappen mobilisiert, über das ACG geführt und an der Klavikula fixiert werden kann. Der Periostlappen bietet eine zusätzliche lokal verfügbare Augmentationsoption bei ACG-Sprengungen.

## **Spannungsverteilung der Membrana interossea des Unterarms – eine biomechanische Kadaverstudie**

**Autorenliste:** Michael Sarter<sup>1</sup>, Tim Leschinger<sup>1</sup>, Lars P. Müller<sup>1</sup>, Nadine Ott<sup>1</sup>

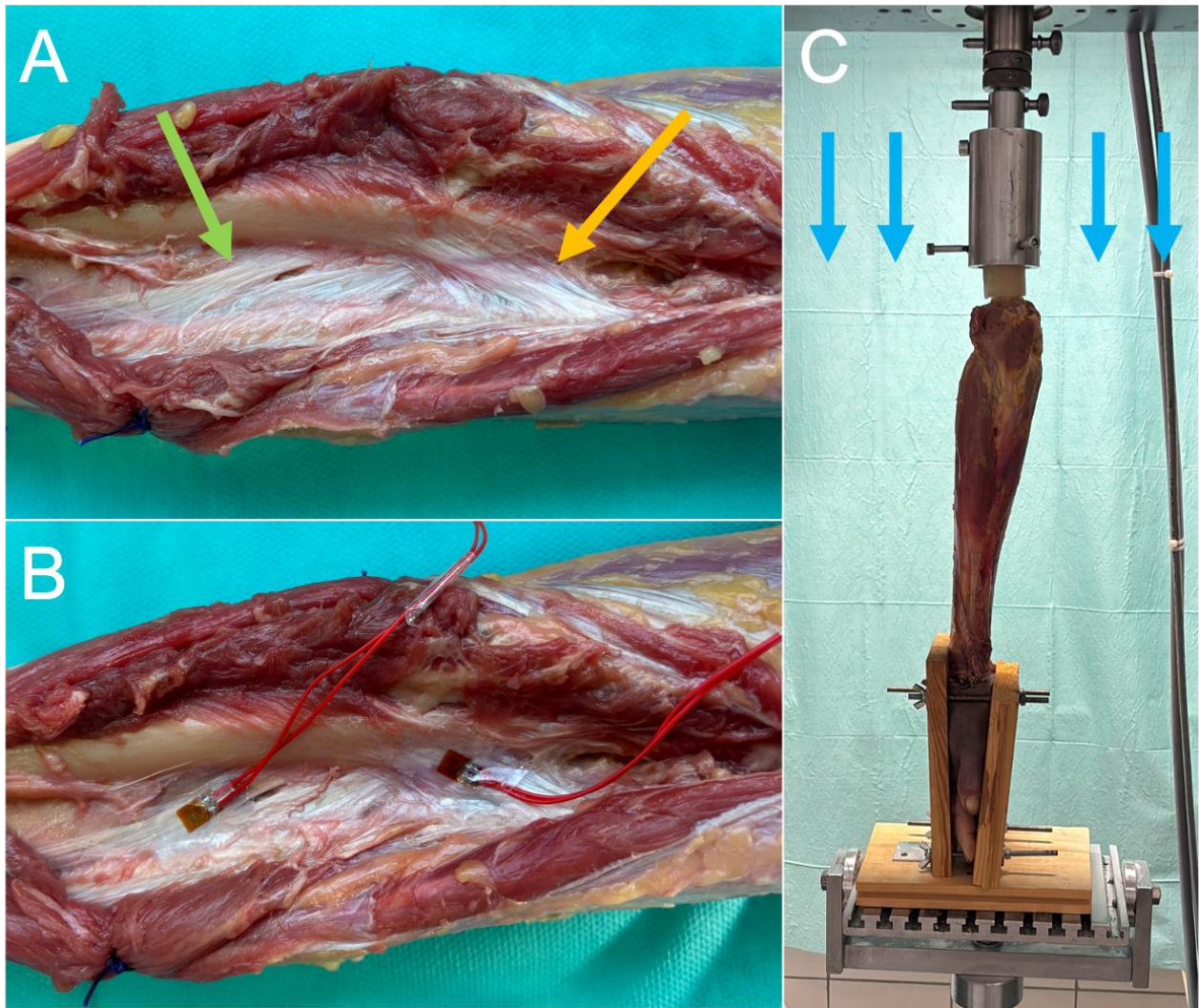
<sup>1</sup>*Klinik und Poliklinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Plastisch-Ästhetische Chirurgie Uniklinik Köln, Köln, Deutschland*

### **Fragestellung**

Die Membrana interossea antebrachii (IOM) trägt maßgeblich zur longitudinalen und transversalen Stabilität des Unterarms bei und bildet eine funktionelle Einheit zwischen Hand- und Ellenbogengelenk. Da Partial- und auch Totalrupturen häufig unerkannt bleiben, sind sie eine therapeutische Herausforderung und mit einem schlechten funktionellen Outcome verbunden. Das zentrale Band (ZB) stellt anatomisch die stabilste Struktur der IOM dar, sodass sich die bisherigen biomechanischen Testungen und Rekonstruktionen primär auf das ZB fokussieren. In Kadaverstudien zeigt sich häufig ein ebenfalls kräftiges, proximales Band (PB), dessen Fasern oblique zu denen des ZB verlaufen. Daher war das Ziel dieser biomechanischen Studie erstmalig die direkte Spannungsverteilung auf das ZB und das PB in Abhängigkeit der Unterarmpositionen (Neutral, Pronation, Supination) zu bestimmen.

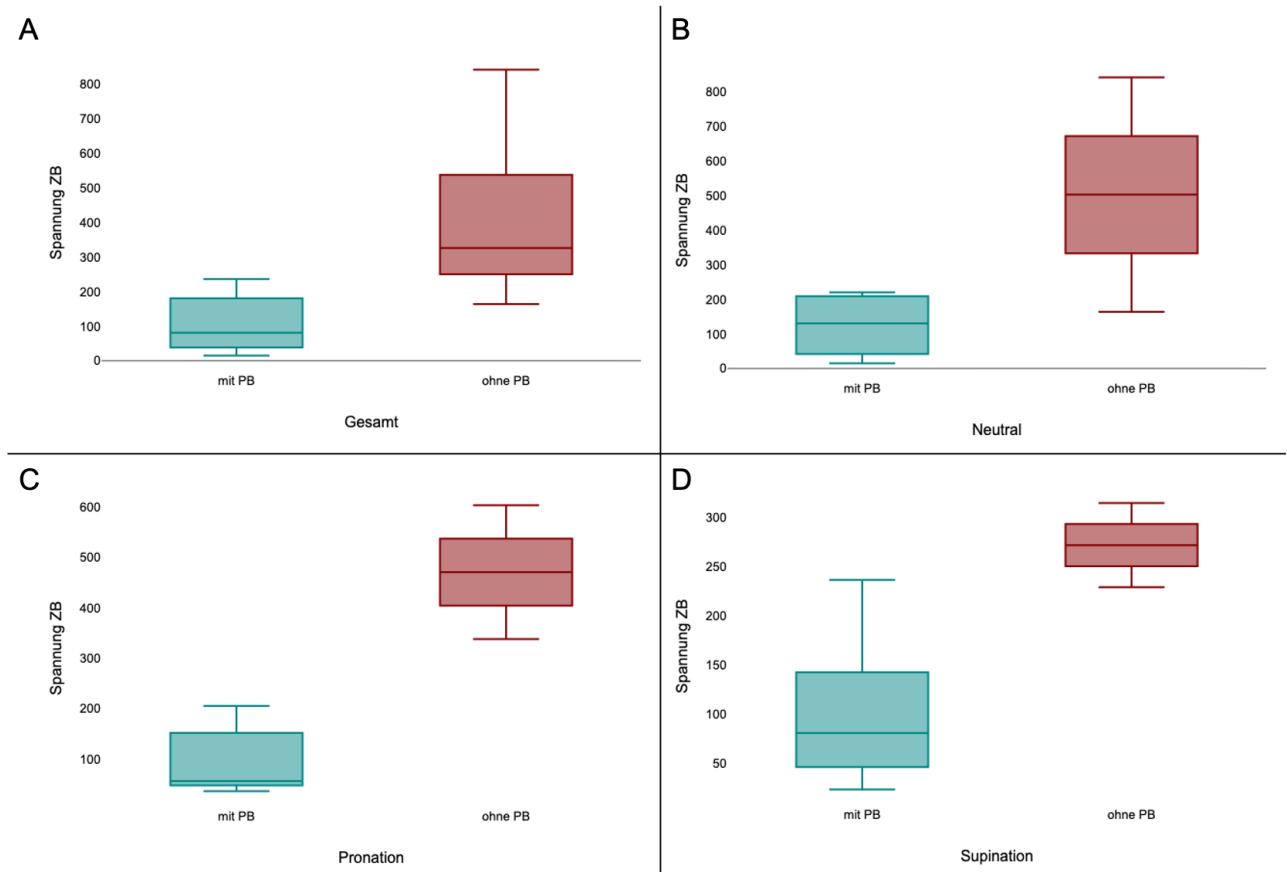
### **Methodik**

Das ZB und PB der IOM von 8 frisch gefrorenen Kadaverarmen wurden hinsichtlich ihres Spannungsverhaltens in der Neutral-, Pronations-, und Supinationsstellung des Unterarmes untersucht. Dazu wurden die Arme mit gestrecktem Ellenbogen- und Handgelenk in eine universelle Testmaschine (Zo10, Zwick/Roell, Ulm Deutschland) eingespannt und einem longitudinalen Druck von -10 N – +130 N ausgesetzt. Die Spannung des ZB und PB wurde indirekt mit Dehnungsmessstreifen (Fa. HBM, 16 Ohm) gemessen. Mit Hilfe statistischer Analysen wurden deskriptive Statistiken und signifikante Unterschiede ermittelt.



### Ergebnisse

Das ZB lag in allen IOM vor, während das PB nur in 6 der 8 IOM vorhanden war. In allen Szenarien wurde während der Druckphase eine positive Spannung der ZB beobachtet. Diese betrug im Mittel 184,93 mm/m. Bei den Spannungen der ZB mit vorliegendem PB (MW 108,2 mm/m) und der ZB ohne vorliegendes PB (MW 415,2 mm/m) unabhängig der Armposition konnte ein signifikanter Unterschied ( $p = 0,035$ ) nachgewiesen werden. Die Unterschiede in Spannungsänderung der ZB und des PB in Abhängigkeit der Armposition waren nicht signifikant. Das Spannungsverhalten (Spannung vs. Entspannung) des PB zeigte keine Unterschiede in Abhängigkeit der Armposition. Bei gespanntem PB waren die Mittelwerte in Supinationsstellung am höchsten (Neutral 4,22 mm/m, Pronation 18,96 mm/m, Supination 85,49 mm/m).



### Schlussfolgerung

Unter longitudinalem Druck konnte eine unterschiedlich starke Spannung des ZB in Abhängigkeit des Vorliegens eines PB nachgewiesen werden. Auch wenn die genaue Biomechanik des PB noch nicht verstanden ist, zeigen die Ergebnisse dieser Studie, dass das PB, falls vorhanden, eine wichtige Rolle in der longitudinalen Stabilität des Unterarmes zu spielen scheint. Es sollte daher in zukünftigen Studien evaluiert werden, ob das PB diagnostisch erfasst werden kann und dementsprechend bei der Rekonstruktion einer longitudinalen Instabilität adressiert werden sollte.

## Contact Pressure Profile of a Novel Rotator Cuff Fixation Device - Finite Element Analysis

**Autorenliste:** Tobias Götz<sup>1</sup>, Philip Kasten<sup>2</sup>, Srinath Kamineni<sup>3</sup>, Stefan Welte<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Inovedis GmbH, Albstadt, Deutschland, <sup>2</sup>Orthopädisch Chirurgisches Centrum, Tübingen, Deutschland, <sup>3</sup>Orthopaedic Museum Inc, Lexington, Vereinigte Staaten, <sup>4</sup>ACURA Klinik Albstadt GmbH, Albstadt, Deutschland

### Fragestellung

Rotator cuff retears remain common after surgical fixation. One possible explanation is that current fixation constructs fail to recreate the native biomechanical and biological environment required for tendon-to-bone healing. The present study aimed to evaluate the contact mechanics and tendon stress distribution of a novel, sutureless fixation device using finite element analysis (FEA).

### Methodik

A three-dimensional FEA model of the humerus, rotator cuff tendons, and a novel implant was developed based on computer aided design (CAD) data. The humerus and tendon geometries were idealized from an established rotator cuff block model. Material properties for bone, tendon, and PEEK were assigned from previous studies and validated test data. Boundary conditions simulated physiological pre-tensioning of 10 N and anchor loading ranging from 20 N to 100 N, in 5 increments. Contact areas, average and maximum contact pressures, and tendon stresses were quantified across the five loading scenarios.

Item	Material	Young's modulus (MPa)	Poisson's ratio
Humerus	Bone	13800	0.3
Tendon	Soft Tissue	56.376	0.0007143
Implant	PEEK	3700	0.36

Table 1: Material properties of the model.

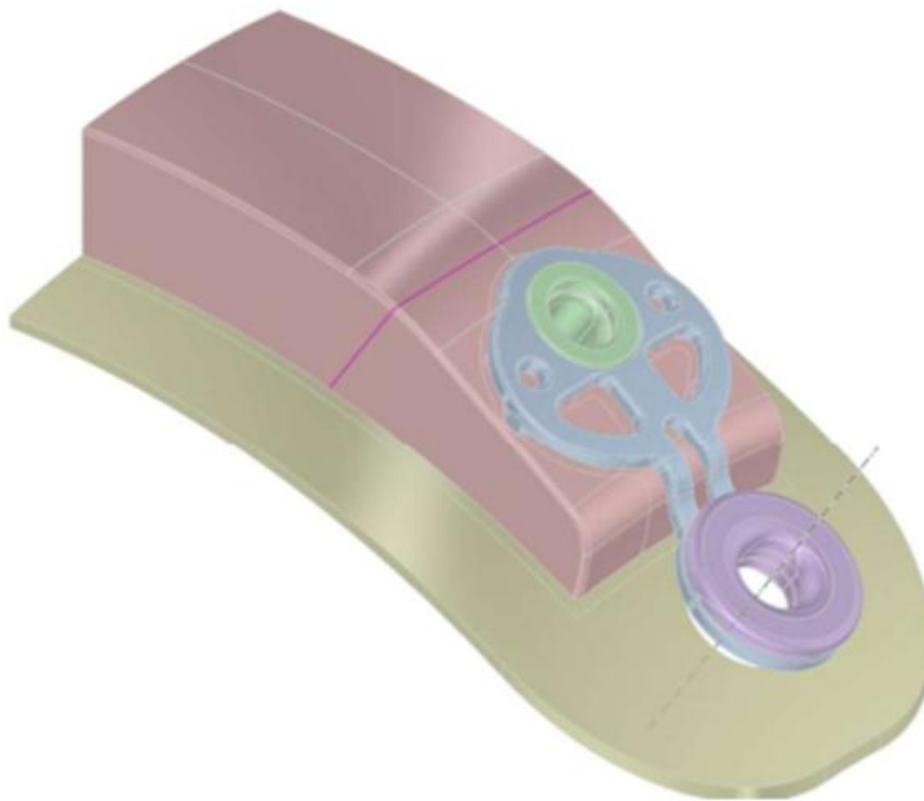


Image 1: Arrangement of the model used for the finite element analysis.

### Ergebnisse

The average contact pressure between the tendon and humerus increased linearly with medial anchor load, ranging from 0.475 MPa (20 N) to 0.817 MPa (100 N). In contrast, the maximum contact pressure remained nearly constant at approximately 9.8–9.9 MPa across all simulations at the fixation area. The effective contact area ranged between 165 mm<sup>2</sup> and 203 mm<sup>2</sup>. The von Mises stress within the tendon remained below 32 MPa.

Model	Average Contact Pressure (MPa)	Max. Contact Pressure (MPa)	Contact Area (mm <sup>2</sup> )	Max. von Mises Stress (MPa)
20 N	0.475	9,769	165,51	28.085
40 N	0.565	9,761	197,93	29.331
60 N	0.651	9,837	203,22	30.125
80 N	0.735	9,888	190,13	30.912
100 N	0.817	9,935	170,43	31.651

Table 2: Results for the different models.

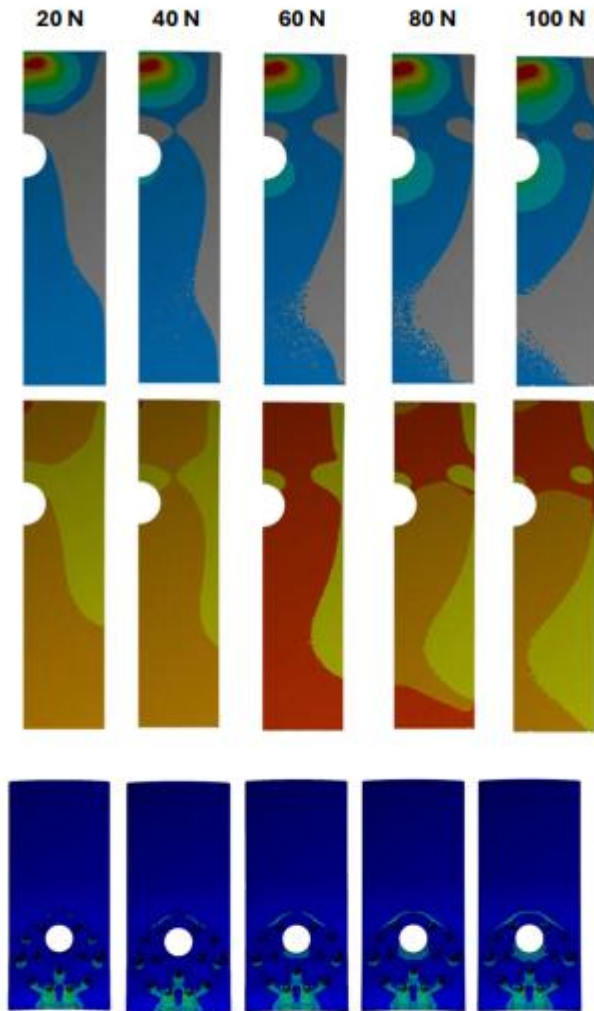


Image 2: Contact area, contact pressure and von Mises stress

throughout the different models.

### Schlussfolgerung

The novel implant demonstrates favorable contact pressure during insertion of the medial anchor, a higher contact area than historical conventional suture-bridge constructs and intratendinous strain below the values obtained in comparable tests with advanced suture anchor techniques. The maximum contact pressures are limited by the implant under-surface design, thereby preventing tissue strangulation. These computational findings suggest potential advantages over conventional repair techniques, experimental validation and clinical studies are required to confirm these results.

## **Suche nach dem Gold-Standard des perioperativen Managements in der elektiven Schulterendoprothetik – Ergebnisse einer weltweiten Umfrage**

**Autorenliste:** Maclej Simon<sup>1</sup>, Farhad Moola<sup>2</sup>, Jennifer Coghlan<sup>3</sup>, Hadrian Platzer<sup>4</sup>, Simone Gantz<sup>4</sup>, Andreas Seekamp<sup>1</sup>, Babak Moradi<sup>1</sup>, Roger van Riet<sup>5</sup>, Simon Bell<sup>3</sup>, William Regan<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universitätsklinikum Schleswig-Holstein Campus Kiel, Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Kiel, Deutschland, <sup>2</sup>University of British Columbia, Department of Orthopaedics, Fraser Orthopaedic Institute, Vancouver, Kanada, <sup>3</sup>Melbourne Shoulder and Elbow Centre, Department of Surgery, Monash University, Melbourne, Australien, <sup>4</sup>Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel, Orthopedic Research Center, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel, Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Kiel, Deutschland, <sup>5</sup>Department of Orthopaedic Surgery, AZ Monica, Department of Orthopaedic Surgery, University Hospital Antwerp, Antwerp, Belgien, <sup>6</sup>University of British Columbia, Department of Orthopaedics, Chan Gunn Pavilion, Allen McGavin Sports Medicine Clinic, Vancouver, Kanada

### **Fragestellung**

Das perioperative Management in der elektiven Schulterendoprothetik variiert stark. Ein universeller Konsensus liegt derzeit nicht vor. Die Untersuchung zielt darauf ab den aktuellen globalen Standard in der perioperativen Versorgung von elektiven Schulterendoprothesen zu identifizieren und zur Etablierung einer globalen Standardversorgung beizutragen.

### **Methodik**

Ein umfangreicher online Fragenbogen wurde entwickelt und anonym an die jeweiligen orthopädischen Vereinigungen auf jedem Kontinent verteilt. Die Umfrageteilnehmer wurden zu prä-, intra- und postoperativen Verfahren in der Patientenversorgung und dem Entlassmanagement von elektiven Schulterprotheseneingriffen befragt, mit dem Ziel der Identifikation eines globalen Standards.

### **Ergebnisse**

Es haben 18 Vereinigungen von 5 Kontinenten an der Umfrage teilgenommen. Insgesamt haben 977 Schulterchirurgen den komplexen Online-Fragenbogen komplett beantwortet.

Die Datenanalyse demonstriert, dass die Routine präoperative Schichtbildgebung mit 50% CT- und 39% MRT-Untersuchungen nicht klar definiert ist. Planungssoftware wird nur in 36% der Befragten standardmäßig genutzt. Eine Chlorhexidine Waschung wird im Rahmen der präoperativen Vorbereitung in 52% genutzt. Als Standardlagerungen (99%) gelten die Beach-chair oder lazy Beach-chair Position und der deltopektorale Zugangsweg ist in 91% der Standardzugang. Perioperative Antibiose wird nahezu ubiquitär (99%) gegeben. Tranexamsäure Verwendung findet hingegen nur moderaten routinemäßigen Gebrauch (43%). Postoperativ wird ein Gilchrist-Verband mit einer 4-6 wöchigen Dauer genutzt. Rein ambulante Schulterprotheseneingriffe werden nur in rund 4% der Fälle durchgeführt. Häufiger erfolgt eine stationäre Überwachung von einer Nacht (32%) oder mehrerer Nächte (64%).

### **Schlussfolgerung**

Die intraoperativen Maßnahmen der elektiven Schulterendoprothetik, wie die Lagerung, der Zugangsweg, die Antibiose, weisen ein fast universal weltweite Übereinstimmung auf. Unstimmigkeit herrscht bei der präoperativen Bildgebung, der Planungssoftware, der Vorwaschung, der postoperativen Immobilisationszeit und der Verweildauer im Krankenhaus. Diese Daten demonstrieren das weitere Untersuchungen notwendig sind und ein Konsensus zu Evidence-basierten perioperativen Protokollen in der elektiven Schulterendoprothetik notwendig ist.

## **Klinischer Einfluss des Subscapularis-sparing Zugangs bei glenoidal lateralisierten und nicht-lateralisierten inversen Schulterprothesen**

**Autorenliste:** Spiros Tsamassiotis<sup>1</sup>, Artem Schönknecht<sup>2</sup>, Michael Schwarze<sup>3</sup>, Marc-Frederic Pastor<sup>4</sup>, Roman Karkosch<sup>1</sup>, Hauke Horstmann<sup>1</sup>, Tomas Smith<sup>1</sup>, Gunnar Jensen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>DIAKOVERE Annastift - Orthopädische Klinik der MHH, Hannover, Deutschland, <sup>2</sup>Medizinische Hochschule Hannover, Hannover, Deutschland, <sup>3</sup>Hochschule Bremerhaven - Medizintechnik, Bremerhaven, Deutschland, <sup>4</sup>Städtisches Klinikum Braunschweig - Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Braunschweig, Deutschland

### **Fragestellung**

Es wird nach wie vor kontrovers diskutiert, ob der Erhalt des M. subscapularis (SSC) bei der Implantation einer inversen Schulter-TEP von Vorteil ist. Potenzielle Vorteile bei erhaltenem SSC sind u.a. eine bessere Beweglichkeit und ein geringeres Luxationsrisiko.

Durch eine glenoidale Lateralisation verspricht man sich eine verbesserte ROM, ein reduziertes Luxationsrisiko sowie weniger Notching.

Ziel dieser retrospektiven Studie war es, herauszufinden, ob der Subscapularis-sparing Zugang (SSZ) unter dem Einsatz von lateralisierten Glenosphären (GS) einen positiven Effekt gegenüber dem NSZ hat.

### **Methodik**

Von 2020 bis 2023 wurden 31 Patienten pro Gruppe (SSZ mit lateralisierter GS vs NSZ mit lateralisierter GS) mit mindestens 2 Jahren Follow-up ausgewählt, die die Einschlusskriterien erfüllten. Bei allen Patienten wurde eine primäre inverse Schulter-TEP mit mindestens 4mm Lateralisierung implantiert (Delta Xtend™, DePuy Synthes, Massachusetts, U.S.). Erfasst wurden Constant Score, Subjective Shoulder Score und Subjective Shoulder value.

Zudem wurde das Kollektiv mit einem älteren, ebenfalls retrospektiven Kollektiv, bestehend aus einer SSZ- (n=55) und NSZ-Gruppe (n=38), bei denen keine lateralisierten GS implantiert wurden, Bonferroni-Holms-korrigiert, auf die o.g. Parameter verglichen.

### **Ergebnisse**

Bis dato wurden 17 Patienten in der NSZ- und 23 Patienten in der SSZ-Gruppe ausgewertet.

Der alterskorrigierte CS zeigte mit  $79,5 \pm 16,8$  in der NSZ- und  $73,8 \pm 19,4$  in der SSZ-Gruppe keine Signifikanz ( $p = 0,95$ ). Auch bzgl. der restlichen o.g. Parameter zeigte sich kein signifikanter Unterschied, wobei die SSZ-Gruppe mit  $35,14 \pm 17,86$  vs.  $48,02 \pm 26,56$  (Nm) in der Tendenz eine stärkere Innenrotationskraft aufwies ( $p = 0,0748$ ).

Beim Vergleich des neuen, lateralisierten Kollektivs NSZ+ und SSZ+ mit dem älteren, nicht lateralisierten Kollektiv NSZ- und SSZ- zeigten sich mit  $35,1 \pm 17,9$  vs.  $52,4 \pm 25,9$  (Nm) eine signifikant erhöhte Innenrotationskraft beim Untergruppenvergleich der SSZ- gegenüber der NSZ+ Gruppe ( $p = 0,049$ ) sowie eine signifikant erhöhte Innenrotationsfähigkeit ( $p = 0,0055$ ) der SSZ- gegenüber der NSZ+ Gruppe.

In der NSZ+ Gruppe ereignete sich eine postoperative Spina scapulae Fraktur, die operativ versorgt wurde. In den nicht lateralisierten Gruppen ereigneten sich in der NSZ- Gruppe eine und in der SSZ- Gruppe 2 postoperative Spina scapulae Frakturen, die konservativ behandelt wurden.

### **Schlussfolgerung**

Es konnte gezeigt werden, dass der SSZ nicht mit klinischen Nachteilen für die Patienten einhergeht. Zudem weist, bei Implantation von lateralisierten GS bei einem Prothesensystem mit 155° Schaftinklination, der SSZ tendenziell eine höhere Innenrotationskraft auf als der NSZ, die jedoch klinisch nicht signifikant ausfällt.

Zieht man die Ergebnisse der nicht-lateralisierten Gruppen aus dem älteren Kollektiv hinzu, scheint das Absetzen des SSC in Kombination mit einer lateralisierten GS in der Tendenz zu einer schlechteren Innenrotation und Innenrotationskraft zu führen, wobei sich dies nur gegenüber einem Belassen des SSC ohne Lateralisierung als statistisch signifikant präsentiert.

Bei technisch problemloser Durchführbarkeit und o.g. potenziellen Vorteilen ist der SSZ im eigenen Vorgehen bei der Primärendoprothetik der Standardzugang.

## **Long-Term Clinical Outcome After Revision Rotator Cuff Repair: A Minimum 10-Year Follow-Up**

**Autorenliste:** Isabella Kuhn<sup>1</sup>, Lukas Münch<sup>1</sup>, Lucca Lacheta<sup>1</sup>, Bastian Scheiderer<sup>1</sup>, Sebastian Siebenlist<sup>1</sup>, Lukas Willinger<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Sektion Sportorthopädie - TUM Universitätsklinikum, München, Deutschland*

### **Fragestellung**

Failure after primary rotator cuff repair, often due to re-tears, can compromise shoulder function and clinical results. Revision rotator cuff repair (rRCR) aims to restore tendon continuity and enhance patient outcomes, but evidence on its long-term outcome is still limited. The purpose of this study was to evaluate the clinical outcome, failure rate and patient satisfaction after rRCR at long-term follow-up.

### **Methodik**

Patients who underwent rRCR between 2008 and 2014 were evaluated at a minimum 2-year and minimum 10-year follow-up. Inclusion criteria were patients with a confirmed full-thickness retear after primary RCR on preoperative MRI who underwent rRCR because of persistent pain, weakness and functional limitation of the affected arm. Exclusion criteria were irreparable rotator cuff defects (< grade 3, muscle atrophy, fatty infiltration), nerve injury, superior humeral head migration and revision surgery for reasons other than RCR. Outcomes were assessed by a visual analog scale for pain (VAS), the Constant Score (CS), the American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES) score, and the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) score, which were assessed preoperatively as well as at the minimum 2-year and 10-year follow-up. Failure was defined as undergoing another rRCR or conversion to reserve shoulder arthroplasty (RSA).

Paired student's t-test was used to compare preoperative to long-term outcome scores. Statistical significance was set at  $p < 0.05$ .

### **Ergebnisse**

A total of 15/31 patients (48.4%) with a mean age of  $56 \pm 11$  years (range 34-75) at revision surgery were available for long-term follow-up of  $13.3 \pm 1.6$  years (range, 11-17 years). Four patients underwent another arthroscopic revision surgery (26.7%) while two patients (13.3%) were considered failed with conversion to RSA, resulting in an overall failure rate of 40.0 %.

In those patients without failure, the mean ASES score significantly increased from  $47.6 \pm 12.3$  preoperatively to  $74.7 \pm 11.5$  at final follow-up ( $p=0.018$ ), while the mean DASH score significantly improved from  $61.9 \pm 8.8$  to  $22.4 \pm 16.0$  ( $p= 0.018$ ). The improvement of the mean CS from  $46.8 \pm 15.4$  to  $55.8 \pm 21.6$  at long-term follow-up was not significant ( $p=0.236$ ). Compared to the minimum 2-year follow-up ( $82.5 \pm 21.3$ ), the CS score significantly decreased over time ( $p= 0.038$ ). VAS pain decreased from  $5.1 \pm 0.8$  preoperatively to  $2.0 \pm 3.2$  at long-term follow-up ( $p=0.088$ ). The mean subjective shoulder value at final follow-up was  $69.4 \pm 26.2$ .

### **Schlussfolgerung**

Revision rotator cuff repair resulted in an overall failure rate of 40.0%. In those patients without failure improvements in clinical outcomes were maintained at long-term follow-up, while a decline in shoulder function was observed from mid- to long-term follow-up.

## Radiologische Parameter nach inverser Prothese: Inter- und Intrarater-Reliabilität von LSA, DSA und RSA angle unter Berücksichtigung unterschiedlicher Erfahrungsgrade

**Autorenliste:** Maria Sommer<sup>1</sup>, Robin Hofbauer<sup>1</sup>, Alexander Gutsche<sup>1</sup>, Nils Geisendörfer<sup>1</sup>, Benedikt Schliemann<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Herz-Jesu-Krankenhaus Münster-Hiltrup, Münster-Hiltrup, Deutschland

### Fragestellung

Radiologische Parameter wie der lateralization shoulder angle (LSA), der distalization shoulder angle (DSA) und der reverse shoulder arthroplasty angle (RSAA) werden zur Beurteilung der Implantatposition nach inverser Schulterprothese eingesetzt. Auch wenn keine eindeutige Evidenz besteht, scheinen definierte Zielwerte dieser Parameter die Biomechanik der inversen Prothese und damit das potenzielle funktionelle Outcome zu beeinflussen. Die Erhebung der Messgrößen könnte jedoch abhängig vom Ausbildungs- und Erfahrungsgrad der Untersuchenden sein, was nicht nur für die postoperative Beurteilung sondern auch die präoperative Planung von Bedeutung sein kann.

Ziel dieser Studie war es daher, die Inter- und Intrarater-Reliabilität von LSA, DSA und RSAA zu bestimmen und zu untersuchen, ob der Erfahrungsgrad der Untersuchenden die Reliabilität beeinflusst.

### Methodik

In die Studie wurden 41 Patient:innen eingeschlossen, bei denen aufgrund einer Defektarthropathie oder einer Omarthrose eine inverse Schulterprothese implantiert wurde. Ausgeschlossen wurden Fälle mit proximaler Humerusfraktur und Defekten/Nekrosen des Kopfes mit Beteiligung des Tuberkulum majus. Postoperativ erfolgten standardisierte a.p.-Röntgenaufnahmen. Drei Untersuchende mit unterschiedlicher Erfahrung (Medizinstudent, Weiterbildungsassistentin, Facharzt mit DVSE-Expertenzertifikat) führten jeweils drei unabhängige Messungen von LSA, DSA und RSAA durch. Die Inter- und Intrarater-Reliabilität wurde mittels zweifaktoriellen Mixed-Effects-Modellen (ICC(3,1), absolute agreement) berechnet.

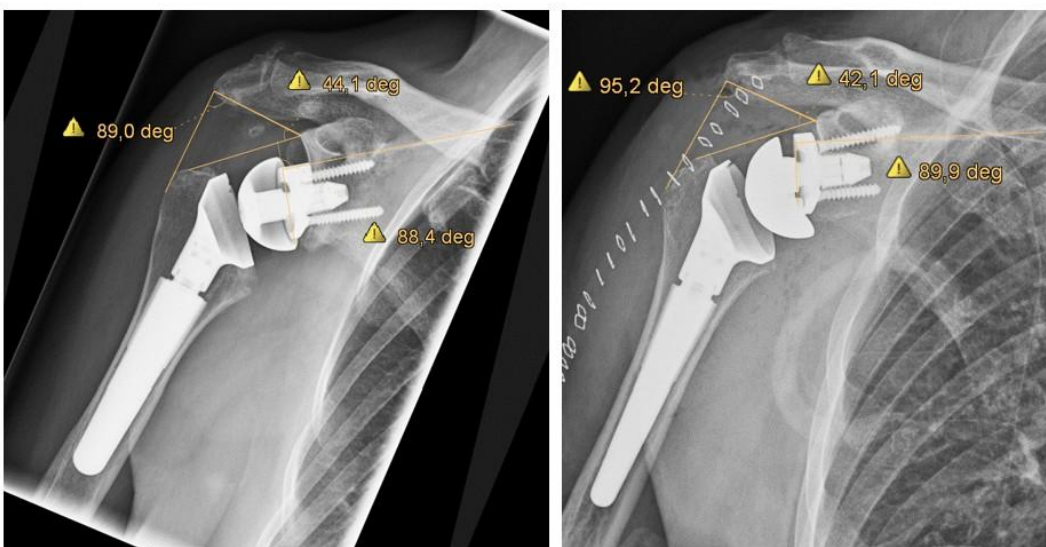


Abb. 1: Bestimmung von LSA, DSA und RSAA anhand von zwei Beispielen

## **Ergebnisse**

Die Interrater-Reliabilität zeigte für alle drei gemessenen Winkel gute Übereinstimmungen zwischen den Untersuchenden (LSA: ICC = 0.772; DSA: ICC = 0.865; RSAA: ICC = 0.835).

Auch die Intrarater-Reliabilität erwies sich über alle Erfahrungsstufen hinweg als sehr hoch (ICC(3,1)  $\geq$  0.894). Zwischen den drei Erfahrungsstufen ergaben sich keine relevanten Unterschiede.

## **Schlussfolgerung**

Die Messung von LSA, DSA und RSAA anhand konventioneller a.p.-Röntgenaufnahmen weist eine hohe Intra- und Interrater-Reliabilität auf. Der Grad der Erfahrung beeinflusst die Genauigkeit der Messungen kaum. Die Ergebnisse legen nahe, dass Untersuchende mit unterschiedlichem Erfahrungsgrad nach ausreichender Einarbeitung zu vergleichbaren Messergebnissen gelangen können. Somit kann auch die präoperative Planung mit dem Ziel, die Prothese so zu implantieren, dass definierte Zielwerte für die einzelnen Winkel erreicht werden, unabhängig vom Ausbildungsstand durchgeführt werden.

## Einbau eines Zementspacers als Therapieoption der emphysematösen Osteomyelitis des proximalen Humerus

**Autorenliste:** Elisa Vogeler<sup>1</sup>, Manuel Waltenspül<sup>1</sup>, Christian Spross<sup>1</sup>

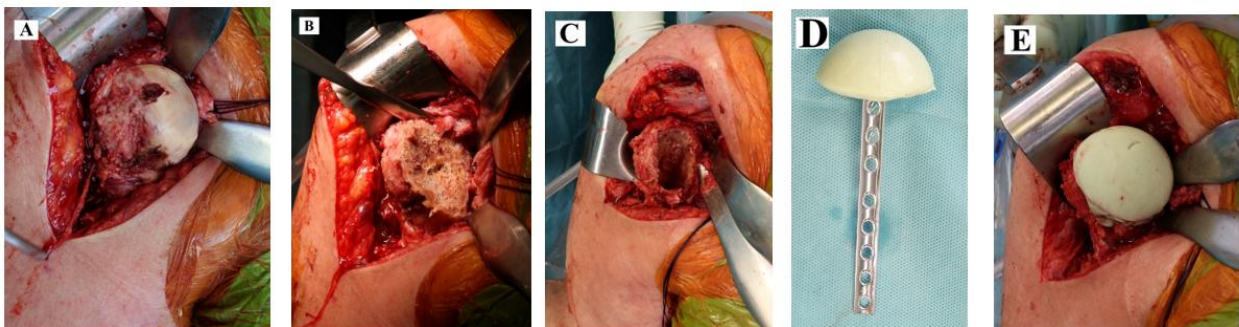
<sup>1</sup>Stadtspital Zürich Triemli, Zürich, Schweiz

### Fragestellung

Die emphysematöse Osteomyelitis ist eine seltene, aber potenziell lebensbedrohliche Erkrankung. Die Erkrankung tritt vor allem bei Patienten mit schweren Begleiterkrankungen wie Diabetes mellitus, Immunsuppression, Tumorerkrankungen und Alkoholabusus auf. Sie entsteht entweder durch hämatogene Ausbreitung, durch direkte Dissemination bei angrenzenden Weichteilinfekten oder postoperativ. Radiologisch ist die emphysematöse Osteomyelitis durch intraossäres Gas in der Computertomographie gekennzeichnet. Bislang wurden in der internationalen Literatur weniger als 50 Fälle von emphysematöser Osteomyelitis beschrieben. Die Krankheit ist mit einer hohen Mortalität verbunden; in Fallserien lag die Mortalität bei etwa 24–32 %. Nach unserem Kenntnisstand ist dies der erste beschriebene Fall mit Befall des proximalen Humerus.

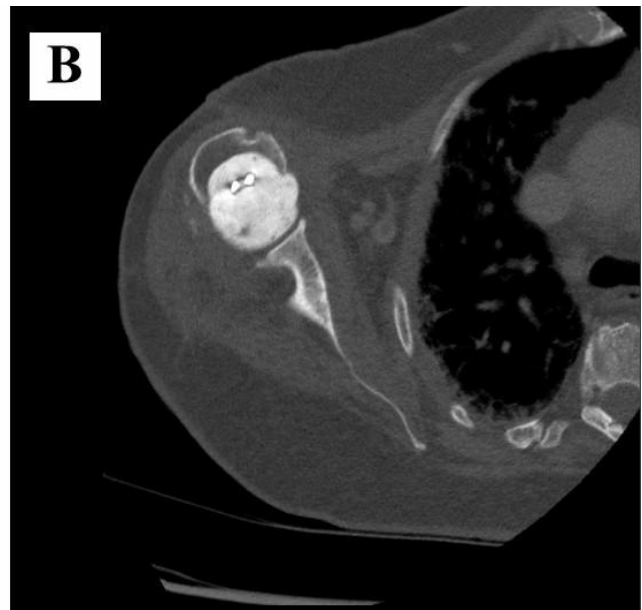
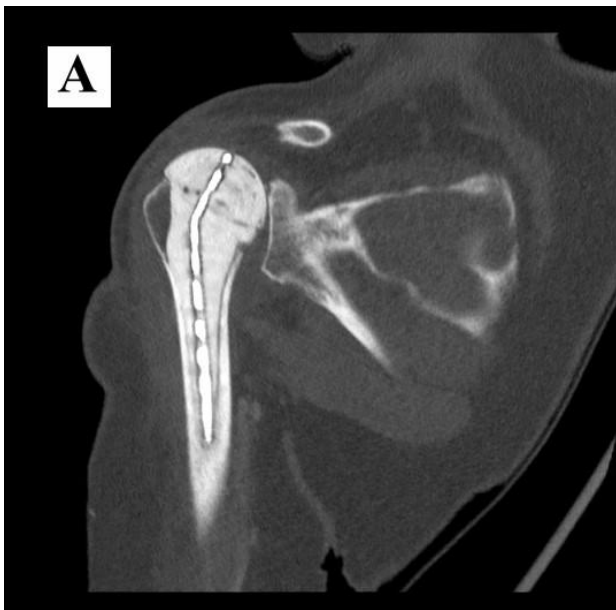
### Methodik

Bei einer Patientin mit *E. coli* assoziierter emphysematöser Osteomyelitis des proximalen Humerus und bekannter leukämischer Vorerkrankung wurde ein ausgiebiges Débridement, Resektion des Humeruskopfes, Aufbohrung des Markraumes sowie Einsetzen eines Zementspacer durchgeführt. Bezüglich des Hautschnitts wurde ein deltopektoraler Zugangs gewählt. Es zeigte sich, dass die Rotatorenmanschette größtenteils nekrotisch war (*Abbildung 1*). Es wurde ein umfangreiches Débridement der subakromialen Bursa und der infizierten Bereiche durchgeführt. Der Humeruskopf wurde an der Knorpel-Knochen-Grenze resiziert. Zusätzlich wurde das Glenoid entknorpelt und eine vordere und hintere Kapsulotomie durchgeführt. Der Markraum im Bereich des Humerusschaftes wurde mit einer Raffel eröffnet. Es erfolgte das Aufraffeln des Humerusschaftes bis Größe 8,5 bis zum distalen Humerus (*Abbildung 1*). Eine ausgiebige Spülung und Jet-Lavage wurden durchgeführt. Zusätzlich wurde Stimulan® 20cc (Stimulan®, Biocomposites®, Keele, Großbritannien) mit einer Mischung aus Tobramycin (80 mg) und Ceftriaxon (2 g) eingesetzt. Dadurch wurde der Humerus allmählich aufgefüllt. Ein Palacos- (Palacos®®, Heraeus, Wehrheim, Deutschland, 40g) Zement-Spacer wurde anschließend von Hand mit einer integrierten Drittel-Rohrplatte (10-Löcher-Platte, Stahl, DePuy Synthes, West Chester, Pennsylvania, USA) vorbereitet. Es zeigte sich eine gute Reposition des Gelenks.



## Ergebnisse

Bei der klinisch-radiologischen Nachkontrolle sechs Wochen postoperativ präsentierte sich die Patientin schmerzfrei ohne Analgetika (*Abbildung 2*). Die Antibiotikatherapie mit Ceftriaxon 2 g intravenös wurde in dieser Zeit fortgesetzt. Die Infektionswerte (CRP 22,4 mg/L) waren signifikant reduziert und die Wunde war verheilt. Der Bewegungsumfang war mit Flexion und Abduktion von 20°, Außenrotation von 20° und Innenrotation von 60° begrenzt. Die Patientin zeigte einen VAS (Visuelle Analogskala) von 0 und eine hohe Zufriedenheit mit ihrer aktuellen Situation mit einem SSV (subjektiver Schulterwert) von 70 Punkten. Etwa neun Wochen postoperativ verstarb die Patientin an ihrer zugrunde liegenden Erkrankung (BPDCN). CT-graphisch konnte ein erneuter Infekt im Bereich der Schulter ausgeschlossen werden.



## Schlussfolgerung

Die emphysematöse Osteomyelitis ist eine sehr seltene Erkrankung, die bisher noch nicht im Bereich des proximalen Humerus beschrieben wurde. Der Zementspacer bietet eine gute Therapiemöglichkeit als überbrückende Therapie bis zur Implantation einer Schulterprothese oder als definitive Lösung für schwer kranke Patienten mit geringem funktionellen Anspruch.

## **Einfluss der Vergütung auf die Indikationsstellung bei proximalen Humerusfrakturen in Deutschland - eine anonyme Umfrage unter BDC-, BVOU- und DVSE-Mitglieder\*innen**

**Autorenliste:** Harun Hawi<sup>1</sup>, Tim Leschinger<sup>2</sup>, Emmanouil Liodakis<sup>1</sup>, Sam Razaiean<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Zentrum für Orthopädie und Unfallchirurgie (ZOUKS), Universitätsklinikum des Saarlandes, Kirrberger Str. 100, 66421, Homburg, Deutschland, <sup>2</sup>Klinik und Poliklinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Plastisch-Ästhetische Chirurgie, Universitätsklinik Köln, Kerpener Str. 62, 50937, Köln, Deutschland

### **Fragestellung**

Das Management proximaler Humerusfrakturen (PHF) unterliegt international einer starken Heterogenität. In Deutschland wird im internationalen Vergleich die operative Therapie häufiger indiziert. Der Einfluss nationaler Vergütungssysteme auf die Indikationsstellung ist dabei bisher nicht näher beleuchtet worden, was Ziel dieser Studie ist.

### **Methodik**

Zwischen Oktober und Dezember 2025 wurden BDC-, BVOU- und DVSE-Mitglieder\*innen per Rundmail zu einer anonymen Onlineumfrage (SoSci Survey GmbH) eingeladen. Unter anderem wurde nach dem Einfluss der Vergütung auf die Indikationsstellung, nach der Angemessenheit der Vergütungshöhe und der für möglich gehaltenen sowie tatsächlich indizierten ambulanten, konservativen (kons.) Therapierate von PHFs gefragt.

Neben deskriptiver, statistischer Auswertungen wurde die Korrelation zwischen chirurgischer Berufserfahrung (gezählt ab dem 1. chirurgischen Assistenzarztjahr) und der kons. Therapieraten ermittelt. Zudem wurde der Zusammenhang zwischen dem Beschäftigungsverhältnis (Angestellt in Klinik vs. Niedergelassen) und den Ansichten hinsichtlich des Einflusses der Vergütung analysiert.

### **Ergebnisse**

Die Onlineumfrage ist 578 aufgerufen worden. Von 204 Teilnehmern haben 175 den Fragebogen abgeschlossen (letzte Seite erreicht) und 170 vollständig beantwortet. Der Großteil ist schwerpunktmäßig in der Unfallchirurgie tätig (70,9 %) und in einer Klinik angestellt (75,4 %) gewesen. Die durchschnittliche Berufserfahrung betrug  $26,4 \pm 9,9$  Jahre (Spanne, 3-46 Jahre). Diese korrelierte invers und nur schwach mit der für möglich gehaltenen wie auch tatsächlichen kons. Therapierate (Spearman-Rho: -0,24 und -0,07).

Die tatsächliche kons. Therapierate ist signifikant niedriger als die für möglich gehaltene Rate gewesen (Ø44,7 vs. 52,2 %,  $p=0,001$ ). Die Differenz war bei Klinikangestellten signifikant größer als bei Niedergelassenen (Ø10,8 vs. 1,2 %,  $p=0,002$ ).

90,1 % (154) denken, dass die kons. Therapie zu niedrig vergütet wird, während nur 51,7 % (88) dies auch für die stationäre operative Therapie als zutreffend ansehen.

51,7 % (90) glauben, dass die Vergütung einen Einfluss auf die Indikation hat. Während nur 21,7 % (38) offenbarten, selber häufiger eine ambulante, kons. Behandlung zu indizieren, wenn diese Versorgungsform besser vergütet wäre, glauben 54,6 % (95), dass dies bei ihren Kollegen zutreffen würde. Ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Beschäftigungsverhältnis und diesen Ansichten konnte nicht ermittelt werden.

### **Schlussfolgerung**

Es besteht eine relevante Diskrepanz zwischen der als möglich erachteten und der tatsächlich indizierten kons. Therapierate von PHFs. Eine höhere chirurgische Berufserfahrung war dabei nicht mit einer konservativeren Indikationsstellung assoziiert. Die kons. Therapie wird überwiegend als unzureichend vergütet wahrgenommen und mehr als die Hälfte der Befragten sieht einen Einfluss der Vergütung auf die Indikationsstellung. Die Ergebnisse legen nahe, dass bei der künftigen Entwicklung eines evidenzbasierten Versorgungskonzeptes für PHF auch ungünstige, wirtschaftliche Incentives angepasst werden sollten.

## **App-basierte Nachbehandlung nach Rotatorenmanschettenrekonstruktion reduziert den Bedarf an physiotherapeutischen Behandlungen**

**Autorenliste:** Leonard Lisitano<sup>1</sup>, Annabel Fenwick<sup>1</sup>, Timon Röttinger<sup>1</sup>, Thilo Nachbaur<sup>1</sup>, Johannes Plath<sup>2</sup>, Edgar Mayr<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitätsklinikum Augsburg, Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie, Platische und Handchirurgie, Augsburg, Deutschland, <sup>2</sup>Orthopädisches Facharztzentrum Weilheim, Weilheim, Deutschland

### **Fragestellung**

Die postoperative Nachbehandlung nach operativ versorgten Rotatorenmanschettenrupturen ist entscheidend für das funktionelle Ergebnis, wird jedoch zunehmend durch begrenzte physiotherapeutische Ressourcen erschwert. Digitale Anwendungen könnten die Rehabilitation unterstützen, ohne etablierte Therapiekonzepte zu verändern. Ziel dieser Studie war es, den Einfluss einer zusätzlich eingesetzten App-basierten Nachbehandlung auf Patientenzufriedenheit, funktionelles Outcome, objektive Beweglichkeit sowie den Bedarf an verordneter Physiotherapie zu untersuchen.

### **Methodik**

Es wurde eine randomisiert-kontrollierte Multicenterstudie durchgeführt. Eingeschlossen wurden Patienten im Alter von 18–65 Jahren mit operativ versorgter Rotatorenmanschettenruptur. Die Randomisierung erfolgte im Verhältnis 1:1 in eine Standard-of-Care-Gruppe (SoC) oder eine App-Gruppe.

Die App digitalisierte das gesamte Nachbehandlungsschema mittels Text-, Bild- und Videoanleitungen, beinhaltete ein angeleitetes Eigentraining mit 20 Übungen, eine zeit- und fortschrittsabhängige Freischaltung von Inhalten sowie eine KI-gestützte Verlaufsüberwachung. Die medizinische Behandlung wurde in beiden Gruppen nicht verändert.

Primäre Outcomes waren Patient Reported Outcome Measures (Subjective Shoulder Value [SSV], Oxford Shoulder Score [OSS]) sowie Patientenzufriedenheit. Sekundäre Outcomes umfassten die objektive klinische Untersuchung nach 3 Monaten ( $\pm 14$  Tage), die Anzahl verordneter physiotherapeutischer Einheiten und Komplikationen. Die Datenerhebung erfolgte vollständig digitalisiert.

### **Ergebnisse**

Insgesamt wurden 82 Patienten eingeschlossen (App n = 42, SoC n = 40). Die Gesamt-Compliance lag bei 79 %, vollständige Datensätze bei 70 %. Die App wurde von der Mehrheit der Teilnehmenden aktiv genutzt und überwiegend positiv bewertet, insbesondere hinsichtlich Benutzerfreundlichkeit, Unterstützung der Genesung und Motivation zur regelmäßigen Durchführung der Übungen. In den PROMS (SSV, OSS) zeigten sich über alle Erhebungszeitpunkte keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen, wobei die App-Gruppe im OSS in 4 von 5 Messzeitpunkten numerisch höhere Werte aufwies.

In der objektiven klinischen Untersuchung nach 3 Monaten zeigte sich in der App-Gruppe eine signifikant bessere aktive Beweglichkeit mit höherer aktiver Flexion ( $119^\circ \pm 42^\circ$  vs.  $94^\circ \pm 28^\circ$ ;  $p = 0,029$ ) und Abduktion ( $112^\circ \pm 41^\circ$  vs.  $84^\circ \pm 20^\circ$ ;  $p = 0,009$ ).

Zudem erhielten Patienten der App-Gruppe signifikant weniger verordnete physiotherapeutische Einheiten (16,2 vs. 24,3;  $p = 0,001$ ). Die Komplikationsrate war gering und vergleichbar zwischen den Gruppen.

### **Schlussfolgerung**

Die zusätzliche App-basierte Nachbehandlung nach Rotatorenmanschettenrekonstruktion wird von Patienten gut angenommen und führt bei vergleichbaren patientenberichteten Ergebnissen zu einer signifikant besseren aktiven Beweglichkeit nach 3 Monaten. Gleichzeitig zeigte sich eine deutliche Reduktion des physiotherapeutischen Therapiebedarfs. Digitale Rehabilitationskonzepte können somit eine sinnvolle Ergänzung der etablierten Nachbehandlung darstellen und bieten insbesondere vor dem Hintergrund limitierter therapeutischer Ressourcen ein potenziell gesundheitsökonomisch relevantes Unterstützungsinstrument.

## **Der Einfluss der skapulothorakalen Orientierung auf die Inklination der glenoidalen Komponente in der inversen Schultertotalendoprothetik**

**Autorenliste:** Abdelkader Shekhbihi<sup>1</sup>, Patric Raiss<sup>2</sup>, Maximilian Modelhart<sup>1</sup>, Lisa-Marie Randlkofer<sup>2</sup>, Eva Herbst<sup>3</sup>, Philipp Moroder<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Schulthess Klinik, Zürich, Schweiz, <sup>2</sup>Orthopädische Chirurgie München, München, Deutschland, <sup>3</sup>ETH Zürich, Zürich, Schweiz

### **Fragestellung**

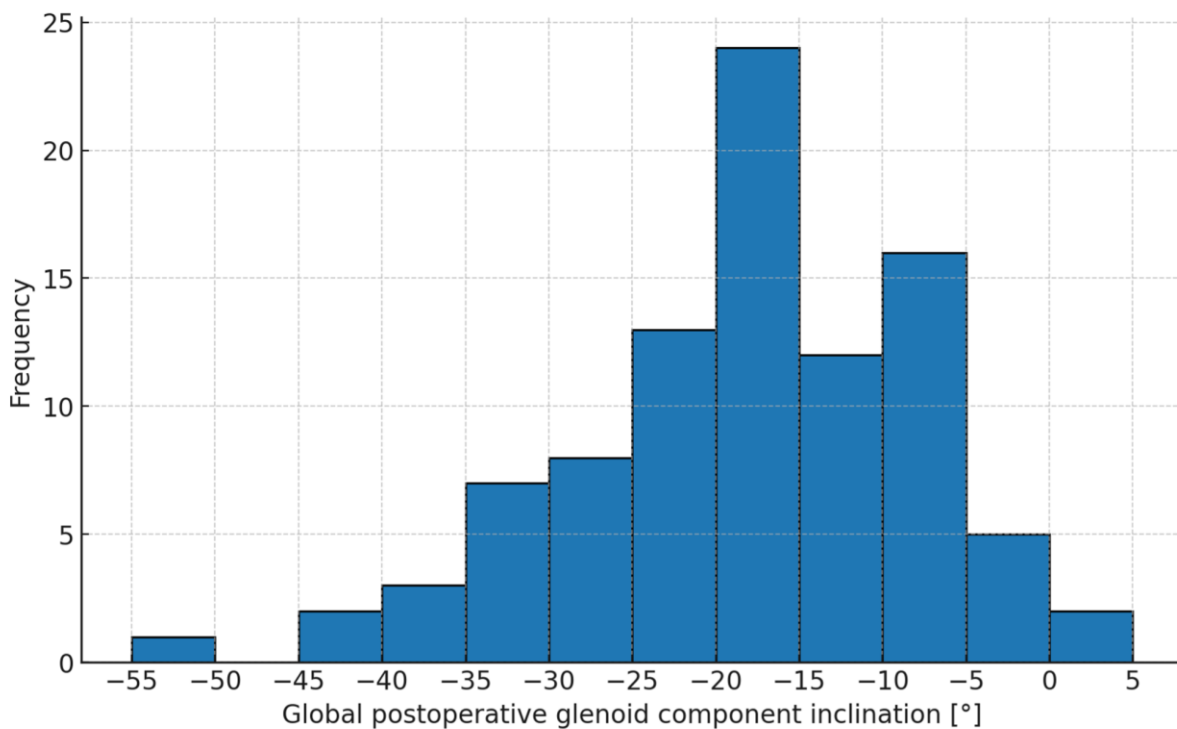
In der inversen Schultertotalendoprothese (rTSA) ist die Inklination der Glenoidkomponente ein wesentlicher Faktor für das Komplikationsrisiko und die Funktion. Die aktuelle Literatur empfiehlt überwiegend eine neutrale bzw. 0°-Inklination relativ zur Supraspinatusfossa, um eine superiore Neigung und damit einhergehende Lockerungen zu vermeiden. Der Einfluss der Ruheposition der Skapula (RS) auf die tatsächlich erreichte Inklination im globalen Referenzsystem (Schwerkraft) ist jedoch unzureichend verstanden. Ziel dieser Studie war es, diesen Zusammenhang zu untersuchen und den Einfluss der RS auf die globale Glenoidinklination nach rTSA zu evaluieren.

### **Methodik**

In diese retrospektive Kohortenstudie wurden 93 konsekutive Patienten eingeschlossen, die sich einer rTSA mit 3D-präoperativer Planung und patientenspezifischer Instrumentierung (PSI) zur Platzierung der Basisplatte mit einem Zielwinkel von 0° Inklination unterzogen. Standardisierte prä- und postoperative „true anteroposterior“-Röntgenaufnahmen wurden mit einer lotrechten Linie im Einklang mit der Schwerkraft angefertigt. Folgende Parameter wurden auf allen Bildern gemessen: Skapularrotationswinkel (SRA; Supraspinatusfossa–Lot), humeraler Abduktionswinkel (HARA; Humerusachse–Lot) sowie skapulohumeraler Abduktionswinkel (S-HARA; Supraspinatusfossa–Humerusachse). Postoperativ wurden zusätzlich der Glenoidinklinationwinkel (GIA; Achse des Post-Supraspinatusfossa), die globale Glenoidinklination (GGI; Achse des Post-orthogonale Horizontalachse) und der prothetische skapulohumerale Abduktionswinkel (AS-HARA; Achse des Post-Humerusachse) erfasst. Die Interrater-Reliabilität zwischen zwei Untersuchern wurde mittels Intraklassenkorrelationskoeffizient (ICC) bestimmt. Der Einfluss der präoperativen RS auf die postoperative globale Glenoidinklination wurde analysiert. Korrelationen zwischen radiologischen Parametern (Pearson) sowie Zusammenhänge mit klinischen Ergebnisscores (multiple Regression) nach 9 und 26 Wochen wurden untersucht.

### **Ergebnisse**

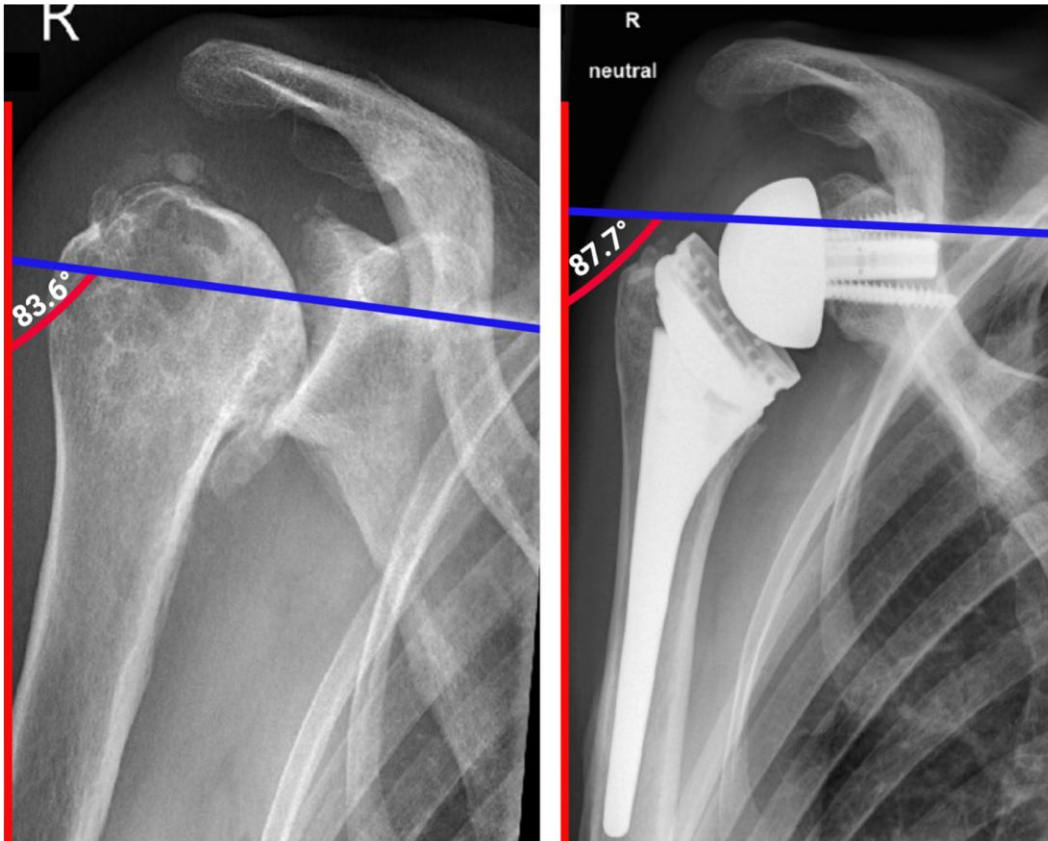
Die Interrater-Reliabilität war ausgezeichnet (ICC = 0,953–0,989). Der SRA variierte erheblich zwischen 14° Aufwärtsrotation und 42° Abwärtsrotation (Mittelwert  $-15 \pm 9^\circ$ ). Trotz eines angestrebten Glenoidinklinationwinkels von 0° zeigte sich eine signifikante Abweichung der GGI mit einem Mittelwert von  $-18 \pm 10^\circ$  (Spanne: 1 bis  $-53^\circ$ ,  $p < 0.0001$ ), die stark mit dem SRA korrelierte ( $r = 0,77$ ). Präoperativ lagen die Mittelwerte für S-HARA bei  $113 \pm 10^\circ$  und für HARA bei  $7 \pm 8^\circ$ ; postoperativ betrug sie  $117 \pm 10^\circ$  (S-HARA),  $7 \pm 8^\circ$  (HARA) und  $116 \pm 10^\circ$  (AS-HARA). Nach 9 Wochen waren höhere postoperative AS-HARA- und S-HARA-Werte mit besseren ASES-Index-Scores assoziiert, während sich bis Woche 26 die Funktion zwischen den Patienten angeglichen hatte.



**Abbildung 1:** Histogramm der globalen postoperativen Inklination der Glenoidkomponente in der Studienkohorte. Die präoperative Planung zielte auf eine Glenoidinklination von  $0^\circ$  relativ zur Glenoidoberfläche ab, während die postoperativen Werte unter Berücksichtigung der Ruheposition der Skapula und gemessen mittels der Global Glenoidinklination (GGI) eine große Abweichung von diesem Zielwert zeigen.

### Schlussfolgerung

Die präoperative Ruheposition der Skapula variierte deutlich innerhalb der Kohorte. Dadurch zeigte die postoperative globale Glenoidinklination – trotz mittels PSI angestrebter  $0^\circ$ -Inklination – eine erhebliche Spannweite von inferiorer bis zu superiorer Orientierung in Abhängigkeit vom SRA. Die globale Glenoidinklination stellt somit möglicherweise einen zusätzlichen Zielparameter bei der Implantatpositionierung dar. Da der SRA prä- und postoperativ weitgehend konstant bleibt, kann er in eine personalisierte Planung einbezogen werden, um eine globale superiore Glenoidinklination zu vermeiden, die zu möglicherweise erhöhten Scherkräften an der Glenoidkomponente und zu einer langsameren funktionellen Erholung nach der Operation führen könnte.



**Abbildung 2:** Prä- und postoperative anteroposteriore Röntgenaufnahmen der rechten Schulter einer 78-jährigen Patientin, bei der aufgrund einer primären Omarthrose eine rTSA durchgeführt wurde. Präoperativ betrug der SRA  $83,6^\circ$ , entsprechend einer Aufwärtsrotation von  $6,4^\circ$ . Ein Jahr postoperativ war die Scapula um  $4,1^\circ$  nach kaudal gekippt (SRA =  $87,7^\circ$ ) und verblieb in einer leichten Aufwärtsrotation von  $2,3^\circ$ .

## **Der Einfluss des Gelenkkraftvektors auf die Liner Stability Ratio bei der inversen Schultertotalendoprothese**

**Autorenliste:** Abdelkader Shekhbihi<sup>1</sup>, Maximilian Modelhart<sup>1</sup>, Rudi Moroder<sup>2</sup>, Eva Herbst<sup>3</sup>, Stefan Bauer<sup>4</sup>, Philipp Moroder<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Schulthess Klinik, Zürich, Schweiz*, <sup>2</sup>*Bergmeister GmbH, Varna, Italien*, <sup>3</sup>*ETH Zürich, Zürich, Schweiz*,

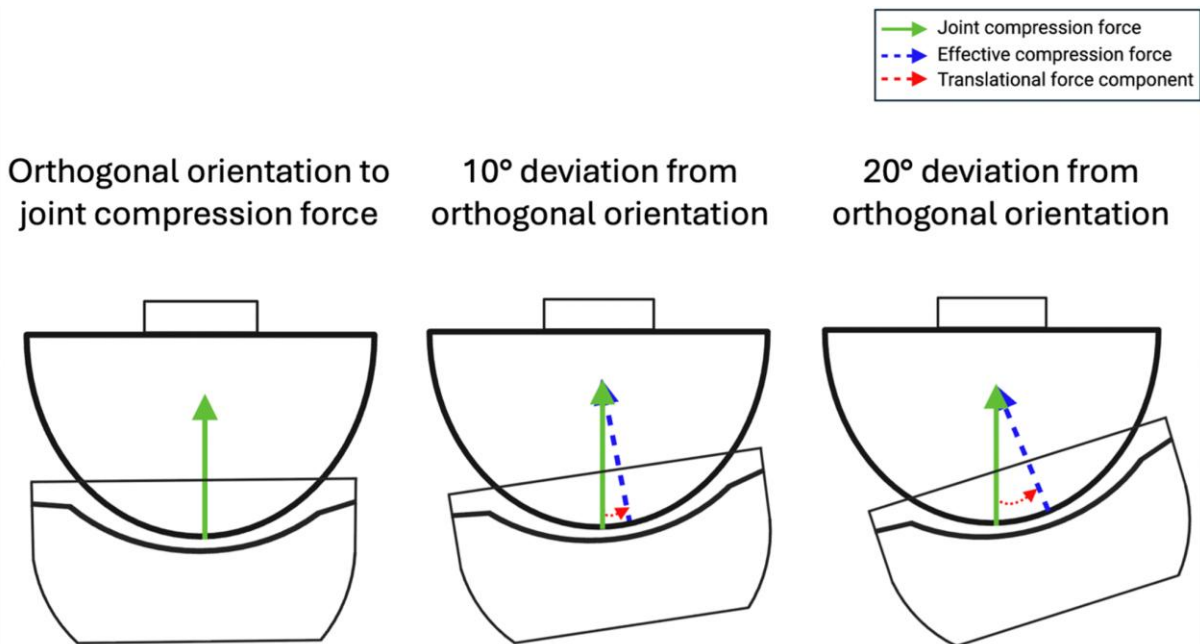
<sup>4</sup>*Ensemble Hospitalier de la Côte, Morges, Schweiz*

### **Fragestellung**

Die Liner Stability Ratio (LSR) ist ein zentraler Faktor für die Stabilität bei der inversen Schultertotalendoprothese (rTSA). Während eine erhebliche Variabilität der LSR sowohl zwischen als auch innerhalb von verschiedenen kommerziell erhaltenen Systemen aufgezeigt wurde, bleibt bisher unklar welchen Einfluss eine Änderung der humeralen Inklination, Version oder Torsion auf die Instabilität der inversen Schulterprothese hat. Ziel dieser Studie war es, den Einfluss der Liner-Ausrichtung relativ zum Gelenkkraftvektor auf LSR-Berechnungen in der rTSA zu beschreiben.

### **Methodik**

Veröffentlichte Messwerte zu Sprunghöhe und Radius wurden für verschiedene kommerziell erhältliche rTSA-Liner-Designs ausgewertet. Zunächst wurde die ursprüngliche Formel der LSR berechnet. Anschließend erfolgte eine analytische Überarbeitung der Formel auf Basis geometrischer Prinzipien, um Orientierungsänderungen des Liners relativ zum Gelenkkraftvektor zu berücksichtigen und den Einfluss dieser Änderungen in unterschiedlichen Ausmaßen auf die effektive Stabilität von rTSA-Systemen zu untersuchen. Abschließend wurde die LSR für Standard- und Constrained-Liner verschiedener Größen neu berechnet. Die analysierten Implantatsysteme dienten dabei als praxisnahe Beispiele, um den Einfluss der Liner-Orientierung auf die effektive Stabilität anschaulich zu demonstrieren.



**Abbildung 1:** Schematische Darstellung der theoretischen Grundlagen der LSR. Als ideale Referenzbedingung ist die Orientierung dargestellt, bei der die Liner-Oberfläche möglichst orthogonal zum Gelenkkompressionskraftvektor ausgerichtet ist. Zur konzeptionellen Veranschaulichung werden eine statische Position und ein homogener Gelenkreaktionskraftvektor angenommen. Der grüne Pfeil repräsentiert die theoretische Gelenkkompressionskraft, die in der idealen Referenzorientierung senkrecht auf die Liner-Oberfläche wirkt und dadurch die axiale Kompression maximiert (links). Mit zunehmender winkelmäßiger Abweichung von dieser Referenzausrichtung um 10° (Mitte) wird eine translatorische Kraftkomponente eingeführt, die die effektive kompressive Stabilität reduziert; bei einer Abweichung von 20° (rechts) verstärkt sich dieser Effekt weiter.

### Ergebnisse

Die durchschnittliche LSR über alle untersuchten Systeme betrug  $128 \pm 51$  % (56–337 %) unter Einbezug aller Liner-Designs. Standard-Liner wiesen eine mittlere LSR von  $110 \pm 32$  % (56–196 %) auf, während für Constrained-Liner ein höherer Mittelwert von  $153 \pm 61$  % (74–337 %) berechnet wurde. Simulierte Änderungen der Liner-Orientierung führten zu relativen Reduktionen der LSR um etwa  $32 \pm 4$  % bei einer Orientierungsänderung von 10° sowie um  $53 \pm 2$  % bei einer Änderung von 20°, was den starken Einfluss der Liner-Orientierung auf die effektive Stabilität der rTSA-Systeme verdeutlicht.

### Schlussfolgerung

Zwischen den rTSA-Implantatsystemen fanden sich erhebliche Unterschiede in der LSR und somit im Grad des resultierenden Koppelungsgrades; die große Überlappung dieser Werte zeigt, dass derzeit keine eindeutige Definition existiert, was einen Standard- im Gegensatz zu einem Constrained-Liner ausmacht. Bemerkenswert ist, dass eine Änderung der orthogonalen Liner-Ausrichtung relativ zur Gelenkkompressionskraft um 10° bzw. 20° mit einem theoretischen relativen Rückgang der LSR um ungefähr ein Drittel bzw. die Hälfte verbunden ist. Chirurgen sollten daher die LSR ihres bevorzugten rTSA-Systems berücksichtigen sowie den Einfluss der Inklination, Version, und Torsion der humeralen Komponente, insbesondere bei flachen Linern und Patienten mit erhöhtem Luxationsrisiko kennen.

## Hohe Variabilität des Liner Stability Ratio zwischen Glenoidkomponenten verschiedener anatomischer Schultertotalendoprothesensysteme

**Autorenliste:** Abdelkader Shekhbihi<sup>1</sup>, Abdelhady Abdalla<sup>2</sup>, Maximilian Modelhart<sup>1</sup>, Eva Herbst<sup>3</sup>, Patric Raiss<sup>4</sup>, Philipp Moroder<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Schulthess Klinik, Zürich, Schweiz, <sup>2</sup>Kreiskrankenhaus Lörrach, Lörrach, Deutschland, <sup>3</sup>ETH Zürich, Zürich, Schweiz, <sup>4</sup>Orthopädische Chirurgie München, München, Deutschland

### Fragestellung

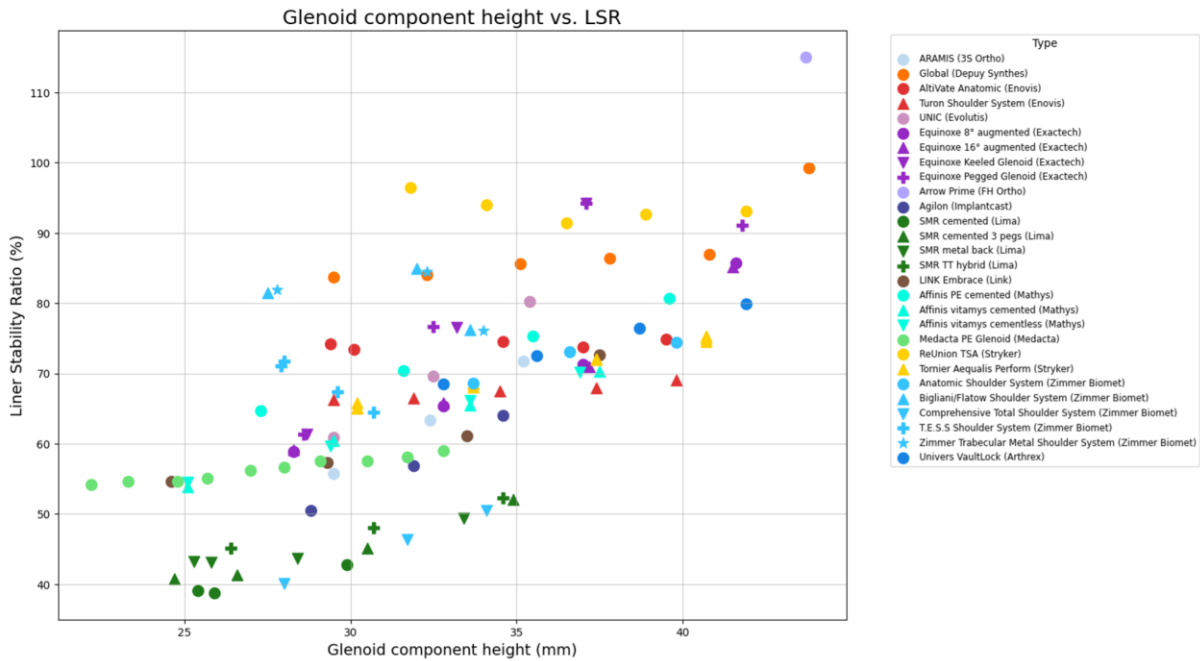
Die anatomische Schultertotalendoprothese (aTSA) ist für ausgewählte Patienten eine geeignete Option mit guten Langzeitergebnissen. Dennoch bleiben Instabilitäten mit statischer Dezentrierung und exzentrischem Abrieb ein relevantes Problem. Ein wesentlicher Faktor für die Stabilität der aTSA ist die von der glenoidalen Komponentengenerierte „liner stability ratio“ (LSR), das sich aus Sprunghöhe („jump height“) und Radius zusammensetzt. Ziel dieser Studie war es, Sprunghöhe und Radius verschiedener aTSA-Glenoidkomponenten zu messen und die LSR unterschiedlicher Implantatsysteme zu bestimmen, um das Ausmaß des Koppelungsgrades zwischen Systemen vergleichen zu können.

### Methodik

Mithilfe herstellerunabhängiger Planungssoftware wurden Höhe, Sprunghöhe und Radius in longitudinaler und transversaler Achse der glenoidalen Komponente von 28 aTSA-Systemen von 14 Firmen durch zwei unabhängige Untersucher gemessen; transversale Messungen erfolgten am breitesten Durchmesser (t1) und auf Höhe der longitudinalen Achsenmitte (t2). Die Daten wurden durch Abgleich mit bereitgestellten Spezifikationen von 2 Firmen validiert. Das LSR wurde anhand einer bereits validierten mathematischen Formel berechnet. Die Interrater-Reliabilität wurde mittels Intraklassenkorrelationskoeffizient (ICC) bestimmt. Schematische Darstellungen visualisierten den Zusammenhang von Glenoidkomponenten-Höhe, Sprunghöhe und LSR verschiedener aTSA-Designs.

### Ergebnisse

Die durchschnittliche Glenoidkomponenten-Höhe betrug  $32,8 \pm 4,9$  mm (22,3–43,8 mm). Die mittlere Sprunghöhe und der Radius lagen longitudinal bei  $5,1 \pm 1,5$  mm (2,4–9,9 mm) bzw.  $29,7 \pm 3,6$  mm (21,7–38,1 mm), transversal bei t1 bei  $2,7 \pm 0,7$  mm (1,5–5,1 mm) bzw.  $29,5 \pm 3,9$  mm (19,9–38,5 mm) und bei t2 bei  $2,6 \pm 0,7$  mm (1,3–4,7 mm) bzw.  $29,7 \pm 3,9$  mm (20,1–39,7 mm). Die berechneten LSR-Werte reichten longitudinal von 39 % bis 115 % (Mittelwert  $68 \pm 15$  %), transversal bei t1 von 31 % bis 71 % ( $47 \pm 8$  %) und bei t2 von 28 % bis 65 % ( $45 \pm 8$  %) über alle Systeme hinweg. Herstellerangaben zweier Firmen zeigten eine hohe Übereinstimmung mit den gemessenen Werten. Hinsichtlich der LSR-Konsistenz wiesen nur 2 Systeme eine konstante LSR-Variation ( $\leq 5$  %) in beiden Achsen auf. Leichte Inkonsistenzen ( $> 5$ –10 %) fanden sich bei 3 Systemen longitudinal und bei 5 Systemen transversal, während die Mehrheit der Systeme eine Variation von  $> 10$  % zwischen den Größen zeigte. Die Interrater-Reliabilität zeigte nahezu perfekte Übereinstimmung zwischen den Untersuchern.



**Abbildung 1:** Grafik zur Darstellung des Zusammenhangs zwischen der Höhe der Glenoidkomponente und der LSR über verschiedene aTSA-Systeme hinweg. Sowohl zwischen den einzelnen Systemen als auch innerhalb der Systeme zeigt sich eine hohe Variabilität der LSR, ohne eine konsistente lineare Korrelation zur Höhe der Glenoidkomponente.

### Schlussfolgerung

Die Studie zeigt eine ausgeprägte Variabilität des LSR zwischen Glenoidkomponenten verschiedener aTSA-Systeme, wobei Inkonsistenzen in den meisten Fällen sogar innerhalb desselben Systems auftreten. Da die ideale LSR derzeit noch nicht erforscht wurde sind biomechanische Untersuchungen notwendig, um die Bedeutung von LSR-Variationen für die anatomische Prothese zu klären insbesondere in Hinblick auf Stabilität, den Abrieb und die Lockerungstendenz im Sinne des „rocking-horse“-Phänomens.

## **Einfluss der lateralen Instabilität des Ellenbogens auf die Spannung der Membrana interossea – eine biomechanische Kadaverstudie**

**Autorenliste:** Michael Sarter<sup>1</sup>, Tim Leschinger<sup>1</sup>, Lars P. Müller<sup>1</sup>, Nadine Ott<sup>1</sup>

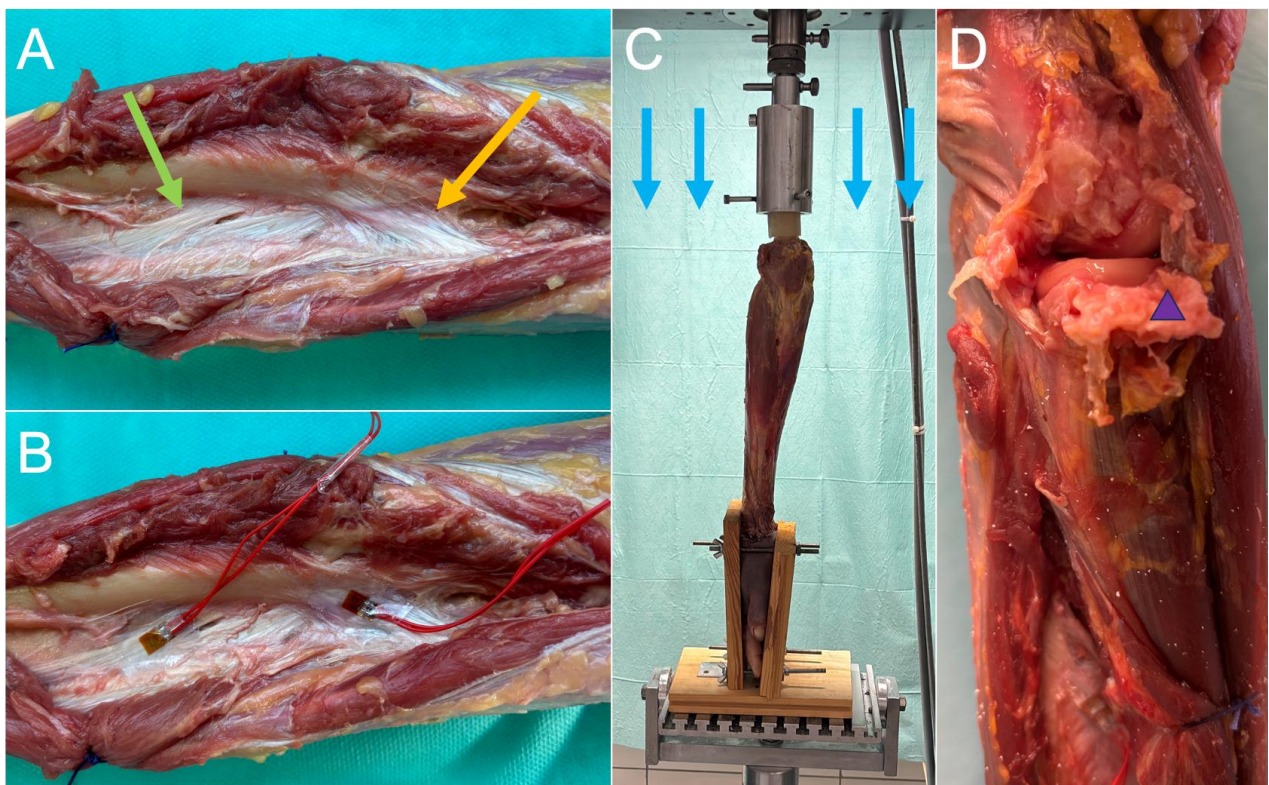
<sup>1</sup>Klinik und Poliklinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Plastisch-Ästhetische Chirurgie Uniklinik Köln, Köln, Deutschland

### **Fragestellung**

Die Membrana interossea antebrachii (IOM) trägt maßgeblich zur longitudinalen und transversalen Stabilität des Unterarms bei und ermöglicht die Kraftübertragung vom Radius auf die Ulna. Da Rupturen häufig unerkannt bleiben, sind sie eine therapeutische Herausforderung und mit einem schlechten funktionellen Outcome verbunden. In einer parallelen Studie zeigte sich, dass neben dem zentralen Band (ZB) auch das proximale, oblique Band (PB) einen Einfluss auf die Spannungsverteilung der IOM hat. In dieser biomechanischen Studie wurde aufbauend die Spannungsverteilung auf das ZB und das PB bei lateraler Instabilität des Ellenbogens in Abhängigkeit der Unterarmpositionen (Neutral, Pronation, Supination) bestimmt.

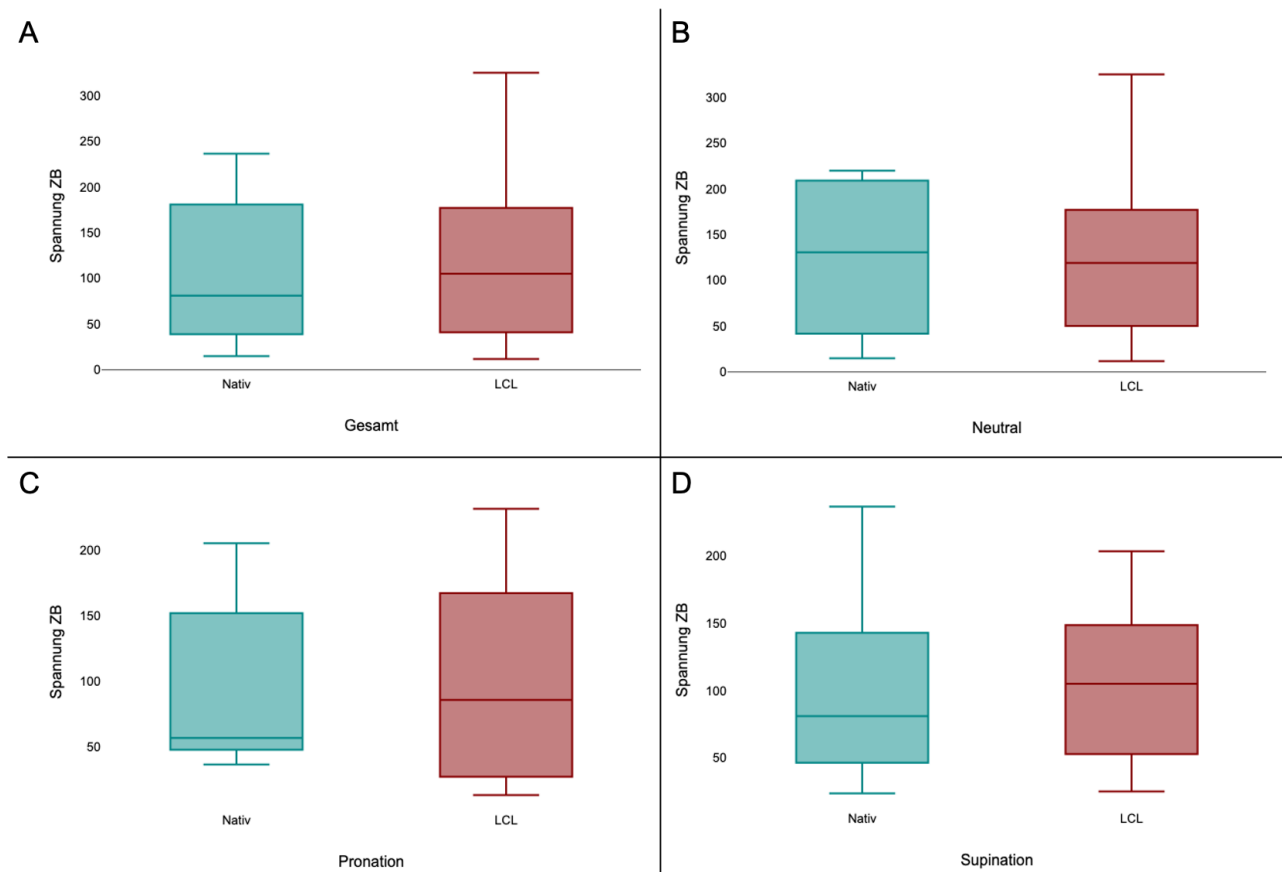
### **Methodik**

8 frisch gefrorene Kadaverarme wurden mit gestrecktem Ellenbogen- und Handgelenk in eine universelle Testmaschine (Zo10, Zwick/Roell, Ulm Deutschland) eingespannt. Das laterale kollaterale Ligament (LCL) wurde durchtrennt und die Arme wurden in Neutral-, Pronations- und Supinationsposition einem longitudinalen Druck von -10 N – +130 N ausgesetzt. Die Spannung des ZB und PB wurde indirekt mit Dehnungsmessstreifen gemessen. Mit Hilfe statistischer Analysen wurden deskriptive Statistiken und signifikante Unterschiede ermittelt.



## Ergebnisse

In allen Szenarien wurde auch bei durchtrenntem LCL während der Druckphase eine positive Spannung der ZB beobachtet. Diese betrug im Mittel 209,50 mm/m. Bei den Spannungen der ZB mit vorliegendem PB (MW 114,1 mm/m) und der ZB ohne vorliegendes PB (MW 495,8 mm/m) unabhängig der Armposition konnte ebenfalls ein signifikanter Unterschied ( $p < 0,001$ ) nachgewiesen werden. Die mittleren Spannungen der ZB bei durchtrenntem LCL zeigten sich in allen Szenarien im Vergleich zu den mittleren Spannungen der ZB bei intaktem LCL erhöht (Gesamt: Nativ 108,2 vs. LCL 114,1 mm/m; Neutral: Nativ 124 vs. LCL 133,2 mm/m; Pronation: Nativ 97 vs. LCL 102,8 mm/m; Supination: Nativ 103,5 vs. LCL 106,2 mm/m). Die Unterschiede waren statistisch nicht signifikant.



## Schlussfolgerung

Unter longitudinalem Druck konnte auch bei vorliegender lateraler Instabilität eine unterschiedlich starke Spannung des ZB in Abhängigkeit des Vorliegens eines PB nachgewiesen werden. Wenn auch statistisch nicht signifikant, scheint bei lateraler Instabilität mehr Spannung auf das ZB ausgeübt zu werden, als bei nativem Ellenbogengelenk. Die Stabilität des Ellenbogengelenks könnte demnach einen direkten Einfluss auf die Spannung der IOM haben.

## **Inverse Schultertotalendoprothese bei antevertierten Walch Typ-D Glenoiden: Eine propensity-score-gematchte Registeranalyse**

**Autorenliste:** Abdelkader Shekhbihi<sup>1</sup>, Patric Raiss<sup>2</sup>, Bradford Parsons<sup>3</sup>, Patrick Denard<sup>4</sup>, Christopher O'grady<sup>5</sup>, Samuel Harmsen<sup>6</sup>, Russell Huffman<sup>7</sup>, Bruce Miller<sup>8</sup>, Philipp Moroder<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Schulthess Klinik, Zürich, Schweiz, <sup>2</sup>Orthopädische Chirurgie München, München, Deutschland, <sup>3</sup>Department of Orthopedic Surgery at the Icahn School of Medicine at Mount Sinai, New York, Vereinigte Staaten, <sup>4</sup>Oregon Shoulder Institute, Oregon, Vereinigte Staaten, <sup>5</sup>Andrews Institute, Florida, Vereinigte Staaten, <sup>6</sup>Department of Orthopaedic Surgery, Banner Health, Arizona, Vereinigte Staaten, <sup>7</sup>Department of Orthopaedic Surgery, Rothman Orthopaedic Institute, Florida, Vereinigte Staaten, <sup>8</sup>Department of Orthopaedic Surgery, MedSport, University of Michigan, Michigan, Vereinigte Staaten

### **Fragestellung**

Die Glenoidmorphologie nach Walch Typ-D bei primärer Omarthrose ist durch ein antevertiertes Glenoid mit anteriorer Subluxation des Humeruskopfes gekennzeichnet und stellt eine seltene Indikation für inverser Schultertotalendoprothese (rTSA) dar. Bisher liegen keine Daten zu klinischen und radiografischen Ergebnissen nach rTSA bei dieser spezifischen Pathologie vor.

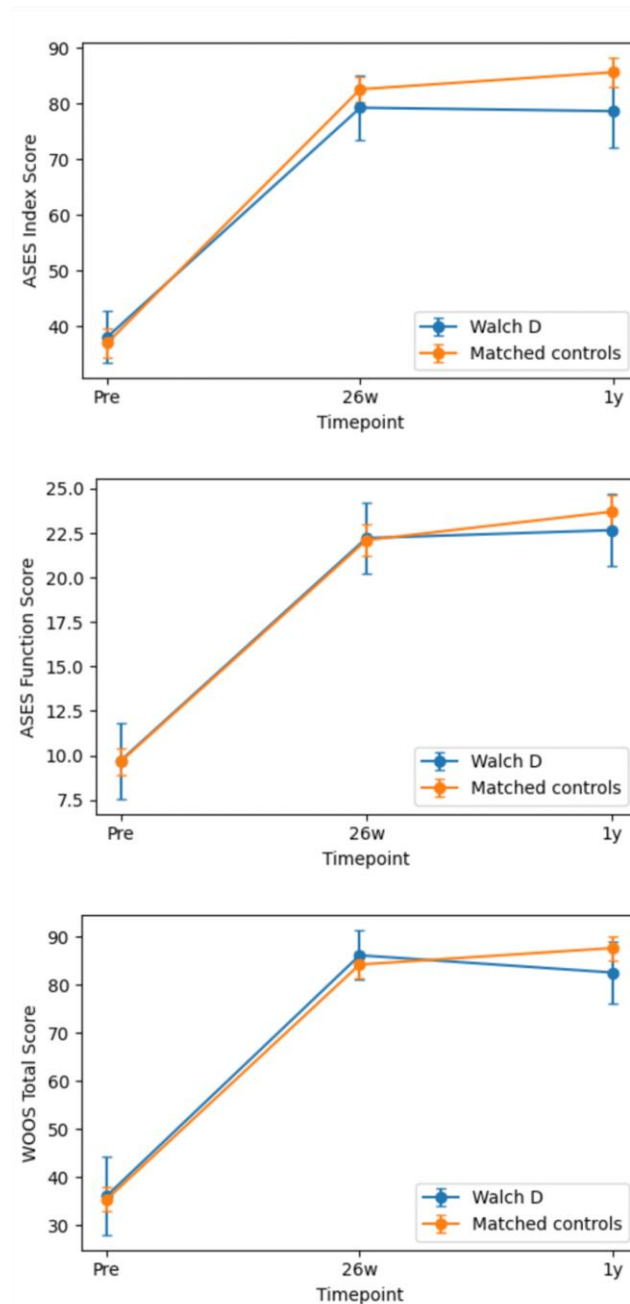
### **Methodik**

In dieser retrospektiven, registerbasierten Vergleichsstudie wurden Daten des Shoulder Arthroplasty Research Committee (ShARC) ausgewertet (rTSA durch acht Operateure). Die Studienkohorte umfasste zehn Patienten mit primärer Omarthrose und Walch Typ-D Glenoidmorphologie. Eine zeitgleiche Kontrollkohorte wurde aus demselben Register mittels 4:1-Propensity-Score-Matching selektiert (Nearest-Neighbor-Matching ohne Zurücklegen, Kaliperbreite 0.2 Standardabweichungen des Logits des Propensity-Scores). Als Kontrollgruppe wurden Patienten mit primärer Omarthrose und dokumentierter Walch-Klassifikation A1, A2, B1, B2, oder B3 aus demselben Register eingeschlossen. Das Propensity-Score-Modell umfasste Alter, Geschlecht, Body-Mass-Index, Anzahl vorangegangener Schulteroperationen sowie präoperative klinische Scores. Die klinischen Outcomes wurden präoperativ sowie nach 26 Wochen und nach 1 Jahr erhoben. Intragruppale zeitliche Veränderungen wurden mittels Friedman-Test analysiert, gefolgt von Holm-adjustierten paarweisen Wilcoxon-Rang-Tests. Intergrupale Vergleiche nach einem Jahr erfolgten mittels baseline-adjustierter Kovarianzanalyse (ANCOVA) unter Verwendung cluster-robuster Standardfehler auf Ebene der gematchten Sets. Implantat- und Technikparameter (u. a. Schaftlänge, Schaftinklination, Basisplatten-Lateralisierung, Augmentation und Größe, Glenosphärengröße sowie Art der Subskapularisrekonstruktion) wurden deskriptiv erfasst.

### **Ergebnisse**

Die gematchte Analyse umfasste zehn Patienten mit Walch Typ-D Glenoid und 40 Kontrollpatienten (Walch A1: n=21; A2: n=5; B1: n=3; B2: n=9; B3: n=2). Das mittlere Alter betrug  $72,8 \pm 4,8$  Jahre in der Walch D-Gruppe und  $72,9 \pm 7,3$  Jahre in der Kontrollgruppe; der Frauenanteil lag bei 20 % bzw. 17,5 %. In allen Fällen wurde eine Schaftinklination von  $135^\circ$  verwendet. In der Walch D-Gruppe kamen in 60 % augmentierte und in 40 % nicht augmentierte Basisplatten zum Einsatz; in der Kontrollgruppe betrug diese Anteile 32,5 % bzw. 67,5 %. Beide Kohorten zeigten eine hohe Verbesserung des American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES) Shoulder Index, des ASES Shoulder Function Scores sowie des Western Ontario Osteoarthritis of the Shoulder (WOOS)-Scores bis zum 26-Wochen-Follow-up mit Erhalt der Ergebnisse bis zum 1-Jahres-Follow-Up. Die baseline-adjustierten intergruppalen Unterschiede nach einem Jahr waren statistisch nicht signifikant (ASES Index:  $-7,08$  [95 %-KI  $-20,69$  bis  $6,54$ ]; ASES Function:  $-1,14$  [ $-5,65$  bis  $3,38$ ]; WOOS:  $-5,78$  [ $-18,94$  bis  $7,39$ ]; alle  $p > 0,30$ ). Ein-Jahres-

Röntgenaufnahmen lagen für beide Gruppen vor; die Implantate zeigten sich stabil ohne Hinweise auf Lockerung.



**Abbildung 1:** Longitudinale klinische Outcome-Parameter präoperativ sowie nach 26 Wochen und 1 Jahr nach inverser Schultertotalendoprothese bei Patienten mit Walch-Typ-D Glenoidmorphologie und 4:1 propensity-score-gematchten Kontrollgruppe. In beiden Kohorten zeigte sich eine deutliche Verbesserung bis 26 Wochen mit Erhalt der Ergebnisse bis zum 1-Jahres-Follow-up.

### Schlussfolgerung

In dieser propensity-score-gematchten Registeranalyse zur rTSA bei primärer Omarthrose erzielten Patienten mit Walch Typ-D Glenoid frühe funktionelle Verbesserungen und eine Steigerung der Lebensqualität, die den Ergebnissen gematchter Walch Typ A und B Kontrollen bis zum 1-Jahres-Follow-up entsprachen. Die rTSA ist eine verlässliche Therapieoption bei dieser seltenen Glenoiddeformität mit sehr guten klinischen Resultaten und niedriger Komplikationsrate im beobachteten Zeitraum.

## **All-Suture-Anker versus Titananker für die Refixation distaler Trizepssehnenrupturen: ein biomechanischer Vergleich**

**Autorenliste:** Sebastian Lappen<sup>1</sup>, Alexandra Mut<sup>1</sup>, Michael Kimmeyer<sup>1</sup>, Sebastian Siebenlist<sup>2</sup>, Stephanie Geyer<sup>3</sup>, Pavel Kadantsev<sup>2</sup>, Mohamed Yasmin<sup>1</sup>, Michael Hackl<sup>1</sup>, Christoph-Johannes Pucher<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Orthopädisch-Unfallchirurgisches Zentrum, Universitätsklinikum Mannheim, Mannheim, Deutschland,  
<sup>2</sup>Sektion Sportorthopädie TU München, München, Deutschland, <sup>3</sup>St. Vinzenz Klinik Pfronten, Pfronten, Deutschland

### **Fragestellung**

Die operative Versorgung stellt den Goldstandard bei Rupturen der distalen Trizepssehne dar. All-Suture Anker bieten für die Sehnenrefixation Vorteile wie kleinere Bohrkanäle und das Ausbleiben metallischer Artefakte. Ihre biomechanische Leistungsfähigkeit bei der Versorgung distaler Trizepssehnenrupturen ist jedoch bislang unklar.

### **Methodik**

In dieser biomechanischen Studie an Körperspenderpräparaten wurde die primäre Stabilität von All-Suture-Ankern im Vergleich zu Titanankern für die Refixation der distalen Trizepssehne untersucht. Sechzehn gepaarte humane Ellenbogen wurden randomisiert zwei Gruppen zugeteilt. Nach anatomischer Sehnenrefixation erfolgten eine zyklische Belastung (1500 Zyklen, 10–150 N) sowie anschließend ein Belastungstest bis zum Versagen. Erhobene Parameter umfassten die maximale Dehnung in % und mm, sowie die maximale Last bei strukturellem Versagen.

### **Ergebnisse**

Während der zyklischen Belastung kam es bei zwei Konstrukten (je eines pro Gruppe) aufgrund geringer Knochenqualität zu einem vorzeitigen Versagen. Unter den verbleibenden Präparaten zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in der maximalen Dehnung zwischen den mit All-Suture Ankern ( $4,03 \pm 1,29$  % bzw.

$26,1 \pm 6,71$  mm) und Titanankern ( $4,38 \pm 2,00$  % bzw.  $27,8 \pm 9,70$ ) versorgten Präparaten ( $p = 0,536$ ). Titananker wiesen jedoch eine signifikant höhere Versagenslast auf ( $552 \pm 125$  N vs.  $407 \pm 125$  N,  $p = 0,005$ ). Die Versagensmechanismen waren heterogen und zeigten keinen Zusammenhang mit dem Ankertyp ( $p = 0,342$ ).

### **Schlussfolgerung**

Die Fixation mittels All-Suture-Ankern zeigte hinsichtlich der zyklischen Stabilität eine vergleichbare Stabilität zu Titanankern, mit ähnlichen Dislokationsmustern und einer gleichartigen Verteilung der Versagensmechanismen. Titananker erreichten jedoch signifikant höhere Versagenslasten, was auf eine überlegene Konstruktstärke unter maximaler Belastung hinweist, deren klinische Relevanz jedoch angesichts der übungsstabilen Nachbehandlung dieser Patienten von untergeordneter Rolle sein dürfte.

## **“Standardisierte Repositions- und Retentionstechniken verbessern die Repositionsqualität bei proximalen Humerusfrakturen“**

**Autorenliste:** Christiane Barthel<sup>1,2</sup>, Tim Schneller<sup>3</sup>, Daniela Brune<sup>3</sup>, Asimina Lazaridou<sup>3</sup>, Markus Scheibel<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Schulthess Klinik, Schulter- und Ellenbogenchirurgie, Zürich, Schweiz, <sup>2</sup>UniversitätsSpital Zürich, Traumatologie, Zürich, Schweiz, <sup>3</sup>Schulthess Klinik, Lehre, Forschung und Entwicklung, Zürich, Schweiz, <sup>4</sup>Charité - Universitätsmedizin Berlin, Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie, Berlin, Deutschland

### **Fragestellung**

Proximale Humerusfrakturen stellen insbesondere bei mehrfragmentären Verletzungen sowie bei geriatrischen Patientinnen und Patienten eine erhebliche operative Herausforderung dar. Unterschiedliche Repositions- und Retentionstechniken können einen wesentlichen Einfluss auf die Qualität des Repositionsergebnisses haben. Ziel dieser Studie war es, die radiologischen Ergebnisse einer standardisierten, schrittweisen Repositionstechnik mit temporärer transhumeraler K-Draht-Retention mit denen einer nicht standardisierten Vorgehensweise zu vergleichen sowie die anatomische Reposition und die Rekonstruktion des medialen Kalkars zu analysieren.

### **Methodik**

In dieser retrospektiven Matched-Pair-Analyse wurden 72 Patientinnen und Patienten mit proximaler Humerusfraktur eingeschlossen, die mittels offener Reposition und winkelstabiler Plattenosteosynthese versorgt wurden. Insgesamt wurden 36 Frakturen mit einer standardisierten Repositions- und Retentionstechnik behandelt (Gruppe 1), während 36 Frakturen unter Anwendung individuell gewählter Repositionsmethoden versorgt wurden (Gruppe 2). Das Matching erfolgte anhand des Frakturtyps gemäß der Mayo-FJD-Klassifikation sowie nach Alter und Geschlecht. Die statistische Analyse der Kalkarreposition erfolgte mittels ordinaler logistischer Regression, die Analyse des Hals-Schaft-Winkels (NSA) mittels linearer Regression, jeweils altersadjustiert.

### **Ergebnisse**

Die standardisierte Technik war mit signifikant höheren Chancen für eine überlegene Repositionsqualität assoziiert (OR 11,88; 95 %-KI 3,97–97,0;  $p < 0,001$ ). Eine vollständige Rekonstruktion des medialen Kalkars wurde in Gruppe 1 signifikant häufiger erreicht (OR 4,85;  $p = 0,013$ ). Hinsichtlich der Verbesserung des Hals-Schaft-Winkels ( $\Delta$ -NSA) zeigte sich hingegen kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen ( $p = 0,56$ ); beide Techniken führten zu vergleichbaren prä- und postoperativen NSA-Werten.

### **Schlussfolgerung**

Eine standardisierte Repositionstechnik mit temporärer K-Draht-Retention ermöglicht eine anatomische Reposition sowie eine zuverlässigere Rekonstruktion des medialen Kalkars bei proximalen Humerusfrakturen. Die Technik erhöht die Reproduzierbarkeit der Repositionsergebnisse und ist insbesondere bei komplexen Frakturmustern von Vorteil. Prospektive multizentrische Studien sind erforderlich, um den Einfluss auf funktionelle Ergebnisse und Komplikationsraten zu evaluieren.

## **Einfluss der Korrektur von superiorer Glenoidinklination und CSA-Winkel auf das Outcome nach anatomischer Schulterendoprothese bei Omarthrose mit intakter Rotatorenmanschette**

**Autorenliste:** Konrad Malachowski<sup>1</sup>, Ayman Abdelkawi<sup>2</sup>, Mohamed Aboalata<sup>2</sup>, Mohamed Abdrabou<sup>2</sup>, Arne Berner<sup>2</sup>, Frank Gohlke<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Rhön-Klinikum, Bad Neustadt an der Saale, Deutschland, <sup>2</sup>Rhön-Klinikum Campus Bad Neustadt, Bad Neustadt an der Saale, Deutschland

### **Fragestellung**

Da im Langzeitverlauf eine superiore Inklinationswinkel von über 10° und der damit assoziierte CSA-Winkel einen ungünstigen Einfluss auf die Entwicklung einer Insuffizienz der Rotatorenmanschette durch Sehnenrupturen aufweisen soll, wird grundsätzlich empfohlen mit einer Versionskorrektur auch diese Winkel durch Fräsen und/oder knöchernen Aufbau zu korrigieren. Die vorliegende Studie befasst sich mit dem Einfluss dieser Parameter auf das klinische und röntgenologische Ergebnis.

### **Methodik**

Bei insgesamt 80 Schultern (79 Patienten), die mit einem neuartigen System (schafftfreie, zementfreie Verankerung der Komponenten einer anatomischen Schulter-TEP mit Materialumkehr der Gleitflächen), zwischen 2019-2022 operiert wurden (mittl. Alter 64, 41-81 Jahre), konnte im präoperativen CT bzw. der 3D-Analyse eine superiore Inklinationswinkel von 6,2° und ein CSA-Winkel von 26,9° festgestellt werden, die im postoperativen Röntgenbild um 2,1° für die superiore Inklinationswinkel und 2,55° für den CSA korrigiert wurden. Diese Fälle wurden konsekutiv prospektiv über 3-6 Jahre klinisch und radiologisch verfolgt. Glenoiddysplasien (C-Typ nach Walch, Retroversion > 30°, inferiore Inklinationswinkel) wurden exkludiert. Die Position des Humeruskopfes wurde in Röntgen-Aufnahmen in 3 standardisierten Ebenen analysiert und der klinische Befund mittels DASH und Constant-Score erhoben.

### **Ergebnisse**

Auffällig war die Zunahme der subakromialen Distanz von 10,9mm auf 14,9mm, die mit der Korrektur der superioren Inklinationswinkel, des CSA und, geringer auch der Lateralisierung einherging. Im post-OP Röntgenbild zeigte sich zwar in diesen Fällen eine Zentrierung im Glenohumeralgelenk (mit Ausnahme von 5 Fällen mit partieller Subscapularis-Insuffizienz). Ob die Verbrüderung mit einer Zunahme der Dicke der Supraspinatus-Sehne oder Verdickung des CA-Ligamentes einherging ließ sich nicht eindeutig klären, da ein post-OP CT oder MRT nur in wenigen Fällen vorlag. Ein signifikanter Unterschied im klinischen Outcome gegenüber den Patienten mit geringer Korrektur des CSA und der superioren Inklinationswinkel oder sogar leichter inferiorer Inklinationswinkel (unbeabsichtigter Überkorrektur) war im mittel- bis langfristigen Verlauf nicht nachweisbar. Ein signifikanter Zusammenhang mit den beobachteten Komplikationen ließ sich ebenfalls nicht feststellen.

### **Schlussfolgerung**

Unsere Daten weisen darauf hin, dass selbst bei biplanaren Glenoid-Deformitäten eine dauerhafte Korrektur der superioren Inklinationswinkel und des damit assoziierten CSA-Winkels möglich und sinnvoll ist und mit dem beobachteten System der ATSA dadurch im mittel- bis langfristigen Verlauf auch keine Nachteile entstehen, obwohl der Drehpunkt (COR) im Glenohumeralgelenk damit dauerhaft leicht nach inferior und lateral verschoben wird.

## **Zytochemische Analyse der synovialen XT-1 und LOX Enzymaktivität bei der adhäsiven Kapsulitis der Schulter**

**Autorenliste:** Agnieszka Halm-Pozniak<sup>1</sup>, Elisabeth Rimkus<sup>2</sup>, Alexander Berth<sup>1</sup>, Christoph H. Lohmann<sup>1</sup>, Jessica Bertrand<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Orthopädische Universitätsklinik Otto-Von-Guericke-Universität Medizinische Fakultät Magdeburg, Magdeburg, Deutschland, <sup>2</sup>Albertinen-Krankenhaus, Hamburg, Deutschland

### **Fragestellung**

Die adhäsive Kapsulitis (AC) der Schulter ist eine häufige Erkrankung (Prävalenz 2–5 %), die durch einen schmerzhaften und progredienten Bewegungsverlust des Gelenkes aufgrund fibrotischer Veränderungen der Gelenkkapsel gekennzeichnet ist. Die Ätiologie der adhäsiven Kapselentzündung ist multifaktoriell wobei systemische Erkrankungen wie Diabetes und Schilddrüsenerkrankungen sowie idiopathische Faktoren eine Rolle spielen. Die komplexen pathophysiologischen Zusammenhänge zwischen Entzündung und Fibrosierung sind jedoch nicht vollständig geklärt. Gegenwertig wird hierbei der Einfluss der proinflammatorischen Zytokine diskutiert, da biochemische Studien fibrosierender Erkrankungen anderer Gelenke eine erhöhte Aktivität der Xylosyltransferase-1 (XT-1) sowie Lysyloxidase (LOX) in der Synovia nachweisen konnten.

Das Ziel dieser Studie war es daher, die Expression und Aktivität von XT-1 und LOX in der Synovia bei AC zu bestimmen um der Frage nachzugehen, inwieweit diese synovialen Enzymcharakteristika auch bei AC zu finden sind.

### **Methodik**

In diese prospektiven Studie wurden 45 Patienten eingeschlossen, bei denen aufgrund einer 6-monatigen konservativen therapieresistenten AC eine arthroskopische Arthrolyse vorgenommen wurde. Als Kontrollgruppe dienten 47 Patienten, bei denen aufgrund einer Impingementsymptomatik anderer Genese die Indikation zur arthroskopischen Therapie gestellt wurde. Bei allen Patienten lagen präoperativ aktuelle Röntgen- und MRT-Untersuchungen vor. Komorbiditäten wurden erfasst. Intraoperativ wurden synoviale Gewebeproben entnommen, um mittels Quantitative Real-Time PCR und Immunfärbungen die Aktivität und Expression von XT-1 und LOX zu bestimmen. Die statistische Auswertung erfolgte mittels t-Test und Mann-Whitney-Test.

### **Ergebnisse**

Bei vergleichbarer Alters- und Geschlechtsverteilung der Kohorten ( $p = 0.46$ ;  $p = 0.75$ ) war die Inzidenz von Diabetes mellitus in der AC Gruppe signifikant höher, als in der Kontrollgruppe ( $p < 0.0001$ ).

Die synoviale XT-1-Aktivität (Fig. 1) war bei AC im Vergleich zu Kontrollgruppe signifikant höher ( $p=0.002$ ), während bei der XT-1-Expression keine Unterschiede zwischen beiden Gruppen nachgewiesen werden konnte ( $p=0.67$ ). Im Gegensatz dazu zeigte sich sowohl die LOX-Aktivität als auch -Expression (Fig. 2) in der AC Gruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant erhöht ( $p < 0.0001$ ;  $p=0.003$ ).

### **Schlussfolgerung**

Die nachgewiesenen XT-1 und LOX Enzymcharakteristika bei AC sind mit den bei anderen fibrotischen Gelenkerkrankungen vergleichbar. Somit sind diese proinflammatorischen Enzyme auch an pathophysiologischen Prozessen bei AC beteiligt. Inwieweit Komorbiditäten oder weitere Faktoren hierbei einen Einfluss haben, bleibt Gegenstand weiterer Untersuchungen. Zukünftige Studien sollen

auch evaluieren inwiefern sich aus diesen Ergebnissen weitere Ansätze hinsichtlich der Diagnostik und Therapie der AC ergeben.

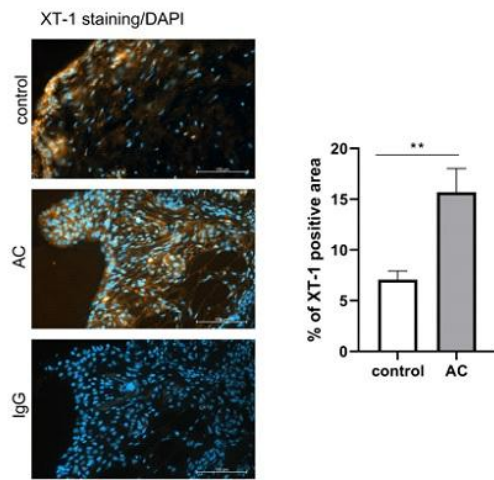


Fig. 1 XT-1 Aktivität

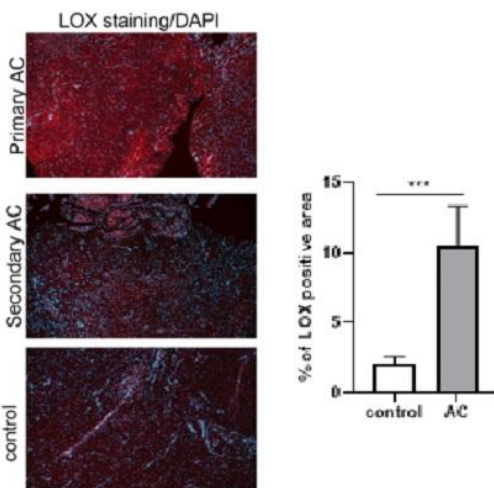


Fig. 2 LOX Aktivität

## **Single-Shot versus kontinuierliche interskalenäre Blockade in der primären Schulterendoprothetik: Eine systematische Übersichtsarbeit und Metaanalyse**

**Autorenliste:** Carlos Torrez<sup>1</sup>, Bryan Van de Wall<sup>1</sup>, Elena Rippen<sup>1</sup>, Björn-Christian Link<sup>1</sup>, Frank Beeres<sup>1</sup>, Roland Camenzind<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Luzerner Kantonsspital Orthopädie und Unfallchirurgie, Luzern, Schweiz

### **Fragestellung**

Die optimale regionale Anästhesie für die postoperative Schmerztherapie nach primärer anatomischer oder inverser Schultertotalendoprothetik (S-TEP) bleibt Gegenstand der Diskussion. Diese Metaanalyse vergleicht die Effektivität und Sicherheit der Single-Shot-Interskalenusblockade (SSIB) mit dem kontinuierlichen Interskalenus-Katheter (CIC).

### **Methodik**

Gemäß PRISMA- und MOOSE-Leitlinien wurde eine systematische Literaturrecherche (PubMed, Embase, Cochrane CENTRAL, CINAHL) bis Dezember 2025 durchgeführt. Eingeschlossen wurden randomisierte kontrollierte Studien (RCTs) und Beobachtungsstudien, die SSIB mit CIC bei primärer S-TEP verglichen. Primärer Endpunkt war die Schmerzintensität (Visual Analogue Scale, VAS) nach 24 Stunden. Sekundäre Endpunkte umfassten den Opioidverbrauch (Morphinäquivalente, MME), die Krankenhausverweildauer (LOS) und interventionsspezifische Komplikationen. Die statistische Analyse erfolgte mittels Random-Effects-Modell. Eine präspezifizierte Subgruppenanalyse untersuchte den Einfluss des Lokalanästhetikums (Standard-Bupivacain vs. liposomales Bupivacain).

### **Ergebnisse**

Sechs Studien (3 RCTs, 3 retrospektive Kohorten) mit insgesamt 2.579 Patienten (1.152 SSIB, 1.427 CIC) wurden eingeschlossen. In der Gesamtanalyse zeigte sich nach 24 Stunden kein statistisch signifikanter Unterschied in der Schmerzintensität (Mean Difference [MD] -0,24; 95% KI -1,63 bis 1,16; p=0,74) oder im kumulativen Opioidverbrauch (p=0,45). Eine Subgruppenanalyse verdeutlichte jedoch, dass die relative Effektivität vom Wirkstoff abhängt: Während der CIC bei Standard-Lokalanästhetika überlegen war, zeigte SSIB unter Verwendung von liposomalem Bupivacain eine bessere Analgesie als der CIC.

Hinsichtlich der Sicherheit war das Risiko für technische oder blockbedingte Komplikationen (z. B. Katheterdislokation, Materialversagen, neurologische Symptome) in der SSIB-Gruppe signifikant niedriger (Relative Risk [RR] 0,23; 95% KI 0,07 bis 0,69; p=0,009). Die Materialkosten für das SSIB-Verfahren waren in den berichtenden Studien niedriger als für den CIC.

### **Schlussfolgerung**

Die Daten zeigen, dass zwischen der Single-Shot-Interskalenusblockade (SSIB) und dem kontinuierlichen Katheter (CIC) kein klinisch relevanter Unterschied hinsichtlich der postoperativen Analgesie und des Opioidverbrauchs nach 24 Stunden besteht. Die oft angenommene Überlegenheit des Katheterverfahrens lässt sich somit nicht bestätigen. Das SSIB-Verfahren bietet jedoch eine signifikant höhere technische Zuverlässigkeit mit weniger interventionsspezifischen Komplikationen. SSIB stellt damit eine effektive, sicherere und kosteneffiziente Methode für das Schmerzmanagement in der primären Schulterendoprothetik dar.

## **Mittelfristige klinische und radiologische Ergebnisse der schaftfreien inversen Schulterendoprothese bei sportlich aktiven vs. nicht aktiven Patienten**

**Autorenliste:** Stephanie Geyer<sup>1</sup>, Cedric Oettle<sup>1</sup>, Larissa Eckl<sup>2</sup>, Christian Schoch<sup>1</sup>

<sup>1</sup>St. Vinzenz Klinik Pfronten, Pfronten, Deutschland, <sup>2</sup>Klinikum Rechts Der Isar, München, Deutschland

### **Fragestellung**

Ziel dieser Studie war der Vergleich mittelfristiger klinischer und radiologischer Ergebnisse nach Implantation einer schaftfreien inversen Schulterprothese zwischen sportlich aktiven und nicht aktiven Patienten. Es wurde hypothesiert, dass sportlich aktive Patienten häufiger radiologische Veränderungen wie Lockerung und skapuläres Notching aufweisen.

### **Methodik**

In diese retrospektive Studie wurden 95 Patienten nach Implantation einer schaftfreien inversen Prothese (Fa. Enovis, Lima Sistema Modulare Randelli (SMR) stemless reverse prosthesis) mit einem minimalen Follow-up von 24 Monaten eingeschlossen. Patienten mit mindestens einer sportlichen Aktivität pro Woche wurden der Gruppe *SPORT*, alle übrigen der Gruppe *noSPORT* zugeordnet. Die Nachuntersuchung umfasste eine klinisch-funktionelle Untersuchung, die Erhebung von CS, ASES, SST und VAS-Schmerz sowie eine standardisierte radiologische Kontrolle (Schulter in zwei Ebenen) zur Beurteilung von Saumbildungen, Lockerungen und skapulärem Notching.

### **Ergebnisse**

Die Gruppe *SPORT* erzielte in den klinischen Scores überwiegend bessere Ergebnisse: Der Constant Score lag bei 76,0 (71,0–82,0) gegenüber 67,0 (55,0–77,3) in der Gruppe *noSPORT*. Der ASES-Score betrug 90,0 (82,0–97,0) versus 82,0 (70,0–91,3), und der SST 10 (9,0–11,0) versus 8,0 (6,0–10,3). Alle Unterschiede waren statistisch signifikant ( $p < 0,05$ ). In der VAS für Schmerzen zeigten sich dagegen keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen (*SPORT*: 1,0 [0,0–2,0]; *noSPORT*: 1,0 [0,0–1,3]).

Radiologisch fand sich ein humeraler Lysesaum bei sieben Patienten der Gruppe *SPORT* und drei Patienten der Gruppe *noSPORT* ( $p = 0,85$ ). Die Lyse trat dabei am häufigsten in Zone 4 auf (5 von 7 Fällen). Bei einem Patienten der Gruppe *SPORT* wurde eine sistierende Sinterung der humeralen Komponente dokumentiert. Glenoidal zeigte lediglich ein Patient der Gruppe *SPORT* eine Saumbildung ( $p = 0,535$ ). Lockerungen oder Migrationen der glenoidalen Komponente wurden in keiner Gruppe beobachtet. Skapuläres Notching trat bei 16 Patienten der Gruppe *SPORT* (29,0 %) und bei 5 Patienten der Gruppe *noSPORT* (22,7 %) auf ( $p = 0,647$ ).

### **Schlussfolgerung**

Sportlich aktive Patienten zeigen nach Implantation einer schaftfreien inversen Schulterprothese im mittelfristigen Verlauf bessere klinische und funktionelle Ergebnisse, ohne dass radiologische Veränderungen häufiger auftreten.

## **Konservative und Operative Therapieoptionen bei proximaler Radiusfraktur im Wandel der Zeit in Deutschland**

**Autorenliste:** Merve Saur<sup>1</sup>, Constantin Minkner<sup>1</sup>, Valrik Dausch<sup>1</sup>, Iliass Belkhairi<sup>1</sup>, Jörn Kircher<sup>1 2</sup>

<sup>1</sup>ATOS-Klinik Fleetinsel Hamburg, Schulter- und Ellenbogenchirurgie, Hamburg, Deutschland, <sup>2</sup>Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Medizinische Fakultät, Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Düsseldorf, Deutschland

### **Fragestellung**

Deutschland befindet sich in einem tiefgreifenden Wandel seiner Gesundheitsversorgung. Wichtige Schlüsselfaktoren sind der demografische Wandel (Zunahme der Lebenserwartung und Änderung der Bevölkerungsstruktur), die Bevorzugung operativer Eingriffe durch das DRG-Abrechnungssystem, sowie der medizinische Fortschritt mit Änderungen von Indikationsstellung und OP-Verfahren und -Implantaten.

Das Ziel dieser Studie besteht in der differenzierten Analyse der relevanten Einflussfaktoren auf die stationäre Versorgung von Proximalen Radiusfrakturen (PRF) in Deutschland unter Berücksichtigung der demografischen Entwicklung in den letzten 15 Jahren.

### **Methodik**

Studiendesign: Retrospektive Datenanalyse auf Basis der Bevölkerungsstatistik Deutschlands sowie der OPS-Kennziffern (Osteosynthesen und RK-Endoprothesen-Implantationen: RK-OS und RK-EP) und ICD-10-Diagnosen für PRF aus dem DRG-Abrechnungssystem für 2010 und 2024.

Datenquelle: Statistisches Bundesamt.

Die jährlichen Fallzahlen wurden sowohl absolut als auch in Relation zur Größe der betroffenen Bevölkerungsgruppen analysiert. Zudem erfolgte eine adjustierte Berechnung der Inzidenzraten für die operative Behandlung anhand sechsstelliger OPS-Codes.

### **Ergebnisse**

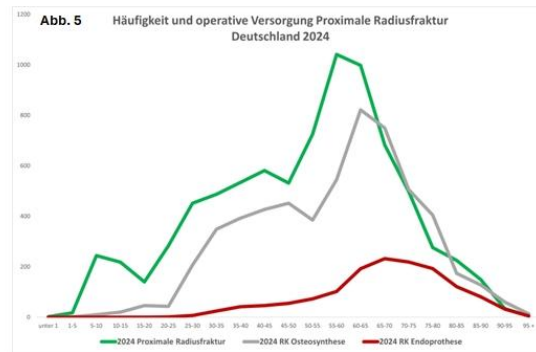
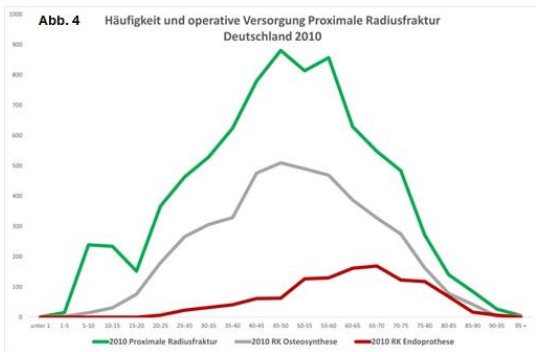
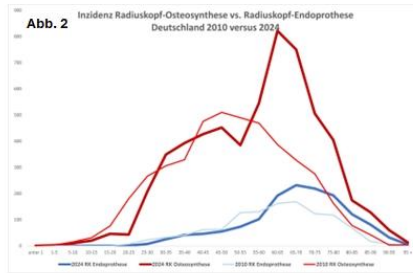
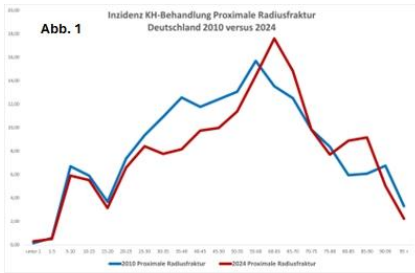
Zwischen 2010 und 2024 sank die Anzahl stationär versorgter PRF von 8.146 auf 8.126 (-0,2%; Inzidenz -2,4%). In der Altersgruppe < 60 Jahre sank die Inzidenz deutlich und stieg vor allem in den Altersgruppen 60-75 und 80-95 deutlich (Abb. 1,4,5)

Die Anzahl der RK-OS stieg von 4.432 auf 5.737 (+29%; Inzidenz +26%). 2010 erfolgte der Großteil der RK-OS bei Patienten im Alter von 40-70 Jahren und verschob sich in die Gruppe 60-85 in 2014 (Abb. 2,4,5).

Die Anzahl der RK-EP stieg von 1.149 auf 1.427 (+24%; Inzidenz +21%). 2010 erfolgte der Großteil der RK-EP-Implantationen bei Patienten im Alter von 50-80 Jahren und verschob sich nur leicht in die Gruppe 60-85 in 2014. (Abb. 2,4,5)

Die kombinierte Anzahl von RK-OS und RK-EP stieg von 5.581 auf 7.164 (+28%; Inzidenz +25%).

Parallel dazu zeigte sich eine Verschiebung in der Bevölkerungsstruktur mit einem zunehmenden Anteil älterer und hochbetagter Menschen (Abb. 3). Der Anteil der Menschen 60 Jahre und älter stieg um 12%.



## Schlussfolgerung

Im Laufe der letzten 15 Jahre zeigt sich bei nahezu unveränderter Inzidenz eine Zunahme der operativen Therapie von PRF, besonders durch Osteosynthesen und etwas weniger stark durch Endoprothesen.

Als Erklärungsursachen kommt zum einen die veränderte Bevölkerungsstruktur mit einer Verschiebung der geburtenstarken Jahrgänge in die Gruppe der älteren und hochbetagten Menschen in Frage, die Effekte lassen sich jedoch nicht vollständig dadurch erklären.

Veränderte Indikationsstellungen und Lernprozesse aus der konservativen Frakturversorgung als auch Besonderheiten des Abrechnungssystems stationärer Krankenhausleistungen sind weitere potentielle Erklärungsfaktoren.

Weitere und differenzierte Analysen sind notwendig, um die Zusammenhänge genauer aufzuklären.

Mit dem Fortschreiten der dynamischen Bevölkerungsentwicklung ist in der mittelfristigen Zukunft mit weiteren Mengensteigerungen der operativen Therapie von PRF zu rechnen, worauf sich die Verantwortlichen des öffentlichen Gesundheitswesens einstellen müssen.

## **Rekonstruktion von Offset und Humeral-Neck-Angle bei schaftfreien und klassischen diaphysär verankerten Humeruskomponenten bei aTSA**

**Autorenliste:** Jakob Seibold<sup>1</sup>, Valrik Dausch<sup>1</sup>, Iliass Belkhairi<sup>1</sup>, Merve Saur<sup>1</sup>, Constantin Minkner<sup>1</sup>, Jörn Kircher<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ATOS-Klinik Fleetinsel Hamburg, Schulter- und Ellenbogenchirurgie, Hamburg, Deutschland, <sup>2</sup>Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Medizinische Fakultät, Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Düsseldorf, Deutschland

### **Fragestellung**

Die Wiederherstellung des Rotationszentrums (COR), eines physiologischen Alignments und die Vermeidung eines zu großen humeralen Offsets (Overstuffing) sind Schlüsselfaktoren für die klinische Funktion und das Langzeitüberleben bei anatomischer Schulterprothesenimplantation (aTSA). Schaftfreie Implantate erlauben eine Positionierung der metaphysären Komponente unabhängig von der Schaftachse und bieten theoretische Vorteile.

Das Ziel dieser Studie besteht in der differenzierten Analyse des radiologischen Alignments von schaftfreien und klassischen schaftgeführten aTSA in Bezug auf den Humeral-Neck-Angle (HNA) und das humerale Offset.

### **Methodik**

Studiendesign: Retrospektive monozentrische Single-Surgeon Studie; Einschlusskriterien: Patienten mit aTSA im Zeitraum 2014-2025.

Ausschlusskriterien: relevante Pathologien, welche die Messungen beeinflussen (Anamnese, Voroperationen etc.); malrotierte Röntgenaufnahmen gemäß den Suter-Henninger-Kriterien.

Auswertung von digitalen ap-Standard-Röntgenaufnahmen prä- und postoperativ.

Messung des HNA und des humeralen Offsets (Distanz COR des Kopfes in Bezug zum Glenoid und Coracoid) prä- und postoperativ und der Veränderungen.

Signifikanzniveau  $p < 0,05$ . Stichprobenvergleich nach Mann-Whitney. Korrelation nach Spearman.

### **Ergebnisse**

Einschluss von  $n=17$  Patienten mit klassischem unzementiertem Schaft und  $n=99$  schaftfrei ( $n=63$  female).

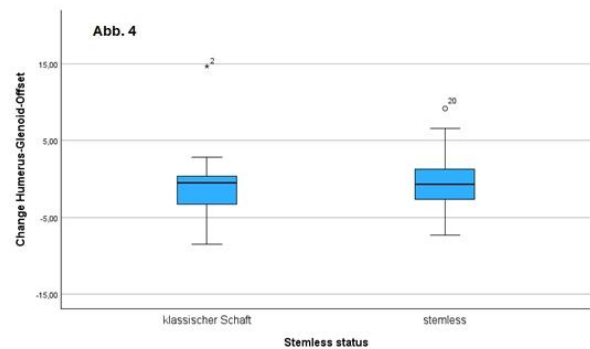
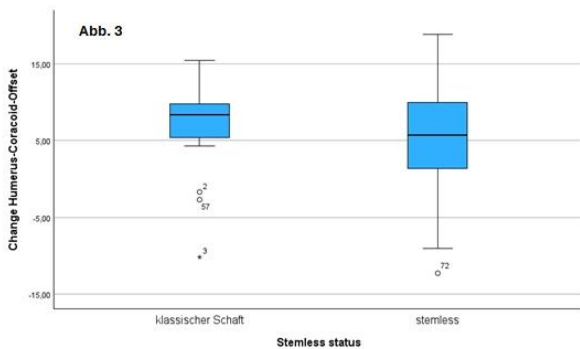
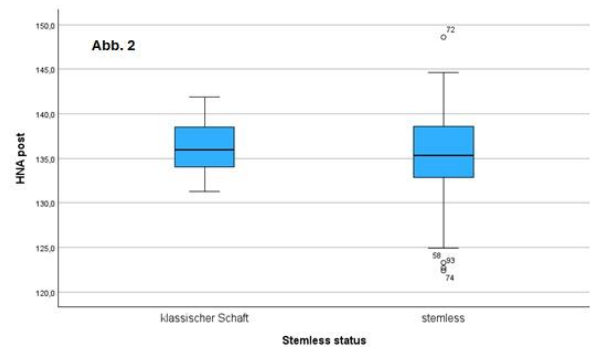
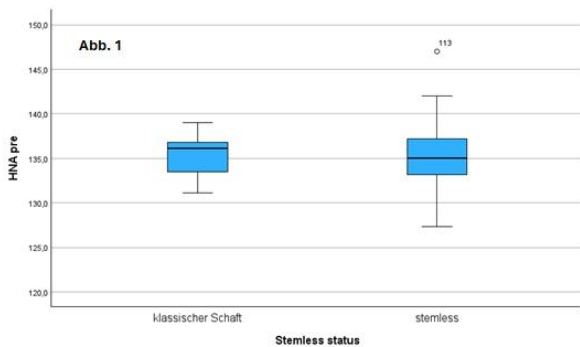
Präsentation der Messwerte: Mittelwert (Grad bzw. mm) (Min-Max;SD). Der mittlere HNA betrug präoperativ bei Patienten mit Schaftprothese  $135,4^\circ$  ( $131,1-139;2,4$ ) und bei schaftfreier Versorgung  $135,1^\circ$  ( $127,3-147;3,1$ ) ohne sign. Unterschied; postop  $136,3^\circ$  ( $131,3-141,9;3,1$ ) und  $135,1^\circ$  ( $122,4-148,6;4,8$ ) (Abb.1-2).

Das mittlere humerale Offset zum Coracoid betrug für Schaftprothesen präop  $37,2$  ( $27,3-47,1;6,4$ ) und schaftfrei  $42,6$  ( $27,3-56,9;6,7$ ); postop  $43,6$  ( $26,7-58,4;8,3$ ) und  $48,2$  ( $32,9-67,2;6,4$ ) jeweils ohne sign. Unterschied.

Das mittlere humerale Offset zum Glenoid betrug für Schaftprothesen präop 30,0 (25,5-35,9;3,3) und schaftfrei 30,3 (22,6-39,5;3,3); postop 29,4 (25,8-42,6;4,0) und 29,8 (23,8-39,7;2,9) jeweils ohne sign. Unterschied.

Die Veränderung des Humerus-Coracoid-Offset betrug in der Schaftgruppe 6,4 (-10-15;6,3) und schaftfrei 5,6 (-12-19;6,2); des Humerus-Glenoid-Offset 0,6 (-8-14;5,0) und -0,5 (-7-9;3,1) jeweils ohne sign. Unterschied (Abb.3-4).

N=89 (77%) Patienten zeigen präoperativ einen HNA <134° bzw. >136°. Der präoperative HNA hat keinen sign. Einfluss auf die Veränderung des humeralen Offsets (sowohl mit Bezugspunkt Coracoid als auch Glenoid).



## Schlussfolgerung

Die theoretischen Vorteile der schaftfreien Implantate lassen sich in Bezug auf den HNA und das humerale Offset in dieser Studie nicht belegen. Die statistische Auswertung zeigt keine sign. Unterschiede in allen Messwerten in beiden Gruppen.

Die uniforme Anwendung eines HNA von 135° bei klassischen Schaftprothesen würde für 77% der Patienten eine theoretisch unphysiologische Veränderung bedeuten, bei einer angenommenen Toleranz von +/- 1° Abweichung. Dieses Phänomen bleibt jedoch ohne statistisch messbaren Effekt auf die postoperativen Ergebnisse.

Limitierend ist auf jeden Fall die kleine Gruppengröße der Schaftprothesen im Vergleich zu den schaftfrei versorgten Patienten. Kalottengröße, -höhe und Position und die Glenoidkomponente haben ebenfalls einen Einfluss auf das Offset und blieben unberücksichtigt.

Genauere Analysen und größere Fallzahlen können in der Zukunft eventuell vorhandene feine Unterschiede aufzeigen.

## **Der modifizierte Critical Shoulder Angle zur Beschreibung der lateralen Überdachung des Oberarmkopfes bei Omarthrose**

**Autorenliste:** Jakob Seibold<sup>1</sup>, Valrik Dausch<sup>1</sup>, Iliass Belkhairi<sup>1</sup>, Merve Saur<sup>1</sup>, Constantin Minkner<sup>1</sup>, Jörn Kircher<sup>1 2</sup>

<sup>1</sup>ATOS-Klinik Fleetinsel Hamburg, Schulter- und Ellenbogenchirurgie, Hamburg, Deutschland, <sup>2</sup>Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Medizinische Fakultät, Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Düsseldorf, Deutschland

### **Fragestellung**

Eine geringe akromiale Überdachung des Oberarmkopfes (HH) ist mit einem erhöhten Risiko der Ausbildung einer Omarthrose assoziiert, ausgedrückt durch einen Critical Shoulder Angle (CSA)  $< 30^\circ$ . Der beschriebene Pathomechanismus beruht auf einem ungünstigen Kraftvektor für den Deltamuskel mit erhöhter Belastung der glenoidalen Gelenkfläche.

Auch nach Versorgung mit einer anatomischen Schulterendoprothese (aTSA) kann dieser Mechanismus weiterwirken und potentiell zu erhöhten Abriebraten und vorzeitigem Verschleiß und Lockerung führen.

Mit der aTSA geht jedoch die Resektion der Bezugsebene einher und der CSA kann postoperativ nicht mehr bestimmt werden.

Das Ziel dieser Studie besteht in der Evaluation einer neuen Messmethode der lateralen Überdachung mit dem Bezugspunkt des humeralen Rotationszentrums (COR) prä- und postoperativ.

### **Methodik**

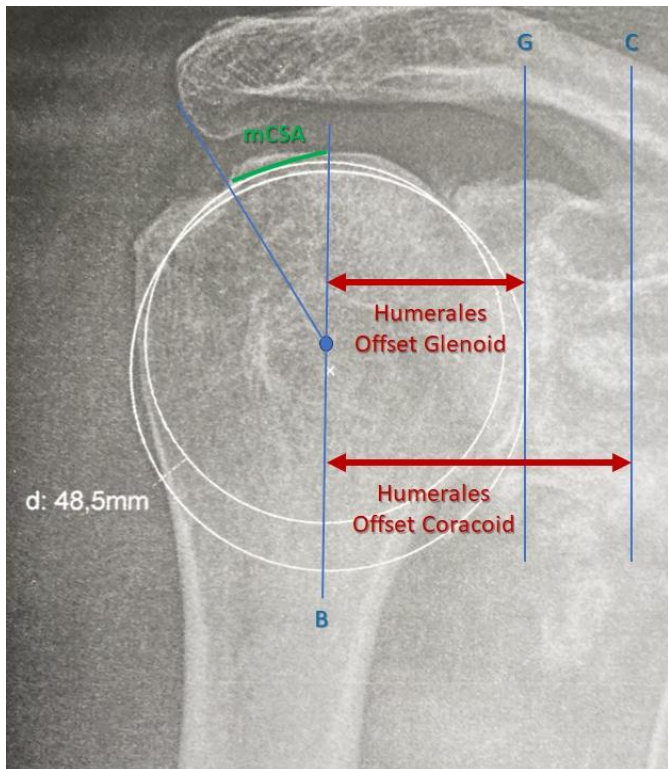
Studiendesign: Retrospektive monozentrische Single-Surgeon Studie; Einschlusskriterien: Patienten mit aTSA im Zeitraum 2014-2025.

Ausschlusskriterien: relevante Pathologien, welche die Messungen beeinflussen (Anamnese, Voroperationen etc.); malrotierte Röntgenaufnahmen gemäß den Suter-Henninger-Kriterien.

Auswertung von digitalen ap-Standard-Röntgenaufnahmen prä- und postoperativ. Normierung der präop. Aufnahmen mit Hilfe der postop. Bilder.

Messung des modifizierten CSA (mCSA): humerales COR Winkel zur lateralen Begrenzung des Akromions, humerales Offset (Distanz humerales COR zur lateralen Begrenzung des Akromions und zum Glenoid und Coracoid) prä- und postoperativ (Abb. 1).

Signifikanzniveau  $p < 0,05$ . Stichprobenvergleich nach Wilcoxon. Korrelation nach Spearman.



**mCSA**  
 modified critical shoulder angle  
 Angle between the line connecting the humeral COR and the lateral border of the acromion and a vertical line through the humeral COR (B)

**Humerales Offset Glenoid**  
 Horizontal distance palaeo-humerus-COR (B) to vertical glenoid center line (G)

**Humerales Offset Coracoid**  
 Horizontal distance palaeo-humerus-COR (B) to vertical coracoid center line (C)

### Ergebnisse

Einschluss von n=116 Patienten (n=63 female). Präsentation der Messwerte: Mittelwert (Grad bzw. mm) (Min-Max;SD).

Mittl. Alter 62,3 (31,5-86,3;9,9).

Der mittlere mCSA betrug präoperativ 23,5° (-3,4-48;9,6) und postop. 9,9° (-11,3-35,1;9,2) (p<0,001, auch für die übrigen Parameter) (Abb.1).

Präoperativ fand sich folgende Korrelation des mCSA mit dem humeralen Offset (Distanz humerales COR zur lateralen Begrenzung des Akromions und zum Glenoid und Coracoid): r=0,96, p<0,001; r=-0,57, p<0,001; r=-0,32, p<0,001; postoperativ: r=0,95, p<0,001; r=-0,47, p=0,01; r=-0,239, p<0,01.

### Schlussfolgerung

Der mCSA zeigt eine sehr gute Korrelation mit der Distanzmessung der lateralen Überdachung des Akromions; auch der Bezug des COR zur Coracoidebene zeigt eine akzeptable Korrelation, die Messung zur Glenoidebene korreliert schwach. Der mCSA ist daher geeignet, in klinischen Studien als Vergleichsparameter, z.B. zur Untersuchung verschiedener Implantate und Verankerungen, zur Anwendung zu kommen.

Die Messung von Winkeln anstatt von Distanzen macht die Normierung der Röntgenaufnahmen und Korrektur für Vergrößerungsfehler überflüssig und ist deshalb besser geeignet für die klinische Praxis.

Die postoperativen Veränderungen des Offsets sind auf die komplexe Veränderung der Anatomie durch die aTSA zurückzuführen. Einflüsse haben auch die Platzierung der Kalotte, das Glenoidimplantat und die vertikale Position. Die alleinige Verwendung des mCSA kann daher nicht die komplexe prä- und postoperative Anatomie bei Omarthrose beschreiben und er sollte im Verbund mit anderen Parametern zur Anwendung kommen.

## **Welche Unterschiede zeigen sich im humeralen Offset bei Verwendung von unzementierten Glenoidimplantaten (Metalback versus Hybrid)?**

**Autorenliste:** Valrik Dausch<sup>1</sup>, Jakob Seibold<sup>1</sup>, Iliass Belkhairi<sup>1</sup>, Merve Saur<sup>1</sup>, Constantin Minkner<sup>1</sup>, Jörn Kircher<sup>1 2</sup>

<sup>1</sup>ATOS-Klinik Fleetinsel Hamburg, Schulter- und Ellenbogenchirurgie, Hamburg, Deutschland, <sup>2</sup>Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Medizinische Fakultät, Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Düsseldorf, Deutschland

### **Fragestellung**

Die Wiederherstellung des Rotationszentrums (COR), eines physiologischen Alignments und die Vermeidung eines zu großen humeralen Offsets (Overstuffing) sind Schlüsselfaktoren für die klinische Funktion und das Langzeitüberleben bei anatomischer Schulterprothesenimplantation (aTSA).

Metalback(MB)-Glenoide sind aufgrund der technischen Bauart besonders anfällig für ein overstuffing des Gelenkes, was bei modernen Hybrid-Glenoiden nicht auftreten soll.

Das Ziel dieser Studie besteht in der differenzierten Analyse des radiologischen Alignments, insbesondere des humeralen Offsets, von schafftfreien aTSA mit unzementierten Glenoiden. Die Hypothese lautet, dass Hybrid-Glenoide weniger Overstuffing verursachen als Metalback-Glenoide mit PE-Onlay.

### **Methodik**

Studiendesign: Retrospektive monozentrische Single-Surgeon Studie; n=46 Hybrid-Glenoide.

Einschlusskriterien: Patienten mit aTSA im Zeitraum 2014-2025.

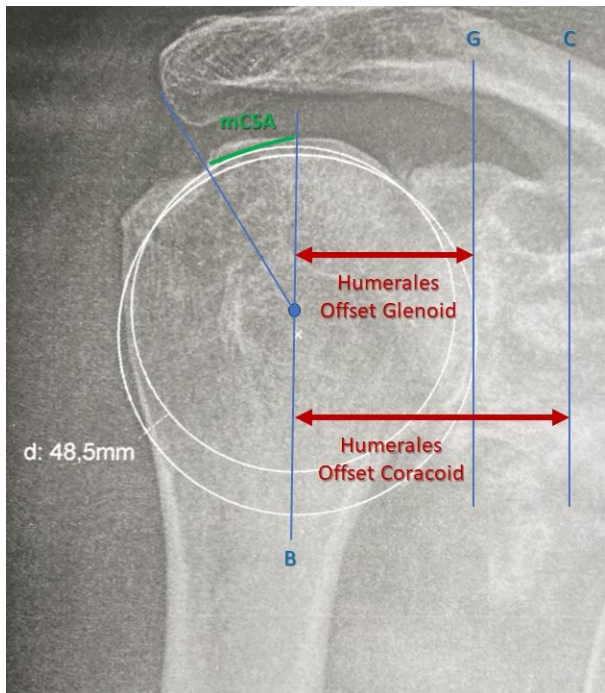
Ausschlusskriterien: relevante Pathologien, welche die Messungen beeinflussen (Anamnese, Voroperationen etc.); malrotierte Röntgenaufnahmen gemäß den Suter-Henninger-Kriterien.

Auswertung von digitalen ap-Standard-Röntgenaufnahmen prä- und postoperativ.

Messung des modifizierten CSA (mCSA): humerales COR Winkel zur lateralen Begrenzung des Akromions, humerales Offset (Distanz humerales COR zur lateralen Begrenzung des Akromions und zum Glenoid und Coracoid) prä- und postoperativ (Abb. 1).

Signifikanzniveau  $p < 0,05$ . Stichprobenvergleich nach Mann-Whitney. Korrelation nach Spearman.

Power Calculation: G-Power Version 3.1.9.7.



<b>mCSA</b>
modified critical shoulder angle Angle between the line connecting the humeral COR and the lateral border of the acromion and a vertical line through the humeral COR (B)
<b>Humerales Offset Glenoid</b>
Horizontal distance palaeo-humerus-COR (B) to vertical glenoid center line (G)
<b>Humerales Offset Coracoid</b>
Horizontal distance palaeo-humerus-COR (B) to vertical coracoid center line (C)

## Ergebnisse

Einschluss von n=64 Patienten (n=44 female). Präsentation der Messwerte: Mittelwert (Grad bzw. mm) (Min-Max;SD).

Mittl. Alter 63,3 (31-81;9,1). Hybrid-Glenoide preop Humerales Offset Coracoid 42,9 (27-57;7,9), Humerales Offset Glenoid 30,6 (25-39;3,9), mCSA 23,1 (3-40;9,9). MB-Glenoide preop Humerales Offset Coracoid 42,7 (32-56;5,9), Humerales Offset Glenoid 30,3 (24-38;2,8), mCSA 22,7 (-3-40;8,9). Keine signif. Unterschiede.

Hybrid-Glenoide postop Humerales Offset Coracoid 47,9 (36-67;6,5), Humerales Offset Glenoid 31,2 (27-40;3,1), mCSA 9,2 (-11-27;8,9). MB-Glenoide postop Humerales Offset Coracoid 48,7 (33-62;6,5), Humerales Offset Glenoid 28,9 (24-34;2,5), mCSA 9,8 (-9-35;9,4). Keine signif. Unterschiede außer Humerus-Glenoid Offset  $p < 0,001$ .

Alpha-Power für postop. Humerales Offset Coracoid 0,14, Humerales Offset Glenoid 0,97 und mCSA 0,1. Für eine Alpha-Power  $> 0,9$  wäre für den mCSA eine hundertfach größere Stichprobengröße notwendig.

## Schlussfolgerung

Die Annahme, dass Hybrid-Glenoide weniger Overstuffing verursachen als Metalback-Glenoide mit PE-Onlay in Bezug auf das humerale Offset konnte nicht bestätigt werden. Eventuell vorhandene kleine Unterschiede könnten nur mit einer nicht-realistisch sehr großen Stichprobe gefunden werden; dafür sind die Messwertunterschiede zu klein und die Streubreite zu groß.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich in Bezug auf das humerale Offset bei aTSA Metalback-Glenoide mit PE-Onlay nicht klinisch-relevant von modernen Hybrid-Glenoiden unterscheiden.

Genauere Analysen und größere Fallzahlen könnten in der Zukunft eventuell vorhandene feine Unterschiede aufzeigen.

## **Etablierung eines robotisch-assistierten aktiven Schultergelenkprüfstands**

**Autorenliste:** Julia Sußiek<sup>1</sup>, Alina Albert<sup>1</sup>, Willi Engelmann<sup>1</sup>, Jane Gehling<sup>2</sup>, Jens Wermers<sup>2</sup>, J. Christoph Katthagen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie, Universitätsklinikum Münster, Münster, Deutschland, <sup>2</sup>Fachbereich Physikingenieurwesen, FH Münster, Steinfurt, Deutschland

### **Fragestellung**

Die Schulter ist das Gelenk mit dem größten Bewegungsumfang, gleichzeitig besteht eine hohe Instabilität aufgrund einer geringen knöchernen Führung. Zur biomechanischen Analyse von verschiedensten Fragestellungen in der Schulterchirurgie wurden bislang vor allem Testaufbauten mit Simulation von statischen Kräften genutzt. Hier erfolgte meist eine konstante Belastung der Muskulatur ohne aktive Bewegung. Ein solches ex-vivo Set-up kann jedoch die Komplexität des gleno-humeral Gelenkes nur sehr begrenzt abbilden.

Ziel dieses Testaufbaus war es daher ein Modell zu etablieren, indem durch aktiven Muskelzug eine Abduktionsbewegung des Humerus erzeugt wird.

### **Methodik**

Für den Testaufbau wurde die Scapula an einer speziell angefertigten Halterung befestigt. Die drei Sehnenanteile des Deltoideus (anteriorer, mittlerer und posteriorer Deltoideus) sowie die Sehnen der Rotatorenmanschette (M. supraspinatus, M. infraspinatus und M. teres minor sowie M. subscapularis) wurden armiert und mit Drahtseilen mit Aktuatoren (Nema8/Nema23) verbunden. Über diese Aktuatoren konnte Zug an den Schnüren ausgeübt und somit eine Kontraktion der Muskulatur simuliert werden. Die aufgebrachte Last basierte auf Berechnungen von EMG und physiologischer Muskelquerschnittsfläche (1). Die lange Bizepssehne wurde mit einem konstanten Gewicht von 22 N beladen. Zusätzlich wurde das Gewicht des Armes entsprechend 3,2% des Körpergewichts am distalen Humerus angebracht.

Der Humerusschaft wurde an einem Roboter mit sechs Freiheitsgraden (KUKA KR 60-3) befestigt. Für die Abduktionsbewegung bewegte sich der Roboter passiv mit. Gleichzeitig konnten Rotationskräfte, die Gesamtkraft der Muskulatur sowie Abduktionsgrad durch den Roboter gemessen werden. Um eine abweichende Rotationsbewegung während der Abduktion zu verhindern, wurde dieser Freiheitsgrad im Roboter geblockt.

Die Aktuatoren wurden über ein selbst erstelltes LabView-Programm gesteuert.

### **Ergebnisse**

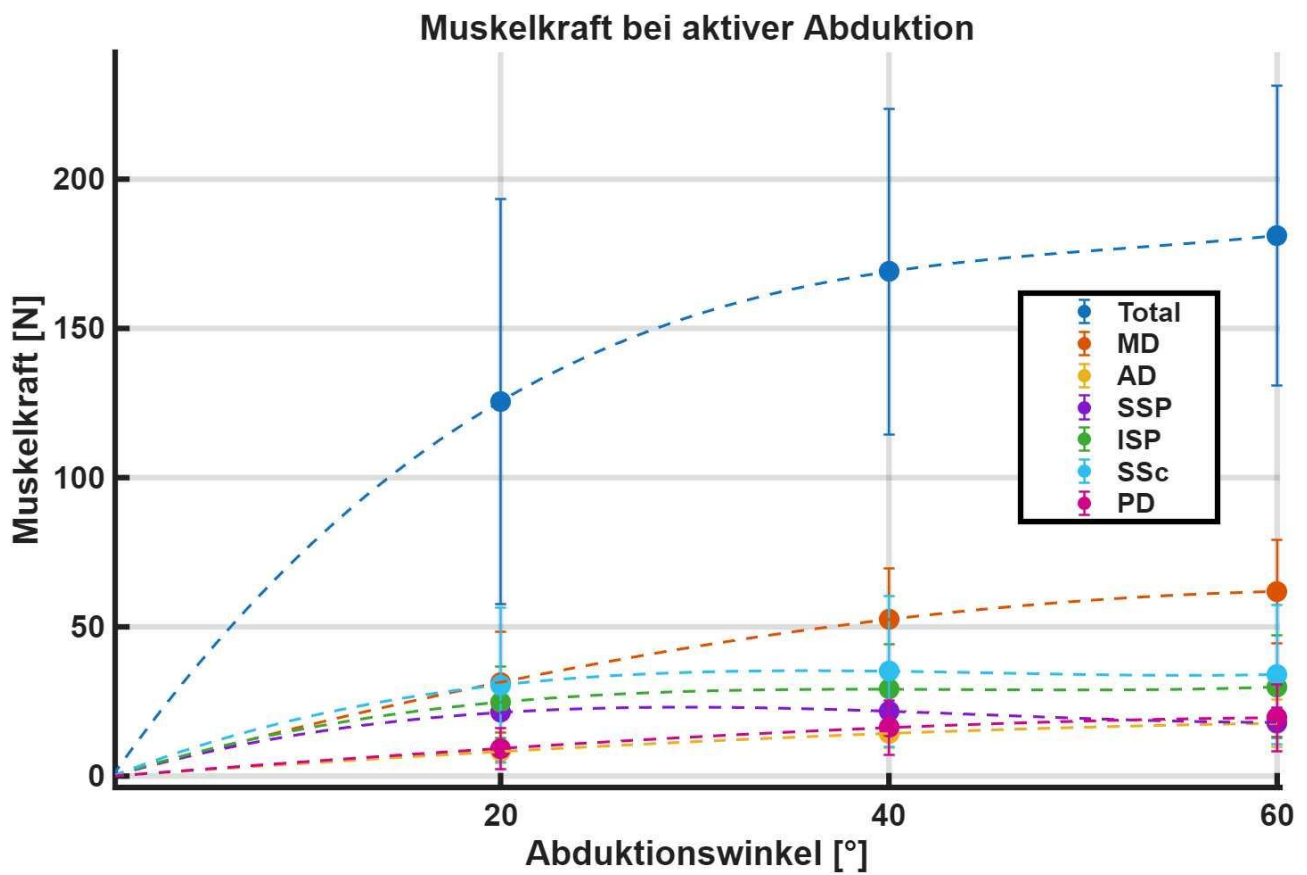
Der Testaufbau konnte an 19 fresh-frozen Schulterpräparaten validiert werden. Es war möglich, über eine schrittweise Steigerung der aufgebrachten Gesamtlast eine gleno-humerale Abduktion bis 60° durch aktiven Zug der Muskulatur zu simulieren (Bild 1).

### **Schlussfolgerung**

Mit dem aktuellen System ist es möglich, eine Abduktionsbewegung des Humerus durch aktiven Zug an der Muskulatur verlässlich durchzuführen.

Ein nächster Schritt ist die Simulation von Rotationsbewegungen, sodass schließlich auch komplexe Bewegungsabläufe, wie eine Wurfbewegung im biomechanischen Testaufbau adäquat simuliert werden können.

1. Kedgley AE, Mackenzie GA, Ferreira LM, Drosdowech DS, King GJ, Faber KJ, et al. The effect of muscle loading on the kinematics of in vitro glenohumeral abduction. J Biomech. 2007;40(13):2953-60.



## Die Glenoidkonkavität korreliert nicht mit der Glenoidinklination und Glenoidversion eine MRT Analyse der humanen Schulter

**Autorenliste:** Julia Sußiek<sup>1</sup>, Henry Keller<sup>1</sup>, Christian Schenk<sup>1</sup>, Mats Wiethölter<sup>1</sup>, Alina Köhler<sup>1</sup>, Karl Sander<sup>1</sup>, J. Christoph Katthagen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie, Universitätsklinikum Münster, Münster, Deutschland

### Fragestellung

Eine der häufigsten Schulterverletzungen ist die gleno-humerale Luxation. Nach erstmaliger Luxation besteht ein hohes Rezidivrisiko. Die Glenoidkonkavität ist mittlerweile ein wichtiger Faktor für die Wahl eines adäquaten Therapieverfahrens bei Schulterinstabilität. Es ist jedoch unklar, ob die Glenoidkonkavität mit anderen morphologischen Faktoren des Glenoids korreliert.

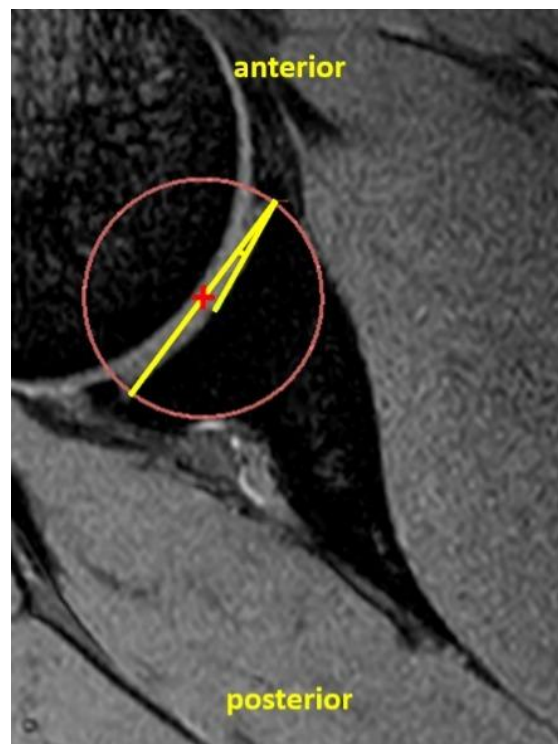
### Methodik

77 MRT-Aufnahmen (3-Tesla) von schultergesunden PatientInnen (58% männlich, Durchschnittsalter 37 Jahre) wurden bezüglich Konkavität, Inklination und Version des Glenoids sowie Labrum- und Knorpeldicke untersucht.

Die Glenoidkonkavität wurde als *Glenoid Concavity Angle* (GCA) und Radius jeweils in der anterior-posterioren Ausdehnung gemessen. Außerdem wurde die *Bony Shoulder Stability Ratio* (BSSR) bestimmt. Alle Parameter wurden auf mittlerer Höhe des Glenoids gemessen.

Der GCA ist eine simple Methode zur Analyse der Glenoidkonkavität: Es wird eine Linie vom posterioren zum anterioren Glenoidrand und eine Linie vom anterioren Glenoidrand zum tiefsten Punkt des Glenoids eingezeichnet (Bild 1).

Für die Bestimmung der inter- und intra-Rater Reliabilität des GCA in der MRT Bildgebung erfolgte die Messung von zwei unabhängigen Untersuchern bzw. wurde mit zeitlichem Abstand von 3 Monaten wiederholt.



## **Ergebnisse**

Die Inklination betrug durchschnittlich  $76,2^\circ$ . Die knöchernen Glenoidversion lag bei  $-8,3^\circ$  entsprechend einer Retroversion. Die anteriore Knorpeldicke betrug durchschnittlich 1,7mm und die posteriore Knorpeldicke 1,9mm. Das anteriore Labrum war durchschnittlich 4,8mm und das posteriore Labrum 4,1mm hoch.

Die Glenoidkonkavität und -inklination korrelierten nicht signifikant (Korrelationskoeffizient -0,16 nach Spearman-Rho) auch die Konkavität und Version korrelierten nicht (Korrelationskoeffizient 0,087 nach Spearman-Rho).

Für die Glenoidkonkavität und posteriore Labrum- sowie anteriore Knorpeldicke konnten schwache Korrelationen festgestellt werden (Korrelation knöcherner Radius und post. Labrumdicke Spearman-Rho = 0,283, knöcherner GCA und anteriore Knorpeldicke -0,228 jeweils nach Spearman-Rho).

Der knöchernen GCA betrug im Durchschnitt  $7,1^\circ$ . Der Glenoidradius war 52,7mm. Somit war die durchschnittliche BSSR 25%. Der GCA korrelierte stark mit der BSSR (Korrelationskoeffizient 0,777 nach Spearman-Rho ( $p < 0,001$ )).

Die Inter-Rater-Reliabilität (ICC) betrug für den knöchernen GCA 0,505 und die Intra-Rater-Reliabilität war hoch mit einem ICC von 0,832 für die knöchernen Glenoidkonkavität auf mittlerer Höhe, somit bestand eine moderate bis gute Reliabilität.

## **Schlussfolgerung**

Die analysierten morphologischen Glenoidcharakteristika scheinen unabhängig voneinander zu sein.

Der GCA ist eine simpel anzuwendende Messmethode zur Bestimmung der Glenoidkonkavität und korreliert mit der bereits etablierten BSSR Berechnung. Auch die Inter- und Intra-Rater-Reliabilität bietet adäquate Ergebnisse.

## **Periprothetische Frakturen nach Schultergelenkendoprothetik**

**Autorenliste:** Svenja Sophia Haag<sup>1</sup>, Daniel Schmitt<sup>2</sup>, Anna-Katharina Nolte<sup>1,3</sup>, Michael Kimmeyer<sup>4</sup>, Jonas Schmalzl<sup>1,5</sup>, Lehmann-Lars Johannes<sup>1,6</sup>

<sup>1</sup>*ViDia Kliniken Karlsruhe, Klinik für Unfall-, Handchirurgie und Sportmedizin, Karlsruhe, Deutschland*, <sup>2</sup>*Karl Landsteiner Privatuniversität für Gesundheitswissenschaften, Krems an der Donau, Österreich*, <sup>3</sup>*Medizinische Fakultät Heidelberg, Universität Heidelberg, Heidelberg, Deutschland*, <sup>4</sup>*Universitätsmedizin Mannheim, Orthopädisch-Unfallchirurgisches Zentrum, Mannheim, Deutschland*, <sup>5</sup>*Medizinische Fakultät Würzburg, Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland*, <sup>6</sup>*Medizinische Fakultät Mannheim, Universität Heidelberg, Mannheim, Deutschland*

### **Fragestellung**

Primäres Ziel dieser Studie war die Erfassung und Analyse der Frakturmuster von periprothetischen Frakturen (PPF) nach Implantation einer Schultergelenkendoprothese. Sekundäre Ziele waren die Identifikation von Risikofaktoren für das Auftreten einer PPF sowie die Analyse operativer und konservativer Therapiestrategien und deren Einfluss auf die klinischen Ergebnisse nach Behandlung einer PPF.

### **Methodik**

In diese monozentrische, retrospektive Studie wurden Patienten eingeschlossen, die sich zwischen 01/2014 und 12/2025 aufgrund einer PPF nach Schultergelenkendoprothetik in einem zertifizierten Schulter- und Ellenbogenzentrum vorstellten. Erfasst wurden patientenbezogene Basisdaten, prä- und postoperative Bildgebung, sowie Prothesentyp und gängige Frakturklassifikationen (Worland, Coefield, Levy). KI-Tools (ChatGPT 4.1) wurden zur finalen Korrektur von Orthografie und Interpunktion verwendet.

### **Ergebnisse**

Insgesamt wurden 95 Patienten (19 Männer, 76 Frauen) mit einem mittleren Alter von 76,8 (SD  $\pm$  8,6) Jahren eingeschlossen. Es wurden 70 periprothetische Humerusschaftfrakturen (73,7 %) und 25 Insuffizienzfrakturen der Scapula (26,3 %) identifiziert. Die erfassten PPF traten alle bei Patienten mit einliegender inverser Schulterendoprothese auf. Traumatisch bedingt waren 82,9% der Humerusschaftfrakturen. Radiologische Lockerungszeichen des Schaftes waren zum Frakturzeitpunkt in 45,7 % nachweisbar, in 18 Fällen bestand eine präexistente Schmerzzunahme. Die mittlere Latenz zwischen Primärimplantation und Auftreten einer Humerusschaftfraktur betrug 42,9 Monate (Standardabweichung, SD  $\pm$  53,1; Spannweite, R=241-1). Ein Periimplantatinfekt lag bei 21 Patienten mit PPF des Humerusschaftes vor. Ein Prothesenwechsel erfolgte bei 41 Patienten (57,7%) mit PPF des Humerusschaftes, davon 18 zweizeitige Prothesenwechsel. Der Wechsel auf eine Langschaftprothese war bei 28 Patienten notwendig. Die Osteosynthese einer PPF des Humerusschaftes erfolgte bei 18 Patienten (25,4%), davon 3 Plattenosteosynthesen, 6 Cerclagen und in 6 Fällen ein kombiniertes Osteosyntheseverfahren. Bei 10 Patienten (14,1%) erfolgte der Ausbau der Prothese. Die konservative Therapie erfolgte bei 2 Patienten (2,8%). Insuffizienzfrakturen der Scapula traten nach durchschnittlich 12,6 Monaten auf (SD  $\pm$  17,24, R=69-1). Die Therapie erfolgte in 56 % der Fälle konservativ, in 32 % mittels Plattenosteosynthese, in 12% mittels zweizeitigem Prothesenwechsel. In 21,4% kam es zu einem Versagen der konservativen Therapie, was eine sekundäre operative Versorgung erforderte.

### **Schlussfolgerung**

PPF nach Schultergelenkendoprothetik betreffen überwiegend ältere Patienten und treten mit variabler zeitlicher Latenz auf. Während Humerusschaftfrakturen meist spät und traumatisch auftreten, manifestieren sich Insuffizienzfrakturen der Scapula früh postoperativ (72 % innerhalb von 12 Monaten) und wurden in mehr als der Hälfte der Fälle konservativ therapiert. Eine differenzierte Frakturanalyse und die sorgfältige präoperative Evaluation bzgl. vorbestehender Schmerzen sowie implantatassoziierter Lockerungen sind von zentraler Bedeutung für die Entscheidungsfindung zwischen Osteosynthese und Prothesenrevision.

## **Eine Ruhigstellung in Abduktion führt zu einer signifikanten Reduktion des Rerupturrisikos nach posterosuperiorer Rotatorenmanschettenrekonstruktion**

**Autorenliste:** Sebastian Andreas Müller<sup>1</sup>, Hugo Bothorel<sup>3</sup>, Andreas Müller<sup>2</sup>, Laurent Audigé<sup>2</sup>, Michael Schär<sup>4</sup>, Alexandre Lädermann<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Medizinische Fakultät Universität Basel, Leonardo - Orthopädie und Traumatologie, Basel, Schweiz,

<sup>2</sup>Universitätsspital Basel, Basel, Schweiz, <sup>3</sup>Hôpital de La Tour, Meyrin, Schweiz, <sup>4</sup>Inselspital Bern, Bern, Schweiz

### **Fragestellung**

Zum postoperativen Schutz einer Rotatorenmanschettenrekonstruktion erfolgt in der Regel eine Ruhigstellung für mehrere Wochen. In der Literatur gibt es keine Evidenz für Dauer und Art der Ruhigstellung und das mögliche einhergehende Risiko für eine postoperative Bewegungseinschränkung.

Ziel dieser Arbeit war es, in einer prospektiven Multicenter Kohorten Studie den Effekt der Ruhigstellung auf eine Schultersteife auf der einen und das Risiko einer erneuten Ruptur auf der anderen Seite nach arthroskopischer posterosuperiorer Rotatorenmanschettenrekonstruktion zu untersuchen.

### **Methodik**

Zwischen Juni 2020 und November 2021 wurden 971 Patienten in die Studie eingeschlossen. Bei 412 Patienten erfolgte eine isolierte arthroskopische Rekonstruktion der Supra- und/oder Infraspinatussehnenläsion. Die postoperative Ruhigstellung erfolgte nach den Vorgaben des Operateurs, wobei im Wesentlichen drei Arten der Ruhigstellung zur Anwendung kamen: in einer Schlinge ohne Abduktion (0° ABD) bzw. in einem Kissen mit 15° (15° ABD) oder 30° (30° ABD) Abduktion. Der klinische Nachbeobachtungszeitraum betrug mindestens 24 Monate, wobei die Steife nach 6 Monaten erfasst wurde. Die Art der Ruhigstellung wurde anhand einer multivariablen modifizierten Poisson-Regression unter Berücksichtigung relevanter Störfaktoren auf das Auftreten einer postoperativen Steife sowie einer Reruptur untersucht.

Es wurde keine Künstliche Intelligenz verwendet.

### **Ergebnisse**

Bei 87 (22%) Patienten erfolgte die Ruhigstellung ohne Abduktion, bei 193 (47%) bzw. 132 (31%) Patienten in 15° bzw. 30° Abduktion. Die durchschnittliche Dauer der Ruhigstellung betrug 6 Wochen. Bei einem Grossteil der Patienten erfolgte eine belastungsfreie Physiotherapie bereits innerhalb der ersten 6 Wochen. Unbereinigte Analysen zeigten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Immobilisierungsgruppen hinsichtlich der postoperativen Steife (0° ABD 9%, 15° ABD 12%, 30° ABD 17%;  $p = 0,276$ ) oder Auftreten von Rerupturen (0° ABD 13%, 15° ABD 12%, 30° ABD 12%;  $p = 0,982$ ). Auch nach statistischer Bereinigung zeigten sich in den multivariaten Analysen keine statistischen Unterschiede hinsichtlich postoperativer Schultersteife (RR 15° ABD vs. 0° ABD = 1,11 [95% CI 0,46–2,69], RR 30° ABD vs. 0° ABD = 1,27 [0,51–3,15]). Die angepassten Analysen ergaben jedoch im Vergleich zur 0° ABD-Gruppe eine statistisch signifikante Reduktion des Rerupturrisikos um das 1,8-fache in der 15° ABD Gruppe (RR 0,56 [0,32–0,98]) und ein um das 2,4-fache geringeres Risiko für Patienten in der 30° ABD-Gruppe (RR 0,41 [0,22–0,77]).

**Schlussfolgerung**

Durch eine Ruhigstellung in 15° bzw. 30° Abduktion lässt sich das relative Rerupturrisiko nach Rekonstruktion einer posterosuperiorer Rotatorenmanschettenläsion um den Faktor 1,8 bzw. 2,4 im Vergleich zu 0° Abduktion senken. Es zeigt sich keine damit einhergehende signifikant erhöhte Rate für eine Schultersteife. Zusammenfassend lässt sich nach arthroskopischer Rekonstruktion posterosuperiorer Rotatorenmanschettenläsionen eine Empfehlung zur Ruhigstellung in 30° Abduktion für 6 Wochen schlussfolgern.

## **Postoperative Instabilität nach primärer inverser Schulterendoprothetik: Inzidenz, zeitabhängige Muster und Einfluss des Prothesendesigns**

**Autorenliste:** Artem Klimov<sup>1</sup>, Markus Scheibel<sup>1,2</sup>, Mirjam Evi Braun<sup>1</sup>, Aaron Pfender<sup>1</sup>, Tim Schneller<sup>1</sup>, Asimina Lazaridou<sup>1</sup>, Jan-Philipp Imiolczyk<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Schulthess Klinik, Zürich, Schweiz, <sup>2</sup>Charite Campus Virchow Cmsc, Berlin, Deutschland

### **Fragestellung**

Postoperative Instabilität stellt eine relevante, wenn auch seltene Komplikation der inversen Schulterendoprothetik (RSA) dar und wurde insbesondere mit dem klassischen medialisiert-distalisierten Grammont-Design assoziiert. Moderne Implantatkonzepte mit Lateralisation zielen darauf ab, dieses Risiko zu reduzieren. Ziel dieser Studie war es, die Inzidenz, zeitlichen Muster und möglichen Ursachen postoperativer Instabilität nach primärer RSA zu analysieren.

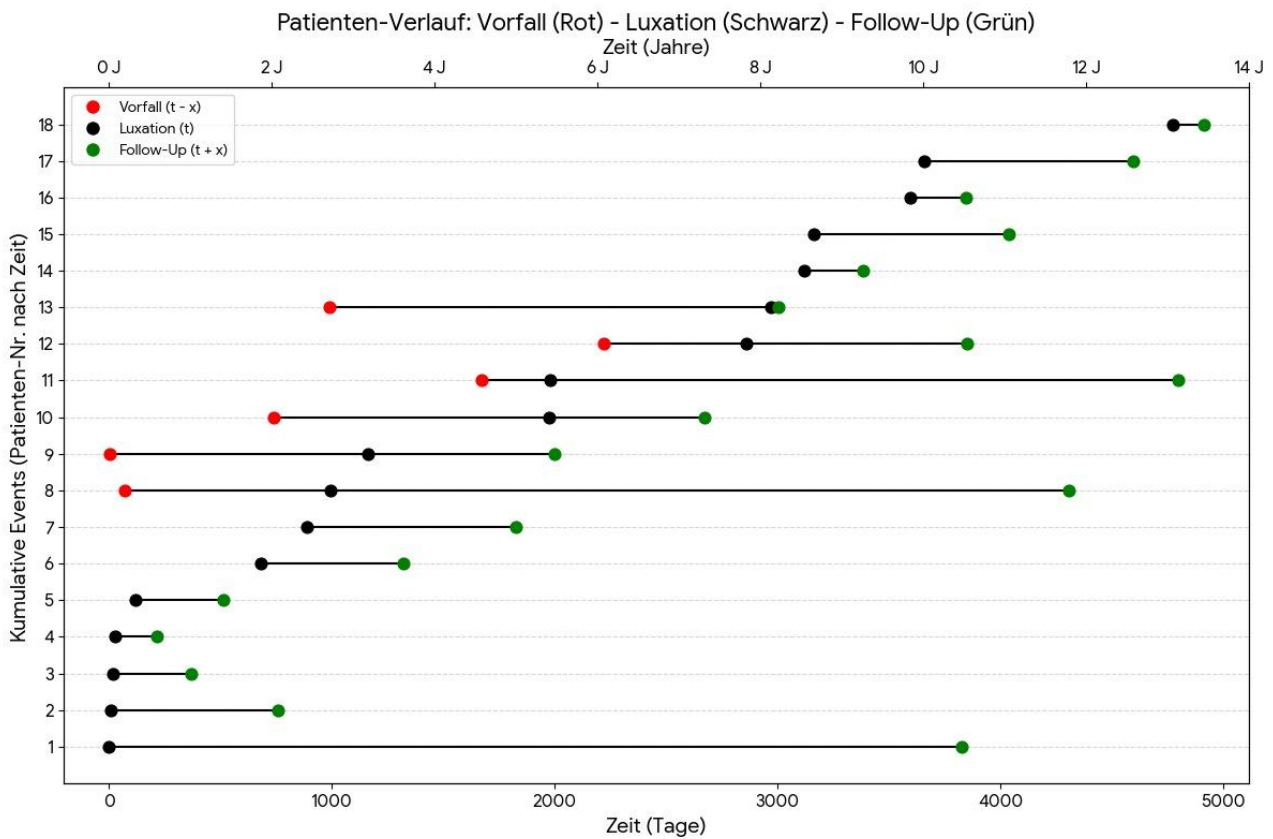
### **Methodik**

In diese retrospektive Registerstudie wurden alle konsekutiven Patienten eingeschlossen, die zwischen 2006 und 2023 in unserer Abteilung eine primäre RSA erhielten. Implantate wurden in medialisiert-distalisierte (MD), lateralisierte (L) und lateralisiert-distalisierte (LD) Designs klassifiziert. Dislokationen, deren Zeitpunkt, Richtung und Therapie wurden anhand klinischer Akten und verfügbarer Röntgenaufnahmen ausgewertet.

### **Ergebnisse**

Von insgesamt 2.080 primären RSAs traten 18 Instabilitätsereignisse bei 17 Patienten auf (Inzidenz < 1 %). Die höchste Instabilitätsrate zeigte das MD-Design (1,4 %), gefolgt vom L-Design (0,7 %); beim LD-Design traten keine Dislokationen auf. Es konnten drei zeitabhängige Muster identifiziert werden: frühe Instabilitäten mit überwiegend anteriorer Luxationsrichtung, vermutlich bedingt durch unzureichende Weichteilspannung; intermediäre Instabilitäten nach sekundären ossären Ereignissen (z.B. periprothetische Frakturen) mit vorwiegend inferiorer Luxation; sowie späte Instabilitäten mit posteriorer Luxation, häufig assoziiert mit hochgradigem Skapulanotching.

Frühe Luxationen traten bis zu 2,5 Jahre postoperativ auf (n = 7). Drei Patienten wurden unmittelbar revidiert und erreichten eine stabile Situation, während eine konservative Behandlung bei zwei von vier Patienten zu einer persistierenden Instabilität führte. Intermediäre Luxationen (n = 6) traten zwischen 2,5 und 8,5 Jahren postoperativ auf. Alle Patienten berichteten über ein vorausgehendes schädigendes Ereignis, wie Akromionfrakturen (n = 2), Frakturen der Spina scapulae (n = 3) oder eine traumatische Ruptur des posterioren Deltamuskels (n = 1), das im Mittel 2–3 Jahre vor der Luxation auftrat (2 Monate bis 6 Jahre postoperativ). In diesen Fällen konnte eine Stabilität nach konservativer Behandlung bei Akromionfrakturen erreicht werden sowie bei erfolgreich ausgeheilter Spina-scapulae-Fraktur nach ORIF der Spina und Revision mit Vergrößerung des Glenosphärendurchmessers (n = 1). Späte Luxationen (n = 4) traten 8,5–13 Jahre postoperativ auf. Ein Patient war nach Revision stabil, während ein weiterer nach Konversion zur Hemiarthroplastik instabil blieb. Die beiden weiteren Patienten waren kurz nach der Luxation im Follow-up verloren.



### Schlussfolgerung

Postoperative Instabilität nach primärer RSA ist selten, zeigt jedoch ein klares zeit- und designabhängiges Muster. Moderne lateralisierte und lateralisiert-distalisierte Implantatdesigns sind mit einer geringeren Instabilitätsrate assoziiert als das klassische Grammont-Design. Die Identifikation unterschiedlicher zeitlicher Instabilitätsmechanismen kann zur Optimierung der Implantatauswahl und des postoperativen Managements beitragen.

## Hohe strukturelle Versagensraten nach Minced-Cartilage-Verfahren im Schultergelenk

**Autorenliste:** Jan-Philipp Imiolczyk<sup>1,2</sup>, Fanny Kampmann<sup>1</sup>, Tim Schneller<sup>1</sup>, Florian Freisleder<sup>1</sup>, Markus Scheibel<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Schulthess Klinik, Zürich, Schweiz, <sup>2</sup>Charite Campus Virchow Cmsc, Berlin, Deutschland

### Fragestellung

Die Minced-Cartilage-Implantation (MCI) gewinnt zunehmend an Bedeutung und hat in der Kniechirurgie vielversprechende Ergebnisse gezeigt. Dieses Verfahren stellt eine einzeitige, gelenkerhaltende Behandlungsoption für symptomatische hochgradige chondrale Läsionen dar. Ziel der vorliegenden Studie war es, die strukturelle Integrität sowie die subjektiven klinischen Ergebnisse der MCI im Glenohumeralgelenk zu evaluieren.

### Methodik

Zwischen November 2020 und Juli 2024 wurden vierzehn konsekutive Patienten mit humeralen (n = 7) oder glenoidalen (n = 7) chondralen Defekten behandelt. Einschlusskriterien waren chondrale Läsionen Grad IV an Humeruskopf oder Glenoid sowie das Vorliegen prä- und postoperativer Magnetresonanztomographien (MRT). Glenoidseitige Läsionen wurden arthroskopisch in Kombination mit einer Labrumrefixation versorgt. Humerale Läsionen wurden entweder arthroskopisch oder über einen offenen Zugang behandelt. Intraoperativ wurde die Defektgröße (DS) bestimmt. Zur radiologischen Beurteilung wurden MRT-Untersuchungen sechs bis zwölf Monate postoperativ mittels MOCART-2.0-Score (Maximalwert 100 Punkte) ausgewertet. Dieser beurteilt Defektauffüllung, Integration des Regeneratgewebes, Oberfläche, Struktur, Signalintensität sowie subchondrale Veränderungen im Vergleich zum angrenzenden nativen Knorpel.

### Ergebnisse

Vierzehn Patienten (weiblich: n = 5; mittleres Alter: 41 Jahre [Spanne: 19–59]) mit glenoidalen (mittlere DS: 20 × 13 mm) oder humeralen (mittlere DS: 20 × 17 mm) Defekten wurden in diese retrospektive Studie eingeschlossen. Die mittlere klinische Nachbeobachtungszeit betrug 39 Monate (Spanne: 12–60), der mittlere Subjektive Schulterwert (SSV) lag bei 84 % (Spanne: 60–99).

Zehn Patienten wurden arthroskopisch behandelt, darunter humerale (n = 3), anteriore glenoidale (n = 4) und posteriore glenoidale (n = 3) Defekte. Die übrigen Patienten wurden über einen offenen Zugang mit Membranaugmentation bzw. -protektion versorgt.

Alle vier arthroskopisch behandelten anterioren glenoidalen MCI zeigten eine zufriedenstellende Knorpelregeneration mit einer mittleren MOCART-2.0-Punktzahl von 62,5 (Spanne: 45–80). Der mittlere SSV betrug 89 % (80–95 %).

Die arthroskopische MCI humeraler Defekte zeigte variable Ergebnisse mit einer mittleren MOCART-2.0-Punktzahl von 42,5 (30–60), während bei der offenen Technik mit Membranaugmentation durchschnittlich 35,0 (20–55) Punkte erreicht wurden. Der mittlere SSV lag bei 83 % (60–98 %) für den arthroskopischen Ansatz und ebenfalls bei 83 % (70–99 %) für die offene Technik.

Arthroskopisch behandelte posteriore glenoidale MCI wiesen die schlechtesten strukturellen Ergebnisse auf, mit minimaler Knorpelüberdeckung und einer mittleren MOCART-2.0-Punktzahl von 30,0 (20–40). Der mittlere SSV betrug 80 % (70–90 %).

Patienten mit Defektgrößen über 1,5 cm<sup>2</sup> (n = 7) zeigten niedrigere mittlere MOCART-Scores im Vergleich zu Patienten mit kleineren Defekten (34 vs. 53 Punkte).

### **Schlussfolgerung**

Die MCI zeigte inkonsistente und nicht reproduzierbare strukturelle Ergebnisse hinsichtlich der Regeneration von Knorpelgewebe. Patienten mit posterior glenoidalen Defekten erzielten die schlechtesten Resultate, gefolgt von humeralen und anterior glenoidalen Rekonstruktionen. Kleinere Defekte waren mit einer besseren strukturellen Heilung und einer Knorpelqualität assoziiert, die dem nativen Gewebe stärker ähnelte. Der langfristige klinische Nutzen der MCI im Glenohumeralgelenk bleibt unklar.

## **Welche Items zählen wirklich? - Eine prospektive Subgruppenanalyse von MEPS, OES und DASH bei Ellenbogenverletzungen**

**Autorenliste:** Anna Patricia Egert<sup>1</sup>, Tim Jakobi<sup>1</sup>, Anne Bauer<sup>1</sup>, Finn Lunscken<sup>1</sup>, Matthias Sauter<sup>1</sup>, Matthias Münzberg<sup>1</sup>, Alexander Klug<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Frankfurt am Main, Frankfurt am Main, Deutschland*

### **Fragestellung**

Patient-reported outcome measures (PROMs) sind ein zentrales Instrument in der Bewertung von Behandlungsergebnissen aus Patientensicht nach Ellenbogenverletzungen. Gängige Scores wie der Mayo Elbow Performance Score (MEPS), der Oxford Elbow Score (OES) und der Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Score (DASH) sind umfangreich und die Anwendung ist im klinischen Alltag aufgrund der Komplexität limitiert.

Ziel dieser Studie war es daher, die Wichtigkeit einzelner Items der genannten Scores aus Patientensicht zu erfassen und Grundlagen für praktikablere Kurzskalen zu schaffen.

### **Methodik**

In dieser prospektiven Studie bewerteten 106 Patientinnen und Patienten (51 ±13 Jahre; 50 ♀, 56 ♂) die Wichtigkeit einzelner Items aus MEPS, OES und DASH auf einer numerischen Skala von 1–10 (1 geringste Wichtigkeit, 10 größte Wichtigkeit). Subgruppenanalysen erfolgten nach Alter, Geschlecht, Versicherungsstatus (berufsgenossenschaftlich (BG) vs. nicht BG) und Beruf (körperlich tätig vs. sitzende Tätigkeit vs. berentet). Des Weiteren wurden die Items thematisch in die Bereiche Schmerz, Alltag, Funktion und Freizeit gegliedert.

### **Ergebnisse**

Bei allen Patienten zeigte sich die Beweglichkeit des Ellenbogens als wichtigstes Item ( $p < 0,001$ ) gefolgt von der Stabilität und der Fähigkeit mit dem verletzten Arm zu essen. Als Items mit der geringsten Relevanz präsentierte sich das Spielen eines Musikinstruments, das Schreiben mit dem verletzten Arm sowie Schwierigkeiten bei sexueller Aktivität ( $p < 0,001$ ). In der Subgruppenanalyse variierten die Prioritäten in Bezug auf das Alter deutlich: Jüngere Patientinnen und Patienten bewerteten vor allem alltagsbezogene Funktionen höher, die sich vor allem im DASH-Score abbilden. Mit zunehmendem Alter gewinnen Beweglichkeit, Stabilität und Schmerzintensität an Bedeutung. Dies wird vor allem anhand des MEPS widerspiegelt. Geschlechtsspezifisch stand bei Frauen der Einfluss auf Alltag und Arbeit im Vordergrund, bei Männern die Beweglichkeit des Ellenbogens. Zwischen BG- und nicht BG-versicherten Patienten zeigt sich in beiden Gruppen eine hohe Relevanz von Beweglichkeit und Stabilität. Die thematische Unterteilung der Items in Subgruppen (Beruf, Schmerz, Alltag, Funktion, Freizeit) zeigte keine signifikanten Unterschiede ( $p = 0,078$ ). Berufsspezifisch zeigte sich, dass bei Patienten, die körperlich (v.a. im Handwerk) tätig sind Aktivitäten mit Druck- oder Stoßbelastung eine höhere Relevanz aufwiesen als in anderen Berufsgruppen.

### **Schlussfolgerung**

Die Bedeutung einzelner Ellenbogen-Items variiert je nach Alter, Geschlecht, Versicherungsstatus und Beruf. Funktionelle Items wie Beweglichkeit und Stabilität sind jedoch über alle Subgruppen hinweg von zentraler Bedeutung. Die in dieser Studie besonders relevanten Items (Beweglichkeit, Stabilität und das Essen mit dem verletzten Arm) werden durch etablierte Scores wie MEPS und DASH grundsätzlich abgebildet. Während der MEPS die zentralen Aspekte fokussiert erfasst, ist der DASH deutlich umfangreicher und enthält aus Patientenperspektive auch Items mit geringer Relevanz.

Dies verdeutlicht die eingeschränkte Praktikabilität umfassender Scores im klinischen Alltag und unterstreicht den Bedarf an verkürzten, patientenzentrierten Erhebungsinstrumenten. Die vorliegenden Ergebnisse unterstützen daher die Entwicklung differenzierter Kurzskaalen, die zentrale funktionelle Kernparameter effizient abbilden, jedoch die Aussagekraft nicht reduzieren.

## **Inzidenz und Risikofaktoren periprothetischer Schulterinfektionen: Erkenntnisse aus einem 20-jährigen Register**

**Autorenliste:** David Endell<sup>1</sup>, Tim Schneller<sup>1</sup>, Florian Freislederer<sup>1</sup>, Asimina Lazaridou<sup>1</sup>, Markus Scheibel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Schulthess Klinik, Zürich, Schweiz, <sup>2</sup>Charité - Universitätsmedizin Berlin, Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie (CMSC), Berlin, Deutschland

### **Fragestellung**

Die periprothetische Gelenkinfektion stellt eine seltene, jedoch schwerwiegende Komplikation nach Schulterendoprothetik dar und erfordert häufig eine operative Revision. Die berichtete Inzidenz liegt nach primärer Schulterarthroplastik zwischen 0,4 % und 2 % sowie nach Revisionsarthroplastik bei etwa 1 % bis 5 %. Ziel dieser Analyse war es, (1) die Inzidenz revisionspflichtiger Infektionen zu bestimmen und (2) mittels logistischer Regression assoziierte Risikofaktoren in einem lokalen Schulterendoprothesenregister zu identifizieren.

### **Methodik**

Alle Schulterendoprothesen aus einem lokalen Schulterarthroplastik-Register, die zwischen 2006 und 2025 aufgrund einer Infektion revidiert werden mussten, wurden ausgewertet. Es wurde ein logistisches Regressionsmodell entwickelt, wobei das Vorliegen einer revisionspflichtigen Infektion die abhängige Variable darstellte. Unabhängige Variablen waren das Alter zum Operationszeitpunkt, das Geschlecht, die ASA-Risikoklassifikation, der Prothesentyp (anatomisch oder invers) sowie der Revisionsstatus des Eingriffs.

### **Ergebnisse**

Von insgesamt 4 070 Fällen im Register waren 88 % (3 580) Primär- und 12 % (490) Revisionsendoprothesen. Das durchschnittliche Alter bei Operation betrug 71 Jahre, 64 % der Fälle waren Frauen. Die häufigste Operationsindikation war die Rotatorenmanschettenarthropathie (44 %, 1 716 Fälle), gefolgt von primärer Omarthrose (27 %, 1 040 Fälle). Bei den Primäreingriffen entfielen 24 % (870) auf anatomische und 76 % (2 710) auf inverse Schulterendoprothesen. Die Revisionsarthroplastiken zeigten eine ähnliche Verteilung mit 26 % (126) anatomischen, 73 % (357) inversen Endoprothesen und 1 % (7) als Girdlestone-Situation.

Die Gesamtinzidenz revisionspflichtiger Infektionen betrug 0,76 %. Nach Prozedurtyp stratifiziert lag sie bei 0,34 % für primäre anatomische Schulterendoprothesen, 0,66 % für primäre inverse Schulterendoprothesen und 2,1 % für Revisionsendoprothesen.

In der logistischen Regression erwiesen sich ein geringeres Alter (OR: -0,04 [-0,07; -0,01], p = 0,025), männliches Geschlecht (OR: 1,1 [0,37; 1,91], p = 0,004) sowie der Revisionsstatus (OR: 1,08 [0,30; 1,85], p = 0,007) als signifikant mit dem Auftreten einer Infektion assoziiert.

### **Schlussfolgerung**

In Übereinstimmung mit der vorhandenen Literatur zeigen die Ergebnisse eine erhöhte Infektionswahrscheinlichkeit bei jüngeren Patientinnen und Patienten, beim männlichen Geschlecht sowie nach Revisionseingriffen. Die insgesamt niedrige Infektionsinzidenz wird auf den überwiegend elektiven Charakter der Eingriffe in dieser Kohorte sowie auf die Implementierung eines umfassenden antiinfektiösen Protokolls zurückgeführt, das die Exposition gegenüber Pathogenen minimiert und das Risiko einer intraoperativen Kontamination reduziert.

## **Lokales Rotatorenmanschetten-Register (RMR): Kohortenprofil und klinische Ergebnisse nach arthroskopischer Rotatorenmanschetten-Rekonstruktion – Lehren aus über einem Jahrzehnt Registerarbeit**

**Autorenliste:** David Endell<sup>1</sup>, Shorash Kawa Shaheen<sup>1</sup>, Daniela Brune<sup>1</sup>, Alexander Pieringer<sup>1</sup>, Asimina Lazaridou<sup>1</sup>, Tim Schneller<sup>1</sup>, Markus Scheibel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Schulthess Klinik, Zürich, Schweiz*

### **Fragestellung**

Klinische Register sind essentiell zur standardisierten Bewertung von Behandlungsergebnissen und zur Verbesserung der Versorgungsqualität. Das lokale Rotatorenmanschetten-Register (RMR) wurde als lokales Klinik-Register etabliert, um Basisdaten, Bildgebung, Operationsdetails und patientenberichtete Ergebnisparameter (PROMs) zu erfassen. Ziel dieser Arbeit ist es, Umfang und Schlüsselvariablen des Registers zu beschreiben, sowie Kohortenmerkmale, PROMs und die Daten-Vollständigkeit zu analysieren.

### **Methodik**

Das Register enthält alle Patienten die mit arthroskopischer Rotatorenmanschettenrekonstruktion im RMR in den Jahren 2010-2025 eingegeben wurden. Erfasst werden Basisdemografie und zentrale Risikofaktoren, intraoperative Ruptur-Charakteristika nach der Gerber-Klassifikation und das Sehnenbeteiligungsmuster sowie MRT-basierte Fettinfiltration nach Goutallier. PROMs umfassen den Subjective Shoulder Value (SSV), Oxford Shoulder Score (OSS), EuroQol 5 Dimension 5 Level (EQ-5D-5L) inklusive visueller Analogskala und Utility-Index sowie Constant Score (CS) und Schmerz-NRS (numeric rating scale), präoperativ sowie nach 6 und 24 Monaten.

### **Ergebnisse**

Insgesamt wurden 4.915 Schultern registriert (63% männlich, durchschn. Alter 58,2 Jahre und durchschn. BMI 26). Gemäss ASA-Klassifikation waren 22% ASA I, 66% ASA II, 11% ASA III und <1% ASA IV. 18% kategorisierten sich als Raucher. Die operierte Schulter war in 67% dominant. Ipsilaterale Voroperationen wurden in 10% dokumentiert (6% frühere Rotatorenmanschettenrekonstruktion, 4% andere Vor-OP). Die Operationstechnik war in allen dokumentierten Fällen arthroskopisch. Das Bizepsmanagement war in 15% Tenotomie und in 61% Tenodese, in 24% erfolgte keine Intervention, Die Rupturgrösse (nach Gerber) war in 23% partiell, bei 34% mit transmuraler Ruptur einer Sehne, 19% Mehrsehnenruptur und 25% Massenrupturen; das häufigste Rupturmuster war die isolierte Supraspinatussehnen-Läsion (46%). Die Daten-Vollständigkeit der Basisdemografie betrug 99%, die der präoperativen PROMs 74–78%. Mehr als Hälfte der Gesamtzahl an Patienten (54,4%) beantwortete die Fragenbögen elektronisch. Das Follow-up für SSV, OSS und EQ-5D-5L lag bei 6 Monaten bei 80–89%, bei 24 Monaten bei 69–75%. Der CS wurde nach 24 Monaten nur in <1% vollständig dokumentiert. Unerwünschte Ereignisse (AE) wurden im Register zwar erfasst, die Vollständigkeit der Dokumentation der AE-Verläufe war im Follow-up jedoch inkomplett.

Die PROMs zeigte eine signifikante Verbesserung von präoperativ zu den Follow-up-Zeitpunkten: Nach 24 Monaten stieg der Mittelwert-SSV von 52,1 auf 94,5%, der mittlere OSS von 28,3 auf 43,9, die EQ-VAS von 67,7 auf 86,0 und der EQ-5D-5L-Index von 0,7 auf 0,9 ( $p > 0.001$ ). Zudem sank die mittlere Schmerz-NRS von 5,6 auf 2,1 ( $p = 0.008$ ). Der mittlere CS stieg nach 6 Monaten postoperativ von 54,2 auf 73,2 Punkte ( $p > 0.001$ ).

### **Schlussfolgerung**

Die Analyse der Registerdaten charakterisiert das lokale Patientenkollektiv, bestätigt die klinische Verbesserung nach arthroskopischer Rotatorenmanschettenrekonstruktion und offenbart jedoch zugleich die wesentlichen Limitationen durch die inkomplette Erfassung von Langzeitverläufen und AEs. Zukünftige Optimierung von klinischen Registern sollte die Definition eines kondensierten Outcome-Sets sowie die Implementierung eines konsequenten Follow-up-Ablaufes priorisieren und mittels moderner digitaler Lösungen die Register-Dokumentation im Alltag vereinfachen.

## **Vorteile der standardisierten Einsatz des simultanen arthroskopischen Kapselreleases und Adhäsiolyse im Rahmen einer Osteosynthesen-Entfernung bei proximalen Humerusfrakturen.**

**Autorenliste:** Varto Seeid<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Rodalben, Orthopädische Chirurgie, Städtisches Krankenhaus Pirmasens, Rodalben, Deutschland*

### **Fragestellung**

Vorteile des simultan durchgeführten diagnostischen ASK des Schultergelenkes mit oder ohne Kapselrelease im Rahmen einer Metallentfernung bei auffälligem Verlauf einer proximalen Humerusfraktur.

### **Methodik**

Die Anwendung der arthroskopischen Technik vor der Metallentfernung erfolgt abhängig vom Ausmaß der Einschränkung der Abduktion und Rotation des Schultergelenkes nach operativer Versorgung oder sekundärem Versagen einer konservativen Behandlung einer proximalen Humerusfraktur seit 2012. Fallvorstellung mit Operationsvideo

### **Ergebnisse**

Die klinischen Ergebnisse basieren auf der postoperativen Schmerzreduktion, der Verbesserung der Beweglichkeit in allen Bewegungsrichtungen sowie der Kontrolle der Ergebnisse sechs Wochen und drei Monate postoperativ. Op. Video Präsentation.

### **Schlussfolgerung**

Die Erfahrung mit den oben genannten kombinierten Maßnahmen basiert auf einem seit 2012 regelmäßig eingesetzten Prozess und zeigt deutlich nachvollziehbare Ergebnisse. Eingeführt wurde die arthroskopische Teilkapsel- oder vollständige 270–360°-Kapselrelease in Kombination mit einer Adhäsiolyse. Ergänzend erfolgte teilweise eine arthroskopische proximale Freilegung der Platte sowie eine offene Metallentfernung. Die Vorteile der diagnostischen Arthroskopie liegen in der Identifikation von Begleitverletzungen sowie von im Rahmen des Unfallereignisses übersehenen intraartikulären Pathologien der früheren Verletzung. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Identifikation der Ursachen und das Management der Bewegungseinschränkung bei komplizierten Verläufen. Die Patientenzufriedenheit hinsichtlich Schmerzreduktion und verbesserter funktioneller Ergebnisse hat dazu geführt, dass sich diese Methode bei uns als Standardbehandlung etabliert hat.

## **Radiologische und klinische Ergebnisse der allogenen J-Span-Plastik bei Patienten mit anteroinferiorer Schulterinstabilität**

**Autorenliste:** Alp Paksoy<sup>1</sup>, Samuel Sesay<sup>1</sup>, Soraya Bahlawane<sup>1</sup>, Philipp Moroder<sup>2</sup>, Rony Orijit Dey Hazra<sup>1</sup>, David Back<sup>1</sup>, Doruk Akgün<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Charité Campus Virchow-Klinikum, Berlin, Deutschland, <sup>2</sup>Schulthess Klinik, Zürich, Schweiz

### **Fragestellung**

Die J-Span-Plastik nach Resch stellt ein etabliertes Verfahren zur Behandlung der anterioren Schulterinstabilität dar und zeigt in bisherigen Studien vergleichbare Rezidivraten und funktionelle Ergebnisse im Vergleich zum Latarjet-Verfahren. Die Entnahme autologen Beckenkammknochens ist jedoch mit einer nicht unerheblichen Donorstellenmorbidity verbunden und viele Patienten lehnen einen zusätzlichen operativen Eingriff an einer zweiten Körperregion ab. Vor diesem Hintergrund wurde die allogene J-Span-Plastik als potenziell schonendere Alternative entwickelt.

### **Methodik**

Insgesamt konnten 16 Patienten mit chronischer anteroinferiorer Schulterinstabilität und einem Glenoiddefekt von >10 % eingeschlossen werden, die zwischen März und September 2024 mit einer allogenen J-Span-Plastik operiert wurden. Verwendet wurde ein gefriergetrockneter bikortikaler Knochenblock eines Körperspenders aus der Crista iliaca. Ein Mindest-Follow-up von zwei Jahren ist für die gesamte Kohorte vorgesehen; die entsprechenden Nachuntersuchungen werden aktuell durchgeführt.

Klinische Untersuchungen erfolgten präoperativ sowie nach sechs und 12 Monaten postoperativ. Erhoben wurden der Constant-Score (CS), Rowe-Score, Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI), Subjective Shoulder Value (SSV) sowie die visuelle Analogskala (VAS). Computertomographische Untersuchungen der betroffenen Schulter wurden präoperativ, unmittelbar postoperativ sowie nach 12 Monaten durchgeführt, um die Glenoiddefektfläche nach der PICO-Methode zu bestimmen.

### **Ergebnisse**

Zum Zeitpunkt des Eingriffs waren die 16 behandelten Patienten (zwei weiblich, 14 männlich)  $32,8 \pm 6,5$  Jahre alt. Eine Rezidivinstabilität trat in zwei (12,5%) Patienten auf. Zwei weitere Patienten haben eine Nachuntersuchung abgelehnt, sodass bei den verbleibenden 12 Patienten sich folgende Ergebnisse ergaben:

Zwischen der präoperativen Untersuchung und dem Follow-up nach sechs Monaten kam es zu einem signifikant höheren CS ( $76,8 \pm 14,4$  vs.  $92,0 \pm 5,3$ ;  $p = 0,002$ ), Rowe-Score ( $60,9 \pm 13,6$  vs.  $91,2 \pm 6,4$ ;  $p < 0,001$ ), WOSI ( $58,6\% \pm 22,5\%$  vs.  $80,3\% \pm 13,6\%$ ;  $p = 0,003$ ) und SSV ( $64,6 \pm 21,5$  vs.  $83,3 \pm 9,1$ ;  $p = 0,002$ ). VAS wurde signifikant kleiner ( $2,2 \pm 3,0$  vs.  $0,17 \pm 0,58$ ;  $p = 0,022$ ). Zwischen den Follow-ups nach sechs und 12 Monaten kam es zu einem signifikanten Anstieg von CS ( $92,0 \pm 5,3$  vs.  $96,8 \pm 3,6$ ;  $p < 0,001$ ), Rowe-Score ( $91,2 \pm 6,4$  vs.  $96,3 \pm 5,4$ ;  $p = 0,048$ ), WOSI ( $80,3\% \pm 13,9\%$  vs.  $90,2\% \pm 7,7\%$ ;  $p = 0,002$ ) und SSV ( $83,3 \pm 9,1$  vs.  $89,6 \pm 9,6$ ;  $p = 0,023$ ), wobei VAS keine signifikante Veränderung zeigte ( $0,17 \pm 0,58$  vs.  $0,0 \pm 0,0$ ;  $p = 0,339$ ).

Bei der Messung des Glenoiddefekts in den CT-Aufnahmen zeigte sich eine signifikante Reduktion des prozentualen Glenoiddefekts von präoperativ zu direkt postoperativ ( $14,7\% \pm 9,4\%$  vs.  $2,0\% \pm 1,1\%$ ;  $p < 0,001$ ). Von der direkt postoperativen Aufnahme zu der Aufnahme nach 12 Monaten zeigte sich eine signifikante Zunahme der Defektfläche ( $2,0\% \pm 1,1\%$  vs.  $13,8\% \pm 6,5\%$ ;  $p < 0,001$ ). Ein Vergleich der

präoperativen Aufnahme mit der Aufnahme nach 12 Monaten zeigt keine signifikante Veränderung der Defektfläche ( $14,7\% \pm 9,4\%$  vs  $13,8\% \pm 6,5\%$ ;  $p = 0,765$ ).

### **Schlussfolgerung**

Obwohl die klinischen Ergebnisse nach 12 Monaten sich bei der Mehrheit der Patienten eine Verbesserung der klinischen Scores zeigten, resorbierte sich die allogene J-Span-Plastik in der Mehrzahl der Fälle nahezu vollständig und erreichte somit keine langfristige Rekonstruktion der Glenoidfläche mit einer hohen Rezidivrate im kurzzeitigen Verlauf.

## **Standardisierte Evaluation der intraoperativen Humeruskopfperfusion mittels Laser-Doppler-Blutflussmessung bei proximalen Humerusfrakturen**

**Autorenliste:** Alp Paksoy<sup>1</sup>, Soraya Bahlawane<sup>1</sup>, Rony Orijit Dey Hazra<sup>1</sup>, David Back<sup>1</sup>, Ulrich Stöckle<sup>1</sup>, Philipp Moroder<sup>2</sup>, Doruk Akgün<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Charité Campus Virchow-Klinikum, Berlin, Deutschland, <sup>2</sup>Schulthess Klinik, Zürich, Schweiz

### **Fragestellung**

Die optimale Frakturversorgung proximaler Humerusfrakturen stellt aufgrund des Risikos der Entstehung einer avaskulären Nekrose eine Herausforderung dar. Auf Grundlage der im Zentrum etablierten Methode zur standardisierten Evaluation der posttraumatischen Humeruskopfdurchblutung mittels intraoperativer Doppler-Perfusionsmessung wurden nun weitere Messungen an einer größeren Fallzahl von PatientInnen durchgeführt, um ein vertieftes Verständnis über diese zu erlangen.

### **Methodik**

In dieser prospektiven Studie wurden PatientInnen eingeschlossen, die zwischen Juli 2021 und August 2025 im Rahmen einer proximalen Humerusfraktur eine Versorgung mittels Plattenosteosynthese in unserer Klinik erhalten haben.

Die Frakturmorphologie wurde radiologisch nach Resch klassifiziert. Die intraoperative Perfusion wurde mittels Laser-Doppler-Blutflussmessung durchgeführt. Die Messungen umfassten alle neun Bohrlöcher im Humeruskopf, sowie zwei Messungen im Humerusschaft. Als Nachweis einer Perfusion galt ein pulssynchrones Messergebnis. Die frakturmorphologischen Faktoren „intact vs disrupted medial hinge“, sowie „metaphyseal extension > 8mm vs < 8mm“ wurden ebenfalls beurteilt. Die Qualität der postoperativen Reposition wurde radiologisch nach Peters et. al. klassifiziert.

### **Ergebnisse**

In die Studie konnten 56 PatientInnen eingeschlossen werden. Das durchschnittliche Alter betrug 58,76 Jahre (29-83)(29 Frauen und 27 Männer). Die Frakturen wurden nach Resch folgendermaßen klassifiziert; 1x 1G, 1x 1GL, 1x 2, 3x 2G, 2x 2GL, 9x 3G, 10x 3GL, 12x 4G, 8x 4GL, 1x 4L, 5x 5a, 3x 5p. Eine anatomische Reposition konnte in 43 Fällen erzielt werden, eine „minor malreduction“ in 13 Fällen.

Im Durchschnitt konnte in 5,04 Bohrlöchern eine pulssynchrone Perfusion festgestellt werden. In einem Fall konnte in keinem Bohrloch eine pulssynchrone Messung festgestellt werden. In diesem Fall handelte es sich um eine posterior verhakete Humeruskopfluxationsfraktur.

In 27 Fällen war der „medial hinge“ intakt, in 29 Fällen konnte ein „disrupted medial hinge“ festgestellt werden. Bei PatientInnen mit einem intakten „medial hinge“ konnte in etwa der doppelten Anzahl an Bohrlöchern eine pulssynchrone Perfusion festgestellt werden (6,33 vs 3,83;  $p < 0,001$ ).

Beim Vorhandensein einer metaphysären Extension über 8 mm ( $n=29$ ) zeigte sich eine Perfusion durchschnittlich in 5,76 Bohrlöchern. Bei einer minimalen/keinen metaphysären Extension ( $n=27$ ) betrug die durchschnittliche Anzahl 4,26 perfundierte Bohrlöcher. Diese Unterschiede erwiesen sich ebenfalls als statistisch signifikant ( $p=0,016$ ).

Beim Vergleich von Luxationsfrakturen (5a und 5p) mit Nicht-Luxationsfrakturen zeigte sich durchschnittlich eine geringere Anzahl perfundierter Bohrlöcher bei Luxationsfrakturen (3,45 vs. 5,25), ohne dass ein statistisch signifikanter Unterschied nachweisbar war ( $p = 0,219$ ).

### **Schlussfolgerung**

Die Laser-Doppler-Blutflussmessung ist eine geeignete und schnelle Methode, um die Humeruskopfdurchblutung in Patienten nach proximaler Humerusfraktur zu beurteilen. In den standardisierten Messungen konnte ein positiver Einfluss der frakturmorphologischen Faktoren einer intakten „medial hinge“ und einer metaphysären Extension über 8mm auf die intraoperative Perfusion gezeigt werden.

## **Klinische Ergebnisse des arthroskopischen Bankart-Repair im Vergleich zum Bankart mit additiver Remplissage**

**Autorenliste:** Alp Paksoy<sup>1</sup>, Judith Hübner<sup>1</sup>, Soraya Bahlawane<sup>1</sup>, Elian-Niklas Oudintsov<sup>1</sup>, Jan-Philipp Imiolczyk<sup>2</sup>, Rony Orijit Dey Hazra<sup>1</sup>, David Back<sup>1</sup>, Doruk Akgün<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Charité Campus Virchow-Klinikum, Berlin, Deutschland, <sup>2</sup>Schulthess Klinik, Zürich, Schweiz

### **Fragestellung**

Das arthroskopische Bankart-Repair ist ein etabliertes Verfahren zur Behandlung der traumatischen anteroinferioren Schulterinstabilität. Dennoch werden selbst bei on-track Hill-Sachs-Läsionen (HSL) langfristige Relaxationsraten von 22–31% berichtet. Vor diesem Hintergrund wurde die additive Remplissage als mögliche Strategie zur weiteren Reduktion der Rezidivrate vorgeschlagen. Ziel dieser Studie war es, die klinischen Ergebnisse zwischen einem isolierten Bankart-Repair und einem Bankart-Repair mit additiver Remplissage zu vergleichen.

### **Methodik**

Insgesamt wurden 80 Patienten (40 pro Gruppe) mit traumatischer anteroinferiorer Schulterinstabilität, on-track HSL und einem Glenoiddefekt <15 %, die zwischen 2020 und 2024 operiert wurden, eingeschlossen. Die isolierten Bankart-Repairs erfolgten zwischen 2020 und 2022, während die Bankart-Repairs mit additiver Remplissage zwischen 2022 und 2025 durchgeführt wurden. Die Follow-up-Untersuchungen werden derzeit noch fortgeführt. Das klinische Outcome wurde mittels Rezidivinstabilität (einschließlich Luxationen und Subluxationen), Constant-Murley Score (CS), Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI), Rowe-Score, subjektivem Schulterwert (SSV) und visueller Analogskala (VAS) erfasst. Zusätzlich wurde das Return-to-Sport-Level erhoben.

### **Ergebnisse**

Die mittlere Nachuntersuchungszeit betrug  $3,6 \pm 1$  Jahre für die Bankart-Gruppe und  $2,1 \pm 0,2$  Jahre für die Remplissage-Gruppe ( $p=0,001$ ). In der Bankart-Gruppe wurden bis jetzt 26 Patienten untersucht, davon 10 (38,5%) erstluxiert; in der Remplissage-Gruppe 19 Patienten, davon 6 (31%) erstluxiert. Eine Rezidivinstabilität trat bei 23,1% (6/26) nach Bankart-Repair auf, jedoch bei keinem Patienten nach Remplissage ( $p=0,02$ ). Aufgrund der signifikant schlechteren klinischen Ergebnisse bei Patienten mit Rezidivinstabilität (WOSI:  $p = 0,023$ ; Rowe-Score:  $p = 0,002$ ; SSV:  $p = 0,027$ ) wurden diese im Vergleich zwischen der Bankart- und der Remplissage-Gruppe nicht berücksichtigt; eine Revisionsoperation erfolgte in keinem dieser Fälle. Zwischen beiden Gruppen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in den klinischen Scores, sowie in Return-to-Sport. Außenrotation in 0° Abduktion und in 90° Abduktion der operierten Seite zeigte sich vergleichbar mit der kontralateralen gesunden Seite in beiden Gruppen (Bankart-Gruppe:  $61^\circ \pm 15$  vs.  $64^\circ \pm 16$ ,  $p= 0,51$  und  $90^\circ \pm 11$  vs.  $90^\circ \pm 16$ ,  $p=0,66$ ; Remplissage-Gruppe  $69^\circ \pm 18$  vs.  $74^\circ \pm 18$ ,  $p=0,38$  und  $94^\circ \pm 11$  vs.  $101^\circ \pm 13$ ,  $p=0,09$ ). In der Subgruppenanalyse der Erstluxierer zeigte sich erstmals kein signifikanter Unterschied in der Rezidivinstabilität (2/10 vs. 0/6,  $p=0,23$ ) oder den klinischen Outcomes sowie in Return-to-Sport und Außenrotation.

### **Schlussfolgerung**

Bei traumatischer anteroinferiorer Schulterinstabilität mit on-track Läsionen und subkritischem Glenoiddefekt kann die Relaxationsrate durch eine additive Remplissage signifikant reduziert werden, ohne die Außenrotation einzuschränken. Klinische Scores und die Return-to-Sport-Rate zeigten hingegen keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Behandlungsgruppen, wenn keine Rezidivinstabilität vorliegt.

## Overlengthening von Radiuskopfprothesen

**Autorenliste:** Georgios Eleftherakis<sup>1</sup>, Michael Hackl<sup>2</sup>, Lars P. Müller<sup>3</sup>, Sebastian Siebenlist<sup>4</sup>, Hans-Jörg Bülow<sup>5</sup>, Klaus Burkhart<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Diakonie-Klinikum Stuttgart, Stuttgart, Deutschland, <sup>2</sup>Universitätsmedizin Mannheim, Mannheim, Deutschland, <sup>3</sup>Universitätsklinikum Köln, Köln, Deutschland, <sup>4</sup>Klinikum Rechts Der Isar, München, Deutschland, <sup>5</sup>Orthopädische Klinik Markgröningen, Markgröningen, Deutschland

### Fragestellung

Die korrekte Höheneinstellung von Radiuskopfprothesen ist essentiell für ein gutes Ergebnis. Insbesondere das Overlengthening kann zu schlechten klinischen und radiologischen Ergebnissen führen. Es existiert viel Grundlagenforschung zum Overlengthening. Klinische Daten fehlen jedoch bisher. Diese Studie untersucht die Auswirkungen des Overlengthenings und den damit verbundenen operativen Revisionen.

### Methodik

Diese retrospektive Studie umfasst 103 Patienten, welche mittels Radiuskopfprothese (RKP) versorgt und im weiteren Verlauf eine Revision benötigten. Hiervon wurden 87 (84,5%) Traumata, 9 (8,7%) Osteosyntheseversagen, 5 (4,8%) Pseudarthrosen und 2 (2%) weitere Komplikationen als Indikation für die primäre RKP-Implantation erfasst. In 56 (54,8%) Fällen wurde während der ersten Revision nach RKP-Implantation ein Overlengthening festgestellt und nach Wegmann et al. klassifiziert. Diese 56 Fälle wurden für die weitere Auswertung dieser Studie genutzt.

### Ergebnisse

Insgesamt wurden 36 (64,3%) Frauen mit einem Alters-Mittelwert von 53 Jahren (29 bis 79 Jahre) und 20 (35,6%) Männer mit einem Alters-Mittelwert von 50 Jahren (32 bis 71 Jahre) eingeschlossen. Folgende Modelle wurden am häufigsten primär implantiert: 28 (50%) MoPyc und 20 (35,7%) Judet CRF II. Alle Revisionen wurden im Mittel nach 22 Monaten (Range: 1 bis 120 Monate) durchgeführt, wobei in 40 (71,4%) Fällen eine Revision, in 12 (21,4%) Fällen 2 Revisionen und in 4 (7,2%) Fällen 3 Revisionen erfolgten. Es erfolgten 30 (53,6%) komplette RKP-Wechsel, 14 (25%) Explantationen (davon 12 (21,4%) ohne Anoneus-Interponat und 2 (3,6%) mit Anconeus-Interponat), 8 (14,3%) Wechsel auf einen kürzeren Kopf/Hals und 4 (7,1%) anderweitige Eingriffe. Mit 29 (51,8%) MoPyc und 9 (16,1%) Judet CRF II, waren die genannten Modelle ebenfalls die meist verwendeten Revisionsprothesen. Nach Wegmann et al. konnten die 56 Fälle wie folgt klassifiziert werden: Wegmann I 10 (17,8%), davon 0 (0%) IA und 10 (17,8%) IB; Wegmann II 30 (53,6%), davon 16 (28,6%) IIA und 14 (25%) IIB; Wegmann III 15 (26,8%), davon 8 (14,3%) IIIA und 7 (12,5%) IIIB und Wegmann IV 1 (1,8%), davon 1 (1,8%) IVA und 0 (0%) IVB. In 50 (89,3%) Fällen stellte das Overlengthening den Revisionsgrund dar. Mit zunehmendem Overlengthening verschlechtert sich der Befund am Capitulum humeri, sodass bei Wegmann IB 5 (50%) fokale Knorpelschäden, bei Wegmann IIA 8 (50%) generalisierte Knorpelschäden, bei Wegmann IIB 5 (35,7%) knöcherne Erosionen > 2mm bzw. 3 (21,4%) < 2mm und bei Wegmann IIIB 3 (42,9%) knöcherne Erosionen > 2mm bzw. 4 (57,1%) < 2mm vorlagen. Weiterhin zeigt sich mit steigendem Overlengthening eine zunehmende Bewegungseinschränkung nach Manset und Morrey et al.. Auch die Anzahl der notwendigen Revisionen steigt proportional zum Overlengthening. Während bei Wegmann I im Mittel 1,2 Revisionen erfolgten, waren es bei Wegmann II bereits 1,37 und bei Wegmann III 1,47 Revisionen.

### **Schlussfolgerung**

Overlengthening führt zur einer Verlängerung des Radius gegenüber der Ulna. Dadurch steigt der Druck auf das Capitulum und erhöht dadurch das Risiko für Knorpelöschäden. Unsere Daten zeigen eindrücklich den Zusammenhang zwischen Ausmaß des Overlengthenings und den damit einhergehenden klinischen Einschränkungen und radiologischen Folgeschäden.

## **Kurzfristige Ergebnisse des M. subscapularis-schonenden arthroskopischen flipped Coracoid-Transfers mit Endobutton-Fixation**

**Autorenliste:** Sarah Dimai<sup>1</sup>, Michelle Spomer<sup>2</sup>, Armin Hofmaier<sup>2</sup>, Thilo Patzer<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Schön-Klinik Düsseldorf, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Düsseldorf, Deutschland, <sup>2</sup>Schön-Klinik Düsseldorf, Düsseldorf, Deutschland

### **Fragestellung**

Ziel dieser OP-Technik ist die Modifikation des klassischen Coracoid-Transfers nach Latarjet zur Vermeidung einer M. subscapularis-Spaltung und der Verzicht auf Schrauben zur Fixation des Coracoid-Knochen-Blocks.

Ziel der prospektiven klinischen Studie war die Evaluation der Komplikationen, der klinischen und radiologischen Ergebnisse nach arthroskopischem flipped Coracoid-Transfer mit Endobutton-Fixation zur Therapie der anterioren Schulter-Instabilität mit Glenoid-Knochen-Defekt.

Die Fragestellung war, ob sich die Schulter-Funktion durch die OP verbessert, ob sich Komplikationen oder Rezidiv-Luxationen ergeben und ob im Follow Up ein Unterschied zur gesunden Gegenseite bleibt.

### **Methodik**

Eingeschlossen wurden 16 konsekutive Patienten, die in einem Zeitraum von 14 Monaten mit dem arthroskopischen flipped Coracoid-Transfer mit Endobutton-Fixation operiert wurden. 14 Patienten waren männlich, das Durchschnittsalter bei OP lag bei 30,0 (18,5-56,6) Lebensjahren. Alle Pat. hatten rezidivierende anteriore Schulter-Luxationen, 11 Patienten waren voroperiert.

Die OP erfolgte in Beach-Chair-Position, die Präparation des Glenoid-Vorderrands, die Anlage der Bohrkanäle und das Einziehen des geflippten Coracoid-Blocks erfolgte arthroskopisch, lediglich die Osteotomie des Coracoids und das Einziehen des Faden-Buttons in den Block erfolgte mini open über eine Erweiterung des anterioren ASK-Portals.

Die Knochen-Fixation erfolgte über 2 Endobutton über Bohrungen von posterior mit einem Spezial-Ziel- und Fadenspanngerät. Im Gegensatz zur klassischen Coracoid-Transfer-Technik wurde hierbei die Coracoid-Spitze kaudal und der conjoint-tendon-Ursprung kranial am vorderen Glenoid-Rand fixiert, indem der Block über die Subscapularis-Sehne gezogen und upside-down geflippt mit der Coracoid-Oberseite am vorderen Glenoid-Hals fixiert wurde.

Die Patienten wurden 3, 6 (n=5) und 12 Monate (n=11) post OP klinisch und radiologisch nachuntersucht.

Prä OP und in den Follow-ups wurden der Constant-Murley-Score und der Rowe-Score erhoben.

Prä OP wurde die Defektgröße der inferioren Kreisfläche im parasagittalen CT-Schnitt und der Glenoid-Track nach Itoi im axialen CT-Schnitt von 2 Untersuchern gemessen.

### **Ergebnisse**

Die durchschnittliche präoperative Glenoid-Defektgröße lag bei 21% der inferioren Kreisfläche.

Beim Durchschnitts-Follow-Up von 14 (6-21) Monaten zeigte sich bei allen Patienten eine gute Schulter-Funktion und keine Rezidiv-Luxation. Es kam zu einer Wundinfektion, die revidiert wurde und folgenlos

blieb und 2 intraoperativen Blow-outs eines Endobuttons, die nicht revidiert werden mussten und folgenlos blieben.

Die Scores verbesserten sich signifikant, und 6 Monate post OP zeigte sich hier kein Unterschied zur gesunden Gegenseite.

Die durchschnittliche OP-Zeit lag bei 104 (84-134) Minuten.

### **Schlussfolgerung**

Die kurzfristigen Ergebnisse des M. subscapularis-schonenden arthroskopischen flipped Coracoid-Transfers mit Endobutton-Fixation sind vielversprechend mit suffizienter Schulter-Stabilität ohne Rezidiv-Luxation und mit guter Schulter-Funktion ohne Unterschied zur gesunden Gegenseite (6 Monate post OP) und geringer Komplikationsrate.

## **CT-basierte Analyse knöcherner Glenoiddefekte bei anteriorer Schulterinstabilität: Über die Defektgröße hinaus**

**Autorenliste:** Elisabeth Böhm<sup>1</sup>, Shorash Kawa Shaheen<sup>2</sup>, Nadja Delliehausen<sup>2</sup>, Asimina Lazaridou<sup>2</sup>, Markus Scheibel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Schön Klinik München Harlaching, LMU Klinikum München, Schulthess Klinik Zürich, München, Deutschland,*

<sup>2</sup>*Schulthess Klinik Zürich, Zürich, Schweiz*

### **Fragestellung**

Knöcherne Glenoiddefekte bei anteriorer Schulterinstabilität zeigen eine hohe morphologische Variabilität. Ziel dieser Studie war es, Glenoidrandläsionen anhand computertomografischer (CT) Parameter systematisch zu charakterisieren und Zusammenhänge zwischen Defektgröße, Akuität, Morphologie, Fragmentanzahl- und Dislokation sowie demografischen Faktoren zu untersuchen.

### **Methodik**

In diese retrospektive Studie wurden Patienten mit anteriorer Schulterinstabilität und ossärem Glenoiddefekt aus einem institutseigenen Schulterinstabilitätsregister eingeschlossen. Einschlusskriterien waren das Vorliegen von CT-Untersuchungen, ein vorhandener Glenoiddefekt sowie das Fehlen vorangegangener operativer Eingriffe an der betroffenen Schulter. Die Akuität wurde anhand der Anzahl der Luxationen sowie des Zeitintervalls zwischen der letzten Luxation und der operativen Versorgung definiert (akut  $\leq 3$  Monate). Die radiologische Analyse erfolgte anhand dreidimensionaler (3d) CT-Rekonstruktionen sowie axialen, koronaren und sagittalen Schnittebenen. Die Defektgröße wurde prozentual anhand der en-face 3d-CT Aufnahmen mithilfe der *Circle-of-best-fit* Methode bestimmt. Weiterhin wurden die Defekttypen entsprechend der Klassifikation nach Scheibel, die Fragmentanzahl (mono-, mehrfragmentär, Erosionstyp), die Fragmentdislokation (0, <2 mm, 2–5 mm, >5 mm) sowie Alter und Geschlecht der Patienten erfasst. Die CT-basierte Analyse erfolgte standardisiert durch eine untersuchende Person. Die statistische Auswertung erfolgte deskriptiv. Kontinuierliche Variablen wurden als Mittelwert mit Range angegeben, ordinal skalierte Variablen mittels Median.

### **Ergebnisse**

Es wurden 163 Patienten analysiert (87,7 % männlich, mittleres Alter 33 (Range, 18-76) Jahre). Chronische Defekte überwogen (79,8 %), während 20,2 % als akut klassifiziert wurden. Patienten mit akuten Defekten waren im Mittel älter als solche mit chronischen Defekten (44,8 vs. 29,8 Jahre). Die Defektverteilung zeigte eine Häufung von Typ-II- (49,7 %) und Typ-III-Defekten (28,2 %). Jüngere Patienten wiesen vermehrt Typ-II- und Typ-III-Defekte auf, während akute Glenoidfakturtypen (Ib/Ic) häufiger bei älteren Patienten beobachtet wurden. Relevante geschlechtsspezifische Unterschiede zeigten sich nicht. Die mittlere Glenoiddefektgröße betrug 18,6 (Range 3,8–44,7) %. Der Großteil der Defekte lag im subkritischen bis kritischen Bereich zwischen 10 % und 25 %. Akute Glenoiddefekte wiesen eine größere durchschnittliche Defektgröße als chronische Defekte (26,9 % vs. 16,7 %) auf. Mehrfragmentäre Defekte zeigten die größte durchschnittliche Defektgröße (23,6 %), gefolgt von monofragmentären (19,6 %) und erosiven Defekten (14,8 %). Mehrfragmentäre Glenoiddefekte waren mit einer höheren Fragmentdislokation assoziiert. Die mediane Fragmentdislokation lag bei monofragmentären Defekten unter 2 mm und bei mehrfragmentären Defekten im Bereich von 2–5 mm.

### **Schlussfolgerung**

Knöchernen Glenoiddefekte bei anteriorer Schulterinstabilität weisen eine relevante Heterogenität hinsichtlich Größe, Morphologie, Fragmentanzahl und Dislokation auf. Die Defektgröße allein ist nicht ausreichend, um die strukturelle und klinische Relevanz der Läsionen abzubilden. Die kombinierte Betrachtung von Akuität, Defektmorphologie und Fragmentdislokation unterstreichen die Notwendigkeit einer erweiterten CT-basierten Charakterisierung als Grundlage für eine zukünftige Ergänzung bestehender Klassifikationssysteme und eine differenziertere therapeutische Entscheidungsfindung.

## **Short-Term Clinical Outcomes and Graft Resorption After Open Latarjet Procedure Using a Metal-Free Suture Tape Cerclage Fixation for Recurrent Anterior Shoulder Instability with Bony Deficiency**

**Autorenliste:** Bastian Scheiderer<sup>1</sup>, Pavel Kadantsev<sup>1</sup>, Sebastian Siebenlist<sup>1</sup>, Lucca Lacheta<sup>1</sup>, Lukas N. Münch<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Sektion Sportorthopädie, TUM Klinikum Rechts der Isar, Technische Universität München, München, Deutschland*

### **Fragestellung**

Evidence pertaining to clinical outcomes and graft resorption after the open Latarjet procedure using a metal-free suture tape cerclage fixation is scarce. The purpose of the study was to evaluate short-term clinical outcomes and graft resorption of patients undergoing open Latarjet procedure using a metal-free suture tape cerclage fixation for recurrent anterior shoulder instability with bony deficiency. It was hypothesized that (1) patients would achieve a significant improvement in shoulder function and that (2) graft resorption would be predominantly observed in non-loaded areas

### **Methodik**

Consecutive patients who underwent an open Latarjet procedure using a metal-free suture tape cerclage fixation for recurrent anterior shoulder instability with bony deficiency (anterior glenoid bone loss  $\geq 10\%$ ) between 10/2023 to 02/2025 and had a minimum follow-up of 6 months were analyzed. Clinical evaluation was performed preoperatively as well as 6 months and 1 year postoperatively. Outcomes included the Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI), Rowe score, Simple Shoulder Value (SSV), and Visual Analogue Scale (VAS) for pain, as well as assessment of range of motion, strength, and apprehension. Resorption of the graft articular surface was assessed on sagittal computed tomography scans 6 months and 1 year postoperatively, with the graft surface divided into 6 square areas aligned in 2 columns, as previously described.

### **Ergebnisse**

Of 13 eligible patients, 12 patients (mean age at surgery:  $23.6 \pm 3.4$  years; mean Beighton score:  $1.6 \pm 1.7$ ) were included in the final analysis (follow-up rate: 92.3%). One patient showed relevant deflection of the bone block 3 months postoperatively and was considered a failure. All other patients showed a significant improvement in WOSI (preoperative:  $702.5 \pm 302.6$ ; 6 months:  $426.1 \pm 249.8$ ; 1 year:  $195.7 \pm 225.0$ ), Rowe (preoperative:  $38.1 \pm 14.9$ ; 6 months:  $87.2 \pm 8.7$ ; 1 year:  $97.1 \pm 3.9$ ), SSV (preoperative:  $44.4 \pm 15.2$ ; 6 months:  $81.7 \pm 11.5$ ; 1 year:  $89.2 \pm 8.0$ ), VAS at rest (preoperative:  $1.4 \pm 2.5$ ; 6 months:  $0.7 \pm 1.7$ ; 1 year:  $0.1 \pm 0.4$ ), and VAS during motion (preoperative:  $3.3 \pm 2.1$ ; 6 months:  $1.7 \pm 2.1$ ; 1 year:  $0.9 \pm 1.4$ ). There were no significant differences in strength relative to the contralateral side between time-points. A significant decrease in active and passive external rotation was observed at 6 months postoperatively, however this difference diminished to the 1-year follow-up. None of the patients showed recurrent dislocation, subluxation or clinical signs of apprehension during the follow-up. All patients showed complete graft union 6 months postoperatively. The mean overall glenoid surface area significantly increased immediately after surgery before subsequently significantly reducing in the postoperative course. Graft resorption was significantly greater in the non-loaded areas, especially zones 4 and 5 of the outer column.

**Schlussfolgerung**

Open Latarjet procedure using a metal-free suture tape cerclage fixation is an effective treatment for recurrent anterior shoulder instability with glenoid bone loss greater than 10% at short-term follow-up. A high rate of complete graft union was observed, while articular graft surface resorption predominantly occurred in non-loaded areas.

## **Floating-Elbow-Verletzungen bei Erwachsenen – klinische Charakteristika, operative Therapie und funktionelle Ergebnisse**

**Autorenliste:** Jan Hockmann<sup>1</sup>, Marc Weber<sup>1</sup>, Nadine Ott<sup>1</sup>, Tim Leschinger<sup>1</sup>, Lars P. Müller<sup>1</sup>, Valentin Rausch<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universität zu Köln, Medizinische Fakultät, Klinik und Poliklinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Plastische-Chirurgie, Köln, Deutschland

### **Fragestellung**

Floating-Elbow-Verletzungen stellen ein seltenes und komplexes Verletzungsmuster der oberen Extremität dar, das überwiegend infolge hochenergetischer Traumata auftritt. In der Literatur wird zwischen klassischen (Schafffrakturen des Ober- und Unterarmes) und atypischen (mit Gelenkbeteiligung) unterschieden. Aufgrund der geringen Fallzahlen und heterogenen Definitionen ist die Evidenzlage limitiert. Ziel dieser Studie war es, klinische Charakteristika, operative Behandlungsstrategien sowie funktionelle Ergebnisse bei erwachsenen Patientinnen und Patienten mit Floating-Elbow-Verletzungen zu analysieren.

### **Methodik**

Es wurde eine retrospektive Kohortenstudie durchgeführt. Eingeschlossen wurden erwachsene Patientinnen und Patienten mit ipsilateralen Frakturen des Ober- und Unterarms, die operativ behandelt wurden. Erfasst wurden demographische Daten, Unfallmechanismus, Frakturmorphologie, operative Versorgung, Anzahl der Eingriffe, Komplikationen sowie funktionelle Ergebnisse anhand des postoperativen Bewegungsumfangs des Ellenbogengelenks. Fälle ohne Vorliegen einer Floating-Elbow-Verletzung, periprothetische Frakturen sowie proximale Humerusfrakturen und distale Unterarmfrakturen wurden ausgeschlossen.

### **Ergebnisse**

Insgesamt wurden 29 PatientInnen (15 weiblich, 14 männlich) mit einem medianen Alter von 44,5 Jahren eingeschlossen. Die häufigsten Unfallmechanismen waren Stürze aus größerer Höhe und Verkehrsunfälle (zusammen > 80 %). Eine klassische Floating-Elbow-Verletzung lag in 44,8 % der Fälle vor. In 51,7 % der Fälle wurde die Verletzung mittels Fixateur externe primärversorgt. Die definitive operative Versorgung bestand überwiegend aus offener Platten- und Schraubenosteosynthese beider Frakturen (69 %). Seltener kamen intramedulläre Nagelungen des Humerus oder endoprothetische Verfahren zum Einsatz (je 4, 13,8 %). Im Mittel waren zwei operative Eingriffe (Spannweite 1–4) erforderlich. Der mediane Nachbeobachtungszeitraum betrug 6,3 Monate. Bei 13 von 14 nachuntersuchten Patientinnen und Patienten zeigte sich ein Extensionsdefizit des Ellenbogengelenks (Median 10°), bei sechs zusätzlich ein Umwenddefizit. Neurologische Defizite traten in drei Fällen auf, überwiegend mit Beteiligung des Nervus ulnaris. Die Revisionsrate lag bei 27,6 %. In einem Fall war aufgrund eines ausgeprägten Weichteilschadens im Verlauf eine Amputation erforderlich.

### **Schlussfolgerung**

Floating-Elbow-Verletzungen bei Erwachsenen sind selten, gehen jedoch mit hoher Komplexität, relevanter Revisionsrate und funktionellen Einschränkungen einher. Die operative Therapie ist weitgehend standardisiert und weicht nur gering von der Versorgung isolierter Verletzungen ab. Im kurzen Follow-up zeigten sich akzeptable Ergebnisse.

## **Einfluss physiologischer Testmedien auf die Stabilität von 1,5-mm-Drahtcerclagen bei periimplantären Humerusschaftfrakturen**

**Autorenliste:** Moritz Kraus<sup>1,2,3</sup>, Luke van Rossenberg<sup>1</sup>, Bryan Van de Wall<sup>1</sup>, Frank Beeres<sup>1</sup>, Björn Link<sup>1</sup>, Torsten Pastor<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Klinik für Orthopädie und Traumatologie, Luzerner Kantonsspital, Luzern, Schweiz, <sup>2</sup>Universitätsspital Zürich, Klinik für Traumatologie, Zürich, Schweiz, <sup>3</sup>Biomedical Development, AO Research Institute, Davos, Schweiz

### **Fragestellung**

Drahtcerclagen sind ein etabliertes adjunctives Verfahren zur Versorgung von Spiral- und periimplantären Humerusfrakturen. Die biomechanische Prüfung erfolgt jedoch überwiegend unter trockenen Laborbedingungen, die die klinische Situation nur unzureichend widerspiegeln. Ziel dieser Studie war es, den Einfluss unterschiedlicher Testmedien auf das statische und zyklische Verhalten von 1,5-mm-Drahtcerclagen zu untersuchen und die minimale Anzahl an Drehungen zu definieren, die für eine biomechanisch stabile Konstruktion erforderlich ist.

### **Methodik**

In einer standardisierten mechanischen Prüfapparatur innerhalb eines auf 37 °C temperierten Wasserbads wurden unter kontrolliertem Zug von 150 Newton Cerclagen mit 4, 6, 8 oder 10 Windungen hergestellt. Pro Gruppe wurden jeweils sechs Konstrukte unter trockenen Bedingungen, in Kochsalzlösung oder in Fett getestet; in der Fettgruppe erfolgte die aktive Applikation während des Verdrillens. Zunächst wurden statische Zugversuche zur Bestimmung von Steifigkeit und Maximallast durchgeführt. Anschließend wurden neue Cerclagen einer zyklischen Zugprüfung bei 700 N unterzogen, um die Zyklen bis zu einer Verlängerung von 2 mm, 3 mm und 5 mm sowie bis zum Versagen zu erfassen.

### **Ergebnisse**

Das Testmedium beeinflusste alle biomechanischen Parameter signifikant. Unabhängig vom Medium stieg die Steifigkeit von 4 auf 8 Windungen kontinuierlich an, ohne weiteren Zugewinn bei 10 Windungen. Auch die Maximallast erreichte in allen Medien ihr Maximum bei 8–10 Drehungen. Deutliche Unterschiede zeigten sich jedoch zwischen den Umgebungen: Unter trockenen Bedingungen wurden signifikant höhere Lasten und eine wesentlich höhere Ermüdungsfestigkeit gemessen als in Kochsalzlösung oder Fett, was zu einer klaren Überschätzung der biomechanischen Leistungsfähigkeit führte. Beispielsweise erreichten trockene Cerclagen mit 6 Drehungen  $45321 \pm 28114$  Zyklen bis zu einer Verlängerung von 2 mm, während entsprechende Konstrukte in Kochsalzlösung ( $18\,769 \pm 15\,361$  Zyklen) und Fett ( $12\,306 \pm 6\,838$  Zyklen) signifikant früher versagten ( $p < 0,001$ ). Zwischen Kochsalz- und Fettmedium bestanden vergleichbare Leistungsprofile, beide jedoch konstant unterhalb der trockenen Testbedingungen. Über alle Medien hinweg boten Cerclagen mit 8 Windungen die günstigste Kombination aus Steifigkeit und zyklischer Belastbarkeit; zusätzliche Windungen führten zu keinem relevanten biomechanischen Vorteil.

### **Schlussfolgerung**

Die biomechanische Belastbarkeit von 1,5-mm-Drahtcerclagen ist stark vom umgebenden Medium abhängig. Trockene Testbedingungen überschätzen sowohl die Steifigkeit als auch die Belastbarkeit bei zyklischen Belastungen gegenüber physiologischen Medien deutlich. Für eine biomechanisch robuste Cerclage sind mindestens 8 Drehungen erforderlich. Zukünftige biomechanische Studien sollten physiologische Testumgebungen berücksichtigen, um eine realistische Einschätzung der klinischen Belastbarkeit von Drahtcerclagen zu ermöglichen.

**Schaftlose anatomische Schulter-TEPs mit Umkehr der Gleitflächen zeigen auch mittel- bis langfristig bei Omarthrose mit intakter Rotatorenmanschette keine aseptische Lockerung.**

**Autorenliste:** Frank Gohlke<sup>1</sup>, Konrad Malachowski<sup>2</sup>, Mohamed Aboalata<sup>3</sup>, Mohamed Abdrabou<sup>2</sup>, Arne Berner<sup>2</sup>, Ayman Abdelkawi<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Rhön-Klinikum, Campus Bad Neustadt, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Bad Neustadt an der Saale, Deutschland, <sup>2</sup>Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Rhön-Klinikum, Campus Bad Neustadt, Bad Neustadt an der Saale, Deutschland, <sup>3</sup>Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Rhön-Klinikum Campus Bad Neustadt, Universität Mansour, Ägypten, Bad Neustadt an der Saale, Deutschland, <sup>4</sup>Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Rhön-Klinikum Campus Bad Neustadt, Universität Assiut, Assiut, Ägypten, Assiut, Ägypten

**Fragestellung**

Die aseptische Lockerung der Glenoidkomponente ist die häufigste Langzeitkomplikation insbesondere bei schwerwiegenden Glenoid-Deformitäten. Selbst bei neueren schaftlosen Designs wurde erst kürzlich eine Revisionsrate von mehr als 50% nach 6 Jahren bei zementierten PE-Glenoiden beschrieben (Kraus et al. 2025 JBJS). Das Ziel dieser Studie bestand darin, die klinischen und radiologischen Ergebnisse eines neuen schaftfreien Designs mit inversen Gelenkflächen (PE-Kalotte und keramisiertes Metall-Inlay am Glenoid) und ovalem Humeruskopf nach einem Mindest-FU von 5 Jahren zu überprüfen.

**Methodik**

Aus einer prospektiv verfolgten Serie von insgesamt 78 Patienten (80 Schultern) einer konsekutiven Serie, die mit einem neuartigen System (schaftfreie, zementfreie Verankerung einer anatomischen Schulter-TEP (aTSA) mit Materialumkehr), zwischen 2019-2022 operiert wurden (Alter 64, 41-81), präoperativ mit 3D-Software am CT analysiert, konnten prospektiv 50 Fälle mit einem FU von mindestens 5 Jahren klinisch (DASH- und Constant-Score) und radiologisch nachuntersucht werden. Glenoiddysplasien (C-Typ nach Walch) wurden exkludiert. Glenoiddeformitäten mit einer Retroversion von bis zu 30° Retroversion und bis zu 25° superiorer Inklination wurden inkludiert.

**Ergebnisse**

Der Constant-Score änderte sich in dem untersuchten Klientel von 24.6 zu 74 P., der DASH score von 66 to 24, die aktive Elevation von 95° auf 155° und der Schmerz in der VAS Skala von prä-OP 7,6/10 auf post-OP 1.2/10. Es bestanden n=2 Fälle mit einer schweren ( $\geq 10^\circ$  in der ap-Ebene und  $\geq 20^\circ$  Version), n=14 mit einer mäßigen biplanaren Glenoiddeformität (superiore Inklination von  $\geq 10^\circ$  und Version zwischen 10-20°) und je n=9 Fälle mit einer alleinigen Versionsanaomalie  $\geq 20^\circ$  sowie n=8 mit einer alleinigen superioren Inklination  $\geq 10^\circ$ . Auch in den Fällen ausgeprägter Anomalien ließ sich kein Fall einer Glenoidlockerung, Osteolysen oder von Lysesäumen nachweisen. In allen Fällen war im Röntgen eine knöcherne Integration der Komponenten nachweisbar. Anhalt für einen PE-Abrieb der Kalotte ergab sich röntgenologisch und sonografisch nicht. Die beobachteten Komplikationen (je eine Revision wegen LG-Infektion und Insuffizienz des Subscapularis) korrelierten nicht mit dem klinischen Outcome oder der Schwere der Glenoiddeformität.

**Schlussfolgerung**

Unserer Kenntnis nach handelt es sich um den ersten Bericht über mittel- langfristige Ergebnisse einer aTSA mit Gleitflächenumkehr. Selbst schwere Glenoiddeformitäten ließen sich dauerhaft mit der vorgestellten anatomischen Schulter-TEP korrigieren und behandeln. Hinweise für eine aseptische Lockerung zeigten sich in dem beobachteten Zeitraum von mindestens 5 Jahren nicht.

## **Prävalenz struktureller Schäden der Rotatorenmanschette durch ein Schultertrauma – eine prospektive Multicenterstudie**

**Autorenliste:** Matthias Königshausen<sup>1</sup>, Sabrina Buche-Lyding<sup>1</sup>, Nina Timmesfeld<sup>2</sup>, Lena Keppler<sup>3</sup>, Tim Saier<sup>3</sup>, Julian Fürmetz<sup>3</sup>, J. Christoph Katthagen<sup>4</sup>, Darius Jan Baron<sup>1</sup>, Thomas Armin Schildhauer<sup>1</sup>, Jan Gessmann<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Unfallchirurgie und Orthopädie, Universitäts- und Poliklinik Bergmannsheil Bochum, Bochum, Deutschland, <sup>2</sup>Medizinische Informatik, Biometrie, Epidemiologie, Ruhr-Universität Bochum, Bochum, Deutschland, <sup>3</sup>Unfallchirurgie und Orthopädie, BG Klinik Murnau, Murnau, Deutschland, <sup>4</sup>Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie, Universitätsklinik Münster, Münster, Deutschland, <sup>5</sup>OPND Düsseldorf, Düsseldorf, Deutschland

### **Fragestellung**

Der überwiegende Anteil der Rotatorenmanschetten-Läsionen (RML) entsteht auf dem Boden natürlicher Degenerationsprozesse. Eine Abgrenzung einer akut-traumatischen RML ist im Einzelfall schwierig und wird häufig kritisch hinterfragt. Ziel des Forschungsvorhabens war die Früherkennung struktureller Schäden an der Schulter insbesondere der RML nach einem Unfall zu verbessern um damit Rückschlüsse auf die Genese von RML ziehen zu können.

### **Methodik**

Sämtliche Patienten zwischen 18 und 65 Jahren, die sich in der Notaufnahme dreier Standorte nach einem akuten Unfallereignis der Schulter vorstellten, wurden direkt (Zeitpunkt 1, Z1) klinisch untersucht und innerhalb einer Woche einer MRT-Diagnostik (3-Tesla) unterzogen. Ausschlusskriterien waren u.a. Frakturen oder Schulterluxationen. Es wurden (u. a.) Fragen nach dem Traumamechanismus (Sturz auf gestreckten Arm, seitlich auf die Schulter etc.) der beruflichen Tätigkeit und Schulterbeschwerden vor dem Unfall gestellt und scores (Oxford Shoulder Score, Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH)-Score, Constant & Murley score (CMS), Visuelle Analogskala Schmerz (VAS), Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS)) erhoben. Nach 6 Wochen (Zeitpunkt 2, Z2) erhielten die Patienten postalisch einen zweiten Fragebogen, in dem die zwischenzeitliche Behandlung, Dauer einer möglichen Arbeitsunfähigkeit, die klinische Funktion und die Schmerzen im Verlauf (Oxford, DASH, VAS) abgefragt wurden. Neben deskriptiver Analyse erfolgten Gruppenvergleiche mittels ANOVA und die Untersuchung von Einflussfaktoren auf die Entstehung von RML mittels logistischer Regression.

### **Ergebnisse**

Insgesamt konnten n= 324 Patienten prospektiv eingeschlossen werden. In n=31 Fällen (9,6%) fanden sich transmurale Rotatorenmanschetten-Läsionen (t-RML), in n = 102 Fällen (31,5%) Partialrupturen (p-RML) und in n = 191 (59%) keine RML. In n=24 Fällen der t-RML war nur eine Sehne, in n=6 zwei Sehnen und in einem Fall drei Sehnen gerissen. Bei der Läsion der Supraspinatussehne zeigte sich das Alter als der wichtigste Prädiktor für eine RML (Ø 55 Jahre t-RML vs. Ø 43 Jahre mit p-RML, Ø 34 Jahre ohne RML, p<0.001). Die Bewegungsausmaße zeigten sich bei Nachweis einer t-RML signifikant schlechter, zudem war der Drop-arm-test bei t-RML als einziger RM-Test signifikant positiv zum Zeitpunkt 1. Im Vergleich der klinischen scores zwischen den beiden Untersuchungszeitpunkten fand sich zwischen den drei Gruppen (keine RML, p-RML, t-RML) ein signifikanter Unterschied zwischen Z1 und Z2 im Sinne einer geringeren Verbesserung von DASH und CSM bei p-RML und t-RML gegenüber der Gruppe ohne RML. Innerhalb des logistischen Modells zeigte sich, dass das Alter und eine in der Vergangenheit bereits geschädigte Schulter die wichtigsten Prädiktoren für den Nachweis einer t-RML der Supraspinatussehne waren (OR = 1,13; p < 0.001 bzw. OR = 3,6; p =0.021). Zwischen den verschiedenen Unfallmechanismen zeigte sich kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Häufigkeit von RML.

**Schlussfolgerung**

Die Daten zeigen, dass Alter und Vorschädigung signifikant mit t-RML und p-RML in Zusammenhang stehen. Der Traumamechanismus allein hat keinen signifikanten Einfluss auf eine Läsion der RM. Die Ergebnisse unterstützen die These degenerativer Einflüsse auf die Ruptur von Supraspinatussehnen bei akut-traumatischen Ereignissen.

## **Stabiler, aber nicht besser? Einfluss der Sehnengraftaugmentation nach Doppelbuttonfixation bei akuten AC-Gelenksinstabilitäten**

**Autorenliste:** Frederik Bellmann<sup>1</sup>, Asimina Lazaridou<sup>1</sup>, Philipp Vetter<sup>1</sup>, Larissa Eckl<sup>1</sup>, Tim Schneller<sup>1</sup>, Markus Scheibel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Schulter- und Ellenbogenchirurgie, Schulthess Klinik, Zürich, Schweiz*

### **Fragestellung**

Repositionsverlust und persistierende Instabilität zählen zu den häufigsten Komplikationen nach operativer Stabilisierung akromioklavikulärer (AC-)Gelenksdislokationen mittels Doppelbuttonfixation. Der Einfluss einer zusätzlichen Sehnenallograft-Augmentation auf das radiologische und klinische Outcome bei akuten AC-Gelenkverletzungen mit bidirektionaler Instabilität ist bislang unzureichend untersucht. Ziel dieser Studie war es, den Effekt einer Sehnengraft-Augmentation auf die radiologische Stabilität und das klinische Outcome bei akuter AC-Gelenksdislokation zu evaluieren.

### **Methodik**

In dieser retrospektiven Kohortenstudie wurden Patienten mit akuter AC-Gelenksdislokation und bidirektionaler Instabilität (Rockwood IIIb und V) eingeschlossen. Alle Patienten wurden mittels Doppelbuttonfixation und zusätzlicher akromioklavikulärer Cerclage versorgt. Zwischen 2018 und 2021 erfolgte die Behandlung konsekutiv ohne Sehnenallograft-Augmentation, zwischen 2022 und 2024 mit Augmentation. Anhand bilateraler Alexander- und Schulterpanoramaaufnahmen wurden die vertikale (Rockwood) und horizontale (Kraus) Stabilität präoperativ sowie im frühesten und spätesten postoperativen Follow-up beurteilt. Primäre radiologische Endpunkte waren die korakoklavikuläre Displacement Ratio (CCDR) im finalen Follow-up sowie der Repositionsverlust, definiert als Differenz der CCDR zwischen erstem postoperativem und finalem Röntgenbild. Sekundärer Endpunkt war das klinische Outcome (SSV, EQ-5D-5L) beim letzten Follow-up.

### **Ergebnisse**

Insgesamt wurden 120 Patienten ( $41,3 \pm 12,0$  Jahre) eingeschlossen, davon 111 (92,5 %) Männer und 9 (7,5 %) Frauen. Präoperativ wiesen 34 Patienten (28,3 %) eine Rockwood-IIIb- und 86 (71,7 %) eine Rockwood-V-Läsion auf. Das mittlere Follow-up betrug  $18,0 \pm 10,8$  Monate (Range 5,1–83,9 Monate). Bei 51 Patienten (42,5 %) wurde eine Sehnengraftaugmentation durchgeführt, bei 69 (57,5 %) eine isolierte Doppelbuttonfixation. Unadjustiert zeigte sich kein signifikanter Unterschied der CCDR im finalen Follow-up zwischen der augmentierten und der nicht augmentierten Gruppe ( $31,4 \pm 37,7$  % vs.  $31,0 \pm 34,9$  %;  $p = 0,95$ ). Nach Adjustierung für den postoperativen Repositionsstatus und die Follow-up-Dauer war die Sehnenallograft-Augmentation jedoch mit einer signifikant niedrigeren finalen CCDR assoziiert ( $\beta = -12,10$ ; 95 %-KI  $-23,33$  bis  $-0,88$ ;  $p = 0,035$ ). Zudem zeigte die augmentierte Gruppe postoperativ eine signifikant geringere Überreposition ( $-6,81 \pm 36,16$  % vs.  $-24,32 \pm 22,62$  %;  $p = 0,003$ ) sowie einen signifikant reduzierten Repositionsverlust ( $38,2 \pm 33,7$  % vs.  $55,3 \pm 30,8$  %;  $p = 0,005$ ). Patient-reported outcome measures lagen für 36 Patienten vor und zeigten weder präoperativ noch im Follow-up signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen (SSV und EQ-5D-5L jeweils  $p > 0,05$ ).

### **Schlussfolgerung**

Sehnenallograft-Augmentation zeigte einen geringeren Repositionsverlust und geringere finale CCDR unter Berücksichtigung des postoperativen Repositionsstatus. Im klinischen Outcome zeigte sich kein signifikanter Unterschied.

## **Visualisierung des anterolateralen und dorsolateralen Gelenkspaltes ist ein zuverlässiger Indikator zum Ausschluss eines Overlengthening bei mono- und bipolaren Radiuskopfprothesen**

**Autorenliste:** Jules-Nikolaus Rippke<sup>1</sup>, Sven Benken<sup>2</sup>, Natalie Mengis<sup>1</sup>, Kilian Wegmann<sup>3</sup>, Lars P. Müller<sup>4</sup>, Marco Schneider<sup>5</sup>, Klaus Burkhart<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Kantonsspital Baselland, Universitäres Zentrum Bewegungsapparat, Bruderholz, Schweiz, <sup>2</sup>ARCUS Kliniken, Pforzheim, Deutschland, <sup>3</sup>OCM München, München, Deutschland, <sup>4</sup>Universität Köln, Köln, Deutschland, <sup>5</sup>MVZ Praxisklinik Orthopädie Aachen & Sektion Gelenk- und Extremitätenchirurgie der Uniklinik RWTH, Aachen, Deutschland, <sup>6</sup>Orthopädische Klinik Paulinenhilfe Diakonie Klinikum, Stuttgart, Deutschland

### **Fragestellung**

Die Korrekte Implantation von Radiuskopfprothesen zur Vermeidung eines Overlengthening ist essentiell für die Prognose des Ellenbogengelenkes. Radiologisch ist ein Overlengthening erst ab 6 mm sicher nachweisbar und somit eine postoperative radiologische Diagnose fast unmöglich. Aus diesem Grund ist ein intraoperativer Ausschluss eines Overlengthening notwendig. Frank et al zeigten für die Evolve, dass bereits ab 2 mm eine Aufweitung des anterolateralen ulnohumeralen Gelenkspaltes zu sehen ist. Ziel unserer Studie war zu untersuchen, ob die Visualisierung des anterolateralen und dorsolateralen Gelenkspalt ebenfalls eine sichere Einschätzung der Korrekten Implantationshöhe bei weiteren mono- und bipolaren Radiuskopfprothesen zulässt.

### **Methodik**

Drei Radiuskopfprothesenmodelle ( ExploR Fa. Zimmer/Biomet, MoPyc und CRF II Fa. Wright Medical) wurde an 5 humanen Leichenpräparaten implantiert. Die Leichenarme wurden am Oberarm abgetrennt. Der Unterarm, das Handgelenk und die Hand blieben intakt. Die Haut wurde entfernt und die anteriore sowie dorsale Gelenkkapsel entfernt. Der laterale Bandkomplex wurde abgelöst und eine transösäre Refixation durchgeführt. Für die ExploR wurden 5 Stufen dokumentiert: natives Gelenk (1), perfekte Höhe (2), +2mm (3), +4mm (4) und +6mm (5). Für die MoPyc und CRF II erfolgte die Dokumentation von 3 Stufen: natives Gelenk (1), perfekte Höhe (2) und +1,5mm MoPyc / +2mm CRF II (3). Der laterale Bandkomplex wurde refixiert und der dorsolaterale Gelenkspalt visualisiert und fotodokumentiert.

### **Ergebnisse**

Beim nativen Gelenk und Implantation der Radiuskopfprothese in perfekter Höhe zeigt sich ein kongruenter geschlossener Gelenkspalt. Der anterolaterale und dorsolaterale ulnohumerales Gelenkspalt zeigte für alle mit Overlengthening eingebrachtem Implantat eine sichtbare Aufweitung des Gelenkspaltes.

### **Schlussfolgerung**

Die Studie konnte zeigen, dass die visuelle Kontrolle des anterolateralen und dorsolateralen ulnohumeralen Gelenkspaltes ein verlässlicher Indikator für ein Overlengthening bei Radiuskopfprothesen ist. Der laterale ulnohumerales Gelenkspalt ist in Rahmen der Implantation von Radiuskopfprothesen über einen Kocher Zugang gut einsehbar, so dass diese Methode intraoperativ verlässlich anwendbar ist. Des Weiteren scheint die Methode für alle Radiuskopfprothesenmodelle sowohl mono- als auch bipolar anwendbar zu sein.

## **Muscle Matters: Einfluss der präoperativen Rotatorenmanschettenqualität auf die Trophizitätsentwicklung nach inverser Schulterendoprothese**

**Autorenliste:** Philipp Vetter<sup>1,2</sup>, Asimina Lazaridou<sup>1,3</sup>, David Endell<sup>1</sup>, Jan-Philipp Imiolczyk<sup>1</sup>, Florian Freislederer<sup>1</sup>, Markus Scheibel<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Schulthess Klinik, Zürich, Schweiz, <sup>2</sup>Inselspital, Bern, Schweiz, <sup>3</sup>Brigham & Women's Hospital, Boston, Vereinigte Staaten, <sup>4</sup>Charité, Berlin, Deutschland

### **Fragestellung**

Ziel dieser Studie war es, Veränderungen der Muskelrophizität (Verfettung) der Rotatorenmanschette (RM) nach inverser Schultertotalendoprothese (iTEP) bei Patientinnen und Patienten mit primärer Omarthrose (OA) und Defektarthropathie (CTA) zu untersuchen. Analysiert wurden sowohl der intraoperativ abgelöste und refixierte M. subscapularis (SSC) als auch die posterosuperiore RM.

### **Methodik**

In diese explorative retrospektive Studie wurden Patientinnen und Patienten eingeschlossen, die aufgrund einer primären OA oder einer CTA mittels iTEP unter Verwendung eines einheitlichen distalisierten und lateralisierten Implantatsystems versorgt wurden. Neben der konventionellen Röntgenbildgebung erfolgten präoperativ sowie im Zwei-Jahres-Follow-up eine Computertomographie bzw. Magnetresonanztomographie.

Zu beiden Zeitpunkten wurde die Muskelrophizität der Rotatorenmanschette anhand der Goutallier/Fuchs-Klassifikation beurteilt. Untersucht wurden der superiore und inferiore Anteil des SSC sowie die posterosuperiore RM bestehend aus M. supraspinatus (SSP), M. infraspinatus (ISP) und M. teres minor (TM). Die Ergebnisse wurden zwischen den Gruppen (CTA vs. OA) verglichen, zudem wurden potenzielle Einflussfaktoren für postoperative Trophizitätsveränderungen analysiert.

### **Ergebnisse**

Insgesamt wurden 26 Patientinnen und Patienten (15 Männer) mit einem Durchschnittsalter von 72,5 Jahren und einem mittleren Follow-up von 27,1 Monaten eingeschlossen.

Präoperativ zeigten sich zwischen den beiden Gruppen (je n = 13) keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Verfettung des superioren oder inferioren Anteils des SSC. In der CTA-Gruppe war die präoperative Verfettung des SSP und ISP jedoch signifikant stärker ausgeprägt (je  $p < 0,001$ ).

Postoperativ zeigte sich in der CTA-Gruppe eine signifikant erhöhte Rate hochgradiger Verfettung des superioren Anteils des SSC, während der inferiore Anteil nicht betroffen war. Innerhalb dieser Gruppe war eine postoperative hochgradige Verfettung des SSC mit einer höheren präoperativen Verfettung insbesondere des ISP und TM assoziiert. Zudem ging eine hochgradige postoperative Verfettung des SSC mit einer verstärkten Verfettung der posterosuperioren RM einher.

In der OA-Gruppe war eine postoperative hochgradige Verfettung des superioren SSC ebenfalls mit einer höheren präoperativen Verfettung assoziiert (0,7 vs. 2,3;  $p = 0,049$ ). Insgesamt zeigte sich jedoch keine relevante Zunahme der Muskelverfettung von prä- zu postoperativ im Bereich des SSP (0,5), ISP und TM (je 0,9). Die stärkste Progression der Verfettung trat am superioren SSC auf (1,2), wobei in 23 % der Fälle eine hochgradige postoperative Verfettung festgestellt wurde.

### **Schlussfolgerung**

Nach inverser Schultertotalendoprothese zeigen Patienten mit Defektarthropathie eine progressive Verschlechterung der Muskelrophizität der gesamten Rotatorenmanschette, während bei primärer Omarthrose keine vergleichbare Degeneration, insbesondere der posterosuperioren Rotatorenmanschette, nachweisbar ist. Gleichwohl kann es auch bei primärer Omarthrose zu einer

hochgradigen Verfettung des M. subscapularis kommen, was am ehesten auf eine insuffiziente Sehnenheilung hindeutet.

Die präoperative Muskelqualität scheint stark mit postoperativen Trophizitätsveränderungen einherzugehen und könnte eine Erklärung für die im Langzeitverlauf nach inverser Schultertotalendoprothese beobachtete Funktionsreduktion liefern.

## **Wenn das Gehirn die Schulter schmerzen lässt: Einfluss leichter kognitiver Beeinträchtigungen auf postoperative Schmerzen nach totaler Schulterendoprothese**

**Autorenliste:** Daniela Brune<sup>1</sup>, Nadja Delliehausen<sup>1</sup>, Florian Freisleder<sup>2</sup>, Markus Scheibel<sup>2</sup>, Asimina Lazaridou<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Schulthess Klinik, Lehre, Forschung und Entwicklung obere Extremitäten, Zürich, Schweiz, <sup>2</sup>Schulthess Klinik, Schulter- und Ellbogenchirurgie, Zürich, Schweiz

### **Fragestellung**

Die zunehmende Nachfrage nach totalen Schulterendoprothesen reflektiert die alternde Bevölkerung, in der neurokognitive Beeinträchtigungen immer häufiger auftreten. Leichte kognitive Beeinträchtigungen (Mild Cognitive Impairment, MCI) betreffen etwa 15 % der über 50-Jährigen und sind mit erhöhten perioperativen Komplikationsraten assoziiert. Während chronische Schmerzen bei älteren Erwachsenen mit kognitiven Einschränkungen in Zusammenhang gebracht werden, ist der Einfluss von MCI auf die postoperative Schmerzwahrnehmung und Genesung nach TSA bislang unzureichend untersucht.

Ziel dieser Studie war es zu untersuchen, ob Patienten mit leichter kognitiver Beeinträchtigung nach einer totalen Schulterendoprothese im Vergleich zu Patienten mit normaler kognitiver Funktion stärkere Schmerzen, eine veränderte Schmerzempfindlichkeit sowie Unterschiede in der Schulterfunktion aufweisen.

### **Methodik**

Diese Sekundäranalyse basiert auf Daten von Patienten im Alter von  $\geq 65$  Jahren aus einer laufenden longitudinalen Kohortenstudie. Präoperativ wurde das Montreal Cognitive Assessment (MoCA) unter Berücksichtigung des Bildungsniveaus, durchgeführt. Die Patienten wurden als kognitiv normal oder als leicht bis mittelschwer kognitiv beeinträchtigt eingestuft. Die schulter spezifische Funktion, der Bewegungsumfang, die vom Patienten angegebenen Schmerzergebnisse und quantitative sensorische Tests (QST) wurden vor der Operation sowie drei und sechs Monate nach der Operation erhoben.

### **Ergebnisse**

Insgesamt wurden 45 Patienten in die Studie eingeschlossen, darunter 22 ohne kognitive Einschränkungen und 23 Patienten mit MCI. Das Durchschnittsalter betrug  $75 \pm 5$  Jahre, 47 % der Studienteilnehmer waren weiblich. Vor der Operation berichteten Patienten mit MCI trotz ähnlicher Schmerzintensität, Schulterfunktion und Bewegungsumfang über eine signifikant stärkere Beeinträchtigung durch Schmerzen als Patienten mit normalen kognitiven Funktionen ( $p = .044$ ). Die QST zeigte in der MCI-Gruppe sowohl an den betroffenen als auch an den nicht betroffenen Stellen signifikant niedrigere Druckschmerzschwellen ( $p = .003-.041$ ), was auf eine erhöhte Schmerzempfindlichkeit hindeutet. Drei und sechs Monate nach der Operation war die Schmerzbeeinträchtigung bei Patienten mit MCI weiterhin signifikant höher ( $p = .039$  zu beiden Zeitpunkten) und die Druckschmerzschwellen waren anhaltend niedriger ( $p = .005-.031$ ). Die Verbesserungen der Schulterfunktion und des Bewegungsumfanges waren zwischen den Gruppen vergleichbar. Niedrigere MoCA-Werte waren durchweg mit einer stärkeren Schmerzinterferenz und psychischen Belastung zu allen Zeitpunkten verbunden ( $p < .05$ ), während der Zusammenhang mit der Schmerzintensität im Laufe der Zeit abnahm. Es zeigte sich kein konsistenter Zusammenhang zwischen dem kognitiven Status und den erhobenen Parametern der zentralen Schmerzfacilitation.

### **Schlussfolgerung**

Leichte kognitive Beeinträchtigungen sind mit erhöhter Schmerzbeeinträchtigung und gesteigerter Schmerzempfindlichkeit vor und nach totaler Schulterendoprothese assoziiert, trotz vergleichbarer funktioneller Erholung. Diese Ergebnisse legen nahe, dass der kognitive Status die Schmerzverarbeitung und die subjektiven Auswirkungen von Schmerzen stärker beeinflusst als objektive funktionelle Schulterergebnisse. Routinemäßige kognitive Screenings könnten helfen, Patienten mit erhöhtem Risiko für persistierende Schmerzbeeinträchtigungen frühzeitig zu identifizieren und individualisierte perioperative Schmerzmanagementstrategien zu entwickeln.

## **Schlaf zählt: Wie gestörter Schlaf psychischen Distress und Schmerzen nach Schulterendoprothetik verbindet**

**Autorenliste:** Daniela Brune<sup>1</sup>, Florian Freisleder<sup>1</sup>, Steven Z. George<sup>2</sup>, Robert R. Edwards<sup>3</sup>, Markus Scheibel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Schulthess Klinik, Lehre, Forschung und Entwicklung obere Extremitäten, Zürich, Schweiz, <sup>2</sup>Departments of Orthopedic Surgery and Population Health Sciences, Duke Clinical Research Institute, Duke School of Medicine, Durham, NC, Durham, Vereinigte Staaten, <sup>3</sup>Department of Anesthesiology, Brigham & Women's Hospital and Harvard Medical School, Boston, Boston, Vereinigte Staaten

### **Fragestellung**

Die totale Schulterendoprothese ist ein effektives Verfahren zur Schmerzlinderung und Funktionsverbesserung bei fortgeschrittenen Schultererkrankungen. Dennoch berichten viele Patienten postoperativ über persistierende Schmerzen und Schlafstörungen. Diese Symptome stehen in enger Wechselwirkung: Schlafstörungen können Schmerzen verstärken, während Schmerzen den Schlaf beeinträchtigen und so einen bidirektionalen Kreislauf bilden, der die Erholung verzögert. Psychologische Faktoren, insbesondere negativer Affekt (NA), beeinflussen diese Beziehung zusätzlich. Ziel dieser Studie war es, die Zusammenhänge zwischen Veränderungen von Schmerz, Schlafstörungen und negativem Affekt über einen Zeitraum von zwei Jahren nach totaler Schulterendoprothese zu untersuchen.

### **Methodik**

Diese retrospektive Kohortenstudie basiert auf Daten eines lokalen Schulterendoprothesen-Registers. Eingeschlossen wurden Patienten mit primärer totaler Schulterendoprothese aufgrund primärer Omarthrose oder Cuff-Tear-Arthropathie mit vollständigen präoperativen sowie zweijährigen Follow-up-Daten. Schlafstörungen und negativer Affekt wurden anhand von Items des QuickDASH bzw. des EQ-5D-5L erfasst; die Schmerzintensität wurde mittels numerischer Ratingskala (NRS) erhoben. Assoziationen zwischen Veränderungsscores wurden mittels Pearson-Korrelationen ( $p < 0,01$ ) analysiert. Mediationsanalysen dienten der Untersuchung indirekter Effekte von Schlafstörungen und Schmerz auf den negativen Affekt.

### **Ergebnisse**

Insgesamt wurden 944 Registereinträge von 874 individuellen Patienten analysiert (mittleres Alter  $73,4 \pm 8,2$  Jahre, 64 % weiblich). Zunahmen der Schlafstörungen waren signifikant mit einer Zunahme der Schmerzen assoziiert, wobei der negative Affekt einen geringen, aber signifikanten indirekten Effekt zeigte ( $ab = 0,02$ ;  $p = 0,016$ ), entsprechend 2,5 % des Gesamteffekts. Darüber hinaus waren Zunahmen des negativen Affekts signifikant mit stärkeren Schmerzen verbunden, überwiegend vermittelt über verstärkte Schlafstörungen ( $ab = 0,14$ ;  $p = 0,002$ ), was 30 % des Gesamteffekts erklärte. Explorative Subgruppenanalysen zeigten eine vollständige Mediation durch Schlafstörungen bei inverser TSA ( $ab = 0,15$ ;  $p = 0,0028$ ) und bei Cuff-Tear-Arthropathie ( $ab = 0,18$ ;  $p = 0,0016$ ), jedoch nicht bei anatomischer TSA oder primärer Omarthrose.

### **Schlussfolgerung**

Die Ergebnisse zeigen eine bidirektionale Beziehung zwischen Schlafstörungen und Schmerz nach Schulterendoprothetik, wobei Schlafstörungen eine zentrale vermittelnde Rolle zwischen psychischem Distress und Schmerz einnehmen. Schlafstörungen verstärken die Schmerzwahrnehmung, während emotionaler Distress beide Symptome im zeitlichen Verlauf intensiviert. Die Integration von Schlaf- und Stimmungsmanagement in präoperative Vorbereitungsprogramme (Prehabilitation) könnte zur Verbesserung der postoperativen Schmerzlinderung beitragen und eine optimale langfristige Erholung nach Schulterendoprothesen fördern.

## Surgical Treatment of Midshaft Clavicle Fractures: Comparing Open and Minimally Invasive Plate Osteosynthesis – A Propensity-Score-Matching Cohort Study

**Autorenliste:** Yazan Noufal<sup>1</sup>, Benedict Aran Paulus<sup>1</sup>, Giuseppe Bonsignore<sup>1</sup>, Felix Schmitz<sup>1</sup>, Jens Dargel<sup>1</sup>, Michael Schneider<sup>1</sup>

<sup>1</sup>St. Josefs Hospital, Wiesbaden, Deutschland

### Fragestellung

Die offene Reposition und interne Fixation (ORIF) gilt seit langem als Standardverfahren zur operativen Behandlung dislozierter Klavikulafrakturen im mittleren Schaftbereich. Die minimalinvasive Plattenosteosynthese (MIPO) zielt auf den Erhalt der Weichteilintegration ab, ist jedoch technisch anspruchsvoller und weniger verbreitet. Der vergleichende Einfluss beider Techniken auf funktionelle Ergebnisse und postoperative Komplikationen ist weiterhin Gegenstand kontroverser Diskussionen.

### Methodik

In dieser retrospektive Kohortenstudie wurden Patienten mit dislozierten Klavikulafrakturen im mittleren Schaftbereich eingeschlossen, die zwischen 2014 und 2024 entweder mittels ORIF oder MIPO behandelt wurden. Zur Angleichung der Ausgangscharakteristika, einschließlich Alter, Body-Mass-Index, Nachbeobachtungsdauer und Frakturklassifikation, wurde ein Propensity-Score-Matching durchgeführt, wodurch 38 gematchte Paare resultierten. Die funktionellen Ergebnisse wurden anhand des Subjective Shoulder Value, des Oxford Shoulder Score, des Constant-Murley Score und des UCLA Shoulder Score erhoben. Operative Parameter und Komplikationen wurden analysiert, und zur Identifikation von Faktoren, die mit postoperativer Taubheit assoziiert waren, wurde eine multivariable lineare Regressionsanalyse durchgeführt.

**Table 1.**

Variable	Demographic data before matching		Demographic data after matching	
	MIPO	ORIF	MIPO	ORIF
Age (Mean +/- SD)	45.3 +/- 15	51.4 +/- 12.8	46.7 +/- 12.3	48.4 +/- 11.9
BMI (Mean +/- SD)	25.2 +/- 3.36	25 +/- 3.66	25 +/- 3.4	25 +/- 4.1
ASA Score (Median)	1	2	1	1
Sex (Number)	17 female, 49 male	14 female, 57 male	11 female, 28 male	9 female, 30 male
Robinson Classification (Number)				
A1	1	0	0	0
A2	5	4	0	0
B1	45	37	26	26
B2	15	30	13	13

**Table 1.** This table presents the demographic data, including age, sex, BMI, ASA score, and fracture classification, for patients in both the MIPO and ORIF groups before and after propensity score matching. It highlights the balance of key variables between the two groups following matching.

## Ergebnisse

Nach dem Matching zeigten sich zwischen der MIPO- und der ORIF-Gruppe keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Schulterfunktionsscores oder der radiologischen Ergebnisse. Die MIPO-Technik war mit signifikant kürzeren Operationszeiten assoziiert. Postoperative Taubheitsgefühle im Bereich des Operationszugangs traten in der MIPO-Gruppe seltener und in geringerer Ausprägung auf. In der multivariablen Regressionsanalyse erwies sich die Operationstechnik als einziger unabhängiger Prädiktor für postoperative Taubheit, wobei MIPO mit einem signifikant geringeren Ausmaß sensorischer Störungen assoziiert war ( $\beta = -0,44$ ,  $p = 0,001$ ).

**Table 2.**

	Before Matching		After Matching		
	MIPO	ORIF	MIPO	ORIF	P Value
Follow-up after surgery (months)	67.7 +/- 27.8	59.5 +/- 30.9	67.8 +/- 27.7	65.9 +/- 30.4	0.621
Subjective Shoulder Value	95 +/- 8.82	94.3 +/- 8.81	95 +/- 8	95 +/- 8.4	0.449
Oxford Shoulder Score	47.0 +/- 2.7	46.7 +/- 2.1	46.8 +/- 3.0	46.4 +/- 2.3	0.684
UCLA Shoulder Score	34.4 +/- 2.0	34.6 +/- 1	34.2 +/- 2.4	34.8 +/- 0.6	0.236
Constant Score	98.7 +/- 3.1	98.8 +/- 2.0	98.9 +/- 2.6	99.3 +/- 1.6	0.776
Numbness of the wound	46x no numbness, 18x little numbness, 2x severe numbness	29x no numbness, 34x little numbness, 8x severe numbness	31x no numbness, 7x little numbness, 1x severe numbness	15x no numbness, 21x little numbness, 3x severe numbness	0.008

**Table 2.** This table presents the shoulder function scores and follow-up durations for both the MIPO and ORIF groups, before and after propensity score matching. It includes the Subjective Shoulder Value, Oxford Shoulder Score, UCLA Shoulder Score, and Constant Score, as well as the incidence of numbness around the wound. The p-values for each comparison are provided to highlight any significant differences between the groups. Group comparisons were performed using the Wilcoxon test.

## Schlussfolgerung

Sowohl ORIF als auch MIPO ermöglichen exzellente und vergleichbare funktionelle Ergebnisse in der Behandlung dislozierter Klavikulafrakturen im mittleren Schaftbereich. MIPO ist jedoch mit kürzeren Operationszeiten und einem signifikant reduzierten Risiko postoperativer Sensibilitätsstörungen assoziiert, was auf einen klinisch relevanten Vorteil im Sinne einer besseren Weichteilschonung hinweist.

## **Isolierte arthroskopische Lösung des M. pectoralis minor bei persistierender Hyperaktivität und kompensatorischer Trapeziushypertrophie**

**Autorenliste:** Tobias Gruber<sup>1,2</sup>, Verena Edler<sup>1</sup>, Markus Scheibel<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Schulthess Klinik, Zürich, Schweiz, <sup>2</sup>Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Universitätsklinikum Köln, Köln, Deutschland, <sup>3</sup>Charité-Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Deutschland

### **Fragestellung**

Anamnese

Wir berichten über einen 20-jährigen männlichen Patienten, der sich mit einer ausgeprägten unilateralen Hypertrophie des M. trapezius vorstellte. Seit etwa zwei Jahren bestanden nach einem Bagateltrauma Schmerzen sowie ein subjektives Gefühl der skapulothorakalen Instabilität. In der klinischen Untersuchung zeigte sich eine Fehlkoordination der Skapulabewegung mit gestörter dynamischer Rezentrierung. In Zusammenschau der klinischen Untersuchung sowie der bildgebenden Befunde wurde die Diagnose einer persistierenden Hyperaktivität des M. pectoralis minor (PM) mit alterierter skapulothorakaler Kinematik und kompensatorischer Trapeziushypertrophie gestellt. Nach frustraner und umfassender Ausschöpfung konservativer Therapiemaßnahmen, einschließlich spezialisierter Physiotherapie und des Einsatzes eines Shoulder Pacemakers, wurde die Indikation zur isolierten arthroskopischen Tenotomie des PM gestellt.

### **Methodik**

Operationstechnik

Die arthroskopische Versorgung erfolgte über ein konventionelles posteriores und anterolaterales Portal, ergänzt durch ein anteroinferiores Kameraportal und ein subklavikuläres Arbeitsportal. Nach Darstellung des Processus coracoideus und Identifikation der Conjoint tendons wurde unter sorgfältiger Schonung des N. musculocutaneus die Insertion des PM dargestellt und anschließend mittels einer Radiofrequenzsonde vollständig vom Processus coracoideus gelöst.

### **Ergebnisse**

Bereits sechs Wochen postoperativ zeigte sich ein deutlicher Rückgang der Trapeziushypertrophie mit beidseits symmetrischer skapulärer Führung sowie eine signifikante Reduktion der Schmerzsymptomatik. In der klinischen und bildgebenden Nachuntersuchung nach sechs Jahren präsentierte sich ein schmerzzufriedener Patient mit guter Alltagsfunktion (volle Range of Motion, 180° Anteflexion, 180° Abduktion und 80° Außenrotation) und MRT-morphologisch nachweisbarer Atrophie des PM.

### **Schlussfolgerung**

Dieser Fall illustriert die Konsequenzen einer gestörten skapulothorakalen Kinematik mit ausgeprägter kompensatorischer Hypertrophie des M. trapezius. Nach einem für den Patienten langwierigen diagnostischen Verlauf konnten nach operativem Release des M. pectoralis minor schließlich erfreuliche klinische Ergebnisse erzielt werden.

## **Die Kongruenz des Humeroulnargelenkes – Eine radiologische Studie zum Kontext von Coronoidfrakturen und posttraumatischen Deformitäten**

**Autorenliste:** Maximilian Josefiak<sup>1</sup>, Marco Schneider<sup>2</sup>, Christoph Artzner<sup>1</sup>, Boris Hollinger<sup>3</sup>, Klaus Burkhart<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Diakonie Klinikum Stuttgart, Stuttgart, Deutschland, <sup>2</sup>Praxisklinik Aachen Orthopädie, Aachen, Deutschland, <sup>3</sup>Orthopädische Klinik Markgröningen, Markgröningen, Deutschland

### **Fragestellung**

Die Kongruenz des Humeroulnargelenkes ist ein essentieller Faktor der Stabilität des Ellenbogens. Olecranon und Coronoid umschließen in der Sagittalebene die Trochlea humeri und fügen sich in der Coronarebene durch ihre Konvexität perfekt in die Konkavität der Trochlea. Diese beiden Faktoren führen zu einer hohen Formschlüssigkeit, die die Grundlage der Ellenbogenstabilität bildet. In Fällen von chronischen Coronoiddefekten im Rahmen posteromedialer Instabilitäten, die mittels knöchernen Aufbaus des Coronoides behandelt wurden, beobachteten wir in der Sagittalebene unterschiedliche ausgeprägte Abweichungen dieser Kongruenz, die in dieser Studie aufgearbeitet werden sollen. Hypothese der Arbeit war, dass unverletzte und akut verletzte Ellenbögen eine Parallelität des humeroulnaren Gelenkspaltes aufweisen, die im Rahmen der chronischen posteromedialen Subluxation verloren geht.

### **Methodik**

Die humeroulnare Kongruenz des Ellenbogens wurde im CT an 3 Gruppen untersucht: 1. Unverletzte Ellenbögen (n=32), 2. Ellenbögen mit akuter posteromedialer Instabilität bei Coronoidfraktur O´Driscoll Typ 2 (n=5), 3. Ellenbögen in chronischer posteromedialer Instabilität (n=4). Die Kongruenz des Humeroulnargelenkes wurde in der Axial- und Sagittalebene untersucht. Die Weite des Gelenkspaltes zwischen Ulna und Humerus wurde in 3 sagittalen Schnitten (ulnar, zentral, radial) an jeweils 4 Stellen in mm gemessen. Differenzen der Weite < 0,5 mm wurden als parallel definiert.

### **Ergebnisse**

Unverletzte Ellenbögen zeigten eine überwiegend parallele Ausrichtung des humeroulnaren Gelenkspaltes mit geringen Abweichungen unterhalb des definierten Grenzwertes. Auch bei akut verletzten Ellenbögen traten zwar größere Schwankungen der Gelenkspaltweite auf, eine systematische Aufhebung der Parallelität ließ sich jedoch nicht nachweisen. Im Gegensatz dazu zeigten Ellenbögen mit chronischer posteromedialer Instabilität konsistente und reproduzierbare Abweichungen der Gelenkspaltweite mit Differenzen deutlich über 0,5 mm. Diese Abweichungen betrafen gleichzeitig die ulnare, zentrale und/oder radiale sagittale Ebene und zeigten einen strukturellen Verlust der sagittalen Parallelität.

### **Schlussfolgerung**

Die Ergebnisse zeigen, dass die Gelenkflächen von Ulna und Humerus in der sagittalen Schichtung parallel verlaufen. Auch bei akuten Instabilitäten ist die Parallelität der Gelenkflächen gegeben, auch wenn diese durch eine Subluxation temporär aufgehoben sein kann. Bei der chronischen PMRI zeigen sich knöcherne Deformitäten, welche die Parallelität des Gelenkspaltes aufheben. Anhand von Verlaufs-CTs können wir zeigen, dass diese Deformitäten nicht anlagebedingt sind und durch die posteromediale Subluxation sekundär entstehen. Diese Deformitäten heben die Gelenkkongruenz auf und bergen damit das Risiko der Restinstabilität, auch nach knöchernem Aufbau des Glenoides (mit oder ohne additiver Bandpalstik des MCL und/oder LCL), der die Korrektur der Deformität bisher nicht einschließt. Auf Basis dieser Daten sollte in Zukunft mehr Augenmerk auf sekundäre Coronoiddeformitäten und deren Korrektur im Rahmen des Glenoidaufbaus gelegt werden.

## **Interne Knochendichtekalibrierung des trabekulären Glenoids: erhöhte Genauigkeit durch Altersstratifizierung der Dichtewerte im Referenzgewebe**

**Autorenliste:** Maximilian Modelhart<sup>1,2</sup>, Dennis Agbanyim<sup>3</sup>, Davide Cester<sup>4</sup>, Philipp Moroder<sup>1</sup>, Stephen Ferguson<sup>3</sup>, Eva Herbst<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Schulthess Klinik, Zürich, Schweiz, <sup>2</sup>Paracelsus Medizinische Universität, Salzburg, Österreich, <sup>3</sup>Institut für Biomechanik, ETH Zürich, Zürich, Schweiz, <sup>4</sup>Institut für diagnostische und interventionelle Radiologie, Universitätsspital Zürich, Zürich, Schweiz

### **Fragestellung**

Mittels quantitativer Computertomographie (QCT) kann die Knochendichte in klinischen CT-Scans untersucht werden, indem die Hounsfield Units anhand bekannter Dichtewerte von Referenzgewebe kalibriert und in volumetrische Knochendichtewerte (vBMD in  $\text{mg}/\text{cm}^3$ ) umgewandelt werden. Eine hohe Variabilität der Referenzdichtewerte kann die Genauigkeit der Kalibrierung maßgeblich beeinflussen, was im Schulterbereich vor allem durch altersbedingte Fettgewebsinfiltration der Rotatorenmanschettenmuskulatur relevant ist. Ziel dieser Arbeit ist die Validierung einer internen Kalibrierungsmethode zur Bestimmung der trabekulären Knochendichte im Glenoid unter Berücksichtigung altersabhängiger Dichteänderungen des schulter-spezifischen Referenzgewebes.

### **Methodik**

Schulter CT-Scans von 88 Patienten (48 m, 40 w; mittleres Alter: 53 Jahre) wurden inkludiert, welche zwischen 08/2023 und 10/2024 im Zuge einer traumatologischen Erstuntersuchung nach standardisiertem Aufnahmeprotokoll durchgeführt wurden. Zur Validierung der phantomlosen Kalibrierung wurde ein Referenzphantom (European Spine Phantom) asynchron gescannt und eine phantom-basierte Kalibrierungsfunktion abgeleitet. Für die patientenspezifischen, internen Kalibrierungsfunktionen wurden Luft, subkutanes Fettgewebe und Skelettmuskulatur als Referenzgewebe definiert. In allen CT-Scans wurden die Referenzgewebe sowie trabekulärer Knochen im Glenoid segmentiert. Zur Analyse altersabhängiger Effekte wurden zwei Altersgruppen definiert (Cut-off 55 Jahre), und die Dichtewerte von Fett und Muskelgewebe zwischen den Gruppen verglichen sowie eine Korrelation mit dem Patientenalter untersucht. Basierend auf den ermittelten Dichtewerten der Referenzgewebe wurden patientenspezifische, interne Kalibrierungsfunktionen abgeleitet und die trabekuläre Knochendichte des Glenoids extrapoliert (mit und ohne Altersstratifizierung der Referenzdichtewerte). Die Genauigkeit der internen Kalibrierungsmethoden wurde durch Vergleich mit der phantom-basierten Kalibrierung mittels Bland-Altman Analyse ermittelt.

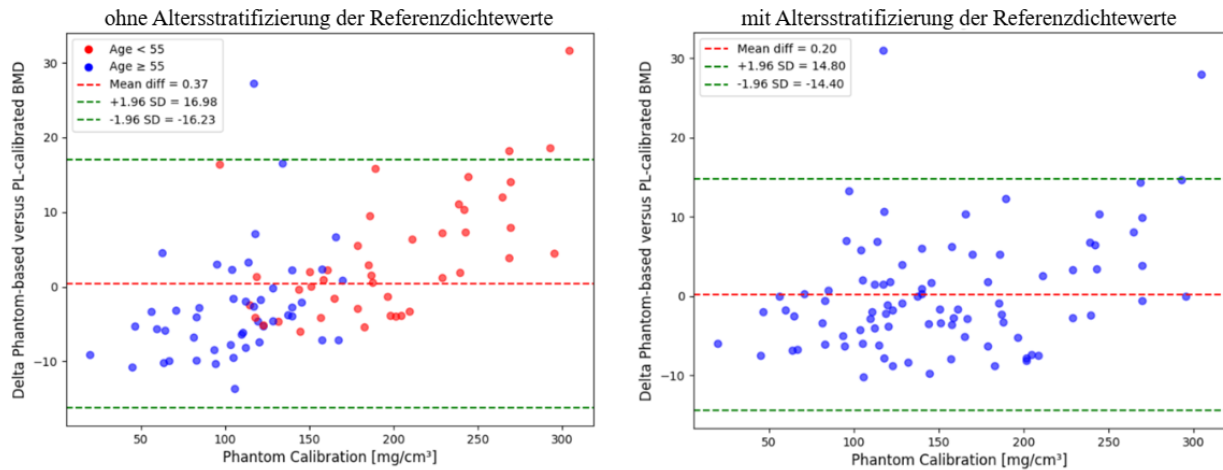
### **Ergebnisse**

Die Dichtewerte der Muskulatur zeigten eine signifikante Abnahme mit zunehmendem Patientenalter ( $r=-0.718$ ,  $p<0.001$ ), während keine signifikante Korrelation für die Dichtewerte im Fettgewebe festgestellt werden konnte ( $r=-0.183$ ,  $p=0.09$ ). Im Muskel- und Fettgewebe waren die Dichtewerte der jüngeren Patientengruppe höher als in der älteren Patientengruppe ( $p<0.001$  bzw.  $p=0.04$ ). Ohne Altersstratifizierung der Dichtewerte betrug die durchschnittliche Differenz zwischen der phantom-basierten und phantomlosen Kalibrierung  $0.37 \text{ mg}/\text{cm}^3$  ( $\pm 8.48 \text{ mg}/\text{cm}^3$  SD). Es zeigte sich ein proportionaler Bias: die interne Kalibrierung unterschätzte die vBMD-Werte im hohen Dichtebereich und überschätzte die vBMD-Werte im niedrigeren Dichtebereich. Durch Altersstratifizierung konnte die durchschnittliche Differenz auf  $0.20 \text{ mg}/\text{cm}^3$  ( $\pm 7.45 \text{ mg}/\text{cm}^3$  SD) reduziert und der proportionaler Bias deutlich verringert werden (Abbildung 1).

## Schlussfolgerung

Die Altersstratifizierung der Referenzdichtewerte erhöht die Genauigkeit der internen Knochendichtekalibrierung im Glenoid unter Berücksichtigung der altersbedingten Dichteabnahme der Schultermuskulatur. Diese Methode ist vielversprechend, um die Knochendichte in prospektiven sowie retrospektiven Datensätzen zu untersuchen.

Bland-Altman Plot: phantom-basierte vs. interne Knochendichtekalibrierung des trabekulären Glenoids



## **Implantat-assoziierte Infektionen des Ellenbogens – Keimspektrum und klinisches Outcome**

**Autorenliste:** Tim Jakobi<sup>1</sup>, Merle Michel<sup>1</sup>, Anna Egert<sup>1</sup>, Anne Bauer<sup>1</sup>, Matthias Sauter<sup>1</sup>, Matthias Münzberg<sup>1</sup>, Alexander Klug<sup>1</sup>

<sup>1</sup>BG Unfallklinik Frankfurt am Main, Frankfurt am Main, Deutschland

### **Fragestellung**

Ellenbogengelenksnahe Verletzungen sind häufig und zeigen steigende Inzidenzen in den letzten Jahrzehnten. Postoperative Komplikationen treten je nach Verletzungsbild in geringer bis moderater Häufigkeit auf. Implantat-assoziierte postoperative Infektionen machen nur einen geringen Anteil der Gesamtkomplikationen aus, führen jedoch häufig zu komplexen Behandlungsverläufen mit unbefriedigendem funktionellem Outcome. Trotz der hohen klinischen Relevanz existieren kaum belastbare Daten, die das funktionelle und klinische Outcome sowie das Keimspektrum nach Implantat-assoziierten Infektionen des Ellenbogens untersuchen.

### **Methodik**

In dieser monozentrischen retrospektiven Kohortenstudie konnten 55 Patienten eingeschlossen werden, die zwischen 01/2010 und 12/2023 bei Implantat-assoziiierter Infektion des Ellenbogens operativ versorgt wurden. Das Follow-Up betrug im Mittel  $7.4 \pm 4.4$  Jahre. Bei allen Patienten wurden die mikrobiologischen Ergebnisse sowie die zugehörigen Antibio gramme ausgewertet. Zudem wurde die antibiotische Therapie analysiert. Die postoperativen funktionellen Ergebnisse (Range of Motion (ROM), postoperativer Schmerz) sowie die Komplikations- und Revisionsraten wurden erfasst und ausgewertet. Das angefertigte prä- und postoperative Bildmaterial wurde analysiert und mögliche Risikofaktoren für ein schlechtes postoperatives Outcome wurden anhand einer multivariaten Analyse ermittelt.

### **Ergebnisse**

Bis zur Remission waren durchschnittlich  $2.3 \pm 1.3$  Operationen notwendig, wobei in 85.5% der Fälle das initial eingebrachte Implantatmaterial entfernt werden musste. Zudem zeigte sich insgesamt ein prolongierter Krankenhausaufenthalt mit  $20.5 \pm 14.2$  Tagen. In den intraoperativ gewonnenen mikrobiologischen Proben zeigten sich am häufigsten grampositive Staphylokokken (67.3%), mit Fokus auf Staphylokokkus aureus (58.2%), wovon 12.5 % eine Methicillin-Resistenz (MRSA) aufwiesen. In je 21.8% der Fälle lag begleitend eine Resistenz gegen Ampicillin/Sulbactam bzw. gegen Cefuroxim vor. Nach Erhalt des Antibio gramms war in 29.1% der Fälle ein resistogramm gerechter Wechsel der Antibiose notwendig. Bezüglich der funktionellen Ergebnisse zeigte sich über das Gesamtkollektiv hinweg ( $60.5 \pm 16.2$  Jahre; 40% Frauen) eine postoperative relevant-eingeschränkte Beweglichkeit (Flexion/Extension  $70.4 \pm 26.6^\circ$ , Pronation/Supination  $98.5 \pm 56.7^\circ$ ) und eine persistierende Schmerzhaftigkeit des Ellenbogengelenks (Visuelle Analogskala (VAS)  $2.3 \pm 1.4$ ).

### **Schlussfolgerung**

Implantat-assoziierte postoperative Infektionen am Ellenbogen führen zu unbefriedigenden funktionellen Ergebnissen und machen lange Krankenhausaufenthalte mit mehreren operativen Revisionen notwendig. Grampositive Staphylokokken sind am häufigsten für Implantat-assoziierte Infektionen des Ellenbogengelenks ursächlich, hierbei sollte der Behandler die erhöhte Rate an Resistenzen gegen die initial häufig eingesetzten Antibiotika Ampicillin/Sulbactam und Cefuroxim beachten. Patienten mit ellenbogengelenksnahen Verletzungen, die einer operativen Therapie bedürfen, sollten über das Infektionsrisiko und die resultierenden Folgen mit eingeschränkten funktionellen Ergebnissen und prolongierten Behandlungsverläufen entsprechend aufgeklärt und informiert werden.

## **Additive Regionalanästhesie bei distalen Humerusfrakturen – Lohnt es sich?**

**Autorenliste:** Tim Jakobi<sup>1</sup>, Anna Egert<sup>1</sup>, Anne Bauer<sup>1</sup>, Matthias Sauter<sup>1</sup>, Matthias Münzberg<sup>1</sup>, Alexander Klug<sup>1</sup>

<sup>1</sup>BG Unfallklinik Frankfurt am Main, Frankfurt am Main, Deutschland

### **Fragestellung**

Distale Humerusfrakturen erfordern eine oft anspruchsvolle operative Rekonstruktion mit anschließend intensiver Rehabilitationsphase und gehen nicht selten mit erheblichem Weichteiltrauma und damit verbundenem intra- und postoperativem Schmerz einher. Das perioperative Management stellt daher eine Herausforderung für den Behandler dar. Gegenwärtig existieren kaum belastbaren Daten, die eine Verwendung der additiven intraoperativen Regionalanästhesie (RAJ Block) zusätzlich zur Allgemeinanästhesie bei distalen Humerusfrakturen untersuchen.

### **Methodik**

Von 08/2020 bis 06/2024 konnten 94 Patienten, welche bei distalen Humerusfrakturen operativ versorgt wurden, im Rahmen dieser Studie eingeschlossen werden. Es erfolgte die Aufteilung in zwei Gruppen: Gruppe A (58 Patienten (61.7%)) erhielt eine balancierte Allgemeinanästhesie ohne zusätzliche Regionalanästhesie und Gruppe B (36 Patienten (38.3%)) zusätzlich einen infraclaviculären Block (RAJ Block). Allgemeine Patientencharakteristika, die intra- und postoperative Schmerzmedikation und der postoperative Schmerzverlauf (Aufwachraum, Normalstation; visuelle Analogskala (VAS)) wurden dokumentiert und ausgewertet.

### **Ergebnisse**

Patienten mit zusätzlichem präoperativen infraclaviculären Block zeigten einen signifikant niedrigeren Opioidbedarf intraoperativ (Sufentanyl  $43.7 \pm 16.4 \mu\text{g}$  vs.  $62.2 \pm 23.1 \mu\text{g}$ ;  $p < 0.001$ ) und direkt postoperativ (Piritramid  $2.8 \pm 6.3 \text{mg}$  vs.  $12.6 \pm 9.3 \text{mg}$ ;  $p < 0.001$ ). Zudem wiesen sie im Aufwachraum signifikant weniger postoperative Schmerzen ( $0.8 \pm 1.6$  vs.  $3.9 \pm 1.6$  VAS;  $p < 0.001$ ) auf. Zwischen den Gruppen zeigte sich bezogen auf den Opioidbedarf am ersten postoperativen Tag kein signifikanter Unterschied, ab dem zweiten postoperativen Tag benötigten die Patienten mit infraclaviculärem Block jedoch signifikant weniger Opioid. Das postoperative Schmerzniveau der Patienten mit infraclaviculärem Block war am OP Tag ( $1.4 \pm 1.1$  vs.  $3.3 \pm 1.5$  VAS;  $p < 0.001$ ) und am ersten postoperativen Tag ( $2.1 \pm 0.7$  vs.  $3 \pm 1.5$  VAS;  $p < 0.001$ ) signifikant niedriger. In Zusammenhang mit der Durchführung des infraclaviculären Blocks wurden im gesamten Patientenkollektiv keine Komplikationen beobachtet.

### **Schlussfolgerung**

Die operative Versorgung von distalen Humerusfrakturen geht nicht selten mit postoperativen Schmerzen und entsprechend hohem Schmerzmittelbedarf einher. Der zur Allgemeinanästhesie additiv durchgeführte infraclaviculäre Block stellt eine sichere und komplikationsarme Therapiemöglichkeit dar, um das postoperative Schmerzniveau und den postoperativen Schmerzmittelbedarf signifikant zu senken. Bei fehlenden Kontraindikationen kann dieser daher, nach entsprechender Aufklärung des Patienten, bei distalen Humerusfrakturen verwendet werden.

## **Radiologisches Erscheinungsbild von vier unterschiedlichen Radiuskopfprothesen in Relation zum Processus coronoideus**

**Autorenliste:** Klaus Burkhart<sup>1</sup>, Michael Wolf-Vollenbröcker<sup>2</sup>, Jules-Nikolaus Rippke<sup>3</sup>, Sven Benken<sup>4</sup>, Roger van Riet<sup>5</sup>, Marco Schneider<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Orthopädische Klinik Paulinenhilfe, Diakonie Klinikum, Universität zu Köln, Stuttgart, Deutschland, <sup>2</sup>Institut für Anatomie I, Medizinische Fakultät und Universitätsklinikum Düsseldorf, Heinrich-Heine-Universität, Düsseldorf, Deutschland, <sup>3</sup>Universitäre Klinik Orthopädie & Traumatologie, Kantonsspital Baselland Bruderholz, Basel, Schweiz, <sup>4</sup>Arcus Sportklinik, Pforzheim, Deutschland, <sup>5</sup>AZ Monica, Orthopaedic Centre Antwerp, Antwerpen, Belgien, <sup>6</sup>Praxisklinik Orthopädie Aachen (PKO), Universität Witten / Herdecke, Sektion für Gelenk- und Extremitätenchirurgie, Uniklinik RWTH Aachen, Aachen, Deutschland

### **Fragestellung**

Die korrekte Höheneinstellung von Radiuskopfprothesen ist essentiell für das Erreichen eines guten klinischen Outcomes. Insbesondere das Overlengthening führt immer wieder zu reduzierten klinischen und radiologischen Ergebnissen, weshalb es intraoperativ und postoperativ möglichst sicher ausgeschlossen werden sollte. Als Landmarke zur primären Beurteilung der Höheneinstellung bietet sich die laterale Kante des Processus coronoideus an. Ziel der Studie war es, die perfekte klinische Höhe (und verschiedene Variationen) mit dem radiologischen Erscheinungsbild zu vergleichen. Daten zur radiologischen Darstellung korrekt eingebrachter Radiuskopfprothesen fehlen jedoch bisher.

### **Methodik**

Da sich Radiuskopfprothesen – abhängig von ihrem Design – unterschiedlich darstellen können, wurden die vier gängigsten Radiuskopfprothesen in dieser Studie an acht Leichenarmen (vier rechts, vier links) implantiert: (a) Evolve (Stryker), (b) Anatomical (Acumed), (c) Align (Skeletal Dynamics), (d) Explor (Zimmer Biomet). Anteroposteriore Röntgenaufnahmen nach Implantation der Radiuskopfprothesen wurden in unterschiedlichen Höheneinstellungen durchgeführt: 1. Natives Gelenk, 2. Perfekte Höhe anhand klinischer Beurteilung, 3. + 2mm, 4. + 4mm, 5. - 2mm (ausgehend von der perfekten Höhe). Die Präparate waren dabei im Ellenbogengelenk jeweils 45° flektiert und wurden in neutraler Rotation gehalten. Die Distanz von der lateralen Kante des Coronoids zum höchsten Punkt der dem Coronoid anliegenden Seite der Radiuskopfprothese wurde für jede der Prothesen (a-d) in n=40 Situationen (n=160 Messungen) gemessen.

### **Ergebnisse**

Folgende Abstände zwischen lateraler Kante des Proc. coronoideus und höchstem Punkt der Radiuskopfprothese konnten in den Röntgenbildern ermittelt werden: Die Anatomical zeigte sich perfekt implantiert im Mittel 2,6 mm (SD 0,6) oberhalb der lateralen Kante des Coronoids, +2mm 3,7mm (SD 0,7), +4mm 5,4mm (SD 1,1), -2mm 1,2mm (SD 0,8). Die Evolve zeigte sich perfekt implantiert im Mittel 3,8mm (SD 1,0) oberhalb der lateralen Kante des Coronoids, +2mm 5,0mm (SD 1,1), +4mm 5,5mm (SD 1,7), -2mm 2,2mm (SD 0,8). Die Explor zeigte sich perfekt implantiert im Mittel 3,8mm (SD 0,5) oberhalb der lateralen Kante des Coronoids, +2mm 5,1mm (SD 0,9), +4mm 7,1mm (SD 1,0), -2mm 2,7mm (SD 0,8). Die Align zeigte sich perfekt implantiert im Mittel 1,7mm (SD 0,8) oberhalb der lateralen Kante des Coronoids, +2mm 2,8mm (SD 1,6), +4mm 4,7mm (SD 1,1), -2mm 1,8mm (SD 0,9).

### **Schlussfolgerung**

Radiuskopfprothesen stellen sich – abhängig von ihrem Design – deutlich unterschiedlich dar. Dies muss in der Beurteilung der korrekten Implantationshöhe unbedingt beachtet werden. Diese Studie liefert hierzu erstmalige Referenzwerte für verschiedene Radiuskopfprothesen im anteroposterioren Röntgenbild.

## **Liner Stability Ratio - der neue Standardparameter zur Quantifizierung des Constraint-Levels von Linern in der Schulterendoprothetik**

**Autorenliste:** Maximilian Modelhart<sup>1,2</sup>, Eva Herbst<sup>1,3</sup>, Abdelkader Shekhbihi<sup>1</sup>, Philipp Moroder<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Schulthess Klinik, Zürich, Schweiz, <sup>2</sup>Paracelsus Medizinische Universität, Salzburg, Österreich, <sup>3</sup>Institut für Biomechanik, ETH Zürich, Zürich, Schweiz

### **Fragestellung**

Der Liner-Constraint spielt eine entscheidende Rolle für die Stabilität von Schulterprothesen. Es besteht jedoch kein Konsensus darüber, wie dieser standardisiert definiert werden sollte. Deskriptive Parameter, wie Jump Height (absolute Tiefe) oder Percentage Capture (Verhältnis Tiefe zu Radius), definieren den Constraint durch Beschreibung der geometrischen Konkavität. Die Liner Stability Ratio (LSR) ermöglicht die Berechnung der maximalen Translationskraft, die bei gegebener Kompressionskraft durch den Liner stabilisiert werden kann. Ziel dieser Arbeit war es, zu untersuchen, welcher dieser Parameter die stabilisierende Funktion des Liner-Constraint in inversen (rTSA) und anatomischen (aTSA) Implantantkonfigurationen am besten abbildet.

### **Methodik**

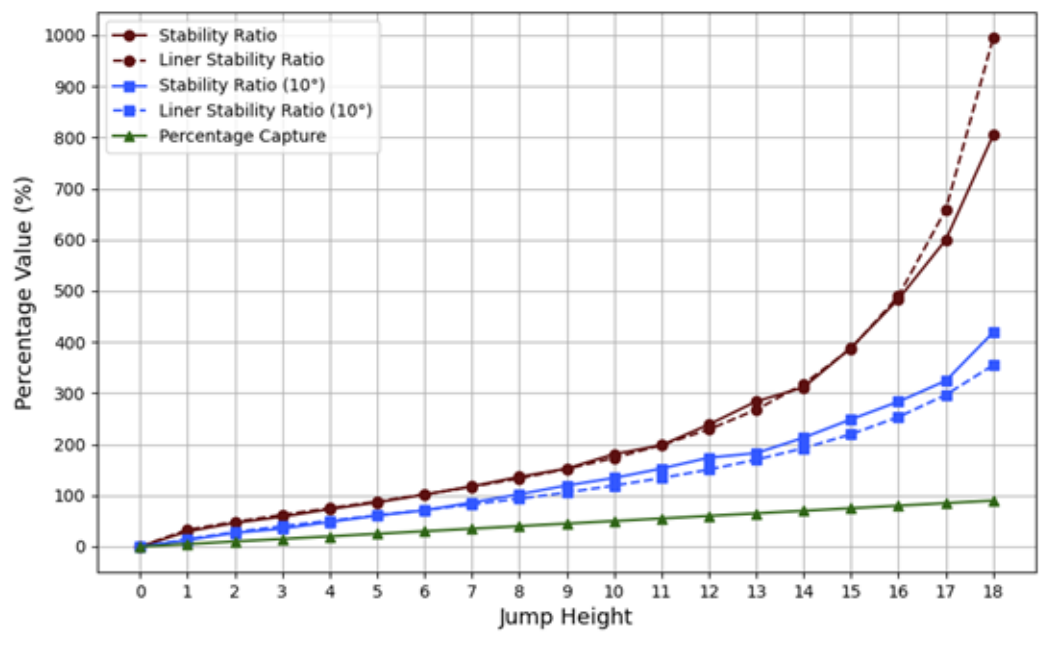
Typische Gelenkkonfigurationen für aTSA (Radius 30 mm, R30) und rTSA (Radius 20 mm, R20) wurden mittels Rigid-Body Modell eines dreidimensionalen, kongruenten Kugelgelenks simuliert. Für beide Konfigurationen wurden niedrige, mittlere und hohe Constraint-Level durch Variation der Liner-Tiefe evaluiert (0 mm bis 90% des Radius in 1 mm Schritten). Die biomechanische Stabilität jeder Gelenkkonfiguration wurde ermittelt, indem bei konstanter, orthogonaler Kompressionskraft eine senkrecht dazu wirkende Translationskraft schrittweise erhöht wurde, bis es zur Gelenkinstabilität/ Dislokation kam. Das Verhältnis Translations-/ Kompressionskraft (=Stability Ratio, SR) wurde zum Zeitpunkt der Dislokation berechnet. Mittels Regressionsanalysen wurde ermittelt, inwiefern die Jump Height, Percentage Capture und LSR mit der biomechanischen Stabilität (=SR) korrelieren und deren Vorhersage ermöglichen. Die Modellgüte wurde durch das Bestimmtheitsmaß ( $R^2$ ) und den Root Mean Square Error (RMSE) bewertet. Zusätzlich wurde eine modifizierte LSR-Formel eingeführt, welche Veränderungen der Liner-Orientierung relativ zur normalen Kompressionskraft berücksichtigt. Zur Validierung der modifizierten Formel wurden alle Simulationen mit 10° gekipptem Liner wiederholt.

### **Ergebnisse**

Die Zunahme des Liner-Constraint führte zu einem sigmoidalen Anstieg der resultierenden SR. Der zu Beginn steile Anstieg geht im niedrig- bis mittlerem Constraint-Level in einen nahezu linearen Anstieg über, und wird im hohen Constraint-Level exponentiell. Die LSR zeigte in beiden Gelenkkonfigurationen die stärkste Korrelation mit der SR (R30:  $R^2=0.99$ , RMSE=29.55; R20:  $R^2=0.99$ , RMSE=24.81). Auch bei 10° rotiertem Liner zeigte die modifizierte LSR eine sehr starke Korrelation mit der SR (R30:  $R^2=0.99$ , RMSE=8.87; R20:  $R^2=0.99$ , RMSE=5.89). Die Jump Height und Percentage Capture konnten als lineare, deskriptive Parameter den nicht linearen Anstieg der SR weniger genau vorhersagen (R30:  $R^2=0.68$ , RMSE=168.24; R20:  $R^2=0.81$ , RMSE=89.26).

### **Schlussfolgerung**

Die Liner Stability Ratio ist der genaueste Surrogatparameter, um die biomechanische Stabilität und somit das Level-of-Constraint in Linern von Schulterendoprothesen zu definieren.



## Vergleich des funktionellen und klinischen Outcomes bei Rupturen der distalen Bizepssehne nach konservativer und operativer Therapie

**Autorenliste:** Tim Jakobi<sup>1</sup>, Sophia Jaschina<sup>1</sup>, Anna Egert<sup>1</sup>, Anne Bauer<sup>1</sup>, Matthias Sauter<sup>1</sup>, Matthias Münzberg<sup>1</sup>, Alexander Klug<sup>1</sup>

<sup>1</sup>BG Unfallklinik Frankfurt am Main, Frankfurt am Main, Deutschland

### Fragestellung

Die Ruptur der distalen Bizepssehne ist ein häufiges Verletzungsbild, betrifft meist Männer und zeigt eine steigende Inzidenz in den letzten Jahrzehnten. Aufgrund des auftretenden Kraftverlusts für Flexion und Supination ist die Therapie der Wahl zumeist die anatomische Refixation der Sehne. Insbesondere bei älteren Patienten, die keine operative Therapie wünschen oder bei älteren Rupturen stellt sich jedoch die Frage, ob eine operative Versorgung immer notwendig ist und ob der zu erwartende Kraftverlust eine funktionelle Relevanz für die Alltagsaktivitäten der Patienten darstellt. Aktuell fehlen belastbare Daten zur suffizienten Beantwortung dieser Fragestellung.

### Methodik

Von 06/2012 bis 02/2022 wurden 92 Patienten, welche bei distaler Bizepssehnenruptur operativ mittels Ankerrefixation (n=62, 67.4%) und konservativ (n=30, 32.6%) behandelt wurden, in die Studie eingeschlossen. Das Follow-up betrug im Mittel  $8.2 \pm 2.8$  Jahre, bei einem min. Follow-up von 2 Jahren. Bei allen Patienten wurde die postoperative Beweglichkeit sowie etablierte funktionelle Scores (Mayo Elbow Performance Score (MEPS), Oxford Elbow Score (OES), Disabilities of Arm, Shoulder and Hand (DASH) Score) erhoben. Für den Vergleich der isokinetischen Kraftmessung (Flexion/Extension und Pronation/Supination im Seitenvergleich) erfolgte ein Propensity-Score-Matching auf Basis der allgemeinen Patientencharakteristika.

### Ergebnisse

Allgemeine Patientencharakteristika zeigten sich in beiden Gruppen bezogen auf Geschlecht, ASA-Klassifikation und BMI ohne signifikante Unterschiede homogen verteilt. Patienten, die operativ versorgt wurden waren signifikant jünger ( $46.6 \pm 8.7$  vs.  $56.7 \pm 10$  Jahre,  $p < 0.001$ ). Die postoperative Beweglichkeit wies in der operativen und konservativen Behandlungsgruppe bezogen auf Flexion/Extension ( $120.8 \pm 5.3$  vs.  $119.5 \pm 2$ ,  $p = 0.216$ ) und Pronation/Supination ( $173.6 \pm 11.1$  vs.  $176.9 \pm 7$ ,  $p = 0.145$ ) keine signifikanten Unterschiede auf. Auch die subjektive Zufriedenheit mit dem Ergebnis und der noch vorhandene postoperative Schmerz zeigte sich in beiden Gruppen ohne signifikante Unterschiede. In der klinischen Testung konnten sowohl nach operativer als auch nach konservativer Behandlung sehr gute Ergebnisse für MEPS ( $98.1 \pm 6.4$  vs.  $96.3 \pm 9.4$ ,  $p = 0.3$ ), OES ( $45.4 \pm 5$  vs.  $44.2 \pm 5.6$ ,  $p = 0.305$ ) und DASH-Score ( $4.2 \pm 8.5$  vs.  $6.5 \pm 10.3$ ,  $p = 0.258$ ) nachgewiesen werden. Nach konservativer Therapie zeigte sich in der isokinetischen Messung eine signifikante Kraftreduktion im Vergleich zur Gegenseite von 14% für Flexion und 7% für Supination. Postoperative Komplikationen traten bei drei Patienten (4.8%) nach operativer und einem Patienten (3.3%) nach konservativer Therapie auf.

### Schlussfolgerung

Sowohl nach konservativer als auch nach operativer Therapie von Rupturen der distalen Bizepssehne lassen sich sehr gute funktionelle und klinische Ergebnisse erzielen. Bezogen auf die Beweglichkeit und die Aktivitäten des Alltags zeigen sich nach beiden Therapien keine wesentlichen Einschränkungen. Die Patienten sind über ein Kraftdefizit von etwa 14% für die Flexionsbewegung und 7% für die Supinationsbewegung nach konservativer Therapie aufzuklären. Dies zeigte jedoch keine Auswirkung auf die exzellenten Ergebnisse in den ermittelten Funktionsscores des Ellenbogens und sind daher von

fraglicher klinischer Relevanz. Insbesondere bei älteren Patienten sollte daher eine ausführliche Aufklärung der beiden Therapiemöglichkeiten erfolgen, hier stellt die konservative Therapie eine gute Alternative dar.

## **Frakturversorgung bei proximalen Humerusfrakturen mit einer zementfreien geraden inversen Schulterprothese: Eine klinische und radiologische Analyse**

**Autorenliste:** Luis Alfredo Navas Contreras<sup>1</sup>, Thorsten Gühring<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Orthopädische Klinik Stuttgart Botnang, Stuttgart, Deutschland*

### **Fragestellung**

Die Versorgung dislozierter proximaler Humerusfrakturen beim älteren Menschen stellt unverändert eine klinische Herausforderung dar. Während sich die inverse Schulterendoprothese (RSA) als verlässliche Therapieoption etabliert hat, wird die ideale Schaftverankerung kontrovers diskutiert. Traditionelle Langschäfte gehen oft mit Stress Shielding und Knochenverlust einher. Ziel dieser Studie ist die Analyse der klinischen Ergebnisse, der Tuberkula-Einheilung und der radiologischen Veränderungen nach Versorgung mittels einer zementfreien, geraden Kurzschaftprothese.

### **Methodik**

In dieser retrospektiven Kohortenstudie wurden 75 Patienten (Durchschnittsalter 77,7 Jahre) untersucht, die aufgrund einer komplexen Fraktur (Neer Typ 3/4) mit einer zementfreien inversen Schulterprothese (Mini; Comprehensive Reverse Shoulder System; Zimmer Biomet; Warsaw, Indiana, USA) versorgt wurden. Eingeschlossen wurden primäre Implantationen und sekundäre Versorgungen nach fehlgeschlagener Osteosynthese. Die Nachuntersuchung erfolgte klinisch (ASES, DASH, Constant Score, UCLA, SSV, ROM) und radiologisch nach durchschnittlich 35 Monaten.

### **Ergebnisse**

Der absolute Constant Score betrug 66% Punkte, ASES 83, DASH 17, UCLA PräOP 4,7, UCLA postOP 6, . Die aktive Anteversion lag bei 121-150°, Abduktion 91-120°, bei der Außenrotation konnten die Patientein die Hand am Hinterkopf führen, und bei der Innenrotation der Handrücken bis zum Steißbein führen. Radiologisch zeigte sich eine Einheilungsrate der Tuberkula von 77 %. Patienten mit geheilten Tuberkula wiesen signifikant bessere Rotationswerte auf ( $p < 0,05$ ). Zeichen von proximalem Stress Shielding fanden sich bei 16 % der Patienten, jedoch ohne klinische Korrelation oder Lockerung. Die Revisionsrate lag bei 4 %.

### **Schlussfolgerung**

Die Verwendung gerader, zementfreier Schäfte erweist sich als sicheres Verfahren mit funktionellen Ergebnissen, die denen konventioneller Langschäfte entsprechen. Der entscheidende Vorteil liegt im Erhalt des humeralen Knochenstocks ("Bone Preservation") und der Vermeidung distaler Komplikationen. Die metaphysäre Press-Fit-Verankerung bietet auch im osteoporotischen Knochen eine ausreichende Primärstabilität, vorausgesetzt, die operative Technik adressiert akribisch die Tuberkula-Refixation.

## **Sportfähigkeit und funktionelles Outcome nach Versorgung proximaler Humerusfrakturen mit einer zementfreien inversen Schulterprothese**

**Autorenliste:** Luis Alfredo Navas Contreras<sup>1</sup>, Thorsten Gühring<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Orthopädische Klinik Stuttgart Botnang, Stuttgart, Deutschland*

### **Fragestellung**

Die operative Versorgung komplexer proximaler Humerusfrakturen beim älteren Patienten hat sich durch die Etablierung der inversen Schulterprothetik (RSA) gewandelt. Neben der Schmerzfreiheit rückt zunehmend der Anspruch in den Fokus, das präoperative Aktivitätsniveau wiederzuerlangen. Ziel dieser Studie ist die Analyse der Rate der Rückkehr zum Sport (Return to Sport - RTS), der Sportartenverteilung und der funktionellen Ergebnisse nach Versorgung mit einer zementfreien geraden inversen Schulterprothese.

### **Methodik**

In dieser retrospektiven Kohortenstudie wurden 75 Patienten (Durchschnittsalter  $77,7 \pm 6,5$  Jahre) untersucht, die aufgrund einer dislozierten Fraktur (Neer Typ 3/4) mittels inverser Schulterprothese (Mini; Comprehensive Reverse Shoulder System; Zimmer Biomet; Warsaw, Indiana, USA) versorgt wurden. Der mittlere Nachuntersuchungszeitraum betrug 29,7 Monate. Die Datenerhebung umfasste den Constant Score (CS), den DASH-Score sowie einen spezifischen Sportfragebogen zur Erfassung von Sportart, Frequenz und Intensität vor dem Unfall und zum Nachuntersuchungszeitpunkt.

### **Ergebnisse**

Von den 75 Patienten gaben 48 (64 %) an, vor dem Trauma regelmäßig sportlich aktiv gewesen zu sein. Die RTS-Rate dieser Gruppe betrug 73 % (35 Patienten). Die durchschnittliche Zeit bis zur Wiederaufnahme der Aktivität lag bei 5,8 Monaten. Es zeigte sich eine signifikante Verschiebung hin zu „Low-Impact“-Sportarten: Wandern (Rückkehrrate 92 %), stationäres Radfahren (88 %) und Schwimmen (71 %) dominierten. Anspruchsvolle Disziplinen wie Tennis oder Skifahren wurden häufig aufgegeben oder in der Intensität reduziert. Der mittlere normierte Constant Score der sportlich aktiven Gruppe war signifikant höher als der der inaktiven Gruppe (78 % vs. 59 %,  $p < 0,05$ ). Als Hauptgründe für den Sportabbruch wurden Kinesiophobie (Angst vor Sturz/Verletzung) und eingeschränkte Außenrotation genannt.

### **Schlussfolgerung**

Die Implantation einer inversen Kurzschaftprothese bei Frakturen ermöglicht einer Mehrheit der präoperativ aktiven Patienten die Rückkehr zum Sport, vorwiegend auf Freizeitsportniveau. Das Implantatdesign zeigte dabei keine negativen Auswirkungen auf die Stabilität unter Belastung; periprothetische Frakturen traten im Sportkontext nicht auf. Der Schlüsselfaktor für die RTS ist weniger das Implantat selbst, sondern das präoperative Niveau und die psychologische Sicherheit des Patienten. Die Ergebnisse unterstreichen die Notwendigkeit einer realistischen Erwartungsmanagement-Beratung hinsichtlich "High-Impact"-Aktivitäten

## **Biomechanische Analyse zur Notwendigkeit der additiven Frakturversorgung bei transversalen Koronoidfrakturen in Terrible-Triad-Verletzungen**

**Autorenliste:** Tobias Gruber<sup>1</sup>, Christoph-Johannes Pucher<sup>2</sup>, Sebastian Olbrück<sup>1</sup>, Marc Weber<sup>1</sup>, Lars P. Müller<sup>1</sup>, Tim Leschinger<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universität zu Köln, Medizinische Fakultät und Uniklinik Köln, Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Köln, Deutschland, Köln, Deutschland, <sup>2</sup>Orthopädisch-Unfallchirurgisches Zentrum, Universitätsklinikum Mannheim, Medizinische Fakultät Mannheim der Universität Heidelberg, Mannheim, Deutschland

### **Fragestellung**

Bei Ellenbogenluxationen in posterolateraler Richtung und resultierender Terrible-Triad-Verletzung stellt sich intraoperativ nach Rekonstruktion des Radiuskopfes die Frage nach der Notwendigkeit einer additiven Rekonstruktion transversaler Koronoidfrakturen. Ein zusätzlicher operativer Zugang und verlängerte Operationszeit müssen dabei gegen potenzielle stabilisierende Effekte abgewogen werden.

Ziel dieser biomechanischen Studie war es, den größenabhängigen Einfluss eines transversalen Koronoiddefektes mit Refixation des LCLC auf die posterolaterale Rotationsinstabilität des Ellenbogens zu untersuchen.

### **Methodik**

In dieser Studie wurden acht frisch gefrorene humane Ellenbogenpräparate untersucht. Zur Simulation der posterolateralen Instabilität wurde mithilfe einer Materialprüfmaschine ein definiertes externes Rotationsmoment auf die Ulna appliziert. Die externe Rotation der Ulna relativ zum Humerus wurde als Surrogatparameter der Instabilität über ulnar bzw. humeral verankerte Marker eines 3D-Tracking-Systems erfasst. Die Messungen erfolgten jeweils bei 30° und 60° Ellenbogenflexion, bei intaktem Koronoid, sowie nach schrittweiser Erzeugung einer transversalen Koronoidfrakturhöhe von 5 mm, 10 mm und 15 mm. Jede Messung wurde sowohl im Zustand eines abgelösten LCLC als auch nach Refixation des LCLC durchgeführt.

Die statistische Auswertung erfolgte mittels Varianzanalyse mit Messwiederholung. Als Innersubjektfaktoren wurden die Defektgröße (0, 5, 10, 15 mm), der Flexionswinkel (30°, 60°) und der Bandstatus (abgelöst vs. refixiert) berücksichtigt. Bei Verletzung der Sphärizitätsannahme wurden Greenhouse-Geisser-korrigierte Freiheitsgrade angewendet. Das Signifikanzniveau wurde auf  $p < 0,05$  festgelegt.

### **Ergebnisse**

In der Varianzanalyse mit Messwiederholung zeigte sich, dass mit steigendem knöchernem Defekt, (sowohl mit als auch ohne Refixation des LCLC) die Gesamtrotation kontinuierlich zunahm ( $p < 0,001$ ). Eine Bandrefixation war über alle Defektgrößen und Flexionswinkel signifikant stabiler als ohne Refixation ( $p < 0,001$ ). Der Effekt der Bandrefixation unterschied sich nicht signifikant bei zunehmender Defektgröße ( $p = 0,224$ ), was darauf hinweist, dass der absolute Unterschied zwischen Refixation und abgelöstem LCLC über alle Defektgrößen vergleichbar blieb. Bereits ohne knöchernen Koronoiddefekt führte die Refixation zu einem signifikanten stabilisierenden Effekt ( $p < 0,001$ ).

### **Schlussfolgerung**

Bei der posterolateralen Ellenbogenluxation und resultierender Terrible-Triad-Verletzung konnte gezeigt werden, dass nach Rekonstruktion des Radiuskopfes der LCLC als wesentlicher Stabilisator rekonstruiert werden sollte. Die Ergebnisse zeigten die Notwendigkeit der Rekonstruktion des LCLC in allen Defektgrößen und Gelenkstellungen. Allerdings konnte auch eine signifikante Zunahme der Posterolateralen Instabilität bei größeren transversalen Frakturhöhen des Koronoids nachgewiesen werden was intraoperativ berücksichtigt werden sollte. Bereits bei einer transversalen Frakturhöhe von 5 mm kann eine operative Versorgung des Koronoids in Erwägung gezogen werden, bei größeren Defekten mit zunehmender Instabilität erscheint eine additive Koronoidversorgung erforderlich.

## **Präoperative 3D-Planung optimiert die Retroversionskorrektur bei inverser Schulterprothetik mittels augmentierter Hemi-Wedge-Basisplatten**

**Autorenliste:** Luis Alfredo Navas Contreras<sup>1</sup>, Thorsten Gühring<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Orthopädische Klinik Stuttgart Botnang, Stuttgart, Deutschland*

### **Fragestellung**

Augmentierte Basisplatten dienen in der inversen Schulterendoprothetik (RSA) der Korrektur von Glenoidversion und -inklination. Ziel dieser Studie war es zu untersuchen, ob eine präoperative 3D-Planung die anatomische Rekonstruktion (Ziel: Version 0°, Inklination 0°) im Vergleich zur konventionellen Technik verbessert.

### **Methodik**

In einer prospektiven Studie wurden 100 Patienten mit Omarthrose und Rotatorenmanschettendefekt mittels RSA und Hemi-Wedge-Basisplatte versorgt. Eine Gruppe (n=50) erhielt eine präoperative 3D-Planung (Signature™ ONE) zur exakten Bestimmung von Wedgegröße, Rotation und Position. Die Kontrollgruppe (n=50) wurde ohne Planung operiert. Analysiert wurden prä- und postoperative Röntgen- und CT-Daten (RSA-Winkel, Glenoidversion in drei Ebenen) sowie die Sphere Bone Overhang Distance (SBOD).

### **Ergebnisse**

Die Inklination wurde in beiden Gruppen erfolgreich von präoperativ 16,2° auf postoperativ 2,4° korrigiert. Hinsichtlich der Retroversion zeigte die Planungsgruppe jedoch signifikante Vorteile: Durch die 3D-Planung wurde in allen Glenoidbereichen eine signifikant bessere, nahezu anatomische Korrektur erreicht ( $p < 0,0001$ ). Die durchschnittliche SBOD lag in beiden Gruppen bei 4–5 mm.

### **Schlussfolgerung**

Während die Inklinationskorrektur auch ohne Planung gelingt, verbessert die präoperative 3D-Planung die Korrektur der Glenoid-Retroversion bei Verwendung von Hemi-Wedge-Basisplatten erheblich. Das System unterstützt den Operateur entscheidend dabei, die optimale Basisplattenposition zu finden und komplexe Deformitäten präziser zu adressieren.

## **Vergleich zwischen Kurzschaft inverse Schulterprothesen (gekrümmter Schaft vs. gerade Schaft)**

**Autorenliste:** Luis Alfredo Navas Contreras<sup>1</sup>, Thorsten Gühring<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Orthopädische Klinik Stuttgart Botnang, Stuttgart, Deutschland*

### **Fragestellung**

Die inverse Schulterprothese (RSA) hat sich durch die Einführung metaphysär verankerter Kurzschaftprothesen fundamental gewandelt. Diese Implantate zielen auf den Erhalt des humeralen Knochenstocks und eine physiologischere Krafteinleitung ab. Zwei dominante Designphilosophien stehen sich gegenüber: der gekrümmte, anatomisch geformte Schaft (z.B. Tornier Aequalis Ascend Flex) und der gerade, keilförmige Schaft (z.B. Zimmer Biomet Comprehensive). Ziel dieser Studie ist der Vergleich der klinischen und radiologischen Ergebnisse dieser beiden Systeme.

### **Methodik**

In einer retrospektiven Kohortenstudie wurden 200 Patienten untersucht, die eine primäre anatomische TSA erhielten. Die Kohorte unterteilte sich in Gruppe A (n=50), versorgt mit dem Tornier Aequalis Ascend Flex, und Gruppe B (n=150), versorgt mit dem Zimmer Biomet Comprehensive Micro Stem. Der Nachbeobachtungszeitraum betrug im Mittel 38 Monate. Primäre Endpunkte waren klinische Scores (CS, ASES), Bewegungsumfänge (ROM) und radiologische Veränderungen (Stress Shielding, Calcar-Osteolysen).

### **Ergebnisse**

Beide Gruppen zeigten signifikante postoperative Verbesserungen ohne statistischen Unterschied in den klinischen Parametern (ASES: Gruppe A 92.4 vs. Gruppe B 91.8;  $p=0.68$ ). Radiologisch zeigte sich jedoch eine signifikante Diskrepanz: Gruppe A (gekrümmt) wies eine signifikant höhere Rate an medialen Calcar-Osteolysen auf (22% vs. 6%;  $p<0.01$ ). Umgekehrt zeigte Gruppe B (gerade) tendenziell häufiger metaphysäres Stress Shielding ohne Osteolysecharakter. Die Revisionsraten waren in beiden Gruppen vergleichbar niedrig (<2%).

### **Schlussfolgerung**

Die Studie bestätigt die klinische Gleichwertigkeit beider Schaftdesigns. Das Design beeinflusst jedoch maßgeblich das ossäre Remodeling. Der gekrümmte Schaft führt durch distale metaphysäre Verankerung häufiger zur proximalen Stressabschirmung (Calcar-Atrophie), während der gerade Schaft durch das „Fit-and-Fill“-Prinzip den medialen Calcar besser erhält. Trotz radiologischer Adaptationen ist die mittelfristige Implantatsicherheit beider Systeme exzellent.

## **Frakturmorphologie von Monteggia-like-Verletzungen: Fracture Mapping zur Identifikation ossärer Schlüsselfragmente**

**Autorenliste:** Marc Maximilian Weber<sup>1</sup>, Lennart Franz<sup>1</sup>, Jan Hockmann<sup>1</sup>, Lars P. Müller<sup>1</sup>, Valentin Rausch<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Klinik und Poliklinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und plastisch-ästhetische Chirurgie, Universitätsklinik Köln, Köln, Deutschland*

### **Fragestellung**

Monteggia-like-Verletzungen sind komplexe Ellenbogenluxationsfrakturen, die mit einer hohen Rate an Komplikationen wie Instabilität, Gelenksteife und häufigen Revisionseingriffen einhergehen. Ziel dieser Studie war es, mithilfe von dreidimensionaler Frakturmusteranalyse die Morphologie dieser Verletzungen besser zu verstehen und ossären Schlüsselfragmente von Monteggia-like-Verletzungen systematisch zu analysieren, um operative Strategien besser planen und optimieren zu können

### **Methodik**

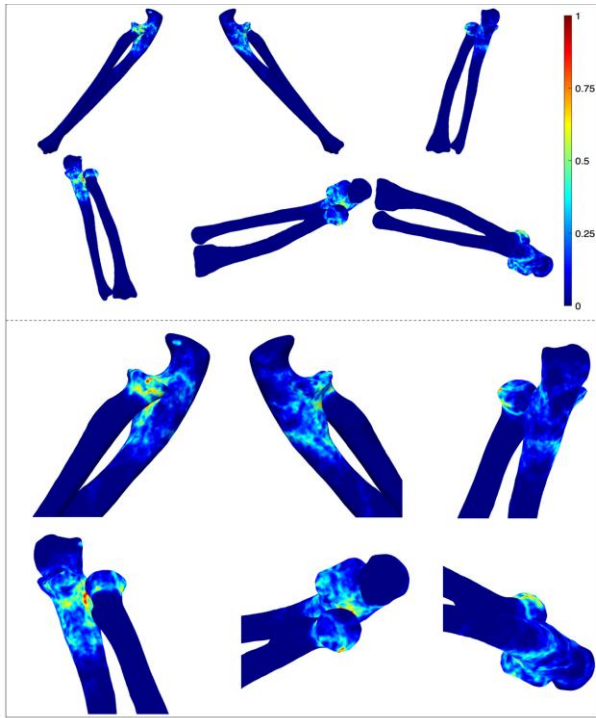
Es wurden CT-Datensätze von 29 Patienten mit diagnostizierten Monteggia-like-Verletzungen ausgewertet. Nach dreidimensionaler Rekonstruktion der Knochenfragmente aus DICOM-Daten erfolgte eine computergestützte Segmentierung und Überlagerung der Frakturlinien. Auf dieser Basis wurden Verteilungskarten von Radius und Ulna erstellt, um Regionen mit erhöhter Frakturwahrscheinlichkeit darzustellen und typische Frakturmuster zu identifizieren.

### **Ergebnisse**

Am Radius zeigten sich Frakturhäufungen im Bereich des Radiuskopfes, insbesondere an der lateralen Circumferentia articularis sowie im Übergang vom Kopf zum Hals des Radiuskopfes. An der Ulna lagen die höchsten Frakturwahrscheinlichkeiten im proximalen metaphysären Bereich und am metaphysär-diaphysären Übergang. Besonders ausgeprägte Häufungen fanden sich im Bereich der Incisura radialis sowie ventral distal des Processus coronoideus. Distale Anteile von Radius und Ulna waren im untersuchten Kollektiv kaum betroffen. Die Häufigkeitsverteilung ermöglicht eine klare Abgrenzung ossärer Schlüsselfragmente (Abbildung 1)

### **Schlussfolgerung**

Frakturmusteranalyse erlaubt eine detaillierte dreidimensionale Analyse der Frakturmorphologie von Monteggia-like-Verletzungen und identifiziert charakteristische Frakturmuster sowie ossäre Schlüsselfragmente. Diese Erkenntnisse können zur präoperativen Planung beitragen, operative Zugangs- und Osteosynthesestrategien unterstützen und eine Grundlage für zukünftige, morphologiebasierte Klassifikationssysteme bilden.



## **Präventive Screeningtests und Werferschulter im Handball – eine prospektive Kohortenstudie**

**Autorenliste:** Alexander-Stephan Henze<sup>1</sup>, Verena Deutsch<sup>1</sup>, Phillipp Bottke<sup>1</sup>, Eric Schwarz<sup>1</sup>, Daniel Bizjak<sup>1</sup>, Lynn Matits<sup>2</sup>, Sebastian Schulz<sup>1 3</sup>, Johannes Kirsten<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sektion Sport- und Rehabilitationsmedizin, Klinik für Innere Medizin II, Universitätsklinikum Ulm, Ulm, Deutschland, <sup>2</sup>Abteilung Klinische & Biologische Psychologie, Institut für Psychologie und Pädagogik, Universität Ulm, Ulm, Deutschland, <sup>3</sup>Institut für Medizintechnik und Mechatronik, Technische Hochschule Ulm, Ulm, Deutschland

### **Fragestellung**

Handball zählt in der D-A-CH-Region zu den beliebtesten Mannschaftssportarten, wobei wurfassozierte Schulterbeschwerden ein häufiges und klinisch relevantes Problem darstellen. Persistierende Beschwerden können mit strukturellen Überlastungsschäden der Rotatorenmanschette und des bicipitolabralen Komplexes assoziiert sein und sind häufig Anlass präventiver Trainingsprogramme sowie konservativer oder operativer Therapiekonzepte. Ziel dieser Studie war es, den Zusammenhang zwischen praxistauglichen funktionellen Schultertests und dem Vorliegen sowie dem Neuaufreten wurfassoziierter Schulterbeschwerden im Amateurhandball zu analysieren.

### **Methodik**

In diese prospektive Beobachtungsstudie wurden in der Saison 2024/2025 insgesamt 168 Handballspielende beider Geschlechter aus dem leistungsorientierten Amateurhandball eingeschlossen. Wurfassozierte Schulterbeschwerden wurden zu Studienbeginn mittels des validierten *Oslo Sports Trauma Research Center Overuse Injury Questionnaire (OSTRC-O2)* erfasst. Ergänzend wurden demografische und anthropometrische Daten erhoben.

Das Screening mit mobilen Messsystemen umfasste standardisierte Tests zentraler Schulterfunktionen, darunter das gesamte glenohumerale Rotationsbewegungsausmaß (TROM), die normierte isometrische Außenrotationskraft und den *Upper Quarter Y-Balance-Test*. Zusätzlich erfolgte eine Oberflächen-Elektromyografie (EMG) zur Analyse der neuromuskulären Skapulakoordination (oberer/unterer Trapezius, Serratus anterior). Die finale Auswahl der Screeningparameter für die Regressionsmodelle erfolgte auf Grundlage klinischer Plausibilität unter Berücksichtigung partieller Korrelationen. Querschnittliche Zusammenhänge wurden mittels logistischer Regression (Adjustierung für Alter, Geschlecht und Trainingsbelastung) untersucht. Beschwerdefreie Teilnehmende wurden über 12 Wochen prospektiv wöchentlich mittels *OSTRC-O2* nachverfolgt. Die prädiktive Bedeutung der Screeningparameter für neu auftretende Schulterbeschwerden wurde ebenfalls mittels logistischer Regression analysiert. Kontinuierliche Prädiktoren wurden z-standardisiert, um eine vergleichbare Darstellung der Effektstärken als Odds Ratio (OR) pro 1 Standardabweichung (SD) mit 95 %-Konfidenzintervallen (KI) zu ermöglichen.

### **Ergebnisse**

Zum Studienbeginn berichteten 61 von 168 Teilnehmenden (36 %) über wurfassozierte Schulterbeschwerden. In den adjustierten Querschnittanalysen zeigte keiner der funktionellen Schulterparameter eine unabhängige Assoziation mit bestehenden Beschwerden (OR pro 1 SD = 0,83–1,11; 95 %-KI 0,54–1,57). Darüber hinaus zeigte sich kein statistisch gesicherter unabhängiger Geschlechtseffekt.

Von 107 zu Studienbeginn beschwerdefreien Teilnehmenden schlossen 59 die 12-wöchige Nachbeobachtung ab. Während des Follow-ups entwickelten 28 Personen (47 %) neue wurfassozierte Schulterbeschwerden. In der prospektiven Analyse, adjustiert für Alter, waren eine größere TROM, eine höhere Außenrotationskraft sowie eine günstigere EMG-basierte neuromuskuläre Skapulakoordination

mit geringeren Odds (OR pro 1 SD = 0,68–0,79; 95 %-KI 0,36–1,38) für das Neuauftreten wurfassozierter Schulterbeschwerden assoziiert, ohne statistische Signifikanz zu erreichen. Sensitivitätsanalysen mit alternativen Modellierungen zeigten vergleichbare Ergebnisse.

### **Schlussfolgerung**

Einmalig präventiv erhobene funktionelle Schulterparameter zeigten weder eine relevante Assoziation mit bestehenden noch eine verlässliche kurzfristige prädiktive Aussagekraft für wurfassoziierte Schulterbeschwerden im Amateurhandball.

## **Klinische und radiologische Ergebnisse nach konservativer und operativer Behandlung von Skapulafrakturen: Eine 12-Jahres-Kohortenanalyse in einem Level-1-Traumazentrum**

**Autorenliste:** Alp Paksoy<sup>1</sup>, Elmar Kühnle<sup>1</sup>, Jean-Baptiste Quast-Cojocar<sup>1</sup>, Moritz Brunner<sup>2</sup>, Ulrich Stöckle<sup>1</sup>, Rony Orijit Dey Hazra<sup>1</sup>, David Back<sup>1</sup>, Doruk Akgün<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Charité Campus Virchow-Klinikum, Berlin, Deutschland, <sup>2</sup>Universität Regensburg, Regensburg, Deutschland

### **Fragestellung**

Ziel der vorliegenden Studie ist es, die Epidemiologie der Skapulafrakturen sowie das im Level-1-Traumazentrum angewandte Behandlungsmanagement dafür darzustellen. Darüber hinaus werden die klinischen und radiologischen Ergebnisse nach konservativer und operativer Versorgung dieser Verletzungen evaluiert.

### **Methodik**

Insgesamt wurden 249 Patienten, die zwischen 2012 und 2024 aufgrund einer Skapulafraktur in unserer Klinik behandelt wurden, retrospektiv analysiert. Insgesamt konnten 110 Patienten nachuntersucht werden. Die Evaluation der Schulterfunktion erfolgte mit folgenden Outcome Scores: Subjective Shoulder Value (SSV), Visual Analog Scale (VAS), Constant Score (CS), Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH), Oxford Shoulder Score (OSS), Short Form 12 (SF-12) und patient American Shoulder and Elbow Surgeons Score (p-ASES). Des Weiteren wurden weitere Untersuchungen durchgeführt, um das Vorliegen einer Skapuladyskinesie zu erfassen. Die radiologische Einschätzung der Arthrose erfolgte mittels Röntgen anhand der Klassifikation nach Samilson und Prieto.

### **Ergebnisse**

249 Patienten (w = 58, m = 191) hatten ein durchschnittliches Alter von  $50,4 \pm 17,6$  Jahren zum Unfallzeitpunkt. Insgesamt traten 182 extraartikuläre Skapulafrakturen, 67 Glenoidfrakturen, 40 Akromionfrakturen (isoliert 29) und 26 Korakoidfrakturen (isoliert 13) auf. Bei 84 Patienten bestanden kombinierte Verletzungsmuster, die gemäß der SSSC-Klassifikation eingeteilt wurden (Goss Typ 1: 51 Typ 2: 24, Typ 3: 9, Typ 4: 0). In 6,4% war zusätzlich eine proximale Humerusfraktur vorhanden. Operativ versorgt wurden 6,8% der extraartikulären Skapulablattfrakturen sowie 71,6% der intraartikulären Glenoidfrakturen. Darüber hinaus erfolgte eine osteosynthetische Versorgung in 37,9% der Akromionfrakturen und 65,4% der Korakoidfrakturen. Kombinierte SSSC-Verletzungen wurden in 63,1 % der Fälle operativ behandelt.

Das durchschnittliche Alter der nachuntersuchten Kohorte mit 110 Patienten betrug  $48,9 \pm 16,4$  Jahre. Die durchschnittliche Zeit zwischen Unfallereignis und letzter Nachuntersuchung lag bei  $4,9 \pm 3,7$  Jahren. Insgesamt hatten 77 Patienten extraartikuläre und 33 Patienten intraartikuläre Frakturen.

Von 77 extraartikulären Frakturen wurden zwei Patienten aufgrund einer im Verlauf implantierten inversen Schulterendoprothese ausgeschlossen. Die Outcome-Scores der verbleibenden 75 Patienten waren wie folgt: SSV  $85,3 \pm 19,0$ , VAS  $1,2 \pm 2,2$ , CS  $83,2 \pm 15,5$ , DASH  $12,8 \pm 19,0$ , OSS  $43,4 \pm 7,8$ , SF-12  $97,6 \pm 10,5$  und p-ASES  $88,0 \pm 18,4$ . Eine Skapuladyskinesie lag bei ca. 64 % der Patienten vor (48/75). Die radiologische Kontrolle nach Samilson zeigte folgende Verteilung: Typ 1: 87,5%, Typ 2: 10,7%, Typ 3: 1,8%.

Bei den 33 Patienten mit Glenoidfrakturen ergaben die Outcome-Scores folgendes: SSV  $82,4 \pm 25,3$ , VAS  $1,0 \pm 1,8$ , CS  $84,2 \pm 18,8$ , DASH  $12,0 \pm 17,7$ , OSS  $42,9 \pm 9,0$ , SF-12  $99,5 \pm 15,6$  und p-ASES  $82,6 \pm 23,9$ . Eine

Skapuladyskinesie lag bei 48 % der Patienten vor (16/33). Die radiologische Kontrolle nach Samilson zeigte folgende Verteilung: Typ 1: 65,4%, Typ 2: 19,2%, Typ 3: 15,4%.

### **Schlussfolgerung**

Die vorliegende Studie liefert wichtige Erkenntnisse zur Epidemiologie und Versorgung von Skapulafrakturen. Insgesamt konnten sowohl nach operativer als auch nach konservativer Therapie gute funktionelle und radiologische Ergebnisse erzielt werden, wobei bei den meisten Patienten begleitend eine Skapuladyskinesie bestand.

## **Wie können Haltungstypen bei der inversen Schultertotalendoprothese am besten beurteilt werden?**

**Autorenliste:** Sebastian Lappen<sup>1</sup>, Paul Siegert<sup>2</sup>, Abdelkader Shekhbihi<sup>3</sup>, Eva Herbst<sup>4</sup>, Asimina Lazaridou<sup>3</sup>, Maximilian Modelhart<sup>3</sup>, Daniela Brune<sup>3</sup>, Philipp Moroder<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Orthopädisch-Unfallchirurgisches Zentrum, Universitätsklinikum Mannheim, Mannheim, Deutschland,

<sup>2</sup>Orthopädisches Spital Speising, Wien, Österreich, <sup>3</sup>Schulthess Klinik, Zürich, Schweiz, <sup>4</sup>ETH Zürich, Zürich, Schweiz

### **Fragestellung**

Die skapulothorakalen Orientierung spielt eine entscheidende Rolle für die Schulterbiomechanik und die klinischen Ergebnisse nach inverser Schultertotalendoprothese (rTSA). Die herkömmliche Haltungsklassifikation beruht entweder auf einer subjektiven klinischen Beurteilung im Stehen oder auf objektiven CT-Messungen in Rückenlage. Beide Ansätze haben jedoch inhärente Limitationen. In dieser Studie wurde die Übereinstimmung beider Evaluationsmethoden mit einer dreidimensionalen ultraschallgestützten Navigationsmessung im Stehen untersucht.

### **Methodik**

28 Patienten nach rTSA (Follow-up  $\geq$  12 Monate) wurden eingeschlossen. Der Haltungstyp wurde bei allen Patienten klinisch im Stehen sowie anhand der Skapulainnenrotation im CT in Rückenlage beurteilt. Zusätzlich wurde eine navigierte Ultraschalluntersuchung auf Basis patientenspezifischer 3D-Modelle durchgeführt, um objektive Messwerte der Skapulainnenrotation, der Aufwärtsrotation und der Inklination im Stehen zu erheben. Eine Hauptkomponentenanalyse (Principal Component Analysis, PCA) wurde auf diese drei Handlungsvariablen angewendet und der durch jede Hauptkomponente erklärte Varianzanteil quantifiziert. Die erste Hauptkomponente (PC1) wurde als zusammengesetzter Score dieser Variablen definiert. Die zweite Hauptkomponente (PC2) wurde zur Charakterisierung sekundärer, orthogonaler Handlungsvariationen herangezogen. PCA-basierte Handlungsgruppen wurden anhand von  $\pm 1$  Standardabweichung entlang PC1 definiert und mit etablierten klinischen Handlungsbeurteilungen im Stehen sowie CT-basierten Klassifikationen in Rückenlage verglichen. Zusammenhänge zwischen den Hauptkomponenten und den ursprünglichen Handlungsvariablen sowie die Robustheit wurden geprüft.

### **Ergebnisse**

PC1 erklärte 54,5 % der Gesamtvarianz der Handlungsparameter, während PC2 weitere 32,1 % erklärte, sodass die beiden Komponenten zusammen 86,6 % der Gesamtvarianz abbildeten. PC1 zeigte starke Korrelationen mit der Innenrotation ( $r = -0,89$ ), der Aufwärtsrotation ( $r = 0,69$ ) und der Inklination ( $r = 0,61$ ) und definierte damit eine einheitliche und klinisch interpretierbare Achse der skapulothorakalen Orientierung. PC2 erfasste residuelle, orthogonale Variationen, die unterschiedliche Beiträge von Aufwärtsrotation und Inklination widerspiegeln. Die Bootstrap-Analyse zeigte über alle Resamples hinweg konsistente Ladungsmuster für PC1 und PC2, und stützte damit die interne Stabilität trotz geringer Fallzahl. Die PCA-basierte Klassifikation zeigte eine verbesserte strukturelle Kohärenz im Vergleich zu traditionellen klinischen und CT-basierten Handlungsbeurteilungen.

### **Schlussfolgerung**

Die PCA-basierte Analyse der im Stehen erhobenen, navigationsgestützten Ultraschallmessungen der skapulothorakalen Haltung ermöglicht eine objektive, stabile und funktionell relevante Beurteilung der Haltungstypen. Im Vergleich zu konventionellen klinischen und CT-basierten Verfahren erfasst dieser Ansatz multidimensionale Haltungsvariationen umfassender, ohne deren kontinuierlichen Charakter zu verlieren, und unterstützt somit sein potenzielles Anwendungspotenzial für die Haltungsklassifikation und klinische Beurteilung nach rTSA.

## **Arthroskopischer posteriorer Bankart-Repair mit subtotalem Pectoralis-major-Release bei kombinierter dynamisch-funktioneller und struktureller posteriorer Schulterinstabilität: Ein Fallbericht**

**Autorenliste:** Alahan Alkis Sensoy<sup>1</sup>, Muhammed Yusuf Afacan<sup>2</sup>, Tobias Gruber<sup>3</sup>, Doruk Akgün<sup>1</sup>, Alp Paksoy<sup>1</sup>

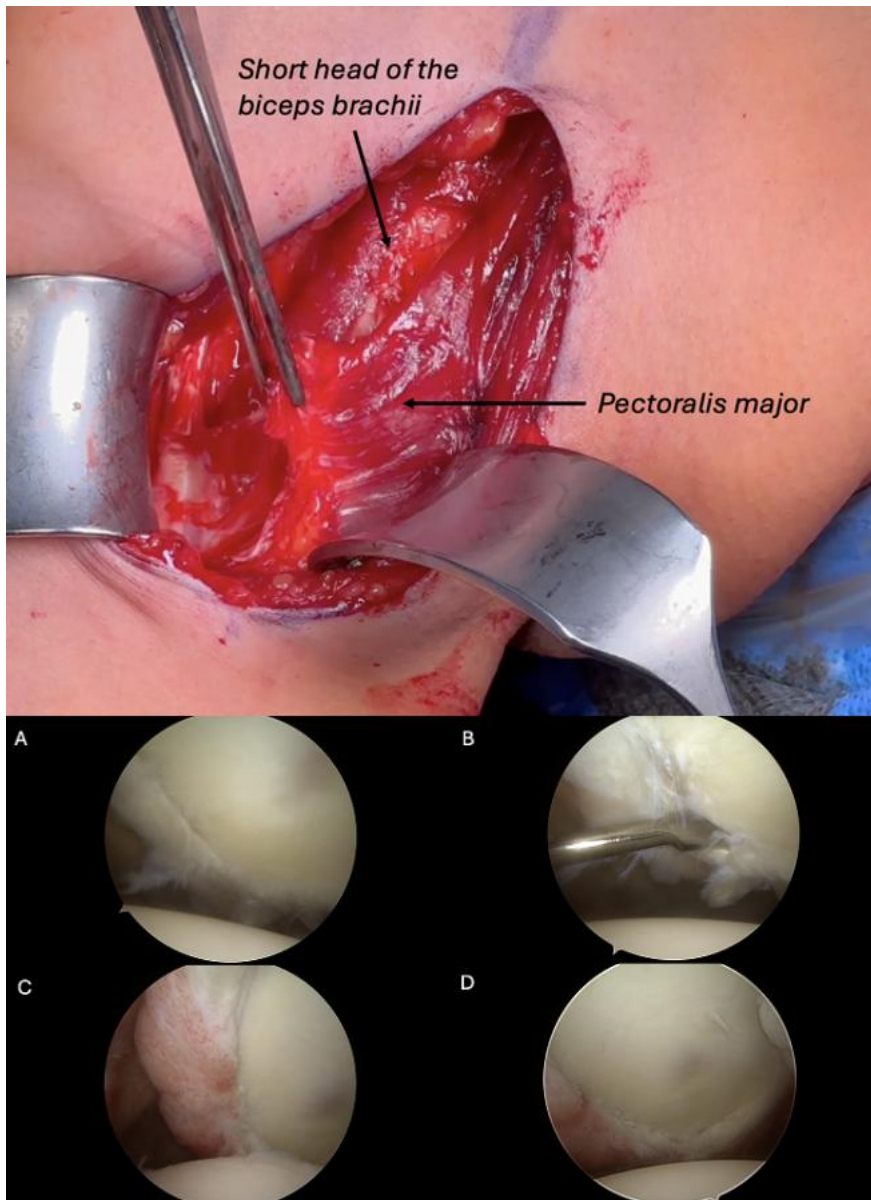
<sup>1</sup>Charité Campus Virchow-Klinikum, Berlin, Deutschland, <sup>2</sup>Istanbul Physical Therapy and Rehabilitation Training and Research Hospital, Department of Orthopaedics and Traumatology, Istanbul, Turkiye, Istanbul University-Cerrahpasa, Institute of Graduate Studies, Cerrahpasa Faculty of Medicine, Department of Anatomy, Istanbul, Turkiye, Istanbul, Türkei, <sup>3</sup>Universität zu Köln, Medizinische Fakultät und Uniklinik Köln, Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Köln, Deutschland, Köln, Deutschland

### **Fragestellung**

Die dynamisch-funktionelle posteriore Schulterinstabilität (PSI) vom Subtyp B1 gemäß der ABC-Klassifikation nach Moroder et al. entsteht durch pathologische Muskelaktivierung und nicht durch strukturelle Defekte. Eine B1-PSI kann jedoch nach wiederholten Luxationsereignissen strukturelle Schäden verursachen und zu einer kombinierten B1/B2-Instabilität führen. Während abnormale Aktivierungsmuster der Rotatorenmanschette und der periskapulären Muskulatur gut dokumentiert sind, ist die Rolle des M. pectoralis major beim B1-Subtyp der PSI bisher wenig untersucht.

### **Methodik**

Ein 41-jähriger männlicher Patient stellte sich mit atraumatischen posterioren Luxationen der rechten Schulter seit 2 Jahren vor, die therapieresistent gegenüber intensiver Physiotherapie und Schulter-Pacemaker waren. Die klinische Untersuchung zeigte einen positiven Show-me-Test, spontane unkontrollierte posteriore Luxationen bei fast jeder Abduktions- und Flexionsbewegung sowie eine Skapuladyskinesie. Die Schnittbildgebung (MRT und CT) zeigte eine posteriore Bankart-Läsion ohne signifikanten knöchernen Defekt, wahrscheinlich sekundär entstanden durch die unkontrollierten posterioren Luxationen über den Zeitraum von zwei Jahren. Die Elektromyographie wies eine Ruhe-Hyperaktivität des M. pectoralis major nach, was auf ein dynamisches Ungleichgewicht als primären Treiber der PSI hindeutete. Der Patient unterzog sich einem offenen Release des Pars sternocostalis des M. pectoralis major (*Abbildung 1*) in Kombination mit einem arthroskopischen posterioren Bankart-Repair (*Abbildung 2*).



### Ergebnisse

Postoperativ erfolgte nach einer sechs-wöchigen Ruhigstellung ein strukturiertes Rehabilitationsprogramm. Beim Ein-Jahres-Follow-up war der Patient schmerzfrei, zeigte einen vollen Bewegungsumfang und berichtete über keine erneute Instabilität. Die Stabilität blieb auch in provokativen Positionen wie voller Flexion und Abduktion erhalten. Die kurzfristigen klinischen Ergebnisse zeigten ein wiederhergestelltes dynamisch-statisches Gleichgewicht ohne Kraftverlust oder funktionelle Defizite.

### Schlussfolgerung

Dieser Fall liefert den ersten klinischen Nachweis, dass eine Ruhe-Hyperaktivität des M. pectoralis major eine dynamisch-funktionelle PSI auslösen kann. Wenn konservative Therapiemaßnahmen scheitern, kann ein offenes Release des sternocostalen Anteils des M. pectoralis major in Kombination mit einem posterioren Bankart-Repair eine therapeutische Option darstellen. Weitere Studien sind erforderlich, um Prävalenz, Langzeitergebnisse und Patientenselektionskriterien für diesen kombinierten Ansatz zu bestimmen.

## **Metallfreie „interconnected“-Fixation mit knotenlosen PEEK-Ankern bei arthroskopischer posteriorer Knochenblock-Augmentation und Subscapularis-Transfer: Fallbericht eines Profifußball-Torhüters**

**Autorenliste:** Shorash Kawa Shaheen<sup>1</sup>, Ralf Doyscher<sup>2</sup>, Markus Scheibel<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Schulthess Klinik, Medical Faculty and University Hospital Carl Gustav Carus, TUD Dresden University of Technology, Dresden, Germany, Zürich, Schweiz, <sup>2</sup>Center for Musculoskeletal Surgery, Charité-Universitätsmedizin, Berlin, Germany, Berlin, Deutschland, <sup>3</sup>Schulthess Klinik, Center for Musculoskeletal Surgery, Charité-Universitätsmedizin, Berlin, Germany, Zürich, Schweiz

### **Fragestellung**

Rezidivierende posteriore Schulterinstabilität mit posteriorem knöchernem Glenoidranddefekt ist bei Hochleistungsathleten vergleichsweise selten. Schraubenfixationen bei posteriorer Knochenblock-Augmentation können implantatassoziierte Beschwerden (Prominenz/Irritation) und Revisionen begünstigen. Ziel dieses Fallberichts ist die Darstellung einer schraubenlosen, metallfreien „interconnected“-Fixation mittels knotenloser Polyetheretherketon-(PEEK)-Fadenanker und der gleichzeitigen Versorgung einer kombinierten knöchernen Pathologie (posteriorer Glenoiddefekt und Reverse-Hill-Sachs-Defekt).

### **Methodik**

Beschrieben wird ein männlicher Profifußballer-Torhüter mit dreimaliger traumatischer posteriorer Instabilität, posteroinferiorem Glenoiderosionsdefekt und Reverse-Hill-Sachs-Läsion. Die präoperative CT-Quantifizierung mittels Best-fit-circle-Methode ergab einen posterioren Glenoiddefekt von 17,4 % (posteriorer Glenoid-Tilt 22°). Arthroskopisch erfolgte eine posteriore Glenoidrandrekonstruktion mit bikortikalem Beckenkamm-Autotransplantat. Zur metallfreien Fixation wurden zwei knotenlose PEEK-Anker am posterioren Glenoidhals (10 mm Abstand, leicht medial der Glenoidkante) gesetzt. Das Transplantat wurde korrespondierend zweilochig präpariert. Die Ankerfäden wurden durch das Transplantat geführt, zwischen beiden Ankern nach dem „interconnected“-Prinzip verschaltet und alternierend gespannt, bis eine bündige Kompression am posterioren Glenoidhals erreicht war. Anschließend erfolgten eine posteriore Kapsel-Labrum-Refixation mit Kapselshift sowie ein ventraler Subscapularis-Transfer (modifizierter McLaughlin) zur Defektauffüllung des Reverse-Hill-Sachs-Defekts.

### **Ergebnisse**

Im frühen Verlauf zeigte sich eine klinische, wie subjektiv suffiziente Stabilität bei geringer Bewegungseinschränkung. Eine Rückkehr zum Training (RTT) war nach ca. 4 Monaten und ein Return to Competition (RTC) nach ca. 6 Monaten ohne wesentliche sportliche Einschränkungen auf Vorverletzungsniveau möglich. Im Follow-up nach >2 Jahren zeigte die Computertomografie (CT) eine regelrechte Transplantatlage mit knöcherner Konsolidierung und gutem Remodeling. In der Magnetresonanztomografie (MRT) fanden sich keine Hinweise auf relevante Knorpelschäden oder Arthrose. Es verblieb eine geringe Bewegungseinschränkung. Die patientenberichteten Ergebnisparameter (PROMs) nach >2 Jahren betragen: Subjective Shoulder Value (SSV) 80%, Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI) 83,3% (35/210), Rowe-Score 85/100, Constant-Murley-Score (CS) 87 Punkte.

### **Schlussfolgerung**

Die metallfreie „interconnected“-Ankerfixation ermöglichte bei einem Profifußball-Torhüter eine rein arthroskopische, schraubenfreie posteriore Glenoidrandrekonstruktion mit relativ zügiger Rehabilitation und erfolgreicher rezidivfreier Wiedererlangung des sportlichen Vorverletzungsniveaus bei komplexer und seltener Instabilitätskonstellation.

## **MRT oder Arthroskopie? Diagnostische Sicherheit bei glenohumeralen BegleitleSIONen im Rahmen von Akromioklavikulargelenks-Instabilitäten**

**Autorenliste:** Philipp Vetter<sup>1</sup>, Eduard van Eecke<sup>1</sup>, Christiane Barthel<sup>1</sup>, David Endell<sup>1</sup>, Christian Pfirrmann<sup>2</sup>, Asimina Lazaridou<sup>1,3</sup>, Markus Scheibel<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Schulthess Klinik, Zürich, Schweiz, <sup>2</sup>MRI Institut, Zürich, Schweiz, <sup>3</sup>Brigham & Women's Hospital and Harvard Medical School, Boston, Vereinigte Staaten, <sup>4</sup>Charité-Universitätsmedizin, Berlin, Deutschland

### **Fragestellung**

Ziel dieser Studie war die Analyse der diagnostischen Sicherheit der Magnetresonanztomographie (MRT) im Vergleich zur diagnostischen Arthroskopie zur Detektion glenohumeraler BegleitleSIONen (CGP) bei Patient:innen mit arthroskopisch assistierter Stabilisierung von Akromioklavikulargelenks-(ACG-)Instabilitäten.

### **Methodik**

Eingeschlossen wurden alle Patient:innen, die vor arthroskopisch assistierter operativer Versorgung einer akuten oder chronischen ACG-Instabilität (Cut-off: 3 Wochen zwischen Trauma und Operation) ein MRT erhalten hatten. In allen Fällen erfolgten eine standardisierte Anamnese, klinische Untersuchung sowie konventionelle Röntgen-Bildgebung.

Im Rahmen der arthroskopisch assistierten ACG-Stabilisierung wurde regelhaft eine diagnostische Arthroskopie durchgeführt, welche als Goldstandard zur Detektion von CGP diente. Die weitere operative Therapie erfolgte befundabhängig nach intraoperativer Entscheidung. Beurteilt wurden Läsionen der Sehnen des M. subscapularis (SSC), M. supraspinatus (SSP) und M. infraspinatus, des Labrums einschließlich isolierter superiorer anteroposteriorer LabrumläSIONen (SLAP), der langen Bizepssehne (LBS), des Pulley-Systems sowie des glenohumeralen Knorpels.

Die MRT-Auswertung hinsichtlich CGP erfolgte verblindet gegenüber den arthroskopischen Befunden. Die diagnostische Sicherheit des MRT wurde primär binomial anhand von Sensitivität, Spezifität und Akkuratheit bestimmt.

### **Ergebnisse**

Insgesamt wurden 43 Patient:innen (37 männlich) mit einem mittleren Alter von 43,7 Jahren eingeschlossen. Es lagen 26 Rockwood-Typ-V- und 17 Rockwood-Typ-IIIB-Verletzungen vor. Acht Patient:innen erhielten ein MRT mit Arthrographie. Es bestanden 28 akute Fälle (mittlerer Zeitraum Unfall-MRT: 5 Tage) und 15 chronische Fälle (mittlerer Zeitraum Unfall-MRT: 274 Tage).

In der diagnostischen Arthroskopie wurden in 63 % der Fälle (n = 27) CGP festgestellt, gegenüber 60 % (n = 26) im MRT. Am häufigsten fanden sich Partialrupturen der anterosuperioren Rotatorenmanschette (SSP: n = 16; SSC: n = 14) sowie SLAP-Läsionen (n = 12). In 21 % der Fälle (n = 9) lagen multiple CGP vor.

Das MRT zeigte eine Gesamtakkuratheit von 88 % (Spannweite: 67–93 %), bei einer Sensitivität von 56 % (Wertebereich 0–69 %) und einer Spezifität von 92 % (67–97 %). Im explorativen Subgruppenvergleich wiesen chronische Fälle für Läsionen des SSP eine höhere diagnostische Sicherheit des MRT auf als akute Fälle, während sich bei SLAP-Läsionen tendenziell niedrigere diagnostische Kennwerte zeigten. Auf Basis der diagnostischen Arthroskopie wurden CGP in 28 % der Fälle (n = 12) identifiziert, jedoch nicht adressiert, in 23 % (n = 10) identifiziert und mittels Débridement behandelt und in 12 % (n = 5) rekonstruktiv versorgt. Insgesamt zeigten sich in neun Fällen zehn CGP, die im MRT falsch-negativ bewertet wurden, obwohl sie intraoperativ therapiert wurden (7 × Débridement; 3 × LBS-Tenodese).

### **Schlussfolgerung**

Das MRT weist eine gute diagnostische Sicherheit zur Detektion glenohumeraler Begleitläsionen bei Patient:innen mit arthroskopisch assistierter Stabilisierung von ACG-Instabilitäten auf. Entsprechend kann das MRT bei geplanter offener ACG-Stabilisierung als additive diagnostische Hilfestellung sinnvoll sein, um glenohumerale Begleitläsionen präoperativ zu erkennen und adäquat zu adressieren, wenngleich in der Mehrzahl der Fälle kein rekonstruktiver Eingriff erforderlich ist.

## **Machine Learning in der Schulterendoprothetik 2026: Hype oder klinischer Mehrwert?**

**Autorenliste:** Alexander Pieringer<sup>1</sup>, Asimina Lazaridou<sup>1,2</sup>, Tim Schneller<sup>1</sup>, Markus Scheibel<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Abteilung für Schulter- und Ellbogenchirurgie, Schulthess Klinik, Zürich, Schweiz, <sup>2</sup>Department of Anesthesiology, Brigham & Women's Hospital and Harvard Medical School, Boston, Vereinigte Staaten, <sup>3</sup>Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie, Charité-Universitätsmedizin, Berlin, Deutschland

### **Fragestellung**

In den letzten Jahren konnte man einen rasanten Aufstieg der künstlichen Intelligenz (KI) beobachten und ist mittlerweile aus dem täglichen Leben kaum mehr wegzudenken. Auch in der Medizin nimmt der Einsatz von KI und speziell von Machine Learning (ML)-Verfahren rapide zu. Doch inwieweit können ML-Modelle Schulterchirurg:innen tatsächlich bereits im klinischen Alltag unterstützen? Ziel dieses Narrative Reviews ist es, den aktuellen Stand von ML-Anwendungen in der Schulterendoprothetik zusammenzufassen und deren praktischen Nutzen und Umsetzbarkeit sowie Limitationen kritisch zu bewerten.

### **Methodik**

Es wurde eine narrative Literaturrecherche in PubMed, EMBASE und Cochrane durchgeführt. Insgesamt wurden 81 relevante Publikationen identifiziert (69 Originalarbeiten und 12 Übersichtsarbeiten). Die eingeschlossenen Studien wurden hinsichtlich ihrer klinischen Fragestellung, der eingesetzten ML-Algorithmen, der verwendeten Datentypen, der Performance-Metriken sowie der klinischen Outcomes analysiert.

### **Ergebnisse**

ML-Algorithmen ermöglichen die Analyse komplexer multimodaler Datensätze, wobei sich folgende klinisch relevante Anwendungsfelder ableiten lassen:

*Indikationsstellung & Patientenselektion:* Prädiktion funktioneller Ergebnisse (z.B. PROM, ROM)

*Präoperative Planung & intraoperative Unterstützung:* z.B. Planungssoftware zur Implantatauswahl und -positionierung sowie intraoperative Navigation

*Bildgebungsanalyse:* Automatisierte Implantat-Identifikation, Messungen und CT-/MRT-basierte Analysen (u.a. zur Morphologie- oder Trophikbeurteilung)

*Komplikationsprävention:* Prädiktion von Komplikationen zur Identifikation von Hochrisikopatient:innen

*Prozess- und Ressourcenplanung:* Prädiktion von z.B. Verweildauer, OP-Dauer und Kosten

Häufig eingesetzte ML-Algorithmen waren Random Forest, XGBoost, und Convolutional Neural Networks (CNN). ML-Modelle zeigten dabei meist gute Ergebnisse, wobei die Qualität der Evidenz allerdings erheblich variierte und die Mehrheit der Studien retrospektiv war und auf monozentrischen Datensätzen basierte.

Auch bleibt die klinische Implementierung aktuell trotz breiter Forschung limitiert, unter anderem aufgrund von Defiziten in der Transparenz, Reproduzierbarkeit und externen Validierungen der ML-Verfahren, sowie potenzielle Bias-Problematiken aufgrund verschiedener Patientenpopulationen.

### **Schlussfolgerung**

Machine Learning bietet grundsätzlich ein erhebliches Potenzial zur Verbesserung verschiedener Aspekte der Schulterendoprothetik, insbesondere im Hinblick auf präoperative Risikostratifizierung, realistischere Outcome-Erwartungen und automatisierte Bildgebungsanalysen. Derzeit erscheint der klinisch greifbare Nutzen jedoch vor allem auf den Bereich der präoperativen Planung beschränkt,

während sich die meisten ML-Modelle weiterhin auf Forschungs- oder Prototypenebene befinden. Dennoch besteht perspektivisch das Potenzial zur Kommerzialisierung einzelner Anwendungen, insbesondere im Kontext softwaregestützter Planung- und Entscheidungsunterstützung. Für einen breiteren klinischen Einsatz sind jedoch grosse Herausforderungen zu adressieren, darunter die Qualität und Standardisierung der Trainingsdaten, externe Validierungen, die Interpretierbarkeit der Modelle („Explainable AI“) sowie regulatorische und ethische Aspekte. Interdisziplinäre Kooperationen zwischen Kliniker:innen, Datenwissenschaftler:innen und Ingenieur:innen sowie prospektive Studien mit klinischer Workflow-Integration sind entscheidend, um den tatsächlichen Mehrwert für Patienten nachhaltig zu belegen.

## **Does design make a difference? A comparison of two different lateralized–distalized “Frammont” reverse shoulder arthroplasty concepts using short stem implants**

**Autorenliste:** Shorash Kawa Shaheen<sup>1</sup>, Jan-Philipp Imiolczyk<sup>1</sup>, Philipp Vetter<sup>1</sup>, Tim Schneller<sup>1</sup>, Florian Freislederer<sup>1</sup>, Asimina Lazaridou<sup>1 2</sup>, Markus Scheibel<sup>1 3</sup>

<sup>1</sup>Schulthess Klinik, Zürich, Schweiz, <sup>2</sup>Brigham & Women's Hospital and Harvard Medical School, Boston, Vereinigte Staaten, <sup>3</sup>Charité-Universitätsmedizin, Berlin, Deutschland

### **Fragestellung**

Bipolar metallic lateralisation reverse shoulder arthroplasty (RSA) has been developed to prevent common problems associated with the historical Grammont concept. According to comparative studies, in patients with primary osteoarthritis (OA) and cuff tear arthropathy (CTA), the best clinical results have been achieved with lateralized–distalized (“Frammont”) RSA designs compared with the medialized “Grammont” design and the lateralized “Frankle” design.

The aim of this study was to evaluate the clinical and radiological results of two lateralized–distalized “Frammont” RSA designs in patients with primary OA and CTA.

### **Methodik**

In this retrospective study based on prospectively collected datasets, patients with CTA and primary OA were identified. Two lateralized–distalized RSA designs were included, based on metallic augmentation (centric +3 mm or eccentric Full Wedge) and humeral stem type, with two different short stems implanted (Ascend Flex [AF] or Perform Humeral System [PHS]). Groups were divided according to metallic augmentation and defined as PHS-FW and AF-3. Clinical evaluation was performed preoperatively and at follow-up examinations using the Constant Score (CS) and Subjective Shoulder Value (SSV), as well as range-of-motion, and abduction strength. Radiological evaluation included assessment of loosening and scapular notching. Using data from a local shoulder arthroplasty registry, longitudinal changes in patient-reported outcome measures, shoulder range of motion, and abduction strength were analyzed using linear mixed-effects models with a random intercept for participant. Fixed effects included time (baseline, 6, 12, and 24 months) and their interaction to assess differential temporal effects across implant configurations.

### **Ergebnisse**

A total of 164 patients were included, comprising 84 patients treated with the AF-3 design and 80 patients treated with the PHS-FW design. Overall, 101 patients (62%) CTA) and 63 (38%) primary OA. The mean age at surgery was comparable between groups (AF-3: 75.6 ± 6.7 years; PHS-FW: 74.4 ± 7.9 years). Female patients accounted for 58% of the AF-3 group and 53% of the PHS-FW group. Mean BMI was similar between groups (26.2 ± 4.5 vs. 26.7 ± 4.8 kg/m<sup>2</sup>). Distribution of ASA risk categories, admission type, smoking status, alcohol consumption, and surgical indication was comparable between groups, indicating balanced baseline demographic and clinical characteristics.

All evaluated outcomes improved significantly over time, including abduction strength, shoulder abduction, external rotation, forward flexion, CS, pain (NRS), qDASH, SPADI, and Subjective Shoulder Value (all  $p < 0.001$ ). However, no significant differences were observed between implant design groups for any outcome, and no group-by-time interaction effects were detected. Specifically, improvements in SPADI, qDASH, pain, Subjective Shoulder Value, CS, range-of-motion, and abduction strength were comparable between groups at all follow-up time points, indicating equivalent clinical trajectories across implant designs. Between both implant groups there were no significant differences in any adverse event (all  $p \geq 0.20$ ).

**Schlussfolgerung**

Both lateralized–distalized RSA designs provided equivalent clinical and radiological outcomes in patients with CTA and primary OA. Future research should explore cluster-based outcome stratification and longer-term follow-up to identify patient subgroups that may differentially benefit from specific lateralized–distalized RSA designs.

## **Glenohumerale Beweglichkeit nach inverser Schultertotalendoprothese – stellt die postoperative Steifigkeit ein relevantes Problem dar?**

**Autorenliste:** Julia Högl<sup>1</sup>, Tim Schneller<sup>1</sup>, Asimina Lazaridou<sup>1</sup>, Markus Scheibel<sup>1,2</sup>, Florian Freislederer<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Schulthess Klinik, Zürich, Schweiz, <sup>2</sup>Charité – Universitätsmedizin, Berlin, Deutschland

### **Fragestellung**

Die primäre Implantation einer inversen Schultertotalendoprothese (iSTEP) ist ein etabliertes Verfahren mit nachgewiesener Schmerzreduktion und Funktionsverbesserung. Bei einem Teil der Patienten zeigt sich jedoch im frühen postoperativen Verlauf eine glenohumerale Bewegungslimitation. Der Verlauf dieser postoperativen Schultersteifigkeit und ihre Bedeutung für das Langzeit-Outcome sind bislang unzureichend geklärt. Ziel dieser Studie war die Analyse des Verlaufs des Bewegungsumfangs und der klinischen Ergebnisse bei Patienten mit früh postoperativer Steifigkeit nach primärer iSTEP sowie die Identifikation möglicher Einflussfaktoren und Komplikationen.

### **Methodik**

Aus einem lokalen Schulterendoprothesenregister wurden Patienten identifiziert, die zwischen 2020 und 2023 eine primäre iSTEP erhielten und sechs Monate postoperativ eine klinisch relevante Schultersteifigkeit aufwiesen. Diese war definiert als passive glenohumerale Abduktion  $\leq 60^\circ$  oder passive Außenrotation  $\leq 30^\circ$ . Die zugrunde liegende Pathologie wurde in drei Gruppen eingeteilt (Hamada Typ 1–3, Typ 4/5, primäre Omarthrose). Analysiert wurden patientenspezifische Faktoren (Alter, Körpergröße, Body-Mass-Index, ASA-Klassifikation) sowie das Prothesendesign gemäß gemessenem LSA- und DSA-Winkel (medialisierend-distalisierend, lateralisierend, lateralisierend-distalisierend). Eine lineare Regressionsanalyse wurde für passive Außenrotation, Schmerz (NRS) und SPADI nach 24 Monaten durchgeführt.

### **Ergebnisse**

Insgesamt wurden 187 Patienten eingeschlossen. Sechs Monate postoperativ zeigten 71 Patienten (38 %) eine klinisch relevante Schultersteifigkeit. Das durchschnittliche Alter unterschied sich nicht signifikant zwischen den Gruppen (75,1 vs. 75,8 Jahre;  $p = 0,515$ ), ebenso wenig das Geschlechterverhältnis oder der BMI (26,9 vs. 25,8 kg/m<sup>2</sup>;  $p = 0,141$ ). Die häufigste Diagnose war eine Defektarthropathie (72 %). Die Verteilung der Prothesendesigns unterschied sich signifikant ( $p < 0,001$ ), wobei bei Patienten mit Schultersteifigkeit häufiger lateralisierend-distalisierende glenoidale und humerale Designs verwendet wurden. Die ASA-Klassifikation war in beiden Gruppen vergleichbar. Postoperative Komplikationen traten selten auf; in der Steifigkeitsgruppe wurde eine Acromionfraktur beobachtet.

### **Schlussfolgerung**

Patienten mit Schultersteifigkeit sechs Monate nach primärer iSTEP zeigten nach 24 Monaten keine persistierende Bewegungseinschränkung und erreichten vergleichbare Ergebnisse hinsichtlich Schmerzreduktion und SPADI wie Patienten ohne Steifigkeit. Keiner der untersuchten patientenspezifischen Faktoren oder Prothesendesigns zeigte einen signifikanten Einfluss auf das Fortbestehen der Schultersteifigkeit im Langzeitverlauf. Auch hinsichtlich postoperativer Komplikationen bestand kein relevanter Unterschied zwischen den Gruppen.

## **Ergebnisse der anterioren arthroskopischen Knochenblockaugmentation mit metallfreier Fadencerclage bei rezidivierender anteriorer Schulterinstabilität und kritischem anterioren Knochenverlust**

**Autorenliste:** Yacine Ameziane<sup>1</sup>, Laetitia Finkenstaedt<sup>1</sup>, Malte Holschen<sup>1</sup>, Alexandros Kiriazis<sup>2</sup>, Kai-Axel Witt<sup>1</sup>, Jörn Steinbeck<sup>1</sup>

<sup>1</sup>OPPK Münster, *Raphaelsklinik Münster, Münster, Deutschland*, <sup>2</sup>*Raphaelsklinik Münster, Münster, Deutschland*

### **Fragestellung**

Die rezidivierende anteriore Schulterinstabilität mit kritischem glenoidalen Knochenverlust stellt insbesondere im jungen Patientenkollektiv eine klinisch relevante Pathologie dar. Die knöcherne glenoidale Augmentation mittels unterschiedlicher Fixierungstechniken ist Gegenstand aktueller klinischer Forschung. Insbesondere schraubenbasierte Fixationsverfahren sind mit potenziellen Komplikationen assoziiert, darunter Schraubenlockerungen sowie Knorpelschädigungen infolge eines Überstehens metallischer Implantatanteile. Vor diesem Hintergrund wurde in der vorliegenden Studie die arthroskopische knöcherne glenoidale Augmentation unter Verwendung einer metallfreien Fadencerclage evaluiert.

### **Methodik**

In der vorliegenden Fallserie wurden alle Patienten eingeschlossen, die im Zeitraum vom 01.01.2022 bis zum 31.12.2024 an der einschließenden Institution aufgrund einer rezidivierenden anterioren Schulterinstabilität mittels arthroskopischer, metallfreier anteriorer Knochenblockaugmentation behandelt wurden. Alle Patienten wurden zur Nachuntersuchung kontaktiert. Diejenigen Patienten, die sich zur Nachuntersuchung vorstellten, wurden anhand subjektiver & objektiver klinischer Schulderscores untersucht, darunter der ASES-Score, der Constant-Score, der Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI), der Rowe-Score, der Melbourne Shoulder Instability Index (MSI) sowie der Subjective Shoulder Value (SSV). Ergänzend erfolgte eine radiologische Untersuchung der operierten Schulter. Zudem wurden postoperative Komplikationen im Sinne einer rezidivierenden Instabilität sowie persistierender schulterspezifischer Beschwerden erfasst und ausgewertet.

### **Ergebnisse**

Insgesamt wurden 83 Patienten eingeschlossen. Das mittlere Alter betrug 31 Jahre bei einer durchschnittlichen Nachbeobachtungszeit von 31,6 Monaten. Die mittlere Operationszeit lag bei 128 Minuten. Der Anteil männlicher Patienten betrug 87,5 %.

Zum Follow-up betrug der mittlere postoperative Constant-Score  $84 \pm 11$  Punkte, der ASES-Score  $91,5 \pm 12$  Punkte. Der mittlere postoperative Schmerz lag bei  $0,67 \pm 1,36$  auf der visuellen Analogskala. Der Subjective Shoulder Value betrug durchschnittlich  $83 \pm 13,9$  %. Die aktive postoperative Beweglichkeit zeigte Mittelwerte von  $165^\circ \pm 12,7^\circ$  in Flexion,  $159,7^\circ \pm 21^\circ$  in Abduktion,  $59,5^\circ \pm 14,9^\circ$  in Außenrotation und  $66,5^\circ \pm 9,5^\circ$  in Innenrotation. Der Western Ontario Shoulder Instability Index betrug  $78,5 \pm 17,9$  %, der Rowe-Score 33,9 Punkte & der Melbourne Shoulder Instability Index  $81,5 \pm 15,8$  %.

Die radiologische Auswertung präoperativer, postoperativer & Follow-up-Röntgenaufnahmen zeigte einen mittleren glenoidalen Durchmesser von  $32,0 \pm 4,4$  mm präoperativ,  $46,1 \pm 5,0$  mm unmittelbar postoperativ sowie  $38,9 \pm 4,9$  mm zum Zeitpunkt des letzten Follow-ups.

Im Verlauf des gesamten Follow-ups zeigten vier Patienten (4,8 %) eine traumatische Reluxation. Weitere vier Patienten (4,8 %) der Patienten wiesen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung einen positiven Apprehension-Test auf.

### **Schlussfolgerung**

Die arthroskopische anteriore Knochenblockaugmentation mittels metallfreier Fadencerclage zeigte im kurz- bis mittelfristigen Follow-up zufriedenstellende klinische und radiologische Ergebnisse bei rezidivierender anteriorer Schulterinstabilität mit kritischem glenoidalen Knochenverlust. Die vorliegenden Daten stellen nach Kenntnis der Autoren die ersten unabhängig vom Erstbeschreiber der Technik publizierten Ergebnisse dar.

## **Diagnostischer Wert ossärer skapulothorakaler Parameter für das Snapping Scapula Syndrom**

**Autorenliste:** Philipp Vetter<sup>1</sup>, Sebastian Wangler<sup>1</sup>, Helen Moser<sup>1</sup>, Michael Schär<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Inselspital, Bern, Schweiz*

### **Fragestellung**

Das Snapping Scapula Syndrom (SSS) ist eine seltene, aber komplexe Pathologie, welche mitunter durch ossäre Auffälligkeiten erklärt wird. Es herrscht jedoch Uneinigkeit über den Wert einzelner Parameter, insbesondere über respektive Grenzwerte. Zudem ist die Rolle der gegenüberliegenden thorakalen Morphologie nahezu unbekannt.

Das Ziel dieser Studie war die Analyse ossärer skapulothorakaler Parameter in Bezug auf ihren diagnostischen Wert für das SSS.

### **Methodik**

Patienten mit SSS ohne Hinweis auf skapulothorakale Abnormalitäten i.R. eines Tumors oder Traumas wurden inkludiert. Auf sagittalen computertomographischen Bildgebungen wurden folgende, bekannte Parameter erhoben: Minimale Distanz zwischen Angulus superior (AS) und Thorax, Länge der Skapula [AS bis Angulus inferior (AI)], kostomedialer Winkel [AS bis Trigonum scapula (TS); von dort bis AI], anteriorer Offset des AS, anteroposteriore Dicke des AS, Tiefe der Skapula (zwischen Längslinie und tiefstem Punkt der Fossa scapulae), Länge des AS.

Zudem wurden folgende neue skapuläre, thorakale und skapulothorakale, Parameter erhoben: Radius der Skapula (anhand eines Best-Fit-Circles durch AS, TS und AI) und des Thorax (anhand eines Best-Fit-Circles der gegenüberliegenden Rippen). Auf Basis des Kreis-Mittelpunktes wurde zudem der Winkel des Kreisausschnittes (Constraint) der Skapula und des Thorax berechnet, ebenso die maximale Tiefe des Kreisausschnittes gegenüber der Skapula-Längslinie.

Die Parameter wurden auf ihre diagnostische Wertigkeit im Sinne des Youden-Index (maximale Summe aus Sensitivität und Spezifität) und der Odds-Ratio (OR) analysiert.

Als Kontrollgruppe dienten Patienten mit geschlossener proximaler Humerusfraktur ohne Symptome eines SSS.

### **Ergebnisse**

Pro Gruppe wurden je 27 skapulothorakale Artikulationen untersucht. In der SSS-Gruppe (24 Patienten, 14 männlich, Durchschnittsalter 36,5 Jahre) bestand gegenüber der Kontrollgruppe (27 Patienten, 14 männlich, Durchschnittsalter 39,9 Jahre) kein Unterschied in Alter ( $p = 0,395$ ) oder Geschlechtsverteilung ( $p = 0,642$ ).

Patienten mit SSS hatten einen grösseren thorakalen Radius (145mm, 95% Konfidenzintervall, CI, 133-156mm vs. 122mm, 95% CI, 108-136mm;  $p = 0,005$ ), einen geringeren thorakalen Constraint ( $62^\circ$ , 95% CI,  $58-65^\circ$  vs.  $74^\circ$ , 95% CI,  $66-81^\circ$ ;  $p = 0,006$ ) und eine geringere Distanz zwischen AS und Thorax (13mm, 95% CI, 10-16mm vs. 19mm, 95% CI, 14-23mm;  $p = 0,037$ ). Die jeweilige Sensitivität/Spezifität anhand des Youden-Index sowie OR betrug: (bei thorakalem Radius grösser gleich 133mm) 78%/74% mit OR = 10 (95% CI, 3-35;  $p < 0,001$ ), (bei thorakalem Constraint kleiner gleich  $66^\circ$ ) 74%/56%, mit OR = 6 (95% CI, 2-18;  $p = 0,004$ ), (bei Distanz AS-Thorax kleiner gleich 17mm) 74%/56% mit OR = 4 (95% CI, 1-11;  $p = 0,03$ ).

### **Schlussfolgerung**

Im Vergleich zu einer Kontrollgruppe haben Patienten mit SSS einen grösseren thorakalen Radius, einen geringeren thorakalen Constraint und eine geringe Distanz zwischen Angulus superior und Thorax.

Diese Ergebnisse klarifizieren die Rolle ossärer Parameter beim SSS und zeigen neuerdings die Relevanz thorakaler Faktoren. Hierdurch könnte die diagnostische Interpretation bei Abklärung eines SSS erleichtert werden, insbesondere bei Fällen mit scheinbar normaler skapulärer Morphologie bei jedoch pathologischen skapulothorakalen und thorakalen Parametern. Die Untersuchung der prognostisch-therapeutischen Wertigkeit ist ausstehend.

## **Prädiktive Faktoren und Langzeitergebnisse nach Plattenosteosynthese versus Zuggurtungsosteosynthese bei isolierten Olekranonfrakturen: Eine 15-jährige Kohortenstudie**

**Autorenliste:** Josefa Stadelmeier<sup>1</sup>, Daria Garanova<sup>1</sup>, Thomas Wittmann<sup>1</sup>, Georg Siebenbürger<sup>1</sup>, Fabian Gilbert<sup>1</sup>, Johannes Gleich<sup>1</sup>, Wolfgang Böcker<sup>1</sup>, Evi Fleischhacker<sup>1</sup>, Tobias Helfen<sup>1</sup>, Daniel Berthold<sup>1</sup>

<sup>1</sup>MUM - Muskuloskelettales Universitätszentrum München LMU, München, Deutschland

### **Fragestellung**

Die Versorgung von Olekranonfrakturen vom Typ Mayo IIA/IIB mittels Plattenosteosynthese (POS) oder Zuggurtungsosteosynthese (TBW) zeigt im kurz- und mittelfristigen Follow-up vergleichbare funktionelle Ergebnisse. Welche Methode hinsichtlich Komplikations- und Revisionsraten überlegen ist, bleibt jedoch weiterhin Gegenstand der Diskussion. Ziel dieser Kohortenstudie war der Vergleich funktioneller Ergebnisse im Langzeit-Follow-up (Median 64,5 Monate) sowie die Identifikation von Prädiktoren für Komplikationen, Revisionen und Materialentfernungen.

### **Methodik**

Es wurde eine retrospektive Kohorte von 304 konsekutiven Olekranonfrakturen aus dem Zeitraum 2008–2023 analysiert, darunter 259 isolierte Frakturen vom Typ Mayo IIA/IIB (POS n = 161, TBW n = 98). Die patientenberichteten Outcome-Parameter umfassten PREE-G, DASH (inklusive Sport- und Work-Subskalen) sowie die visuelle Analogskala (VAS). Gruppenvergleiche erfolgten mittels Mann-Whitney-U-Test sowie Chi-Quadrat- bzw. Fisher-Exact-Test. Zur Identifikation unabhängiger Prädiktoren wurden multivariate lineare und logistische Regressionsanalysen durchgeführt, a priori adjustiert für Alter, Geschlecht und Osteopenie.

### **Ergebnisse**

Patientinnen und Patienten der POS-Gruppe waren älter als in der TBW-Gruppe (61,5±18,9 vs. 53,9±23,4 Jahre, p=0,011) und häufiger weiblich (65% vs. 52%, p=0,036). Die patientenberichteten Outcomes waren zwischen POS und TBW insgesamt gleichwertig (PREE-G 18,3±28,5 vs. 9,6±20,3, p=0,062; DASH 10,6±19,3 vs. 7,8±13,9, p=0,317).

Materialentfernungen traten univariat häufiger nach TBW auf (59,2% vs. 45,6%, p=0,034). Dieser Unterschied war jedoch nach multivariater Adjustierung nicht mehr signifikant (OR=1,21; 95%-KI 0,90–1,61; p=0,207). TBW-Implantate wurden im Median früher entfernt als Platten (8,2 vs. 10,3 Monate, p=0,014).

Die Komplikationsraten waren vergleichbar (24,4% vs. 18,4%, p=0,25). Unabhängige Prädiktoren schlechterer Ergebnisse waren höheres Alter (DASH: B = 0,31 pro Lebensjahr; p = 0,001), Diabetes mellitus (VAS: B = 1,77; p = 0,024) sowie Osteoporose (DASH-Work: B = 8,88; p < 0,001).

### **Schlussfolgerung**

POS und TBW zeigen im Langzeit-Follow-up vergleichbare funktionelle Ergebnisse. Nach Adjustierung für relevante Confounder hatte die Wahl der operativen Methode keinen signifikanten Einfluss auf Materialentfernungs-, Revisions- oder Komplikationsraten. Zwar traten Materialentfernungen univariat häufiger nach TBW auf, dieser Effekt war jedoch nach Adjustierung für Alter, Geschlecht und Osteopenie nicht mehr nachweisbar. Alter, Osteoporose, Diabetes und Aktivitätsniveau erwiesen sich als dominante Prädiktoren der Langzeitergebnisse. Somit ist das individuelle Patientenprofil entscheidender als die Wahl der Operationstechnik (POS vs. TBW).

**Tabelle 1. Klinische Ergebnisse und Komplikationen: Plattenosteosynthese (POS) vs. Zuggurtung (TBW) (n=259)**

Outcome	POS (n=161)	TBW(n=98)	Teststatistik	p-Wert
Funktionelle PROMs				
PREE-G, Mittel ± SD	18,3 ± 28,5	9,6 ± 20,3	U=683,0	0,062
DASH, Mittel ± SD	10,6 ± 19,3	7,8 ± 13,9	U=771,5	0,317
DASH-Sport, Mittel ± SD	11,4 ± 19,7	3,3 ± 11,5	U=198,0	0,068
DASH-Arbeit, Mittel ± SD	3,4 ± 8,6	0,0 ± 0,0	U=144,0	0,076
VAS, Mittel ± SD	0,8 ± 1,4	0,7 ± 1,7	U=839,0	0,636
Materialentfernungsrate	45,6% (72/158)	59,2% (58/98)	$\chi^2=4,485$	0,034*
Zeit bis Materialentfernung, Median (IQR)	10,3 (7,6) Monate	8,2(5,9) Monate	U=1309	0,014
Komplikation	24,4% (43/176)	18,4% (18/98)	$\chi^2=1,338$	0,25
Revisionsoperation	8,5% (15/177)	2,8%(3/106)	$\chi^2=3,546$	0,060

\*Unadjustiert; Operationsverfahren nach multivariater Anpassung nicht signifikant (OR=1,21, 95%-KI 0,90–1,61, p=0,207).

## **Is isolated Bankart repair still relevant? Outcomes and predictive model from 178 patients with glenoid bone loss < 15%**

**Autorenliste:** Maximilian Hinz<sup>1,2</sup>, Tyler Uppstrom<sup>2,3</sup>, Grant Dornan<sup>2</sup>, Bradley Kruckeberg<sup>2,3</sup>, Marilee Horan<sup>2</sup>, Lorenz Fritsch<sup>2</sup>, Michael Nocek<sup>2</sup>, Christopher Hawryluk<sup>2</sup>, Peter Millett<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie, Charité - Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Deutschland,

<sup>2</sup>Steadman Philippon Research Institute, Vail, Vereinigte Staaten, <sup>3</sup>The Steadman Clinic, Vail, Vereinigte Staaten

### **Fragestellung**

Arthroscopic Bankart repair remains the standard treatment for anterior shoulder instability (ASI). However, the influence of glenoid bone loss (GBL), Hill-Sachs lesions (HSL) and hyperlaxity on outcomes has raised concerns and broadened indications for additional or bony augmentation procedures. This study evaluated the outcomes of isolated capsulolabral repair in patients with GBL <15% and developed a predictive model for its role in ASI management.

### **Methodik**

Patients undergoing arthroscopic capsulolabral repair for the treatment of ASI by a single surgeon between 12/2006-08/2021 were eligible. Those with GBL  $\geq$ 15%, multidirectional instability, prior surgery, concomitant remplissage or unavailable preoperative magnetic resonance imaging (MRI) were excluded. Preoperative MRI was reviewed to evaluate GBL and HSL morphology (on-, near- or off-track; distance to dislocation [DTD]). Pre- and minimum 2 years postoperatively, patient-reported outcomes measures (PROM; American Shoulder and Elbow Surgeons [ASES] Score and Single Assessment Numeric Evaluation [SANE]), instability recurrence (defined as apprehension, subluxation and/or dislocation) and subsequent surgery rates were collected. Nonparametric tests and proportional odds logistic regression with multiple imputation for missing data were performed.

### **Ergebnisse**

In total, 178 patients (age: 27 $\pm$ 10 years, sex: 76% male) were included at a median follow-up of 3.0 years (range, 2-13 years; 74% follow-up). The median number of preoperative dislocations was 1. Hyperlaxity was present in 34% of patients. Mean GBL was 8 $\pm$ 4%. The majority of HSL were on- (35%) or near-track (35%). Shoulder function improved significantly from preoperatively until follow-up (ASES Score: 70 [53-80] to 98 [95-100],  $p<0.001$ ; SANE: 64 [31-75] to 94 [84-99],  $p<0.001$ ). The rates of instability recurrence and revision surgery were 14% and 7%, respectively. Multivariable regression showed that male sex (ASES Score: OR=3.4,  $p=0.024$ ; SANE: OR=2.68,  $p=0.013$ ) and higher patient age (SANE score: OR=1.04,  $p=0.027$ ) were associated with better postoperative shoulder function. Univariable models identified younger age as a risk factors both for instability recurrence (HR=0.993 for each year of age,  $p=0.011$ ) and for revision surgery (HR=0.996 for each year of age,  $p=0.047$ ). More preoperative dislocations increased the risk for instability recurrence (HR=1.018 per additional dislocation,  $p=0.007$ ). Hyperlaxity, GBL and DTD were not associated with any outcome.

### **Schlussfolgerung**

In patients with ASI and GBL <15%, isolated capsulolabral repair achieved excellent shoulder function at short-term follow-up. Male sex and higher patient age were associated with better postoperative shoulder function. Younger age was associated with an increased risk for instability recurrence and revision surgery. A greater number of preoperative dislocations was associated with an increased risk for instability recurrence. Hyperlaxity, GBL (when <15%) and DTD did not influence outcomes.

## **MR-morphologische Analyse der Olecranonspitze als Autograft für den Coronoidersatz am Ellenbogengelenk**

**Autorenliste:** Dang Thuy Diem Dinh-Biet<sup>1</sup>, Jan Hockmann<sup>1</sup>, Marc Weber<sup>1</sup>, Lars P. Müller<sup>1</sup>, Tim Leschinger<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Klinik und Poliklinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Plastisch-Ästhetische Chirurgie, Uniklinik Köln, Köln, Deutschland*

### **Fragestellung**

Der Processus coronoideus trägt wesentlich zur knöchernen Stabilität des Ellenbogengelenks bei. Bei nicht rekonstruierbaren Coronoidfrakturen oder chronischer Instabilität stellt der knöcherne Ersatz eine therapeutische Herausforderung dar. Vorgegangene morphologische Untersuchungen zeigten eine gute Formkongruenz der Olecranonspitze als Autograft, insbesondere bei einem Osteotomiewinkel von 50°. Ziel dieser Studie war es, MR-morphologisch zu untersuchen, welche maximale Größe eines Olecranonspitzen-Autografts bei einem 50°-Osteotomiewinkel entnommen werden kann, ohne den Ansatz der Trizepssehne zu gefährden und welche Defektgröße des Coronoids mittels Olecranonspitzen-Graft ersetzt werden kann.

### **Methodik**

Insgesamt wurden 27 MRT-Datensätze von Ellenbogengelenken ohne relevante pathologische Veränderungen eingeschlossen. Die Bildgebung erfolgte mittels Magnetresonanztomographie mit einer Schichtdicke von 1 mm.

Die Messungen wurden in der sagittalen Ebene durchgeführt. Ausgehend vom Ansatz der Trizepssehne wurde eine Osteotomieschnittführung mit einem Winkel von 50° zur Längsachse der Ulna simuliert. Anschließend wurde die Höhe der potenziell entnehmbaren Olecranonspitze von der höchsten Stelle der Olecranonspitze bis zur Osteotomieebene gemessen. Zur Berücksichtigung der medial-lateralen Variabilität erfolgten die Messungen jeweils 10 mm radial und 10 mm ulnar der zentralen Olecranonspitze. Aus der so definierten Gesamtbreite von 20 mm wurde der mittleren kranio-kaudalen Länge als potenzielle Autograftgröße berechnet.

### **Ergebnisse**

Die mittlere kraniokaudale Länge der potenziell entnehmbaren Olecranonspitze betrug  $8,7 \pm 1,7$  mm (Range 5,2–12,2 mm). Die radialen Messwerte lagen bei  $9,3 \pm 1,2$  mm (Range 5,2–13,0 mm), die ulnaren Messwerte bei  $8,9 \pm 2,1$  mm (Range 5,2–12,6 mm). Für alle untersuchten Datensätze konnte die simulierte Osteotomieebene eindeutig dargestellt und vermessen werden.

### **Schlussfolgerung**

Die MR-morphologische Analyse ermöglicht eine quantitative Erfassung der kraniokaudalen Länge der Olecranonspitze bei einer simulierten 50°-Osteotomie unter Berücksichtigung des Trizepssehnenansatzes. Es konnte in dieser Studie gezeigt werden, dass durchschnittlich eine Autograftgröße von 8,7 mm entnommen werden kann. Damit stellen die Daten eine anatomische Grundlage für die präoperative Planung beim knöchernen Coronoidersatz dar.

DVSE26\_232

Insertions-Tendinopathien am Ellenbogen

## **Mikroinvasive Therapie der chronischen Insertions-Tendinopathie durch perkutane Ultraschalltenotomie (PUT) mit TENEX**

**Autorenliste:** Nikolaus Zumbansen<sup>1</sup>, Andreas Michael Lenich<sup>1</sup>, Hannah Jendreyko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>MOVE MVZ Am Stiglmaierplatz, München, Deutschland

### **Fragestellung**

Chronische Tendinopathien entstehen nicht nur bei sportlicher Überlastung, sondern auch durch Aktivitäten des alltäglichen Lebens und gelten bei Betroffenen, wie bei Ärzten und Physiotherapeuten als langwierig, zeitraubend und frustrierend.

Die Behandlung stellt eine Herausforderung dar - Konservative Therapien wie Physiotherapie, ESWT oder NSAR gefolgt von invasiveren Therapien mit Injektionen sind nicht immer erfolgreich. Die letzte Therapieoption ist eine offen chirurgische Operation.

Diese therapeutische Lücke zwischen Injektion und Operation schließt die perkutane Ultraschalltenotomie (PUT) als neues mikroinvasives ultraschallgesteuertes Verfahren. Hierdurch kann das tendinopathische Gewebe gezielt entfernt werden und die Sehne neu heilen. Auch kalzifizierte Sehnen und Knochensporne können mit diesem Verfahren adressiert werden.

Hiermit möchten wir diese Methode präsentieren und erklären sowie unsere eigenen Ergebnisse hinsichtlich der Schmerzreduktion im Vergleich zu etablierten konservativen und chirurgischen Maßnahmen unter Berücksichtigung aktueller Literaturdaten vergleichen.

### **Methodik**

Insgesamt wurden 78 Pathologien bei 68 Patienten mittels perkutaner Ultraschalltenotomie mit dem TENEX System behandelt (Epikondylopathia humeri 32x, Tendinosis calcarea der Schulter 8x, Patellasehne 12x, Achillessehne 11x, Plantarfasziitis 5x, Haglund Exostose 6x, Hamstringsehne 4x)

Alle Patienten hatten mindestens drei Monate erfolglose konservative Therapie hinter sich. Die TENEX-Behandlung erfolgte ambulant unter Vollnarkose und Ultraschallkontrolle von 2 Operateuren.

Jeder Patient bekam postoperativ einen Fragebogen zugeschickt, der u.a. Schmerzen auf einer numerischen Skala (NRS) von 1 bis 10 vor und nach dem Eingriff, die Zufriedenheit und subjektive Heilungsdauer erfasst. Zudem wurde bei Eingriffen am Ellenbogen der DASH- und PRTEE-Score abgefragt.

Die Daten werden über insgesamt 2 Jahre erfasst. Bei Abschluss der Datenerhebung erfolgt u.a. ein Vergleich mit 2 Gruppen aus dem eigenen Patientenkollektiv, die bei Epicondylopathia humeri radialis konservativ (mit und ohne Plasmainjektionen) behandelt wurden.

### **Ergebnisse**

Zum Zeitpunkt der Abstracteinreichung wurden bei laufender Datenerhebung 17 Patienten eingeschlossen (Epicondylopathie 6x, Tendinosis calcarea der Schulter 3x, Patellasehne 3x, Achillessehne 2x, Haglund Exostose 2x, Hamstringsehne 1x).

Hier zeigte sich eine signifikante Reduktion der Schmerzen (NRS) bei n=16 von 7,47 auf 3,76 nach 6 Wochen und auf 2,81 nach 3 Monaten ( $p < 0,001$ ). Der PRTEE (n=6) verbesserte sich von 69,38 auf 46,47 nach 6 Wochen und auf 19,58 nach 3 Monaten.

Der DASH-Score (n=6) verbesserte sich ebenfalls von 55,73 auf 27,08 nach 6 Wochen und auf 4,57 nach 3 Monaten.

### **Schlussfolgerung**

Die ultraschallgeführte perkutane Tenotomie mit TENEX erweist sich als eine sichere und effektive Methode zur Behandlung chronischer Tendinopathien. Sie bietet eine signifikante Schmerzreduktion und kürzere Erholungszeit im Vergleich zu offenen chirurgischen Verfahren. Unsere Ergebnisse decken sich mit aktuellen Literaturdaten und unterstreichen das Potenzial der TENEX-Methode als bevorzugte mikroinvasive Option bei therapieresistenten Tendinopathien.

## **Verzögerte Refixation einer Abrissfraktur des Tuberculum minus bei einem jungen Patienten mit offenen Epiphysenfugen: Erfolgreiche Versorgung vier Jahre nach übersehener Verletzung**

**Autorenliste:** Erdem Koc<sup>1</sup>, Cagman Seker<sup>2</sup>, Alahan Alkis Sensoy<sup>2</sup>, Doruk Akgün<sup>2</sup>, Alp Paksoy<sup>2</sup>

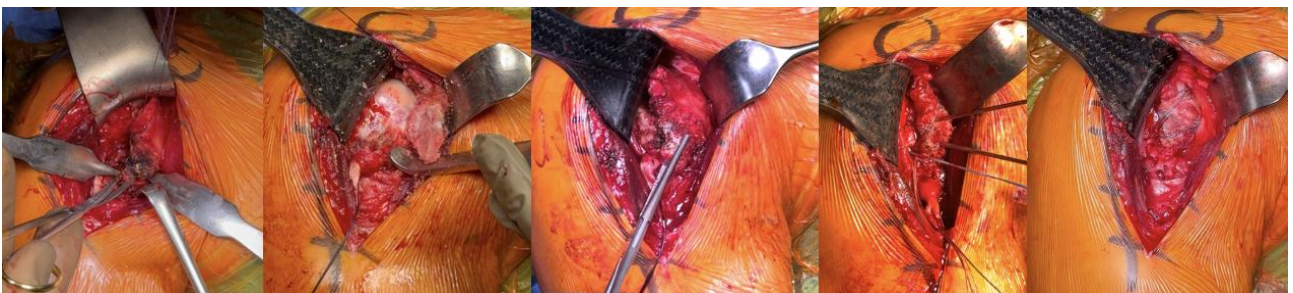
<sup>1</sup>Bilecik Eğitim Ve Araştırma Hastanesi, Bilecik (Merkez), Türkei, <sup>2</sup>Charité Campus Virchow-Klinikum, Berlin, Deutschland

### **Fragestellung**

Isolierte Abrissfrakturen des Tuberculum minus des Humerus bei Patienten mit offenen Epiphysenfugen sind selten und können aufgrund ihrer diskreten klinischen und radiologischen Befunde über längere Zeit unentdeckt bleiben.

### **Methodik**

Der 19-jährige männliche Patient stellte sich vier Jahre nach einem Sturzereignis mit persistierender Schwäche der Schulterinnenrotation vor, nachdem initial eine spontane Beschwerdelinderung eingetreten war. Die Anamnese ergab ein zurückliegendes Schultertrauma, bei dem eine Abrissfraktur des Tuberculum minus vorgelegen hatte, die jedoch damals nicht diagnostiziert worden war. Klinisch zeigte sich eine isolierte Schwäche der Schulterinnenrotation mit positiven klinischen Tests wie Bear-Hug-Test, Belly-Press-Test und Internal Rotation Lag Zeichen, wobei Beweglichkeit und Kraft der übrigen Schultermuskulatur unauffällig waren. Die Bildgebung (MRT und CT) bestätigte eine chronisch dislozierte Abrissfraktur des Tuberculum minus ohne knöcherne Konsolidierung sowie eine Luxation der langen Bizepssehne aus dem Sulcus intertubercularis. Die operative Versorgung erfolgte offen über einen deltopektoralen Zugang mittels Refixation in Double-Row-Suture-Anchor-Technik sowie Tenotomie der langen Bizepssehne und Weichteiltenodese (Abbildung 1).



### **Ergebnisse**

Der postoperative Verlauf begann mit einer Armschlinge in Innenrotation für sechs Wochen, mit passiven Bewegungsübungen und Einschränkung von Abduktion und Außenrotation. Nach Abnahme der Armschlinge begann die aktive Mobilisation nach radiologischer Kontrolle. Bis zum sechsten postoperativen Monat hatte der Patient den vollen Bewegungsumfang, die Kraft der Innenrotation sowie seine uneingeschränkte Alltagsfunktion vollständig zurückerlangt (Abbildung 2). Klinisch zeigte sich ein sehr gutes funktionelles Ergebnis mit 93 Punkten im American Shoulder and Elbow Surgeons Score sowie 94 Punkten im Constant-Murley-Score.



### **Schlussfolgerung**

Die lange Zeitspanne zwischen Trauma und Diagnosestellung macht diesen Fall zu einem der wenigen in der aktuellen Literatur beschriebenen Beispiele. Dieser Fall unterstreicht die diagnostischen Herausforderungen dieser seltenen Verletzung und zeigt die Notwendigkeit erhöhter klinischer Aufmerksamkeit, insbesondere bei jungen Patienten mit offenen Wachstumsfugen und ungeklärter Schwäche der Innenrotation. Zudem demonstriert der Fall, dass auch bei deutlich verzögerter Diagnosestellung, selbst bei physealer Beteiligung, durch eine adäquate Behandlung eine optimale funktionelle Erholung erreicht werden kann.

## **Über den Ellenbogen hinaus: Auswirkungen chronischer Ellenbogensteife auf die Wirbelsäulenhaltung**

**Autorenliste:** Mika Milobara<sup>1</sup>, Levi Mejikovskiy<sup>1</sup>, Richard Freytag<sup>1</sup>, Jonathan Sommer<sup>1</sup>, Henry Pennig<sup>1</sup>, Elio Assaf<sup>1</sup>, Amadeo Touet<sup>1</sup>, Davide Cucchi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Universitätsklinikum Bonn, Bonn, Deutschland

### **Fragestellung**

Ellenbogensteife ist eine häufige Folge traumatischer oder degenerativer Ellenbogenleiden. Sie beeinträchtigt Alltagsaktivitäten und kann kompensatorische Mechanismen im Rumpf und Schultergürtel auslösen. Klinische Beobachtungen deuten darauf hin, dass Patienten mit eingeschränkter Ellenbogenbeweglichkeit Veränderungen in der Rumpfhaltung und der skapulothorakalen Kinematik entwickeln können. Die direkte Beziehung zwischen chronischer Ellenbogensteife und Rumpfhaltungsveränderungen wurde bisher jedoch nicht untersucht.

### **Methodik**

Ziel dieser Studie war es zu untersuchen, ob chronische einseitige Ellenbogensteife mit messbaren Veränderungen der Wirbelsäulenhaltungsparameter einhergeht und ob die Schwere der Steife mit dem Ausmaß dieser Veränderungen korreliert. Eingeschlossen wurden Patienten mit chronischer einseitiger Ellenbogensteife (>6 Monate), die nach der Mayo-Klassifikation in minimal/moderat versus schwer/sehr schwer eingeteilt wurden. Patienten mit begleitenden Schulter- oder Wirbelsäulenleiden oder neurologischen Erkrankungen wurden ausgeschlossen. Die Wirbelsäulenhaltung in sagittaler und koronarer Ebene wurde mittels Rasterstereographie quantifiziert.

### **Ergebnisse**

Es wurden 21 Patienten eingeschlossen (Durchschnittsalter  $55,5 \pm 11,9$  Jahre): 11 mit minimal/moderater Steife (ROM  $78,6 \pm 12,5^\circ$ ) und 10 mit schwerer/sehr schwerer Steife (ROM  $34,5 \pm 21,0^\circ$ ). Patienten mit schwerer/sehr schwerer Steife zeigten eine signifikant stärkere Becken-Reklination ( $9,82 \pm 5,3^\circ$  vs.  $17,9 \pm 6,1^\circ$ ,  $p = 0,0044$ ) sowie eine auffällige, wenn auch nicht statistisch signifikante Zunahme der Rumpf-Reklination ( $1,9 \pm 1,6^\circ$  vs.  $2,8 \pm 2,7^\circ$ ). In der koronaren Ebene wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt.

### **Schlussfolgerung**

Chronische Ellenbogensteife geht mit messbaren Veränderungen der sagittalen Wirbelsäulenhaltung einher, insbesondere mit einer vermehrten Becken-Reklination, was auf eine kompensatorische Strategie von Becken und unterem Rücken hinweist. Diese Anpassungen könnten die Handpositionierung für funktionelle Aufgaben wie das Erreichen hinter den Kopf oder das Gesäß erleichtern, die sonst durch eingeschränkte Ellenbogenbeweglichkeit limitiert sind. Entgegen den Erwartungen wurden in der koronaren Ebene keine relevanten Veränderungen beobachtet. Laufende dynamische Analysen werden die Auswirkungen der Ellenbogensteife auf die Skapulakinematik und die Aktivierung der periskapulären Muskulatur weiter untersuchen.

## **MR-morphologische Analyse des Abstands des Nervus ulnaris zur Ellenbogengelenkkapsel**

**Autorenliste:** Dang Thuy Diem Dinh-Biet<sup>1</sup>, Marc Weber<sup>1</sup>, Jan Hockmann<sup>1</sup>, Lars P. Müller<sup>1</sup>, Tim Leschinger<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Klinik und Poliklinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Plastisch-Ästhetische Chirurgie, Uniklinik Köln, Köln, Deutschland*

### **Fragestellung**

Der Nervus ulnaris verläuft in enger räumlicher Beziehung zur dorsomedialen Ellenbogengelenkkapsel und kann bei arthroskopischen Eingriffen potenziell gefährdet sein, insbesondere wenn keine offene Darstellung des Nervs möglich ist. Dies betrifft unter anderem die Anlage arthroskopischer Portale sowie kapselnahe Verfahren wie Arthrolysen mit partieller Kapselresektion. Ziel dieser Studie war es, MR-morphologisch den Abstand des Nervus ulnaris zur Ellenbogengelenkkapsel entlang seines Verlaufs vom Tuberculum subliminum bis zur Olecranonspitze systematisch zu erfassen.

### **Methodik**

Insgesamt wurden 26 MRT-Datensätze von Ellenbogengelenken ohne relevante pathologische Veränderungen eingeschlossen. Die Bildgebung erfolgte mittels Magnetresonanztomographie mit einer Schichtdicke von 2,5 mm.

Der Verlauf des Nervus ulnaris wurde anhand axialer MRT-Schichten vom Tuberculum subliminum bis zur Olecranonspitze analysiert. In definierten Abständen von jeweils 2,5 mm wurde der kürzeste Abstand zwischen dem Nervus ulnaris und der angrenzenden Gelenkkapsel gemessen. Die Messungen erfolgten sequenziell entlang des gesamten untersuchten Abschnitts.

### **Ergebnisse**

Es wurden bei insgesamt 26 Patienten der Abstand des Nervus ulnaris zur Ellenbogengelenkkapsel entlang des untersuchten Verlaufs vom Tuberculum subliminum bis zur Olecranonspitze gemessen.

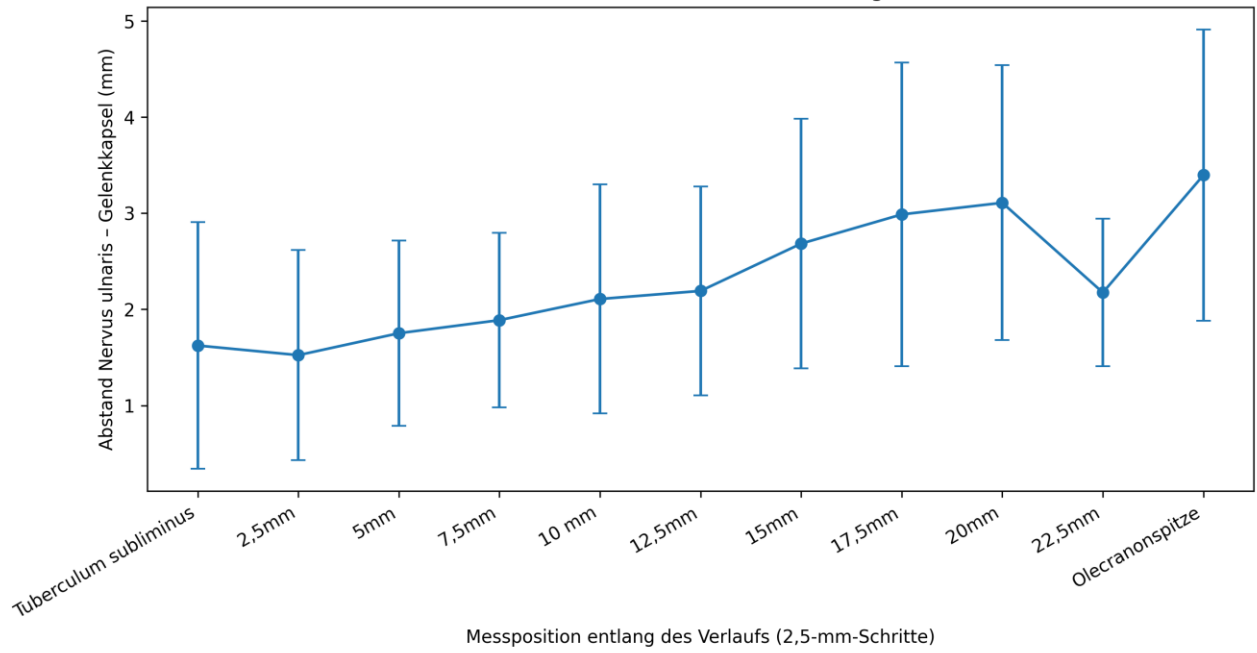
Über alle Messpositionen hinweg ergab sich ein mittlerer Abstand von  $2,33 \pm 0,87$  mm. Die individuellen Mittelwerte zeigten eine interindividuelle Variabilität mit minimalen Abständen von 0 mm und maximalen Abständen bis zu 7,1 mm.

Die geringsten Abstände des Nervens zur Gelenkkapsel bestanden im Bereich des Tuberculum subliminum. Bei zunehmender Distanz vom Tuberculum subliminum nimmt der Abstand zwischen Nerv und Kapsel zu. (s. Abb. 1)

### **Schlussfolgerung**

Die MR-morphologische Analyse ermöglicht eine strukturierte Erfassung des Abstands des Nervus ulnaris zur Ellenbogengelenkkapsel entlang seines dorsomedialen Verlaufs. Die erhobenen Daten können als anatomische Orientierung zur Einschätzung der nervalen Nähe bei arthroskopischen Eingriffen am Ellenbogengelenk dienen, insbesondere in Situationen ohne direkte Darstellung des Nervs.

Abstandsverlauf des Nervus ulnaris zur Ellenbogengelenkkapsel  
(Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung)



## **Verändertes Komplikationsprofil inverser Schulterendoprothesen mit metaphysärer Verankerung und bipolarer metallischer Lateralisierung**

**Autorenliste:** Verena Edler<sup>1</sup>, Tobias Gruber<sup>1</sup>, Florian Freisleder<sup>1</sup>, Jan-Philipp Imiolczyk<sup>1</sup>, Asimina Lazaridou<sup>1</sup>, Tim Schneller<sup>1</sup>, Julia Högl<sup>1</sup>, Philipp Vetter<sup>1</sup>, Mara Warnhoff<sup>1</sup>, Markus Scheibel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Schulthess Klinik, Zürich, Schweiz*

### **Fragestellung**

Nach Implantation inverser Schulterendoprothesen nach Grammont wurden absteigend scapuläres Notching, Instabilität bzw. Luxation, Infektionen, akromiale bzw. Spina-scapulae-Frakturen, aseptische Lockerungen, sowie neurovaskuläre Komplikationen beobachtet. Durch die Weiterentwicklung der Implantatdesigns scheint sich das Komplikationsspektrum verändert zu haben. Ziel dieser prospektiven Studie war die longitudinale Analyse intra- und postoperativer Komplikationen einer metaphysär verankerten inversen Kurzschaft-Schulterendoprothese mit bipolarer metallischer Lateralisierung.

### **Methodik**

Es erfolgte die prospektive Erfassung und Nachbeobachtung bis zwölf Monate postoperativ von Patient:innen, die zwischen 04/22 und 07/25 von fünf Operateuren eine metaphysär verankerte inverse Kurzschaft-Schulterendoprothese mit bipolarer metallischer Lateralisierung erhielten. Eingeschlossen wurden primäre und sekundäre Omarthrosen, Defektarthropathien und Revisionen.

Die glenoidale Lateralisierung wurde metallisch mit Full- oder Half-Wedge-Baseplates bzw. 3- oder 6-mm-Lateralisierung durchgeführt. Humeral wurden Trays mit Inklinationen von 135° oder 145° genutzt. Erfasst wurden intra- und postoperative Komplikationen, darunter Luxationen und Instabilitäten, Frakturen, Infektionen, scapuläres Notching, neurovaskuläre Komplikationen und Implantatlockerungen. Es erfolgte die Auswertung von Operationsberichten, klinischen sowie bildgebenden Befunden. Außerdem wurde das Auftreten von Komplikationen innerhalb eines Jahres als abhängige Variable und Alter, ASA-Status und OP-Dauer als unabhängige Variable durch eine logistische Regression untersucht.

### **Ergebnisse**

311 Patient:innen erhielten eine inverse Kurzschaft-Schulterendoprothese, eine Einverständniserklärung gaben 285 Patient:innen. Postoperative Daten lagen für 269 Patient:innen sechs Monate und für 184 Patient:innen zwölf Monate postoperativ vor. Die häufigste Indikation war die Defektarthropathie (54,7 %).

Intraoperativ traten vier Komplikationen auf (1,4 %), wovon 75 % intraoperativ adressiert wurden.

Bis sechs Monate postoperativ traten 19 Komplikationen auf (7,1 %). Am häufigsten Akromionfrakturen (2,6 %), neurologische Defizite (1,9 %) sowie scapuläres Notching (1,1 %). Es erfolgte die chirurgische Revision einer Akromionfraktur, eines Infektes und eines Hämatoms.

Bis ein Jahr postoperativ traten sechs weitere Komplikationen auf, darunter zwei Akromionfrakturen (1,1 %), eine Skapulakörperfraktur (0,5 %) sowie ein Fall von scapulärem Notching (0,5 %). Ein Infekt wurde chirurgisch adressiert, während die übrigen Komplikationen konservativ behandelt wurden. Luxationen traten im gesamten Kollektiv nicht auf.

Die Revisionsrate lag bei 3,8 %.

In der explorativen logistischen Regressionsanalyse waren weder Alter (OR = 1,01 [0,96; 1,05], p = 0,81), ASA-Kategorie (ASA IV: OR = 4,03 [0,16; 102,53], p=0,39, Ref: ASA I) noch Operationsdauer (OR 1,01 [1,00; 1,02], p=0,33) unabhängig mit dem Auftreten von Komplikationen innerhalb eines Jahres assoziiert.

### **Schlussfolgerung**

Metaphysär verankerte inverse Kurzschaft-Schulterendoprothesen mit bipolarer metallischer Lateralisierung zeigen eine niedrige Revisionsrate, wobei keine Luxationen vorlagen. Im Vergleich zu klassischen Grammont-Designs zeigt sich eine Verschiebung des Komplikationsprofils zugunsten einer reduzierten Rate an Instabilität und scapulärem Notching bei moderater Frakturrate, wobei längere Nachbeobachtungszeiträume zur Beurteilung später Komplikationen erforderlich bleiben.

## **Die kombinierte Raffung des M. serratus anterior und Release des M. pectoralis minor verbessert die Ergebnisse bei therapierefraktärer scapulärer Dyskinesie (STAM 2) mit neurologischer Beteiligung**

**Autorenliste:** Davide Cucchi<sup>1</sup>, Christos Koukos<sup>2</sup>, Amadeo Touet<sup>1</sup>, Alberto Alfieri Zellner<sup>1</sup>, Jonas Roos<sup>1</sup>, Robert Ossendorff<sup>1</sup>, Kristian Welle<sup>1</sup>, Alejandro Marty<sup>3</sup>, Fredy Montoya<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Universitätsklinikum Bonn, Bonn, Deutschland, <sup>2</sup>Sports Trauma and Pain Institute, Thessaloniki, Medical Center Wuppertal, Mäuerchen 39, 42103 Wuppertal., Thessaloniki, Griechenland, <sup>3</sup>Clinica Sanatorio Aleman, Trauma and Orthopaedic Department, Concepcion, Concepcion, Chile

### **Fragestellung**

Die Skapulopexie ist eine effektive Therapie der konservativ therapierefraktären symptomatischen scapulothorakalen Dyskinesie. Bei Patient\*innen mit erhaltener Funktion des Musculus serratus anterior, kann eine Wiederherstellung der Skapula-Position ohne eine rigide Rippen-Fixierung das Auftreten von Osteolysen und anderer Komplikationen reduzieren. In dieser Studie wird eine modifizierte Technik – „**Serratus Anterior Plication and Pectoralis Minor Release**“ (**SAPPER**) – vorgestellt sowie deren Ergebnisse in der Therapie bei Patient\*innen mit therapierefraktärer scapulärer Dyskinesie (STAM 2) und assoziierten neurologischen Symptomen.

### **Methodik**

Eingeschlossen wurden Patient\*innen mit symptomatischer scapulärer Dyskinesie (STAM 2), bei denen die Elektromyographie eine Funktionsstörung des unteren Plexus brachialis ohne Nachweis einer peripheren Nervenläsion zeigte und eine Schulter-MRT Rotatorenmanschettenrupturen oder Instabilitäten ausschließen konnte. Die klinische Nachuntersuchung erfolgte frühestens 6 Monate postoperativ durch zwei unabhängige Untersucher. Prä- und postoperative Unterschiede wurden analysiert. Zusätzlich wurde in einer Subgruppenanalyse der Einfluss einer additiven präoperativen medikamentösen Therapie untersucht.

### **Ergebnisse**

Insgesamt wurden 40 Patient\*innen mit einer mdn. präoperativen Symptomatik von 4 [3–6] Jahre eingeschlossen. Intraoperativ zeigten sich SLAP-Läsionen (77,5 %), Läsionen des Rotatorenintervalls (27,5 %) und mediale Pulley-Läsionen (70 %). Der Constant Score, der Subjective Shoulder Value, die Numeric Rating Scale sowie die Schulterflexion verbesserten sich signifikant vom präoperativen Ausgangswert bis zur letzten Nachuntersuchung ( $p < 0,0001$ ). Alle Patientinnen und Patienten berichteten über eine vollständige Rückbildung der neurologischen Symptome. Eine präoperative Medikation gegen neuropathische Schmerzen oder Kortikosteroide hatte keinen signifikanten Einfluss auf die klinischen Ergebnisse.

### **Schlussfolgerung**

Die SAPPER-Technik ist eine sichere und effektive Modifikation der klassischen Skapulopexie. Sie verbessert die Skapulaposition und die Funktion des Musculus serratus anterior ohne rippenbasierte Fixation und reduziert somit potenzielle Komplikationen. Bei Patient\*innen mit therapierefraktärer scapulärer Dyskinesie (STAM 2) führt dieses Verfahren zu einer relevanten Verbesserung von Schmerzen, Funktion und Beweglichkeit.

## **Beeinträchtigt ein überstehender medialer Kalkar infolge einer medialen ad-latus des Schaftes das funktionelle Ergebnis bei konservativ behandelten subkapitalen Humerusfrakturen?**

**Autorenliste:** Matthijs Jacxsens<sup>1</sup>, Menduri Hoessly<sup>1</sup>, Vilijam Zdravkovic<sup>1</sup>, Christian Spross<sup>2</sup>, Bernhard Jost<sup>1</sup>

<sup>1</sup>HOCH Health Ostschweiz, Kantonsspital Sankt Gallen, Sankt Gallen, Schweiz, <sup>2</sup>Stadtpital Triemli, Zürich, Schweiz

### **Fragestellung**

Die funktionellen Ergebnisse nach konservativer Behandlung proximaler Humerusfrakturen (PHF) werden von Faktoren wie Alter, Geschlecht und Frakturdislokation beeinflusst. Bei Fällen mit einer medialen ad-latus-Dislokation des Humerusschaftes könnte argumentiert werden, dass der daraus resultierende prominente mediale Kalkar gegen die Glenoidunterfläche anstößt und somit das funktionelle Ergebnis beeinträchtigen könnte. Ziel dieser Studie war es zu untersuchen, ob ein überstehender Kalkar das funktionelle Ergebnis bei konservativer Behandlung beeinflusst.

### **Methodik**

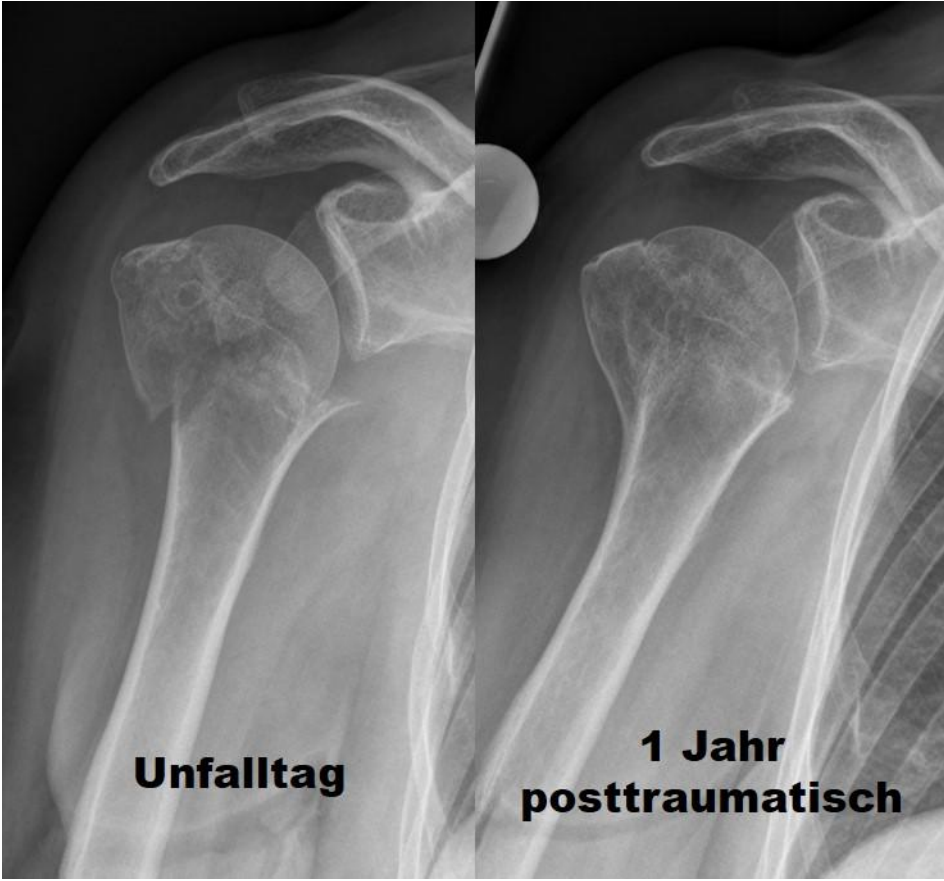
Zwischen 2014 und 2022 wurden Erwachsene mit einer isolierten, konservativ behandelten subkapitalen PHF prospektiv über 1 Jahr nachverfolgt. Fälle mit einem überstehenden medialen Kalkar infolge medialer Schaftdislokation wurden eingeschlossen. Patienten, die im Studienverlauf sekundär operativ versorgt wurden, wurden aus der Analyse der funktionellen Ergebnisse ausgeschlossen. Eine hinsichtlich Alter, Geschlecht, Kopf-Hals-Winkel und Tuberculum-majus-Dislokation vergleichbare Kontrollgruppe wurde mittels 1:2-Propensity-Score-Matching aus der restlichen Kohorte generiert. Eine a-priori-Poweranalyse ergab, dass 52 Fälle (17 Studiengruppe, 35 Kontrollgruppe) erforderlich waren, um eine klinisch relevante Differenz von 12 Punkten im absoluten Constant Score (CS) nachzuweisen.

### **Ergebnisse**

Von den 29 Patienten mit der untersuchten Frakturmorphologie musste einer wegen sekundärer Dislokation zur inversen Schultertotalendoprothese konvertiert werden, während ein weiterer aufgrund einer avaskulären Nekrose eine Hemiendoprothese erhielt, sodass 27 konsekutive Patienten für die Analyse verblieben (Durchschnittsalter 69 Jahre, 78% weiblich), ergänzt durch eine gematchte Kontrollgruppe von 54 Patienten. Der CS (73 vs. 74,  $p = 0,551$ ), die Elevation ( $140^\circ$  vs.  $140^\circ$ ,  $p = 0,960$ ), die Außenrotation ( $44^\circ$  vs.  $51^\circ$ ,  $p = 0,058$ ) und der subjektive Schulterwert (93 vs. 89,  $p = 0,139$ ) waren zwischen Studien- und Kontrollgruppe vergleichbar. Die radiologische Nachuntersuchung zeigte, dass sich der initial prominente Kalkar innerhalb eines Jahres zurückbildete.

### **Schlussfolgerung**

Die konservative Behandlung subkapitaler PHF mit medialer ad-latus-Dislokation des Schaftes und resultierendem überstehendem Kalkar führt zu sehr zufriedenstellenden klinischen Ergebnissen. Die funktionellen Resultate waren hinsichtlich CS, Elevation und Außenrotation mit gematchten Frakturen vergleichbar. Interessanterweise remodelierte sich der Kalkar, und bildet sich zurück.



## **Inzidenz und Lokalisation von Knorpelschäden bei Patienten mit Pulley- und/oder SLAP-Läsionen: eine prospektive Analyse**

**Autorenliste:** Marco Prillwitz<sup>1</sup>, Stefanie Häusler<sup>1</sup>, Mark Tauber<sup>1</sup>, Frank Martetschläger<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Deutsches Schulterzentrum, ATOS Klinik, München, Deutschland

### **Fragestellung**

Pulley- und SLAP-Läsionen sind häufige Pathologien der langen Bizepssehne (LBS). SLAP-Läsionen wurden in retrospektiven Studien mit Chondromalazie (CM) am Humerus in Verbindung gebracht. Der exakte Zusammenhang zwischen Instabilitäten der LBS und glenohumeraler CM ist bislang unklar. Ziel der Studie war es, einen möglichen Zusammenhang zwischen SLAP- und Pulley-Läsionen und dem Auftreten sowie der Lokalisation einer glenohumeralen CM in einer prospektiven Studie zu untersuchen.

### **Methodik**

In diese prospektive Studie wurden 80 Patienten eingeschlossen, die sich einer arthroskopischen Schulteroperation unterzogen. Humerale Knorpelschäden wurden analysiert (ICRS 0-4) und ihre Lokalisation dokumentiert. SLAP- und Pulley-Läsionen wurden ebenfalls erfasst und nach Snyder bzw. Martetschläger klassifiziert. Zur statistischen Analyse wurden ein Chi-Quadrat-Test sowie eine binäre logistische Regression durchgeführt.

### **Ergebnisse**

Es wurden 30 Frauen und 50 Männer mit einem mittleren Alter von 52 Jahren eingeschlossen. Pulley-Läsionen traten bei 61,3 % der Patienten auf, am häufigsten Grad III (27,5 %). Höhergradige SLAP-Läsionen (Grad 2-5) lagen bei 86,2 % der Patienten vor, am häufigsten Grad II (83,3 %). Humerale CM war bei 71,3 % der Patienten vorhanden, überwiegend supero-central lokalisiert und Grad I. Glenoidale CM zeigte sich bei 48,8 % der Patienten, ebenfalls überwiegend supero-central und Grad I. Es zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein einer Pulley-Läsion und humeraler CM ( $\chi^2(1) = 31,61$ ,  $p < 0,001$ ), wobei diese am häufigsten supero-central lokalisiert war (51,0 %). Höhergradige SLAP-Läsionen (Grad 2-5) waren ebenfalls signifikant mit humeraler CM assoziiert ( $\chi^2(1) = 7,58$ ,  $p < 0,006$ ), auch hier vorwiegend supero-central (42,0 %). In der logistischen Regression war die Pulley-Läsion ein signifikanter unabhängiger Risikofaktor für humerale CM (OR = 24,23,  $p < 0,001$ ), während die SLAP-Läsion nach Kontrolle der Pulley-Läsion nicht signifikant war (OR = 3,16,  $p = 0,186$ ).

### **Schlussfolgerung**

Es zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen SLAP- und Pulley-Läsion und dem Vorliegen einer humeralen CM, vor allem in der zentralen Region kaudal der LBS. Die Ergebnisse legen nahe, dass Pulley-Läsionen einen relevanten Risikofaktor für die Ausbildung einer humeralen CM darstellen.

## **Evaluierung eines evidenzbasierten, selbstgesteuerten physiotherapeutischen Ansatzes bei scapulothorakaler Dyskinesie**

**Autorenliste:** Richard Freytag<sup>1</sup>, Luisa Nystroem<sup>1</sup>, Louisa-Marie Lütz<sup>1</sup>, Jakob Zapatka<sup>1</sup>, Jonathan Sommer<sup>1</sup>, Gizem Aslantas<sup>1</sup>, Mika Jan Milobara<sup>1</sup>, Amadeo Touet<sup>1</sup>, Davide Cucchi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitätsklinikum Bonn, Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Bonn, Deutschland

### **Fragestellung**

Die aktuelle Behandlung der scapulothorakalen Dyskinesie (SD) stützt sich überwiegend auf Expertenwissen, während hochwertige Evidenz begrenzt ist. Ziel dieser Studie war die Evaluierung einer evidenzbasierten physiotherapeutischen Intervention im Rahmen eines sechswöchigen Proof-of-Concept-Ansatzes. Zudem wurde untersucht, ob innerhalb dieses kurzen Zeitraums erste Veränderungen der Dyskinesie erkennbar sind.

### **Methodik**

Eine systematische Literaturrecherche in PubMed identifizierte randomisierte kontrollierte Studien (RCTs) der vergangenen zehn Jahre zu nicht-invasiven Interventionen bei SD. Die Qualität der eingeschlossenen Studien wurde mit dem modifizierten Coleman Methodology Score (mCMS) bewertet. Auf Grundlage dieser Evidenz wurde ein sechswöchiges Heimtrainingsprogramm entwickelt und in einer Pilotstudie an Probanden mit SD ohne zusätzliche Schulterpathologien getestet. Erfasst wurden Parameter über oberflächliche Elektromyografie (oEMG) sowie Maximal Voluntary Isometric Contraction (MVIC) (DIERS iEMG (DIERS GmbH)). Die EMG-Analyse umfasst die RMS-Amplitude, Area Under the Curve (AUC), Time to Peak sowie die Overall Standard Deviation. Die Normalisierung der Daten wird unter Verwendung des RMS (Root Mean Square) durchgeführt. Die Datenerhebung erfolgte zu Beginn sowie nach drei und sechs Wochen.

### **Ergebnisse**

Es wurden 16 Studien mit 1.301 Patienten eingeschlossen (durchschnittlicher mCMS  $47.55 \pm 6.35$ ). Insgesamt 30 Teilnehmer (58 % Männer; Durchschnittsalter 34,25 Jahre; BMI 30,37) nahmen an der Pilotstudie teil. Die Ergebnisse zeigten bei der EMG-Analyse deutliche Muster. Während der Flexion wurde eine durchschnittliche Reduktion der AUC um 65% sowie eine Verringerung der Overall Standard Deviation um 69% über alle untersuchten Muskeln beobachtet.

Während der Abduktion zeigte sich eine moderate Reduktion der AUC um 52%, primär im M. trapezius descendens, sowie eine vergleichbare Abnahme der Overall Standard Deviation um ebenfalls 52%. Außerdem zeigt sich eine Reduktion im Side-to-Side Difference bei der Peak amplitude, RMS-Amplitude, Time to Peak, AUC und der Overall Standard Deviation jeweils in über 50% der Fälle.

### **Schlussfolgerung**

Die Pilotstudie zeigt, dass ein selbstgesteuertes, evidenzbasiertes Heimtrainingsprogramm für SD praktikabel ist und potenziell funktionelle Verbesserungen bewirken kann. Das Ausbleiben signifikanter Effekte verdeutlicht jedoch die Notwendigkeit einer Optimierung des Programms sowie größerer Stichproben. Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass ein Zeitraum von sechs Wochen für eine langfristige und klinisch relevante Veränderung der Dyskinesie vermutlich nicht ausreicht.

## Objektive Erfassung neuromuskulärer Ermüdung der Schultermuskulatur bei dynamischer Belastung - Entwicklung eines CWT-basierten sEMG-Algorithmus

**Autorenliste:** Jonathan Sommer<sup>1</sup>, Richard Freytag<sup>1</sup>, Gizem Aslantas<sup>1</sup>, Mika Milobara<sup>1</sup>, Levi Mejikovskiy<sup>1</sup>, Dieter Wirtz<sup>1</sup>, Kristian Welle<sup>1</sup>, Davide Cucchi<sup>1</sup>

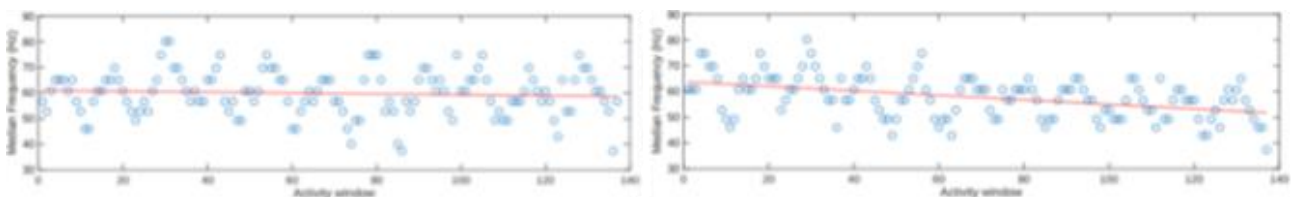
<sup>1</sup>Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Universitätsklinikum Bonn, Bonn, Deutschland

### Fragestellung

Neuromuskuläre Ermüdung beeinflusst die Schulterfunktion und spielt eine zentrale Rolle bei skapulothorakalen Dysfunktionen sowie leistungsrelevanten Bewegungsdefiziten im Sport. Die quantitative Erfassung bietet wertvolle Einblicke in die muskuläre Funktion, Belastungsadaptation und potenzielle Verletzungsrisiken. Während für statische Bewegungen bereits etablierte Analyseverfahren existieren, fehlen bislang valide Methoden zur differenzierten Untersuchung der Muskelermüdung dynamischer Bewegungen, insbesondere an der oberen Extremität. In dieser Pilotstudie wird ein neuer Continuous Wavelet Transform (CWT)-basierter Analysealgorithmus zur Erfassung muskulärer Ermüdung dynamischer Schulterbewegungen im M. Trapezius descendens (UT) und M. Trapezius ascendens (LT) entwickelt und validiert.

### Methodik

Acht gesunde männliche Probanden führten elf standardisierte Schulterabduktionen in drei Sitzungen unter zwei Bedingungen aus: ohne (W0) und mit (W1) 2-kg-Handgewichten. Bilaterale sEMG-Aufzeichnungen erfolgten gemäss SENIAM-Richtlinien vom UT und LT mit DIERS iEMG bei 2000 Hz. Die Standardisierung der Schulterbewegungen erfolgte mithilfe eines Metronoms. Nach Signalfilterung (Butterworthfilter: 20–500 Hz, Bandnotch-Filter: 50 Hz) wurde das Signal in 1-Sekunden-Fenster mit 50 % Überlappung unterteilt und mittels CWT analysiert. Die Medianfrequenzbestimmung erfolgte für jedes Fenster. Die Steigung einer linearen Regressionsanalyse des Medianfrequenzverlaufs dient als Ermüdungsmaß (s. Figure 1). Eine negativere Steigung zeigt stärkere Ermüdung. Die statistische Analyse umfasste eine zweifaktorielle ANOVA mit Messwiederholung sowie Cohens `d Effektstärke.



### Ergebnisse

Unter Belastung zeigte der UT eine signifikante Abnahme der Medianfrequenzneigung ( $\Delta = -53\%$ ,  $p_{\text{rechts}} = 0,002$ ,  $d_{\text{rechts}} = 1,12$ ;  $p_{\text{links}} < 0,001$ ,  $d_{\text{links}} = 1,53$ ). Auch der LT zeigte eine signifikante, jedoch geringere Muskelermüdung ( $\Delta = -41\%$ ,  $p_{\text{rechts}} = 0,003$ ,  $d_{\text{rechts}} = 1,52$ ;  $p_{\text{links}} = 0,043$ ,  $d_{\text{links}} = 0,71$ ). Die Analyse der Ermüdungsunterschiede zwischen UT und LT bei Belastung ergab mit  $p < 0,001$  die zuverlässige Erkennung intermuskulärer Ermüdungsunterschiede. Ein Vergleich zwischen dominanter und nicht-dominanter Seite ergab für den UT eine geringere Differenz ( $\Delta = -5\%$ ,  $p = \text{n. s.}$ ;  $d = 0,16$ ), allerdings ohne statistische Signifikanz. Der LT zeigte einen ausgeprägteren Ermüdungseffekt ( $\Delta = -25\%$ ,  $p = \text{n. s.}$ ;  $d = 0,9$ ).

**Schlussfolgerung**

Der entwickelte CWT-Algorithmus ermöglicht eine robuste Erfassung der neuromuskulären Ermüdung der Schultermuskulatur bei dynamischen Bewegungen. Das Verfahren zeigt großes Potenzial für die sportmedizinische Diagnostik zur Erkennung muskulärer Dysbalancen, zur Optimierung der Belastungssteuerung sowie für das objektive Rehabilitationsmonitoring.

## **Morphologische Unterschiede der Incisura trochlearis bei ligamentärer Ellenbogenluxation**

**Autorenliste:** Lisa Klute<sup>1</sup>, Maximilian Kerschbaum<sup>1</sup>, Nadine Hausmann<sup>1</sup>, Leopold Henßler<sup>1</sup>, Luisa Schlosser<sup>1</sup>, Kathi Thiele<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitätsklinikum Regensburg, Regensburg, Deutschland, <sup>2</sup>Vivantes Auguste-Viktoria-Klinikum, Berlin, Deutschland

### **Fragestellung**

Die Stabilität des Ellenbogengelenks wird neben kapsuloligamentären Strukturen wesentlich durch die knöchernen Kongruenz des ulnohumeralen Gelenks bestimmt. Ziel dieser Studie war es zu untersuchen, ob konstitutionelle knöchernen Unterschiede der Incisura trochlearis bei Patienten mit primär ligamentärer Ellenbogenluxation im Vergleich zu physiologischen Ellenbogen bestehen und somit als prädisponierende Faktoren für eine Luxation infrage kommen.

### **Methodik**

In einer retrospektiven CT-basierten Vergleichsstudie wurden Ellenbogen von Polytrauma-Patienten ohne Ellenbogenverletzung mit Ellenbogen von Patienten mit primär ligamentärer traumatischer Luxation verglichen. Aus den CT-Datensätzen wurden standardisierte sagittale Rekonstruktionen der Incisura trochlearis erstellt. In dieser Ebene erfolgten reproduzierbare Messungen verschiedener Winkel- und Längenparameter zur Beschreibung der knöchernen Geometrie. Die Messungen wurden unabhängig durch zwei verblindete Untersucher durchgeführt, die Interrater-Reliabilität wurde bestimmt.

### **Ergebnisse**

Es zeigten sich konsistente morphologische Unterschiede der knöchernen Konfiguration der Incisura trochlearis zwischen den beiden Gruppen. Insbesondere Parameter der Öffnungs- und Winkelgeometrie wiesen charakteristische Abweichungen bei Patienten mit Ellenbogenluxation auf, während andere morphologische Merkmale vergleichbar blieben. Die Messungen zeigten eine hohe Reproduzierbarkeit.

### **Schlussfolgerung**

Die Ergebnisse sprechen für das Vorliegen konstitutioneller knöcherner Prädispositionen bei ligamentären Ellenbogenluxationen. Die Berücksichtigung solcher Faktoren könnte die Entscheidungsfindung zwischen konservativer und operativer Therapie unterstützen.

## **Internal rotation after reverse shoulder arthroplasty is no longer a clinically relevant problem: longitudinal recovery with lateralized–distalized designs**

**Autorenliste:** Shorash Kawa Shaheen<sup>1</sup>, Jan-Philipp Imiolczyk<sup>1</sup>, Philipp Vetter<sup>1</sup>, Florian Freislederer<sup>1</sup>, Tim Schneller<sup>1</sup>, Asimina Lazaridou<sup>1,2</sup>, Markus Scheibel<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>*Schulthess Klinik, Zürich, Schweiz*, <sup>2</sup>*Brigham & Women's Hospital and Harvard Medical School, Boston, Vereinigte Staaten*, <sup>3</sup>*Charité-Universitätsmedizin, Berlin, Deutschland*

### **Fragestellung**

Historically, Grammont-style reverse shoulder arthroplasty (RSA) was associated with limited internal rotation, commonly reflected in difficulty with personal hygiene tasks. With recent design changes, this functional limitation appears far less prominent. Excellent active internal rotation after RSA can be demonstrated by the German term Schürzengriff (tying a knot around the L3 vertebral level). The aim of this study was to investigate recovery of internal rotation and patient-reported outcomes following lateralized–distalized RSA designs.

### **Methodik**

In this retrospective study based on prospectively collected data, patients with cuff tear arthropathy (CTA) and primary osteoarthritis (OA) undergoing RSA were identified. Two lateralized–distalized RSA designs were combined for analysis. Patients were stratified according to the type of metallic glenoid augmentation (centric +3 mm or eccentric full-wedge) and humeral stem design, with two short-stem systems used (Ascend Flex or the Perform Humeral System [PHS]). Using data from a local shoulder arthroplasty registry, longitudinal changes in patient-reported outcome measures (PROMs), shoulder range of motion, and abduction strength were analyzed using linear mixed-effects models with a random intercept for participant. Fixed effects included time (baseline, 6, 12, and 24 months), implant group, and their interaction, with adjustment for glenosphere position. Internal rotation was analyzed separately using cumulative link mixed-effects models with a logit link, treating internal rotation as an ordered categorical outcome.

### **Ergebnisse**

A total of 164 patients were included, comprising 101 patients (62%) with CTA and 63 patients (38%) with OA. The mean age at surgery was 75.0 years (range, 57.6–91.9 years); 91 patients (56%) were female and 73 (44%) male. The mean body mass index was 26.5 kg/m<sup>2</sup>. Analysis of functional internal rotation at Schürzengriff height demonstrated that most improvement occurred between 6 and 12 months, with continued gains up to 24 months. Compared with baseline, the odds of achieving a higher internal-rotation category were significantly greater at 6 months (OR = 2.44, 95% CI 1.28–4.65;  $p = 0.007$ ), 12 months (OR = 4.66, 95% CI 2.26–9.61;  $p < 0.001$ ), and 24 months (OR = 9.61, 95% CI 4.36–21.22;  $p < 0.001$ ). At 24 months, 75% of patients achieved functional internal rotation at or above the L3 level. Among the remaining 25%, internal rotation most commonly reached the lumbosacral region (54.5%) or gluteal region (36.4%), with only a small proportion limited to the lateral thigh (9.1%). No patient ask for revision surgery due to impaired internal rotation.

All PROMs (SPADI, qDASH, pain NRS, Subjective Shoulder Value, and Constant Score) also improved significantly over time (all  $p < 0.001$ ), with sustained gains observed at 6, 12, and 24 months.

**Schlussfolgerung**

Although much of the literature describes functional gains after RSA as predominantly short-term rather than continuing evenly throughout rehabilitation, functional internal rotation relevant to personal hygiene and dressing (trousers and socks) showed progressive improvement up to 24 months in this cohort. Insufficient internal rotation, historically associated with Grammont-style RSA, has largely resolved following the introduction of lateralized–distalized implant designs.

## **Mittel- bis langfristige Ergebnisse der arthroskopischen posterioren Weichteilstabilisierung bei Patienten mit posteriorer konstitutioneller statischer Schulterinstabilität (Typ C1)**

**Autorenliste:** Alp Paksoy<sup>1</sup>, Doruk Akgün<sup>1</sup>, Juana Saeed<sup>1</sup>, Alahan Alkis Sensoy<sup>1</sup>, Dieter Wiest<sup>2</sup>, Felix Dyrna<sup>3</sup>, Anh Do<sup>1</sup>, Philipp Moroder<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Charité Campus Virchow-Klinikum, Berlin, Deutschland, <sup>2</sup>Arthros Klinik Neu-Ulm, Neu-Ulm, Deutschland,

<sup>3</sup>Gelenkzentrum Leipzig, Leipzig, Deutschland, <sup>4</sup>Schulthess Klinik, Zürich, Schweiz

### **Fragestellung**

Zur Behandlung der präarthrotischen, konstitutionellen statischen posterioren Schulterinstabilität (PSI Typ C1 nach Moroder) wurden verschiedene gelenkerhaltende weichteilige und knöcherne Interventionen als Rettungsversuch entwickelt. Bisher sind keine mittel- bis langfristigen Ergebnisse für weichteilige Techniken verfügbar. Ziel dieser Studie war es, die klinischen und radiologischen Ergebnisse der arthroskopischen posterioren Weichteilstabilisierung bei Patienten mit Typ C1-PSI nach einem Mindest-Follow-up von fünf Jahren zu analysieren.

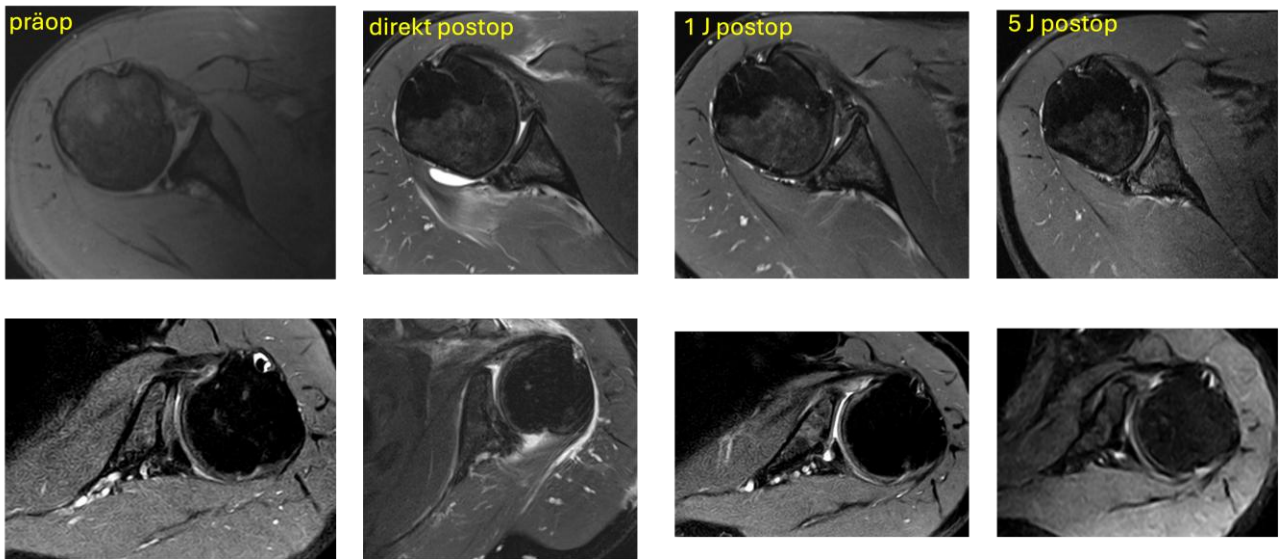
### **Methodik**

In dieser prospektiven longitudinalen Studie wurden 14 konsekutive Schultern von 13 männlichen Patienten, die zwischen Februar 2018 und November 2019 eine arthroskopische PACS-Prozedur (Posterior Articular Coverage and Shift) aufgrund einer symptomatischen, präarthrotischen Typ C1-PSI erhalten hatten. Die Patienten wurden präoperativ sowie drei, sechs, 12 und 24 Monate sowie mindestens fünf Jahre postoperativ untersucht. Die Erhebung umfasste Schmerzlevel mittels visueller Analogskala (VAS) sowie Subjective Shoulder Value (SSV), Rowe-Score, Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI) und Constant-Score (CS). Radiologisch wurden bei allen Patienten präoperative und postoperative Bildgebungen sowie MRT-Aufnahmen nach zwei Jahren und bei der letzten Follow-up-Untersuchung analysiert, wobei Glenoid-Offset, Glenoidversion nach Friedman, der scapulo- und glenohumerale Subluxationsindex analysiert wurden.

### **Ergebnisse**

Das mittlere klinische Follow-up betrug  $5,9 \pm 0,6$  Jahre. Zwei von 13 nachuntersuchten Schultern wurden aufgrund von nach anfänglicher Besserung wiederaufgetretenen Beschwerden mit autologer posteriorer J-Span-Plastik revidiert. Es zeigte sich bei den verbleibenden Schultern eine Verbesserung des VAS-, SSV- und Rowe Scores im Vergleich zu den präoperativen Werten (VAS: 2,0 vs. 6,0,  $p = 0,005$ ; SSV: 73,6 % vs. 45,9 %,  $p = 0,012$ ; Rowe: 70,6 vs. 50,6,  $p = 0,017$ ). Der WOSI-Score zeigte über die untersuchten Zeitpunkte hinweg keinen statistisch signifikanten Unterschied ( $p = 0,148$ ).

Die postoperative gleno- und skapulohumerale posteriore Dezentrierung war unmittelbar nach der Operation im Vergleich zum präoperativen Zustand signifikant geringer (glenohumeraler Subluxationsindex: 51 % vs. 58 %,  $p = 0,041$ ; skapulohumeraler Subluxationsindex: 71 % vs. 77 %,  $p = 0,006$ ). Im Langzeitverlauf nach  $5,9 \pm 0,6$  Jahren, wobei für 10 der 11 klinisch untersuchten Schultern MRT-Daten vorlagen, zeigte sich für den glenohumeralen Subluxationsindex weiterhin kein signifikanter Unterschied gegenüber den präoperativen Werten (52 % vs. 58 %,  $p = 0,074$ ). Demgegenüber blieb der skapulohumerale Subluxationsindex signifikant reduziert (67 % vs. 77 %,  $p = 0,028$ ). Bei fünf Patienten konnte die verbesserte skapulohumerale Zentrierung aufrechterhalten werden, während die anderen fünf Patienten wieder den präoperativen Zustand erreichten (Abbildung).



### **Schlussfolgerung**

Die arthroskopische posteriore Weichteilstabilisierung bei Patienten mit konstitutioneller statischer posteriorer Instabilität führt bei den meisten Patienten über einen Zeitraum von mindestens fünf Jahren zu einer signifikanten und klinisch relevanten Verbesserung, wobei bei der Hälfte der Patienten eine anhaltende Verbesserung der skapulohumeralen Zentrierung erreicht werden konnte.

## **Analyse der Skapulamorphologie und der akromialen Orientierung bei Patienten mit posteriorer Schulterinstabilität**

**Autorenliste:** Alp Paksoy<sup>1</sup>, Alahan Alkis Sensoy<sup>1</sup>, Soraya Bahlawane<sup>1</sup>, Rony Orijit Dey Hazra<sup>1</sup>, David Back<sup>1</sup>, Philipp Moroder<sup>2</sup>, Doruk Akgün<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Charité Campus Virchow-Klinikum, Berlin, Deutschland, <sup>2</sup>Schulthess Klinik, Zürich, Schweiz

### **Fragestellung**

Die posteriore Schulterinstabilität (PSI) umfasst ein breites Spektrum an Subpathologien, die durch die ABC-Klassifikation wie folgt unterteilt werden: Typ A (traumatisch; A1=Subluxation, A2=Dislokation), Typ B (dynamisch; B1=funktionell, B2=strukturell) und Typ C (statisch; C1=angeboren/dysplastisch, C2=erworben). Ziel der Studie war der Vergleich der Skapula- und Akromionmorphologie zwischen den unterschiedlichen PSI-Typen sowie gegenüber einer gesunden, nach Alter und Geschlecht gematchten Kontrollgruppe.

### **Methodik**

In dieser retrospektiven Fall-Kontroll-Studie wurden Patienten eingeschlossen, die zwischen 2018 und 2025 in unserem Krankenhaus aufgrund von PSI behandelt wurden. Diesem Kollektiv wurde eine gesunde Kontrollgruppe gegenübergestellt, die mittels 1:1-Matching nach Alter und Geschlecht ausgewählt wurde. In den CT-/MRT-Bildgebungen wurden die folgenden Parameter von einem Rater zu unterschiedlichen Zeitpunkten gemessen: Glenoid-Offset, Glenoidversion nach Friedman (GvF), der skapulo- und glenohumerale Subluxationsindex (SSHSI & GHSI), Anterior & Posterior Acromial Coverage (AAC & PAC), Posterior Acromial Height (PAH), Posterior Acromial Tilt (PAT) und Critical Shoulder Angle (CSA).

### **Ergebnisse**

Die Verteilung ergab 13 Schultern für Typ A (A1: 3, A2: 10), 82 für Typ B (B1: 29, B2: 53) und 18 für Typ C (C1: 14, C2: 4). Die Intrarater-Reliabilität war exzellent mit einem mittleren ICC von 0,925.

Der Typ A zeigte im Vergleich zur gesunden Kontrollgruppe unauffällige Werte für die Glenoidmorphologie (GvF:  $5,1^\circ \pm 2,2^\circ$  vs.  $4,5^\circ \pm 2,8^\circ$ ; SSHSI:  $0,55 \pm 0,05$  vs.  $0,55 \pm 0,05$ ;  $p > 0,05$ ), wies jedoch akromial eine signifikant verstärkte posteriore Überdachung auf (PAC:  $65,3^\circ \pm 12,7^\circ$  vs.  $53,6^\circ \pm 10,2^\circ$ ;  $p < 0,001$ ). Auch beim Typ B fand sich eine regelrechte Glenoidversion, während sich akromial, analog zu Typ A, eine signifikant erhöhte PAC gegenüber der Kontrolle ( $67,2^\circ \pm 11,7^\circ$  vs.  $59^\circ \pm 7,8^\circ$ ;  $p < 0,001$ ) zeigte. Im Gegensatz dazu wies der statische Typ C im Vergleich zur Kontrolle höchstsignifikante Abweichungen der Glenoidmorphologie (GvF:  $22,9^\circ \pm 17,7^\circ$  vs.  $4,1^\circ \pm 2,9^\circ$ ;  $p < 0,001$ ) sowie eine ausgeprägte posteriore Dezentrierung (SSHSI:  $0,74 \pm 0,09$  vs.  $0,54 \pm 0,05$ ;  $p < 0,001$ ) auf. Akromial zeigte Typ C eine signifikant flachere Orientierung (PAT:  $72,7^\circ \pm 11,4^\circ$  vs.  $59,1^\circ \pm 5,7^\circ$ ;  $p = 0,001$ ), wobei die bei Typ A und B beobachtete kompensatorische Zunahme der PAC hier fehlte ( $60,1^\circ \pm 9,0^\circ$  vs.  $62,7^\circ \pm 5,6^\circ$ ;  $p = 0,231$ ).

Im Vergleich der PSI-Gruppen untereinander zeigte Typ B die signifikant geringste anteriore Überdachung (AAC:  $4,1^\circ \pm 12,0^\circ$ ;  $p = 0,016$ ). Typ C wies die signifikant stärkste Retroversion ( $p < 0,001$ ), die stärkste Dezentrierung ( $p < 0,001$ ) sowie die höchste posteriore Akromionhöhe auf (PAH:  $22,8 \pm 8,1$  mm vs. A:  $17,0 \pm 8,7$  mm / B:  $15,7 \pm 8,7$  mm;  $p = 0,009$ ).

### **Schlussfolgerung**

Während die traumatische (Typ A) und dynamische (Typ B) PSI bezüglich der Skapulamorphologie keine Unterschiede zu gesunden Probanden zeigen und bezüglich der Akromionmorphologie sogar eine signifikant bessere posteriore akromiale Überdachung (PAC) aufweisen, ist die statische PSI (Typ C) durch eine hochgradig pathologische Trias charakterisiert: eine deutlich vermehrte Glenoid-Retroversion, eine ausgeprägte posteriore Dezentrierung des Humeruskopfes sowie eine flachere Orientierung als die gesunde Kontrollgruppe ohne die Kompensation der stärkeren posterioren akromialen Überdachung.

## **Detecting glenoid loosening after total shoulder arthroplasty from plain radiographs using a convolutional neural network**

**Autorenliste:** Tim Schneller<sup>1</sup>, Lorenzo Menarbin<sup>1</sup>, Florian Freisleder<sup>1</sup>, Asimina Lazaridou<sup>1,2</sup>, Markus Scheibel<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Schulthess Klinik, Zürich, Schweiz, <sup>2</sup>Brigham & Women's Hospital and Harvard Medical School, Boston, Vereinigte Staaten, <sup>3</sup>Charité-Universitätsmedizin, Berlin, Deutschland

### **Fragestellung**

Implant loosening is a common complication after total shoulder arthroplasty. Glenoid loosening specifically can lead to significant pain and function loss and frequently necessitates revision surgery. Machine Learning is a novel technology with high potential that shows large potential and increasing adoption rates in the field of orthopedic surgery. The aim of this study was to develop and validate a machine learning model to detect implant loosening on plain radiographs.

### **Methodik**

This retrospective study included A/P radiographs following total shoulder arthroplasty. Each patient was revised due to intraoperatively confirmed glenoid implant loosening. The last radiograph before the revision was labeled as the positive ground truth ("loose") and the 6-week postoperative radiograph was marked as the negative ground truth ("stable"). A train/validation/test split of 60/20/20 was employed. After splitting, several data augmentation techniques were employed, such as rotating, flipping, cropping or changing brightness and contrast. The radiographs were then used to retrain a previously trained model (ResNet50). Performance metrics included accuracy, sensitivity, specificity and the area under the curve.

### **Ergebnisse**

84 Patients were included in the study, which were 44% male, with an average age at surgery of 61.8 (11.1). Indications for arthroplasty primarily included primary osteoarthritis (64%) and revision arthroplasty (22%). Implants used included mainly Promos (14%) and Eclipse (62%). Mean time to revision was 6.4 (SD: 3.5) years. Our model reached an accuracy of 91.2%, a sensitivity of 87.5%, a specificity of 94.4% and an AUC of 0.91. Saliency maps indicate that our model consistently focuses on the glenoid area for correctly identified cases.

### **Schlussfolgerung**

Our model demonstrated excellent performance in detecting glenoid implant loosening from plain radiographs. However, future work should focus less on detecting and more on predicting the occurrence of loosening before symptoms occur, allowing timely intervention by healthcare providers. Limitations include the lack of external validation and data sparsity.

## Entwicklung eines spezifischen Scores zur Bewertung von Ellenbogenfunktion und -steife

**Autorenliste:** Davide Cucchi<sup>1</sup>, Mika Jan Milobara<sup>1</sup>, Alberto Alfieri Zellner<sup>1</sup>, Amadeo Touet<sup>1</sup>, Tim Leschinger<sup>2</sup>, Maria Elze<sup>3</sup>, Kathi Thiele<sup>4</sup>, Konrad Mader<sup>5</sup>, Alexander Klug<sup>6</sup>, Michael Hackl<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Universitätsklinikum Bonn, Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Bonn, Deutschland, <sup>2</sup>Uniklinik Köln, Köln, Deutschland, <sup>3</sup>Universität Leipzig, Leipzig, Deutschland, <sup>4</sup>Charité - Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Deutschland, <sup>5</sup>Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Hamburg, Deutschland, <sup>6</sup>BGU Frankfurt am Main, Frankfurt am Main, Deutschland, <sup>7</sup>Universitätsklinikum Mannheim, Mannheim, Deutschland

### Fragestellung

Ellenbogensteife beeinträchtigt die Lebensqualität und die funktionellen Fähigkeiten der Patientinnen und Patienten erheblich. Trotz ihrer hohen klinischen Relevanz existieren bislang keine standardisierten und reproduzierbaren Instrumente, die speziell für die Selbsteinschätzung der Ellenbogensteife oder für den Vergleich von Behandlungsergebnissen entwickelt wurden. In einer Pilotstudie wurde untersucht, ob eine vereinfachte Bewertung mittels einer Einzelfrage („Assessment through a Single Subjective Evaluation of Stiffness“, ASSES) mit etablierten klinischen Ellenbogenscores korreliert. Ziel war es, die Anzahl der Nachsorgefragebögen zu reduzieren und eine Grundlage für die Entwicklung eines spezifischen, auf Ellenbogensteife fokussierten Bewertungsinstruments zu schaffen. Die Ergebnisse dieser Studie wurden vom DVSE-Ellenbogenkomitee als Ausgangspunkt für die Entwicklung eines dedizierten Ellenbogensteife-Scores genutzt.

### Methodik

Über einen Zeitraum von zwei Jahren wurden Daten von 83 Patientinnen und Patienten mit traumatischen und degenerativen Ellenbogenerkrankungen erhoben. Die subjektive Steifigkeit wurde mittels der Frage „Wie steif fühlt sich Ihr Ellenbogen gerade an?“ erfasst. Zusätzlich wurden etablierte Ellenbogenscores erhoben, darunter die Single Assessment Numeric Evaluation (SANE), der Shanghai Elbow Dysfunction Score (SHEDS), der Mayo Elbow Performance Index (MEPI), die Oxford Elbow Scale (OES), der QuickDASH sowie der EuroQoL-5D (EQ-5D). Die Zusammenhänge zwischen den Instrumenten wurden mittels Pearson-Korrelationskoeffizienten ( $r$ ) analysiert. Aufbauend auf diesen Ergebnissen wurde ein mehrphasiger Entwicklungsprozess für einen spezifischen Ellenbogensteife-Fragebogen initiiert, beginnend mit der Identifikation relevanter Domänen und gefolgt von iterativer Verfeinerung und Validierung.

### Ergebnisse

ASSES zeigte moderate Korrelationen mit SHEDS, SANE, OES und DASH ( $r = 0,518-0,536$ ;  $p < 0,001$ ). SANE wies stärkere Korrelationen mit diesen Scores auf ( $r = 0,622-0,761$ ;  $p < 0,001$ ). Die kombinierte Anwendung von ASSES und SANE führte zu verbesserten Korrelationen mit SHEDS, OES und DASH ( $r = 0,658-0,740$ ;  $p < 0,001$ ). SHEDS korrelierte stark mit MEPI und DASH ( $r = 0,713-0,773$ ;  $p < 0,001$ ) sowie moderat mit EQ-5D und OES ( $r = 0,543-0,675$ ;  $p < 0,001$ ). Die Entwicklung des DVSE-Ellenbogensteife-Scores begann mit der Identifikation relevanter Domänen und führte zur Erstellung einer „Long-Version“ mit 64 Items. Diese befindet sich derzeit in der Pilot-Testphase zur Identifikation redundanter oder missverständlicher Items (21 von gepl. 50 Patienten eingeschlossen). Auf Grundlage dieser Ergebnisse soll eine verkürzte „Short-Version“ generiert und im Rahmen einer multizentrischen DVSE-Studie validiert werden.

### **Schlussfolgerung**

ASSES korreliert gut mit SHEDS und anderen ellbogenspezifischen Scores, jedoch weniger stark als SANE. Die Reduktion komplexer klinischer Scores wie SHEDS auf ein kurzes Selbsteinschätzungsinstrument erwies sich als anspruchsvoll. Die kombinierte Anwendung von ASSES und SANE stellt dennoch einen vielversprechenden Ansatz für eine effiziente Nachsorge ohne physische Konsultation dar. Auf Basis dieser Ergebnisse wurde die Entwicklung eines spezifischen, auf Ellenbogensteife fokussierten Bewertungsinstruments initiiert.

## **Periklavikuläre Verletzungen führen nicht zu einer Zunahme der Thoraxkyphose, verändern jedoch die Halswirbelhaltung bei jungen, aktiven Erwachsenen: eine prospektive vergleichende Studie**

**Autorenliste:** Jan Marek Meyer<sup>1</sup>, Richard Freytag<sup>1</sup>, Ismail Al-Ramadani<sup>1</sup>, Jonathan Sommer<sup>1</sup>, Jakob Zapatka<sup>1</sup>, Mohammad Masoud<sup>1</sup>, Mika Milobara<sup>1</sup>, Alessandra Menon<sup>2</sup>, Amadeo Touet<sup>1</sup>, Davide Cucchi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Universitätsklinikum Bonn, Bonn, Deutschland, <sup>2</sup>University of Milan, Mailand, Italien

### **Fragestellung**

Periklavikuläre Verletzungen gehen häufig mit veränderter Funktion des Schultergürtels einher, ihr Einfluss auf die Wirbelsäulenhaltung ist jedoch unklar. Ziel dieser Studie war es zu untersuchen,

ob Klavikulafrakturen oder Hochgradige Akromioklavikulargelenk-Verletzungen mit Veränderungen der thorakalen und zervikalen Wirbelsäulenhaltung verbunden sind.

### **Methodik**

In dieser prospektiven vergleichenden Studie wurden 45 Patienten mit periklavikulären Verletzungen und 52 altersangepasste gesunde Kontrollpersonen mittels Rasterstereographie in sagittaler und koronaler Ebene auf die Wirbelsäulenhaltung untersucht. Subgruppenanalysen erfolgten für Teilnehmer unter 40 Jahren sowie in Abhängigkeit von Verletzungsdauer (akut vs. subakut) und dominanter Körperseite. Der primäre Endpunkt war der Thoraxkyphosewinkel ( $\alpha$ ).

### **Ergebnisse**

Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in der Thoraxkyphose oder in koronaren/sagittalen Wirbelsäulenparametern zwischen Patienten und Kontrollen, wodurch die Studienhypothese verworfen wurde. Bei Teilnehmern unter 40 Jahren zeigte sich jedoch eine kleine, aber signifikante Veränderung der zervikalen sagittalen Ausrichtung (+7,7 mm Abstand der Halswirbellinie) bei den Patienten im Vergleich zu den Kontrollen. Verletzungsdauer und dominante Körperseite hatten keinen Einfluss auf die Ergebnisse.

### **Schlussfolgerung**

Periklavikuläre Verletzungen sind nicht mit einer Zunahme der Thoraxkyphose assoziiert, können jedoch subtile kompensatorische Veränderungen der Halswirbelhaltung bei jüngeren, aktiven Personen verursachen. Diese Ergebnisse legen nahe, dass die Rehabilitation auf die Optimierung der Skapulakontrolle und der muskulären Funktion fokussiert werden sollte, statt primär die Wirbelsäulenhaltung zu adressieren.

## **Primäre inverse Frakturendoprothetik vs. Revision von Frakturfolgezuständen mittels inverser Schulterprothese: Führen Revisionseingriffe zu schlechteren klinischen Ergebnissen?**

**Autorenliste:** Malte Holschen<sup>1</sup>, Yacine Ameziane<sup>1</sup>, Kai-Axel Witt<sup>1</sup>, Alexandros Kiriazis<sup>2</sup>, Trutz Vogelsang<sup>2</sup>, Jörn Steinbeck<sup>1</sup>

<sup>1</sup>OPPK Münster, Münster, Deutschland, <sup>2</sup>Raphaelsklinik Münster, Münster, Deutschland

### **Fragestellung**

Die Versorgung proximaler Humerusfrakturen wird aufgrund der alternden Bevölkerung in den kommenden Jahren weiter an Bedeutung gewinnen. Konservative Behandlungen und Osteosynthesen können zu Frakturfolgezuständen (FFZ) führen, die eine operative Revision mittels inverser Schulterprothese erforderlich machen. Um Revisionen zu vermeiden, wird immer häufiger eine Primärversorgung mittels inverser Schulterprothese bei älteren Betroffenen angestrebt. Anhand dieser Studie sollen klinische und radiologische Ergebnisse nach sekundärer Versorgung von FFZ mit einer inversen Prothese mit der primären Versorgung proximaler Humerusfrakturen mittels inverser Frakturprothese (IFP) verglichen werden.

### **Methodik**

Neben der Gruppe der sekundären Versorgung von Frakturfolgezuständen (n=57, w=44, m=13, mittleres FU 79 Monate, mittleres Alter 74 Jahre, Gruppe FFZ) wurden Patienten nach primärer Versorgung einer proximalen Humerusfraktur mittels inverser Prothese (n=61, w=56, m=6, mittleres FU 42 Monate, mittleres Alter 77 Jahre, Gruppe IFP) klinisch und radiologisch analysiert. Neben dem Constant Score, dem adaptierten Constant Score und dem ASES Score war das aktive Bewegungsmaß Gegenstand der Untersuchung. Die radiologische Analyse beinhaltete das Scapula Notching und die Identifikation periprothetischer Aufhellungslinien.

### **Ergebnisse**

Die Verteilung der FFZ war heterogen (Typ I=27, Typ II=1, Typ III=17, Typ IV=12). In der Gruppe mit IFP lagen gemäß der Neer Klassifikation überwiegend 4-Part Frakturen (n=41) und seltener 3-Part Frakturen (n=21) vor.

Die klinischen Ergebnisse unterschieden sich bei den objektiven und subjektiven Parametern nicht (Constant Score: FFZ=61 vs. IFP=61; p=0,932 / adaptierter Constant Score: FFZ=79% vs. IFP=75%; p=0,085 / ASES Score: FFZ=79 vs. IFP=73; p=0,194 / Anteflexion: FFZ=114° vs. IFP=122°; p=0,194 / Abduktion: FFZ=110° vs. IFP=108°; p=0,194).

Die radiologische Untersuchung ergab eine höhere Rate periprothetischer Aufhellungslinien in der Gruppe der FFZ (19% vs. 0%; p=0,001), während die Rate des Scapula Notchings vergleichbar war (FFZ=51% vs. IFP=70%; p=0,072).

Die Komplikationsrate unterschied sich nicht (FFZ=10% vs. IFP=11%; p=0,865).

### **Schlussfolgerung**

Sowohl die primäre IFP als auch die sekundäre Versorgung von FFZ mittels inverser Prothese führen zu akzeptablen klinischen Ergebnissen bei nicht unerheblicher Komplikationsrate. Die sekundäre Versorgung scheint häufiger mit periprothetischen Aufhellungslinien einherzugehen, die zum Nachuntersuchungszeitpunkt keine klinische Relevanz hatten. Wenn das Versagen einer Osteosynthese aufgrund schlechter Knochenqualität und Komorbiditäten bei älteren Patienten abzusehen ist, sollte eine primäre Versorgung mittels IFP in Erwägung gezogen werden.

## **Inzidenz traumatischer Ellenbogenluxationen in Deutschland von 2015–2024: Eine ICD-10-basierte Analyse ambulanter und stationärer Versorgungsdaten über alle Altersgruppen**

**Autorenliste:** Lisa Klute<sup>1</sup>, Leopold Henßler<sup>1</sup>, Kristina Gerhardinger<sup>1</sup>, Verena Stauber<sup>1</sup>, Maximilian Kerschbaum<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitätsklinikum Regensburg, Regensburg, Deutschland

### **Fragestellung**

Traumatische Ellenbogenluxationen gehören zu den häufigsten Luxationen großer Gelenke, belastbare populationsbasierte Daten zur Inzidenz in Deutschland unter Einbezug des ambulanten und stationären Sektors sowie aller Altersgruppen liegen jedoch nur eingeschränkt vor. Ziel dieser Studie war die Beschreibung der zeitlichen Entwicklung und Altersverteilung von Ellenbogenluxationen in Deutschland sowie die Analyse relevanter Nebendiagnosen.

### **Methodik**

Es wurde eine retrospektive Sekundärdatenanalyse auf Basis ICD-10-GM-kodierter Diagnosen durchgeführt. Fälle von Ellenbogenluxationen wurden über entsprechende Codes der Kategorie S53 identifiziert. Sowohl ambulante als auch stationäre Behandlungsfälle wurden eingeschlossen. Die Analyse umfasste den Zeitraum von 2015 bis 2024 und erfolgte alters- und geschlechtsstratifiziert. Zusätzlich wurden häufige Nebendiagnosen ausgewertet, um begleitende Verletzungsmuster und die klinische Komplexität abzubilden.

### **Ergebnisse**

Im Untersuchungszeitraum zeigte sich eine relevante und stabile Versorgungslast traumatischer Ellenbogenluxationen in Deutschland. Die Inzidenz variierte deutlich zwischen den Altersgruppen, mit höheren Raten in bestimmten pädiatrischen und erwachsenen Populationen. Unterschiede zwischen ambulant und stationär behandelten Fällen deuteten auf eine alters- und schwergradabhängige Versorgungsstruktur hin. Nebendiagnosen zeigten ein breites Spektrum begleitender ligamentärer und knöcherner Verletzungen, wobei komplexere Verletzungsmuster häufiger im stationären Sektor kodiert waren.

### **Schlussfolgerung**

Die ICD-10-basierte Analyse ermöglicht eine umfassende Darstellung der Inzidenz traumatischer Ellenbogenluxationen in Deutschland über alle Altersgruppen und Versorgungssektoren hinweg. Altersabhängige Inzidenzunterschiede und relevante Nebendiagnosen unterstreichen die klinische und versorgungsrelevante Heterogenität dieser Verletzung. Die Ergebnisse liefern eine Grundlage für epidemiologische Einordnung, Versorgungsplanung und zukünftige differenzierte Analysen zur Behandlungsstrategie.

## Retrospektive Analyse klinischer, radiologischer und funktioneller Ergebnisse der inversen Schulterprothese

**Autorenliste:** Agahan Hayta<sup>1</sup>, Cagman Seker<sup>1</sup>, Soraya Bahlawane<sup>1</sup>, David Back<sup>1</sup>, Alp Paksoy<sup>1</sup>, Yamac Akgün<sup>2</sup>, Rony Orijit Dey Hazra<sup>1</sup>, Doruk Akgün<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Charité Campus Virchow-Klinikum, Berlin, Deutschland, <sup>2</sup>University of Miami Miller School of Medicine, Miami, Vereinigte Staaten

### Fragestellung

Eine glenoidale Fehlpositionierung in der inversen Schulterendoprothetik (RTSA) kann zu Impingement, Luxation und Lockerung führen. Die Kombination aus 3D-präoperativer Planung und Augmented-Reality-(AR)-gestützter intraoperativer Navigation bietet das Potenzial, die Präzision bei der Implantatauswahl und -platzierung zu verbessern und postoperative Komplikationen zu reduzieren. Trotz der zunehmenden klinischen Anwendung fehlen in der aktuellen Literatur bislang belastbare Daten hierzu. Ziel dieser retrospektiven Studie ist die vergleichende Analyse der klinischen, radiologischen und funktionellen Ergebnisse nach navigierter und konventioneller RTSA-Implantation.

### Methodik

In diese laufende retrospektive Vergleichsstudie wurden bislang 16 Patient:innen eingeschlossen, die aufgrund einer primären Omarthrose oder einer Defektarthropathie mit einer RTSA versorgt wurden und ein Mindest-Follow-up von zwei Jahren aufwiesen. Davon wurden 8 navigiert und 8 konventionell implantiert. Erhoben wurden demografische und perioperative Daten, radiologische Parameter anhand konventioneller Röntgenaufnahmen, funktionelle Ergebnisse einschließlich des Bewegungsumfangs und standardisierter Scores sowie postoperative Komplikationen.

### Ergebnisse

Die mittlere Inklination der Basisplatte war bei nicht-navigierten Prothesen signifikant stärker nach superior geneigt als bei navigierten Prothesen ( $12,8 \pm 8,9^\circ$  vs.  $4,3 \pm 6,7^\circ$ ;  $p = .049$ ). Navigierte Prothesen wiesen im Mittel weniger periphere Schrauben auf als nicht-navigierte Prothesen, ohne dass ein signifikanter Unterschied bestand ( $2,4 \pm 0,7$  vs.  $3,0 \pm 1,1$  Schrauben;  $p = .33$ ), die jedoch signifikant länger waren ( $35,3 \pm 4,4$  mm vs.  $27,3 \pm 8,2$  mm;  $p = .029$ ). Die Operationsdauer war zwischen beiden Gruppen vergleichbar ( $97,0 \pm 21,1$  Minuten vs.  $103,1 \pm 19,0$  Minuten;  $p = .55$ ). Auch die intraoperative Durchleuchtungszeit unterschied sich nicht signifikant ( $26,0 \pm 18,4$  Sekunden vs.  $28,4 \pm 8,9$  Sekunden;  $p = .75$ ). Postoperative Schmerzen zeigten keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen (NRS:  $0,6 \pm 0,9$  vs.  $0,5 \pm 0,8$ ;  $p = .77$ ). Der subjektive Schulterwert war in der Navigationsgruppe höher, ohne jedoch statistische Signifikanz zu erreichen ( $94,6 \pm 9,1$  vs.  $87,5 \pm 8,9$  Punkte;  $p = .13$ ). Ebenso zeigten sich keine signifikanten Unterschiede im Constant Score ( $83,0 \pm 4,7$  vs.  $79,0 \pm 7,4$  Punkte;  $p = .22$ ) sowie in der Patientenzufriedenheit ( $3,75 \pm 0,46$  vs.  $3,75 \pm 0,46$ ;  $p = 1.00$ ). Die postoperative Beweglichkeit war zwischen den Gruppen vergleichbar, sowohl für die Flexion ( $161,3 \pm 17,3^\circ$  vs.  $168,8 \pm 3,5^\circ$ ;  $p = .25$ ) als auch für die Außenrotation in  $0^\circ$  ( $46,3 \pm 18,5^\circ$  vs.  $44,4 \pm 49,1^\circ$ ;  $p = .92$ ), die Außenrotation in  $90^\circ$  ( $54,4 \pm 14,5^\circ$  vs.  $52,5 \pm 21,9^\circ$ ;  $p = .84$ ) und die Innenrotation ( $44,4 \pm 10,0^\circ$  vs.  $40,0 \pm 17,1^\circ$ ;  $p = .54$ ). Revisionen traten ausschließlich in der Navigationsgruppe auf (12,5 % vs. 0 %), ohne statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen ( $p = 1.00$ ).

### Schlussfolgerung

Vorläufige Ergebnisse dieser Studie deuten darauf hin, dass die AR-gestützte intraoperative Navigation das Potenzial besitzt, die Implantatpositionierung sowie die klinischen Ergebnisse bei der RTSA zu verbessern. Da die Studie noch nicht abgeschlossen ist und die finale Fallzahl bislang nicht erreicht wurde, sind die Ergebnisse als vorläufig zu interpretieren und bedürfen einer Validierung nach Abschluss der Studie.

## **Klinische und radiologische Ergebnisse des posterioren Beckenkammtransfers bei Patienten mit posteriorer Schulterinstabilität**

**Autorenliste:** Anh Do<sup>1</sup>, Alp Paksoy<sup>1</sup>, Alahan Alkis Sensoy<sup>1</sup>, Doruk Akgün<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Charité - Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Deutschland

### **Fragestellung**

Der Transfer eines autologen Beckenkammknochentransplantats, die sogenannte Eden-Hybinette-Prozedur bzw. J-Span-Plastik, ist ein etabliertes Verfahren zur Behandlung von Patienten mit posteriorer Schulterinstabilität (PSI), das eine Korrektur der Glenoidfläche und -version ermöglicht. Aufgrund der niedrigen Inzidenz der posterioren Schulterinstabilität liegen bislang nur wenige klinische und radiologische Ergebnisse nach posteriorer Eden-Hybinette- bzw. posteriorer J-Span-Plastik vor.

### **Methodik**

Insgesamt wurden neun Patienten mit einer posterioren Schulterinstabilität (B2, C1 oder C2 nach Moroder) eingeschlossen, von denen drei mit posteriorer Eden-Hybinette-Prozedur und sechs mit posteriorer J-Span-Plastik behandelt wurden. Ausschlusskriterien waren multidirektionale Instabilität, Begleitpathologien, sowie Operationen an der derselben Schulter, die nicht mit der Instabilität im Zusammenhang stand. Die Patienten wurden klinisch mittels Subjective Shoulder Value (SSV), Visual Analog Scale (VAS), Constant Score (CS), Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI) und Rowe Score analysiert. Computertomographische Untersuchungen der betroffenen Schulter wurden präoperativ, unmittelbar postoperativ sowie beim Follow-up durchgeführt und folgende Parameter wurden gemessen: Glenoiddefektfläche nach PICO-Methode, Glenoidversion nach Friedman (GvF), skapulo- und glenohumerale Subluxationsindex, sowie Glenoid-Offset. Zudem wurden Rezidivrate und Rückkehr zum Sport analysiert.

### **Ergebnisse**

Nach einem durchschnittlichen Follow-up von  $5,8 \pm 4,2$  Jahren wurden zwei Patienten mit Typ B2, drei mit Typ C1 und vier mit Typ C2 PSI (8 männlich, 1 weiblich) nachuntersucht. Präoperativ betrug der mittlere Glenoiddefekt  $7,9\% \pm 7,1\%$ , die Glenoidversion  $-9,7^\circ \pm 10,7^\circ$ , der skapulohumerale Subluxationsindex  $71\% \pm 14\%$  und der glenohumerale Subluxationsindex  $62\% \pm 17\%$ . Kein Patient erlitt ein Rezidiv oder wurde revidiert. Der mittlere SSV lag bei  $61,1\% \pm 23,6\%$ , VAS in Ruhe bei  $1,9 \pm 2,1$ , VAS bei Bewegung bei  $3,8 \pm 2,1$ , CS bei  $73,2 \pm 10,3$ , WOSI bei  $72,4\% \pm 5,5\%$ , und Rowe Score bei  $72,8 \pm 18$ . 77,8% (7/9) der Patienten berichteten über eine Besserung der Beschwerden mit der Operation und hätten sich erneut für die Operation entschieden. Bei laufender Studie werden wird die radiologische Auswertung aktuell durchgeführt.

### **Schlussfolgerung**

Die posteriore Eden-Hybinette-Prozedur bzw. posteriore J-Span-Plastik stellt ein effektives Verfahren zur Behandlung von Patienten mit posteriorer Schulterinstabilität dar und ermöglicht die symptomatische Verbesserung der Beschwerden.

## **Beeinflusst die Subscapularisrefixation nach primärer inverser Schulterprothese das postoperative Outcome?**

**Autorenliste:** Yacine Ameziane<sup>1</sup>, Paula Gamm<sup>1</sup>, Malte Holschen<sup>1</sup>, Kai-Axel Witt<sup>1</sup>, Jörn Steinbeck<sup>1</sup>

<sup>1</sup>OPPK Münster, Raphaelsklinik Münster, Münster, Deutschland

### **Fragestellung**

Die inverse Schulterprothese (RSA) hat sich als Behandlungsmethode der Rotatorenmanschettendefektarthropathie bewährt. Ein weiterhin kontrovers diskutiertes Thema ist die Refixation der Subscapularissehne. Zur Beurteilung des Einflusses der Subscapularissehnenrefixation im Rahmen der inversen Schulterprothetik wurde die vorliegende prospektiv randomisierte Studie durchgeführt.

### **Methodik**

50 Patienten (w = 36, m = 14) wurden randomisiert der „refixierten“ Kohorte (R) oder der „nicht refixierten“ Kohorte (NR) zugeordnet. Intraoperativ wurde die Subscapularissehne nach Implantation der RSA in der R-Kohorte mit vier Seit-zu-Seit-Nähten refixiert, wohingegen bei der NR-Kohorte auf eine Refixation verzichtet wurde. Subjektive und objektive Parameter wurden präoperativ sowie 12, 36 und 100 Monate postoperativ anhand des Constant-Murley-Scores (CS) sowie mittels Messung der Range of Motion (ROM) erhoben. Der Lift-off-Test und der Subjective Shoulder Value (SSV) wurden zusätzlich nach 36 und 100 Monaten erfasst. Darüber hinaus wurde die Integrität der Subscapularissehne sonografisch beurteilt.

### **Ergebnisse**

Zwölf Monate postoperativ wies die R-Kohorte höhere Werte im Constant-Score auf (R: 71,2 vs. NR: 65,8; p = 0,037). Im mittelfristigen Follow-up nach 36 Monaten zeigten sich keine Unterschiede im Constant-Score (R: 75,6 vs. NR: 74,5; p = 0,388). Bezüglich der Innenrotation nach Punkten wiesen Patienten der R-Kohorte bessere Ergebnisse auf als Patienten der NR-Kohorte (R: 7,4 vs. 6,6; p = 0,040). Hinsichtlich Flexion (R: 145,1° vs. NR: 150,6°; p = 0,826), Abduktion (R: 134,9° vs. NR: 136,6°; p = 0,817), Außenrotation (R: 34,0° vs. NR: 37,0°; p = 0,817) sowie des Subjective Shoulder Value (R: 79,9 vs. NR: 77,1; p = 0,398) ließen sich keine signifikanten Unterschiede nachweisen.

Im Langzeit-Follow-up nach durchschnittlich 100 Monaten zeigten sich zwischen der R- und der NR-Kohorte keine signifikanten Unterschiede im Constant-Score (R: 73,5 vs. NR: 68,5; p = 0,684) oder im Subjective Shoulder Value (R: 82,4 vs. NR: 79,2; p = 0,425). Auch hinsichtlich der aktiven Beweglichkeit bestanden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen: Flexion (R: 138° vs. NR: 136°; p = 0,775), Abduktion (R: 131,5° vs. NR: 127,5°; p = 0,558), Außenrotation (R: 39,6° vs. NR: 39,6°; p = 0,988) und Innenrotation nach Punkten (R: 6,78 vs. NR: 6,33; p = 0,521).

### **Schlussfolgerung**

Im aktuellen Follow-up zeigten sich weder im Gesamtverlauf noch hinsichtlich der Innenrotation signifikante Unterschiede zwischen Patienten mit und ohne Refixation der Subscapularissehne nach Implantation einer inversen Schulterendoprothese. Etwaige in früheren Nachuntersuchungen beobachtete Vorteile ließen sich im weiteren Verlauf nicht bestätigen

## **Fisetin als biologischer Therapieansatz zur Optimierung der Rotatorenmanschettenrekonstruktion im Alter**

**Autorenliste:** Rony-Orijit Dey Hazra<sup>1</sup>, Maria E. Dey Hazra<sup>2</sup>, Xueqin Gao<sup>3</sup>, Charles A Huard<sup>3</sup>, Johnny Huard<sup>3</sup>, Peter J. Millett<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Charité Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Deutschland, <sup>2</sup>Privatpraxis Ulf Kuhlee, Berlin, Deutschland, <sup>3</sup>Steadman Philippon Research Institute, Vail, Vereinigte Staaten, <sup>4</sup>The Steadman Clinic, Vail, Vereinigte Staaten

### **Fragestellung**

Mit zunehmendem Alter ist die Sehnenheilung nach Rotatorenmanschettenrekonstruktion (RCT) eingeschränkt, was mit hohen strukturellen Versagensraten einhergeht. Die Akkumulation seneszenten Zellen und deren seneszenzassoziierter sekretorischer Phänotyp (SASP) werden als wesentliche Mechanismen der altersbedingten Gewebedegeneration angesehen. Fisetin, ein natürlich vorkommendes senolytisches Flavonoid, zeigte in präklinischen Modellen anti-aging- und gewebeheilungsfördernde Effekte. Ziel dieser Studie war es, den Einfluss von Fisetin auf die Sehnenheilung nach operativer Versorgung chronischer Rotatorenmanschettenrupturen in einem gealterten Schafmodell zu untersuchen.

### **Methodik**

Chronische Rupturen der Infraspinatussehne wurden bei älteren Schafen chirurgisch induziert und nach sechs Wochen mittels Double-Row-Technik in Kombination mit einer Knochenmarkstimulation refixiert. Die Tiere wurden randomisiert entweder einer alleinigen operativen Versorgung (Kontrollgruppe) oder einer operativen Versorgung mit zusätzlicher intravenöser Fisetin-Therapie zugeteilt. Acht Wochen nach der Refixation erfolgte die Beurteilung der Sehnenheilung mittels nicht-destruktiver biomechanischer Testung, histologischer Analyse, quantitativer PCR der reparierten Sehne sowie Genexpressionsanalysen peripherer mononukleärer Blutzellen (PBMCs).

### **Ergebnisse**

Die Fisetin-Behandlung führte zu einer signifikanten Reduktion der prozentualen Stressrelaxation der refixierten Sehne im Vergleich zur Kontrollgruppe. Für Maximallast, maximale Spannung und Gleichgewichtsparameter zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Histologisch zeigte sich eine vergleichbare Biokompatibilität beider Gruppen mit einem Trend zu erhöhter Tenocytenaktivität in der Fisetin-Gruppe. Auf molekularer Ebene war die Fisetin-Behandlung mit einer signifikant erhöhten Expression von Tenascin C (TNC) und p53 sowie mit einem abnehmenden Trend der fibroseassoziierten COL3A1-Expression in der reparierten Sehne assoziiert. In PBMCs zeigte sich eine Reduktion seneszenzassoziierter Gene und SASP-Faktoren mit erniedrigter IL-8- und erhöhter IL-10-Expression, was auf eine verminderte systemische Inflammation hinweist.

### **Schlussfolgerung**

Die adjuvante Behandlung mit Fisetin verbesserte die biomechanischen Eigenschaften der refixierten Sehne und beeinflusste die Matrixremodellierung sowie inflammatorische Signalwege nach Rotatorenmanschettenrekonstruktion im gealterten Schafmodell positiv. Fisetin stellt somit einen vielversprechenden biologischen Therapieansatz zur Verbesserung der Rotatorenmanschettenheilung bei älteren Patienten dar.

## „Mehr als Mittelwerte“- Clusterbasierte Stratifizierung der Behandlungsergebnisse nach inverser Schultertotalendoprothese

**Autorenliste:** Florian Freisleder<sup>1</sup>, David Endell<sup>1</sup>, Tim Schneller<sup>1</sup>, Markus Scheibel<sup>1</sup>, Asimina Lazaridou<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Schulthess Klinik Zürich, Zürich, Schweiz

### Fragestellung

Die inverse Schultertotalendoprothetik (iSTEP) erzielt bei der Mehrheit der Patientinnen und Patienten gute Abduktion, Schmerzreduktion und subjektive Ergebnisse. Die Ursachen für moderate oder schlechte Resultate bleiben jedoch häufig unklar. Ziel dieser Registeranalyse war es, postoperative Outcome-Phänotypen mittels Clusteranalyse zu identifizieren und Prädiktoren für das Ergebnis nach iSTEP zu untersuchen.

### Methodik

Basierend auf postoperativen Outcomes wurde mittels unüberwachter k-Means-Clusteranalyse die Clusterzugehörigkeit (zufriedenstellend, akzeptabel, unzureichend) definiert und als abhängige Variable verwendet. Assoziationen zwischen präoperativen Patienten- und Operationsmerkmalen und der Clusterzugehörigkeit wurden mithilfe multinominaler logistischer Regression analysiert, wobei der zufriedenstellende Outcome-Cluster als Referenz diente. Analysen wurden getrennt für Patientinnen und Patienten mit Omarthrose (OA) und Cuff-Tear-Arthropathie (CTA) durchgeführt. Es wurden Odds Ratios (ORs) mit 95 %-Konfidenzintervallen (CIs) und p-Werten angegeben. Die statistische Signifikanz wurde als  $p < 0,05$  definiert.

### Ergebnisse

Insgesamt wurden 708 Patientinnen und Patienten mit vollständigem 24-Monats-Follow-up eingeschlossen. Die Clusteranalyse anhand des Subjective Shoulder Value (SSV), der aktiven Abduktion und der numerischen Schmerzskala (NRS) identifizierte drei distinkte Outcome-Phänotypen. Der zufriedenstellende Outcome-Cluster (n=367) zeigte hohe SSV-Werte (Mittelwert (MW) 90.2), exzellente Abduktion (MW 147°) und minimale Schmerzen (NRS MW 0.5). Der akzeptable Cluster (n=235) war durch gute subjektive Ergebnisse (SSV MW 83.8) und geringe Schmerzen (NRS MW 0.8), jedoch eingeschränkte Abduktion (MW 108°) gekennzeichnet. Der unzureichende Outcome-Cluster (n=106) wies niedrige SSV-Werte (MW 54.8) und erhöhte Schmerzintensität (NRS MW 4.6) bei jedoch ähnlichen Abduktionswerten (MW 111°) auf. In der OA-Kohorte waren höheres Alter mit schlechterem Outcome (unzureichend vs zufriedenstellend:  $\beta = 0.11$ ,  $p = 0.001$ ), höherer BMI mit akzeptablem Outcome ( $\beta = 0.24$ ,  $p = 0.006$ ) und das mittels Offsetmessungen und LSA und DSA Winkel ermittelte Implantatdesign (besseres Outcome mit Grammont (medialisiert-distalisiert (MD)-Design, (akzeptabel  $\beta = -9.96$ ), (unzureichend  $\beta = -18.21$ )) signifikant mit der Clusterzugehörigkeit assoziiert, während in der CTA-Kohorte lediglich eine höhere ASA-Klasse mit akzeptablen Outcomes assoziiert war ( $\beta = 0.99$ ,  $p < 0.001$ ).

### Schlussfolgerung

Die clusterbasierte Analyse identifizierte drei unterschiedliche Outcome-Phänotypen nach iSTEP bezogen auf SSV, Abduktion und Schmerz und verdeutlichte heterogene postoperative Verläufe, die durch Einzelparameter nicht ausreichend erfasst werden. Clusterbasierte Endpunkte können die Risikostratifizierung, Patientenaufklärung und diagnosespezifische Entscheidungsfindung verbessern.

## **Einfluss ipsilateral implantierter kardialer elektronischer Geräte (CIED) auf das Outcome nach primärer Schulterendoprothetik: eine Case-Control-Studie**

**Autorenliste:** Alexander Pieringer<sup>1</sup>, Asimina Lazaridou<sup>1,2</sup>, Tim Schneller<sup>1</sup>, Philipp Moroder<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Abteilung für Schulter- und Ellbogenchirurgie, Schulthess Klinik, Zürich, Schweiz, <sup>2</sup>Department of Anesthesiology, Brigham & Women's Hospital and Harvard Medical School, Boston, Vereinigte Staaten

### **Fragestellung**

Mit der Alterung der Bevölkerung steigen sowohl die Zahl implantierter Schulterendoprothesen als auch die Prävalenz kardiovaskulärer Erkrankungen, sodass immer häufiger Patienten mit implantierten kardialen elektronischen Geräten (CIED) eine Schulterendoprothese erhalten. Aufgrund der anatomischen Nähe von Operationsgebiet und Aggregat/Elektroden bestehen potenzielle Risiken. Ziel dieser Studie war es, die Komplikationsraten nach primärer Schulterendoprothetik bei Patienten mit ipsilateralem CIED mit einer Kontrollkohorte ohne CIED zu vergleichen.

### **Methodik**

Wir führten eine retrospektive Kohortenstudie mit Propensity-Score-Matching auf Grundlage des klinikinternen Schulterendoprothesen-Registers (n = 2606) durch. Eingeschlossen wurden alle Patienten, die zwischen 03/2006 und 11/2025 eine primäre Schulterendoprothese bei ipsilateralem CIED erhielten. Die Identifikation erfolgte durch Abgleich mit kodierten Nebendiagnosen für CIED sowie durch systematische Sichtung von Röntgen- und Schnittbildgebungen. Propensity Scores wurden anhand von Alter, Geschlecht, ASA-Klasse und Operationsdiagnose geschätzt. Es erfolgte ein optimales 4:1-Matching (Caliper 0,2); als Zielgröße wurde der Average Treatment Effect in the Treated (ATT) definiert. Outcome-Parameter waren geschätzter Blutverlust, OP-Dauer, Auftreten  $\geq 1$  unerwünschten Ereignisses, Gesamtzahl unerwünschter Ereignisse sowie deren Art. Alle Analysen wurden in der gematchten Kohorte mit Matching-Gewichten und cluster-robusten Standardfehlern durchgeführt.

### **Ergebnisse**

Insgesamt wurden 29 Patienten mit CIED mit 116 gematchten Kontrollen ohne CIED verglichen; die Kovariatenbalance war exzellent. Das mittlere Alter betrug in beiden Gruppen etwa 80 Jahre. Die Mehrheit war ASA III-IV (ASA III: 86–89%, ASA IV: 11–14%); über 95% waren Nichtraucher. Häufigste Diagnosen waren Cuff-Arthropathie (62%) und primäre Omarthrose (31%). Versicherungsstatus, Aufnahmemodus, Raucherstatus, Alkoholkonsum und Operationsdiagnose unterschieden sich nicht relevant.

Das Vorhandensein eines CIED war weder mit erhöhtem geschätztem Blutverlust ( $\beta = -39,1$  mL;  $p = 0,19$ ) noch mit längerer Operationsdauer ( $\beta = -2,9$  Minuten;  $p = 0,62$ ) assoziiert. Die Odds für  $\geq 1$  unerwünschtes Ereignis waren in der CIED-Gruppe niedriger, jedoch nicht statistisch signifikant (OR 0,56; 95%-KI 0,20–1,52;  $p = 0,25$ ). Ebenso war die Gesamtzahl unerwünschter Ereignisse geringer, ohne statistische Signifikanz (IRR 0,65; 95%-KI 0,29–1,47;  $p = 0,30$ ). In der CIED-Gruppe entwickelten 6 Patienten eine transfusionsbedürftige postoperative Anämie. Zudem traten bei 2 Patienten größere postoperative Hämatome ohne Interventionsbedarf auf. Für die Kontrollgruppe lagen zu diesen spezifischen Parametern keine vergleichbaren Detaildaten vor.

### **Schlussfolgerung**

In dieser propensity-score-gematchten Kohorte war ein ipsilateraler CIED weder mit ungünstigeren perioperativen Parametern noch mit einer höheren Komplikationsrate nach primärer Schulterendoprothetik assoziiert. Blutungsassoziierte Befunde in der CIED-Gruppe (Transfusionsbedarf, Hämatom) unterstreichen jedoch die Bedeutung eines konsequenten perioperativen Gerinnungsmanagements aufgrund häufig bestehender Antikoagulation; ein Gruppenvergleich hierzu ist mangels Kontrolldaten nicht möglich.

Insgesamt erscheint die Schulterendoprothetik bei sorgfältigem perioperativem Management auch bei ipsilateralem CIED sicher durchführbar. Größere, multizentrische Studien sind erforderlich, um seltene, CIED-spezifische Ereignisse sicher beurteilen zu können.

## **Effekt einer simultanen Bizepssehnen Tenodese bei der winkelstabilen Plattenosteosynthese proximaler Humerusfrakturen – Ergebnisse einer prospektiv randomisierten Studie**

**Autorenliste:** Shorash Kawa Shaheen<sup>1</sup>, Jan-Philipp Imiolczyk<sup>1</sup>, Philipp Vetter<sup>1</sup>, Tim Schneller<sup>1</sup>, Florian Freisleder<sup>1</sup>, Asimina Lazaridou<sup>1,2</sup>, Markus Scheibel<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>MUM - Muskuloskelettales Universitätszentrum München LMU, München, Deutschland

### **Fragestellung**

Bei der winkelstabilen Plattenosteosynthese proximaler Humerusfrakturen bleibt die klinische Relevanz einer begleitenden Versorgung der langen Bizepssehne (LBS) unklar. Ziel dieser prospektiv randomisierten Studie war zu prüfen, ob eine pektorale LBS-Tenodese gegenüber keiner LBS-Behandlung das klinische Outcome verbessert.

### **Methodik**

In diese monozentrische, prospektiv randomisierte Studie wurden 34 Patientinnen und Patienten mit proximaler Humerusfraktur eingeschlossen, die mittels winkelstabiler Plattenosteosynthese versorgt wurden. Die Interventionsgruppe [A, n=17] erhielt zusätzlich eine Tenotomie mit pektoraler LBS-Tenodese (Nahtfixation), die Kontrollgruppe [B, n=17] keine LBS-Behandlung.

Primärer Endpunkt: Isometrische Beugekraft (M. biceps brachii, 90° Ellbogenflexion) als Kraftdifferenz operierte vs. Gegenseite. Sekundäre Endpunkte: Constant Score (CS), Oxford Shoulder Score (OSS), Oxford Elbow Score (OES), aktiver Bewegungsumfang. Follow-up: 6 Wochen, 3/6/12 Monate.

Fallzahlberechnung:  $\geq 15\%$  Kraftdifferenz ( $\alpha=0,05$ ; Power=0,8). Statistik: RM-ANOVA für Verläufe, Mann-Whitney-U-/t-Tests für Querschnitte.

### **Ergebnisse**

Alter und Geschlecht von [A] vs. [B] waren nicht signifikant unterschiedlich. Beide Gruppen zeigten über den Beobachtungszeitraum eine signifikante Verbesserung der Beugekraft der operierten Schulter im Vergleich zur Gegenseite (Verbesserung des Kraftdeltas in [A] um 87,6 % und in [B] um 61,7 %). Früh postoperativ zeigte [A] eine signifikant größere Kraftdifferenz zur Gegenseite, die sich im weiteren Verlauf jedoch anglich.

Funktionelle Scores verbesserten sich signifikant ohne konsistente Gruppenunterschiede (6Wo: OSS [A]  $18,1 \pm 7,9$  vs. [B]  $21,6 \pm 10,3$   $p=0,282$ ; OES [A]  $42,5 \pm 10,4$  vs. [B]  $46,7 \pm 3,5$   $p=0,171$ ; CS [A]  $22,6 \pm 8,0$  vs. [B]  $27,9 \pm 12,7$   $p=0,175$  | 12Mo: OSS [A]  $41,2 \pm 5,4$  vs. [B]  $44,2 \pm 6,5$   $p=0,063$ ; OES [A]  $47,7 \pm 1,2$  vs. [B]  $47,8 \pm 0,5$   $p=0,600$ ; CS [A]  $58,9 \pm 13,6$  vs. [B]  $71,2 \pm 16,3$   $p=0,023$ ).

Als Nebeneffekt wurde eine temporäre signifikant reduzierte ROM beim Nackengriff in [A] beobachtet.

Eine Betrachtung der Frakturkonfiguration (AO-Klassifikation) ergab für die Typen B & C starke Zeiteffekte, spr (RM-ANOVAs  $\eta^2=0,223-0,826$ ). [A] war überlegen in 7/9 Parametern (Flexion, Extension, Abduktion, Innenrotation, Kraft, OSS; höheres F), dynamische Erholung mit Trend zu schnellerer Progression (7/9 Analysen höheres F), jedoch ohne signifikante Endpunkt-Differenzen (Mann-Whitney-U alle  $p>0,05$ ).

### Schlussfolgerung

Die Studie zeigte keinen grundsätzlich signifikanten Vorteil einer routinemäßigen Tenodese der LBS im Rahmen der Plattenosteosynthese bei proximaler Humerusfraktur. Beide Gruppen erzielten vergleichbare Verbesserungen über den Beobachtungszeitraum. Frühpostoperativ bestand in der Tenodese-Gruppe eine temporäre Einschränkung der Beweglichkeit. Die Betrachtung ergab zudem Tendenzen für größere Vorteile einer Tenodese bei höherer Frakturkomplexität. Die Autoren sehen die intraoperative Beurteilung der langen Bizepssehne hinsichtlich Integrität und Frakturhöhe als entscheidend an. Eine Tenodese der LBS sollte fallabhängig erwogen werden.

$\Delta$ Kraftmessung (operierte Schulter - Gegenseite)	<b>Interventionsgruppe [A]</b> Mittelwert $\pm$ SD	<b>Kontrollgruppe [B]</b> Mittelwert $\pm$ SD	<b>p-Wert</b>
6 Wochen (N)	70,3 $\pm$ 30,4	40,5 $\pm$ 22,1	0,046
12 Wochen (N)	38,4 $\pm$ 50,1	37,5 $\pm$ 29,3	0,498
6 Monate (N)	26,4 $\pm$ 33,6	19,5 $\pm$ 30,1	0,438
12 Monate (N)	9,8 $\pm$ 28,7	15,5 $\pm$ 20,1	0,262

Tabelle 1: Delta ( $\Delta$  = Kraft operierte Schulter – Kraft der Gegenseite) der Kraftmessung in Newton (N) der Interventionsgruppe [A] im Vergleich zur Kontrollgruppe [B]. Angabe von Mittelwert und Standardabweichung (SD) und Signifikanz zwischen den beiden Gruppen [A] und [B].

## **Zusammenhang zwischen Akromionmorphologie und klinischen Ergebnissen nach posteriorem Bankart-Repair bei dynamischer struktureller posteriorer Schulterinstabilität Typ B2**

**Autorenliste:** Anh Do<sup>1</sup>, Alexander Kunde<sup>1</sup>, Alp Paksoy<sup>1</sup>, Maximilian Hinz<sup>1</sup>, Daniela Brune<sup>2</sup>, Philipp Moroder<sup>2</sup>, Doruk Akgün<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Charité - Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Deutschland, <sup>2</sup>Schulthess Klinik, Zürich, Schweiz

### **Fragestellung**

Der Zusammenhang zwischen der Akromionmorphologie und dem Ergebnis einer konventionellen Standard-Therapie verschiedener Subtypen der posterioren Schulterinstabilität ist bisher unzureichend beschrieben. Ziel dieser Studie war es, den Zusammenhang zwischen der mittels MRT/CT beurteilten Akromionmorphologie und den klinischen Ergebnissen nach posteriorem Bankart-Repair bei Patienten mit dynamischer struktureller posteriorer Schulterinstabilität Typ B2 zu untersuchen.

### **Methodik**

In dieser retrospektiven, multizentrischen Kohortenstudie wurden Patienten mit dynamischer struktureller posteriorer Schulterinstabilität (Typ B2 nach ABC-Klassifikation) eingeschlossen, die an einem von zwei spezialisierten Zentren mittels arthroskopischer posteriorer kapsulolabraler Refixation behandelt wurden. Ausschlusskriterien waren vorherige Schulteroperationen, zusätzliche Stabilisierungsverfahren, multidirektionale Instabilität sowie Begleitverletzungen.

Die Akromionmorphologie wurde anhand präoperativer CT- oder MRT-Aufnahmen mittels anteriorer Akromionüberdeckung (AAC), posteriorer Akromionüberdeckung (PAC), totaler Akromionüberdeckung (TAC), posteriorer Akromionneigung (PAT) und posteriorer Akromionhöhe (PAH) beurteilt. Zusätzlich wurden die Glenoidversion (Friedman-Methode) sowie Subluxationsindizes (glenohumeraler Subluxationsindex, scapulohumeraler Subluxationsindex) erhoben. Beim Follow-up wurde der Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI) zur Beurteilung der klinischen Ergebnisse erhoben. Korrelationsanalysen nach Pearson wurden durchgeführt, und ein p-Wert < 0,05 wurde als statistisch signifikant betrachtet.

### **Ergebnisse**

Insgesamt wurden 38 Patienten (92% männlich) eingeschlossen (mittleres Alter 27,2 ± 8,2 Jahre). In 51 % der Fälle war die dominante Schulter betroffen, und die Instabilität war überwiegend traumatischen Ursprungs (96 %).

Beim Follow-up von mindestens 24 Monaten betrug die Rezidivrate 5,3% (2/38), davon eine Relaxation und eine Subluxation. Der mittlere WOSI-Prozentwert betrug 79,1 ± 16,5 (Spanne 25,9–100,0), was eine interindividuelle Variabilität der klinischen Ergebnisse zeigt.

In dieser Analyse zeigten sich jedoch keine signifikanten Korrelationen zwischen den WOSI-Prozentwerten und einzelnen Parametern der Akromionmorphologie, der Glenoidversion oder den glenohumeralen Subluxationsindizes.

### **Schlussfolgerung**

Der posteriore Bankart-Repair bei Patienten mit dynamischer struktureller posteriorer Schulterinstabilität (Typ B2) führt zu niedrigen Rezidivraten der Instabilität. Die klinischen Ergebnisse sind insgesamt gut, zeigen jedoch eine gewisse interindividuelle Variabilität, die nicht mit der beobachteten Variabilität der Akromionmorphologie assoziiert ist. Die Akromionmorphologie scheint somit nicht das Ergebnis nach posteriorem Bankart-Repair bei der hinteren Instabilität Typ B2 zu beeinflussen.

**Pearson correlations: WOSI-124 and MRI parameters**

Variables	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
(1) wosi124	1.000								
(2) mriaac	-0.026 (0.878 )	1.000							
(3) mripac	-0.087 (0.604 )	- 0.475*	1.000						
(4) mritac	-0.102 (0.542 )	0.652*	0.357* (0.028 )	1.000					
(5) mripat	0.042 (0.800 )	0.684*	- 0.805*	0.032 (0.848 )	1.000				
(6) mripah	-0.038 (0.819 )	0.376*	- 0.849*	- 0.332*	0.824*	1.000			
(7) mrigfriedman	0.112 (0.504 )	- 0.308*	0.046 (0.783 )	- 0.287*	- 0.320*	-0.130 (0.436 )	1.000		
(8) mrighsi	0.000 (0.998 )	-0.036 (0.828 )	0.031 (0.852 )	-0.012 (0.945 )	0.154 (0.356 )	0.133 (0.427 )	- 0.301*	1.000	
(9) mrishsi	0.112 (0.505 )	0.010 (0.954 )	-0.006 (0.974 )	0.005 (0.974 )	0.176 (0.290 )	0.131 (0.433 )	-0.259 (0.117 )	0.755*	1.000

\*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$

# **Autor/innen-Verzeichnis**

# Autor/innen-Verzeichnis

Fettgedruckt = Präsentierende/r Autor/in

Abdalla, Abdelhady	DVSE26_148
Abdelkawi, Ayman	DVSE26_156, DVSE26_189
AbdelKawi AbdelGalil, Ayman Farouk	DVSE26_109, <b>DVSE26_42</b>
Abdrabou, Mohamed Saeed	DVSE26_189, DVSE26_156, <b>DVSE26_109</b> , DVSE26_42
Aboalata, Mohamed	DVSE26_156, DVSE26_109, DVSE26_189, DVSE26_42
Afacan, Muhammed Yusuf	DVSE26_219
Agbanyim, Dennis	DVSE26_202
Ahrend, Marc-Daniel	DVSE26_53
Akgün, Doruk	DVSE26_180, <b>DVSE26_181</b> , DVSE26_182, DVSE26_215, DVSE26_219, DVSE26_233, DVSE26_245, DVSE26_246, DVSE26_252, DVSE26_253, DVSE26_262, DVSE26_55, <b>DVSE26_86</b> , DVSE26_99
Akgün, Yamac	DVSE26_252
Albers, Sebastian	DVSE26_96
Albert, Alina	DVSE26_168
Al-Ramadani, Ismail	DVSE26_249
Alt, Volker	DVSE26_16
Ambacher, Thomas	DVSE26_36
Ameziane, Yacine	<b>DVSE26_227</b> , DVSE26_250, <b>DVSE26_254</b>
Appleyard, Richard	DVSE26_123
Artzner, Christoph	DVSE26_200
Aslantas, Gizem	DVSE26_241, <b>DVSE26_242</b>
Assaf, Elio	DVSE26_234, DVSE26_105
Audige, Laurent	DVSE26_74, DVSE26_70, DVSE26_171
Aurich, Matthias	DVSE26_93
Azarderakhsh, Jasmin	DVSE26_58
Babasis, Tamara	<b>DVSE26_21</b> , <b>DVSE26_45</b> , <b>DVSE26_46</b>
Bachmann, Elias	DVSE26_124
Back, David	DVSE26_180, DVSE26_181, DVSE26_182,

	DVSE26_215, DVSE26_246, DVSE26_252, DVSE26_55, DVSE26_99
Backhauß, Jan-Christoph	DVSE26_89
Bahlawane, Soraya	DVSE26_180, DVSE26_181, DVSE26_182, DVSE26_246, DVSE26_252
Barbero, Andrea	DVSE26_132
Baron, Darius Jan	DVSE26_190
Barthel, Christiane	<b>DVSE26_153</b> , DVSE26_221
Bauer, Anne	DVSE26_203, DVSE26_204, DVSE26_207, <b>DVSE26_121</b> , DVSE26_175
Bauer, Stefan	DVSE26_37, DVSE26_147
Baum, Cornelia	DVSE26_70
Bayer, Felix	<b>DVSE26_40</b>
Bayer, Julia	DVSE26_89
Beeres, Frank	DVSE26_188, DVSE26_159, DVSE26_65
Belkhairi, iliass	DVSE26_163, DVSE26_164, DVSE26_165
Bell, Simon	DVSE26_138
Bellmann, Frederik	<b>DVSE26_191</b>
Benken, Sven	DVSE26_193 DVSE26_205
Benninger, Emanuel	DVSE26_70
Ben-Yehuda Greenwald, Maya	DVSE26_124
Berner, Arne	DVSE26_109, DVSE26_189, DVSE26_42 DVSE26_156
Bernstorff, Maria	DVSE26_133, DVSE26_28
Bernuth, Silvia	DVSE26_33
Berth, Alexander	DVSE26_158
Berthold, Daniel	DVSE26_229
Bertrand, Jessica	DVSE26_158
Biberthaler, Peter	DVSE26_108, DVSE26_40, DVSE26_96
Bizjak, Daniel	DVSE26_214
Blakeney, William G.	DVSE26_37
Blemker, Silvia	DVSE26_126
Böcker, Wolfgang	DVSE26_229, DVSE26_261
Böhm, Elisabeth	<b>DVSE26_185</b>
Bokor, Desmond	DVSE26_123

Bönsch, Max	DVSE26_105
Bonsignore, Giuseppe	<b>DVSE26_197</b> , <b>DVSE26_37</b>
Bösmüller, Sandra	DVSE26_116, DVSE26_22
Bothorel, Hugo	DVSE26_171
Bottke, Phillipp	DVSE26_214
Brady, Alex W.	DVSE26_84
Braun, Mirjam Evi	DVSE26_173
Braun, Sepp	DVSE26_38
Brown, Jarrod	DVSE26_126
Brüll, Thomas	DVSE26_22
Brümmer, Tim	<b>DVSE26_19</b>
Brune, Daniela	DVSE26_153, DVSE26_177, DVSE26_195, DVSE26_217, DVSE26_262, <b>DVSE26_196</b>
Brunner, Moritz	DVSE26_215
Buche-Lyding, Sabrina	DVSE26_190
Bühler, Dominik	<b>DVSE26_131</b> , <b>DVSE26_132</b>
Bülow, Hans-Jörg	DVSE26_183
Burkhart, Klaus	DVSE26_200, DVSE26_183, DVSE26_193, DVSE26_205
Camenzind, Roland	<b>DVSE26_159</b>
Cester, Davide	DVSE26_202
Chang, Peter	DVSE26_120
Cheow, Xunqi	DVSE26_51
Coenen, Eva	DVSE26_108
Coghlan, Jennifer	DVSE26_138
Cohen, Brian	DVSE26_23
Colmsee, Kamila	DVSE26_71
Cornelius, Jakob	DVSE26_103
Croci, Eleonora	<b>DVSE26_70</b>
Cucchi, Davide	DVSE26_105, DVSE26_234, DVSE26_238, <b>DVSE26_241</b> , DVSE26_242, <b>DVSE26_248</b> , DVSE26_249
Dargel, Jens	DVSE26_197
Darwiche, Salim	DVSE26_124
Dausch, Valrik	DVSE26_163, DVSE26_164, DVSE26_165
Delank, Karl-Stefan	DVSE26_100
Della Chiara, Luca	DVSE26_114
Delliehausen, Nadja	DVSE26_185, DVSE26_195
Delos Santos, Keemo	DVSE26_93
Denard, Patrick	DVSE26_150
Deutsch, Verena	DVSE26_214
Dey Hazra, Maria E.	DVSE26_256

# Autor/innen-Verzeichnis

Fettgedruckt = Präsentierende/r Autor/in

Dey Hazra, Rony Orijit	DVSE26_180, DVSE26_181, DVSE26_182, DVSE26_215, DVSE26_246, DVSE26_252, DVSE26_55, DVSE26_99, <b>DVSE26_256,</b> DVSE26_84	Fialka, Christian	DVSE26_116, DVSE26_22	Gohlke, Frank	DVSE26_11, DVSE26_156, <b>DVSE26_189,</b> DVSE26_42
Dimai, Sarah	DVSE26_184	Fieseler, Georg	<b>DVSE26_100</b>	Götz, Tobias	<b>DVSE26_135,</b> DVSE26_23
Dinh, Dang	DVSE26_127, DVSE26_24	Fieseler, Leonie	DVSE26_100	Greiner, Dominic	DVSE26_81
Dinh-Biet, Dang Thuy Diem	<b>DVSE26_231,</b> <b>DVSE26_235</b>	Finkenstaedt, Laetitia	DVSE26_227	Greiner, Stefan	<b>DVSE26_51,</b> <b>DVSE26_52,</b> <b>DVSE26_60</b>
Do, Anh	DVSE26_245, <b>DVSE26_253,</b> <b>DVSE26_262</b>	Fischer, Cornelius	<b>DVSE26_53</b>	Grillari, Johannes	DVSE26_116, DVSE26_22
Dollnig, Samuel	DVSE26_38	Flechtenmacher, Johannes	DVSE26_58	Gruber, Tobias	<b>DVSE26_198,</b> <b>DVSE26_210,</b> DVSE26_219, DVSE26_237, DVSE26_45
Dornan, Grant	DVSE26_120, DVSE26_126, DVSE26_230	Fleischhacker, Evi	DVSE26_229, DVSE26_261, <b>DVSE26_71</b>	Gühring, Thorsten	DVSE26_208, DVSE26_209, DVSE26_211, DVSE26_212
Doucas, Alexandros	DVSE26_98	Fleurette, Justine	DVSE26_123	Gutsche, Alexander	DVSE26_27, DVSE26_141
Doyscher, Ralf	DVSE26_220	Förster, Eckart	DVSE26_133, DVSE26_28	Haag, Svenja Sophia	DVSE26_81, <b>DVSE26_170,</b> <b>DVSE26_78</b>
Drostsen, Marina	DVSE26_71	Franz, Lennart	DVSE26_213	Habarta, Johanna	DVSE26_33
Drumm, Amelia	DVSE26_84	Freislederer, Florian	DVSE26_223, DVSE26_247, DVSE26_174, DVSE26_176, DVSE26_194, DVSE26_195, DVSE26_226, DVSE26_237, <b>DVSE26_257,</b> DVSE26_196, DVSE26_244	Hack, Juliana	DVSE26_103
Dyrna, Felix	DVSE26_245	Freytag, Richard	DVSE26_105, DVSE26_234, DVSE26_241, DVSE26_242, DVSE26_249	Hackl, Matthias	DVSE26_116
Eckers, Franziska	DVSE26_43	Frimark, Fenja-Carina	DVSE26_89	Hackl, Michael	DVSE26_117, DVSE26_152, DVSE26_183, DVSE26_248, DVSE26_81, DVSE26_78
Eckl, Larissa	DVSE26_191, DVSE26_36, DVSE26_160	Fritsch, Lorenz	DVSE26_230	Haddara, Mohammad	DVSE26_123
Eden, Lars	<b>DVSE26_106</b>	Fürmetz, Julian	DVSE26_190	Hainzer, Lisa	<b>DVSE26_38</b>
Edler, Verena	DVSE26_261, DVSE26_198, <b>DVSE26_237</b>	Gahl, Brigitta	DVSE26_74	Halm-Pozniak, Agnieszka	<b>DVSE26_158</b>
Edwards, Robert R.	DVSE26_196	Gamm, Paula	DVSE26_254	Harmsen, Samuel	DVSE26_150
Egert, Anna Patricia	DVSE26_203, DVSE26_204, DVSE26_207, DVSE26_121, <b>DVSE26_175</b>	Gantz, Simone	DVSE26_138	Hasler, Anita	DVSE26_122
Ek, Eugene	DVSE26_43	Gao, Xueqin	DVSE26_256	Haug, Martin	DVSE26_132
Eleftherakis, Georgios	<b>DVSE26_183</b>	Garanova, Daria	DVSE26_229	Häusler, Stefanie	<b>DVSE26_240,</b> <b>DVSE26_41</b>
Ellafi, Ahmed	<b>DVSE26_108,</b> DVSE26_96	Garcia, Alexander	DVSE26_84	Hausmann, Nadine	DVSE26_243 <b>DVSE26_16</b>
Elze, Maria	DVSE26_248	Garthe, Tilman	<b>DVSE26_74</b>	Hawi, Harun	<b>DVSE26_143</b>
Endell, David	<b>DVSE26_176,</b> <b>DVSE26_177,</b> DVSE26_194, DVSE26_257, DVSE26_221	Gecer, Ali	DVSE26_55	Hawryluk, Christopher	DVSE26_230
Engelmann, Willi	DVSE26_168	Gehling, Jane	DVSE26_168	Hayta, Agahan	DVSE26_252, DVSE26_55
Epstein, Daniel	DVSE26_122	Geisendorfer, Nils	DVSE26_27, DVSE26_141	Helfen, Tobias	DVSE26_261 DVSE26_229
Espin-Garcia, Osvaldo	DVSE26_93	Geissbuhler, Annabel	DVSE26_120, DVSE26_126	Henkelmann, Ralf	DVSE26_75
Estfeller, Andrea	DVSE26_55	Geissmann, Marina	DVSE26_122	Henßler, Leopold	DVSE26_243, DVSE26_251, DVSE26_16
Fedotov, Evgenii	<b>DVSE26_35</b>	George, Steven Z.	DVSE26_196	Henze, Alexander-Stephan	<b>DVSE26_214,</b> <b>DVSE26_36</b>
Fenwick, Annabel	DVSE26_145	Gerber, Christian	DVSE26_123, DVSE26_122, DVSE26_125	Herbst, Eva	DVSE26_146, DVSE26_147, DVSE26_148, DVSE26_217,
Ferguson, Stephen	DVSE26_202	Gerhardinger, Kristina	DVSE26_251		
Fernández, Francisco	DVSE26_91, DVSE26_92	Gerhardt, Christian	<b>DVSE26_58</b>		
		Gessmann, Jan	DVSE26_190		
		Geyer, Stephanie	DVSE26_152, DVSE26_160, DVSE26_36		
		Gilbert, Fabian	DVSE26_229		
		Gleich, Johannes	DVSE26_261, DVSE26_229		

# Autor/innen-Verzeichnis

Fettgedruckt = Präsentierende/r Autor/in

	DVSE26_202, DVSE26_206	Jensen, Gunnar	DVSE26_139	Konvalin, Lennart	DVSE26_102
Herzog, Alexander	<b>DVSE26_91,</b> <b>DVSE26_92</b>	Jessen, Malik	<b>DVSE26_96</b>	Johannes	
Hess, Hanspeter	DVSE26_125	Johannes, Lehmann-Lars	DVSE26_170	Koukos, Christos	DVSE26_238
Hicksch, Franka	<b>DVSE26_93</b>	Johnson, Paul	DVSE26_43	Kraus, Moritz	<b>DVSE26_188,</b> <b>DVSE26_65,</b> DVSE26_86
Hinz, Maximilian	DVSE26_120, <b>DVSE26_230,</b> DVSE26_126, DVSE26_262	Josefiak, Maximilian	<b>DVSE26_200</b>	Kruckeberg, Bradley	DVSE26_230
Hische, Sofie	DVSE26_106	Jost, Bernhard	DVSE26_239	Kuhn, Isabella	<b>DVSE26_140</b>
Histing, Tina	DVSE26_53	Kadantsev, Pavel	DVSE26_152, DVSE26_36, <b>DVSE26_98,</b> DVSE26_186, DVSE26_128	Kuhn, Lucas	<b>DVSE26_30</b>
Hochberger, Felix	<b>DVSE26_11</b>	Kamineni, Srinath	DVSE26_135	Kuhn, Sebastian	DVSE26_103
Hochreiter, Bettina	<b>DVSE26_122,</b> <b>DVSE26_123,</b> <b>DVSE26_124</b> DVSE26_43	Kampmann, Fanny	DVSE26_174	Kühn, Philip	DVSE26_36
Hockmann, Jan	DVSE26_101, DVSE26_117, <b>DVSE26_127,</b> <b>DVSE26_187,</b> DVSE26_21, DVSE26_213, DVSE26_24, DVSE26_231, DVSE26_235	Kanitz, Marco	DVSE26_100	Kühnle, Elmar	<b>DVSE26_215</b>
Hoessly, Menduri	DVSE26_239	Kapoor, Mohit	DVSE26_93	Kunde, Alexander	DVSE26_262
Hofbauer, Robin	DVSE26_27, DVSE26_141	Karkosch, Roman	DVSE26_139	Lacheta, Lucca	DVSE26_186, DVSE26_128, DVSE26_140, DVSE26_98
Hofmaier, Armin	DVSE26_184	Kasten, Philip	DVSE26_135, <b>DVSE26_23</b>	Lädermann, Alexandre	DVSE26_171
Högl, Julia	DVSE26_237, <b>DVSE26_226</b>	Katthagen, J. Christoph	DVSE26_168, DVSE26_169, DVSE26_190	Laiko, Pavel	DVSE26_100
Hollinger, Boris	DVSE26_200	Kawa Shaheen, Shorash	DVSE26_177, DVSE26_185, <b>DVSE26_220,</b> <b>DVSE26_223,</b> <b>DVSE26_244</b>	Lammers, Floor	DVSE26_79
Holschen, Malte	DVSE26_227, <b>DVSE26_250,</b> DVSE26_254	Keller, Henry	DVSE26_169	Lappen, Sebastian	<b>DVSE26_152,</b> <b>DVSE26_217,</b> DVSE26_81
Horan, Marilee	DVSE26_120, DVSE26_126, DVSE26_230	Kepler, Lena	DVSE26_190	Laschinger, Tim	DVSE26_81
Horstmann, Hauke	DVSE26_139	Kerschbaum, Maximilian	DVSE26_243, DVSE26_251	Lazaridou, Asimina	DVSE26_153, DVSE26_173, DVSE26_176, DVSE26_177, DVSE26_185, DVSE26_191, DVSE26_194, <b>DVSE26_195,</b> DVSE26_217, DVSE26_222, DVSE26_226, DVSE26_237, DVSE26_257, DVSE26_260, DVSE26_221, DVSE26_223, DVSE26_247, DVSE26_244
Huard, Charles A	DVSE26_256	Kerschbaum, Maximilian	DVSE26_16	Lechner, Simon	DVSE26_38
Huard, Johnny	DVSE26_256	Kimmeyer, Michael	DVSE26_152, <b>DVSE26_81,</b> DVSE26_170	Lehmann, Lars-Johannes	DVSE26_81, DVSE26_78
Hübner, Judith	DVSE26_182	Kircher, Jörn	DVSE26_163, DVSE26_164, DVSE26_165	Leibrandt, Lara	DVSE26_20
Huffman, Russell	DVSE26_150	Kiriazis, Alexandros	DVSE26_227, DVSE26_250	Lembeck, Burkhard	DVSE26_58
Imiolczyk, Jan-Philipp	DVSE26_173, DVSE26_174, DVSE26_182, DVSE26_194, DVSE26_223, DVSE26_237, DVSE26_244	Kirsten, Johannes	DVSE26_214	Lemire, Sophie	DVSE26_131
Jacob, Leonie	<b>DVSE26_261</b>	Klein, Karina	DVSE26_124	Lenich, Andreas Michael	DVSE26_232
Jacobi, Carsten	DVSE26_131	Klimov, Artem	<b>DVSE26_173</b>	Leonhardt, Yannik	DVSE26_128
Jacxsens, Matthijs	<b>DVSE26_239</b>	Klug, Alexander	DVSE26_203, DVSE26_204, DVSE26_207, DVSE26_248, DVSE26_175, DVSE26_121	Leschinger, Tim	DVSE26_127, DVSE26_134, DVSE26_143, DVSE26_149, DVSE26_187, DVSE26_21, DVSE26_210, DVSE26_24, DVSE26_248, DVSE26_45, DVSE26_46,
Jakobi, Tim	<b>DVSE26_203,</b> <b>DVSE26_204,</b> <b>DVSE26_207</b> DVSE26_121, DVSE26_175	Kluge, Marie	DVSE26_128		
Jaschina, Sophia	DVSE26_207	Klute, Lisa	DVSE26_16, <b>DVSE26_243,</b> <b>DVSE26_251</b>		
Jendreyko, Hannah	DVSE26_232	Knauer, Poroshista	<b>DVSE26_99</b>		
		Knitza, Johannes	DVSE26_103		
		Kobbe, Philipp	DVSE26_93		
		Koc, Erdem	DVSE26_233		
		Köhler, Alina	DVSE26_169		
		Kollar, Karina	DVSE26_119		
		Königshausen, Matthias	<b>DVSE26_190,</b> DVSE26_133, DVSE26_28		

# Autor/innen-Verzeichnis

Fettgedruckt = Präsentierende/r Autor/in

	DVSE26_231, DVSE26_235		DVSE26_242, <b>DVSE26_249</b> ,		DVSE26_231, DVSE26_235, DVSE26_130
Lesnicar, Celina	<b>DVSE26_119</b>		DVSE26_241,	Müller, Peter E.	<b>DVSE26_102</b> ,
Leyder, Diane	DVSE26_53		DVSE26_248		DVSE26_119
Li, Yufei	DVSE26_131	Minkner, Constantin	D	Müller, Sebastian Andreas	DVSE26_131, <b>DVSE26_171</b>
Li, Zhengjiang	DVSE26_102		DVSE26_163, DVSE26_164, DVSE26_165	Münch, Lukas N.	DVSE26_140, DVSE26_98, DVSE26_186
Liebherr, Norbert	DVSE26_78		DVSE26_132	Münzberg, Matthias	DVSE26_203, DVSE26_204, DVSE26_207, DVSE26_121, DVSE26_175
Limmer, Jonas	DVSE26_11	Miot, Sylvie	DVSE26_131		
Link, Björn-Christian	DVSE26_65, DVSE26_188, DVSE26_159	Mitchelmore, Joanna	DVSE26_116, DVSE26_22	Mut, Alexandra	DVSE26_152
Liodakis, Emmanouil	DVSE26_143, DVSE26_87	Mittermayr, Rainer	DVSE26_146, DVSE26_147, DVSE26_148, <b>DVSE26_202</b> ,	Nachbaur, Thilo	DVSE26_145
Lisitano, Leonard	<b>DVSE26_145</b>		<b>DVSE26_206</b> ,	Navas Contreras, Luis Alfredo	<b>DVSE26_208</b> ,
Liß, Nicolas	<b>DVSE26_87</b>	Modelhart, Maximilia	DVSE26_217		<b>DVSE26_209</b> ,
List, Kilian	DVSE26_11				<b>DVSE26_211</b> ,
Lohmann, Christoph H.	DVSE26_158	Möhl, Andrea	DVSE26_124		<b>DVSE26_212</b>
Lorenz, Christina	DVSE26_106, <b>DVSE26_79</b>	Montoya, Fredy	DVSE26_238	Nocek, Michael	DVSE26_230
Loske, Stefan	<b>DVSE26_114</b>	Moola, Farhad	DVSE26_138	Nolte, Anna-Katharina	DVSE26_170
Lunscken, Finn	DVSE26_175, DVSE26_121	Moradi, Babak	DVSE26_138, DVSE26_89	Noufal, Yazan	DVSE26_197
Lütz, Louisa-Marie	DVSE26_241			Nystroem, Luisa	DVSE26_241
Maaß, Luise	<b>DVSE26_33</b>	Morillo, Gaia	DVSE26_79	Oettle, Cedric Michael	<b>DVSE26_160</b>
Mader, Konrad	DVSE26_248	Moroder, Philipp	DVSE26_146, DVSE26_147, DVSE26_148, DVSE26_150, DVSE26_180, DVSE26_181, DVSE26_202, DVSE26_206, DVSE26_217, DVSE26_245, DVSE26_246, DVSE26_260, DVSE26_262, DVSE26_86	O'Grady, Christopher	DVSE26_150
Maier, Dir	DVSE26_74, DVSE26_132			Ohlmeier, Malte	<b>DVSE26_20</b>
Malachowski, Konrad	DVSE26_109, <b>DVSE26_156</b> ,			O'Keefe, Steve	DVSE26_132
	DVSE26_189, DVSE26_42			Olbrück, Sebastian	DVSE26_210
Marka, Alexander	DVSE26_128			Osinnii, Ivan	DVSE26_131
Marquetand, Justus	DVSE26_19			Ossendorff, Robert	DVSE26_238
Martens, Eike	DVSE26_89			Oswald, Alexandra	DVSE26_125
Martetschläger, Frank	DVSE26_240, DVSE26_41			Ott, Nadine	DVSE26_134, DVSE26_149, DVSE26_187, DVSE26_21, DVSE26_46
Martin, Ivan	DVSE26_132				
Marty, Alejandro	DVSE26_238	Moroder, Rudi	DVSE26_147	Oudintsov, Elian-Niklas	DVSE26_182
Masoud, Mohammad	DVSE26_249	Moser, Helen	DVSE26_228	Paksoy, Alp	DVSE26_180, DVSE26_181, <b>DVSE26_182</b> ,
Matits, Lynn	DVSE26_214	Mosimann, Raphael	DVSE26_114		DVSE26_215, <b>DVSE26_219</b> ,
Mayr, Edgar	DVSE26_145	Muhmann, Justus	DVSE26_11		DVSE26_233, <b>DVSE26_245</b> ,
Meffert, Rainer	DVSE26_106	Müller, Andreas	DVSE26_131, DVSE26_132, DVSE26_70, DVSE26_171, DVSE26_74		<b>DVSE26_246</b> ,
Mejnikovskiy, Levi	DVSE26_105, DVSE26_234, DVSE26_242				DVSE26_252, DVSE26_253, DVSE26_262, DVSE26_55
				Parsons, Bradford	DVSE26_150
Melcher, Peter	DVSE26_75	Müller, Lars-Peter	DVSE26_101, DVSE26_117, DVSE26_127, DVSE26_134, DVSE26_149, DVSE26_183, DVSE26_187, DVSE26_193, DVSE26_21, DVSE26_210, DVSE26_213, DVSE26_24, DVSE26_45, DVSE26_46	Pastor, Marc-Frederic	DVSE26_139
Menarbin, Lorenzo	DVSE26_247			Pastor, Torsten	DVSE26_65, DVSE26_188
Mengis, Natalie	DVSE26_193				
Menon, Alessandra	DVSE26_249			Patzer, Thilo	<b>DVSE26_184</b>
Merkenschlager, Anna- Marie	<b>DVSE26_89</b>			Paulus, Benedict Aran	DVSE26_197
Meyer, Jan Marek	DVSE26_249			Pauly, Stephan	DVSE26_38
Michel, Merle	DVSE26_203			Pavlović, Melina	<b>DVSE26_103</b> ,
Miller, Bruce	DVSE26_150				DVSE26_71
Milllett, Peter J.	DVSE26_230, DVSE26_120, DVSE26_126, DVSE26_256, DVSE26_84			Pelttari, Karoliina	DVSE26_131
Milobara, Mika Jan	<b>DVSE26_105</b> ,				
	<b>DVSE26_234</b> ,				

# Autor/innen-Verzeichnis

Fettgedruckt = Präsentierende/r Autor/in

Pennig, Henry	DVSE26_105, DVSE26_234
Pfender, Aaron	DVSE26_173
Pfirmsmann, Christian	DVSE26_221
Pieringer, Alexander	<b>DVSE26_222,</b> <b>DVSE26_260,</b> DVSE26_177
Pietschmann, Matthias	DVSE26_119
Plath, Johannes	DVSE26_145
Platzer, Hadrian	DVSE26_138
Plum, Florian	DVSE26_99
Poltaretskyi, Sergii	DVSE26_60
Porsche, Johannes	DVSE26_53
Potla, Pratibha	DVSE26_93
Preis, Alexander	<b>DVSE26_43</b>
Prillwitz, Marco	DVSE26_240, DVSE26_41
Provencher, Matthew T.	DVSE26_84
Pucher, Christoph- Johannes	DVSE26_152, DVSE26_45, DVSE26_210
Quast-Cojocar, Jean- Baptiste	DVSE26_215
Raiss, Patric	DVSE26_146, DVSE26_148, DVSE26_150
Randlkofer, Lisa-Marie	DVSE26_146
Raniga, Sumit	DVSE26_123
Rausch, Valentin	DVSE26_101, DVSE26_117, DVSE26_127, DVSE26_187, DVSE26_21, DVSE26_213, <b>DVSE26_24,</b> DVSE26_130
Razaeian, Sam	DVSE26_143, DVSE26_87
Redl, Heinz	DVSE26_116, DVSE26_22
Regan, William	DVSE26_138
Reichkender, Markus	DVSE26_38
Riem, Lara	DVSE26_126
Rimkus, Elisabeth	DVSE26_158
Rippen, Elena	DVSE26_159
Rippke, Jules-Nikolaus	<b>DVSE26_193,</b> DVSE26_205
Rockel, Jason	DVSE26_93
Roesen, Elisabeth	DVSE26_16
Roos, Jonas	DVSE26_238
Rosenkranz, Till	DVSE26_101, <b>DVSE26_130,</b> DVSE26_24
Rosso, Claudio	DVSE26_114
Rostei, Thomas	DVSE26_133, DVSE26_28
Röttinger, Timon	DVSE26_145
Ruchholtz, Steffen	DVSE26_103, DVSE26_71
Rudert, Maximilian	DVSE26_11

Rupp, Marco- Christopher	<b>DVSE26_120,</b> <b>DVSE26_126,</b> <b>DVSE26_84</b>
Saeed, Juana	DVSE26_245
Saier, Tim	DVSE26_190
Sander, Karl	DVSE26_169
Sandhu, Amit	DVSE26_93
Santos, Inês	DVSE26_102
Sarter, Michael	<b>DVSE26_134,</b> <b>DVSE26_149,</b> DVSE26_130
Saur, Merve	DVSE26_163, DVSE26_164, DVSE26_165
Sauter, Matthias	DVSE26_203, DVSE26_204, DVSE26_207, DVSE26_121, DVSE26_175
Schanda, Jakob	<b>DVSE26_116,</b> <b>DVSE26_22</b>
Schär, Michael	DVSE26_228, DVSE26_171
Scheibel, Markus	DVSE26_244, DVSE26_153, DVSE26_173, <b>DVSE26_174,</b> DVSE26_176, DVSE26_177, DVSE26_194, DVSE26_198, DVSE26_220, DVSE26_226, DVSE26_237, DVSE26_79, DVSE26_185, DVSE26_191, DVSE26_195, DVSE26_222, DVSE26_257, DVSE26_196, DVSE26_223, DVSE26_247, DVSE26_221
Scheiderer, Bastian	DVSE26_140, <b>DVSE26_186</b>
Schenk, Christian	DVSE26_169
Schildhauer, Thomas Armin	DVSE26_133, DVSE26_28, DVSE26_190
Schillig, Cathleen	DVSE26_89
Schleif, Susanne	DVSE26_75
Schlichter, Adrian	DVSE26_20
Schliemann, Benedikt	DVSE26_27, DVSE26_141
Schlosser, Luisa	DVSE26_243
Schmalz, Jonas	DVSE26_170, DVSE26_33, DVSE26_78, DVSE26_81
Schmitt, Daniel	DVSE26_170
Schmitz, Felix	DVSE26_197

Schmitz, Vivien	DVSE26_132
Schneider, Marco	DVSE26_193, DVSE26_200, <b>DVSE26_205</b>
Schneider, Michael	DVSE26_197
Schneider, Olaf	DVSE26_58
Schneller, Tim	DVSE26_153, DVSE26_173, DVSE26_174, DVSE26_176, DVSE26_177, DVSE26_191, DVSE26_222, DVSE26_223, DVSE26_226, DVSE26_237, DVSE26_244, <b>DVSE26_247,</b> DVSE26_257, DVSE26_260
Schoch, Christian	DVSE26_160 DVSE26_36
Schönknecht, Artem	DVSE26_139
Schramm, Sophia	DVSE26_51
Schulz, Birgit	<b>DVSE26_104</b>
Schulz, Sebastian	DVSE26_214
Schulze, Stephan	DVSE26_100
Schwarz, Eric	DVSE26_214
Schwarz, Markus	DVSE26_96, DVSE26_108, DVSE26_40
Schwarze, Michael	DVSE26_139
Schwesig, Rene	DVSE26_100
Seeid, Varto	<b>DVSE26_178</b>
Seekamp, Andreas	DVSE26_138, DVSE26_89
Seibold, Jakob	<b>DVSE26_163,</b> <b>DVSE26_164,</b> <b>DVSE26_165</b>
Seker, Cagman	<b>DVSE26_233,</b> <b>DVSE26_252,</b> <b>DVSE26_55</b>
Senn, Ronja	DVSE26_124
Sensoy, Alahan Alkis	DVSE26_219, DVSE26_233, DVSE26_245, DVSE26_246, DVSE26_253
Sesay, Samuel	<b>DVSE26_180</b>
Shekhihi, Abdelkader	<b>DVSE26_146,</b> <b>DVSE26_147,</b> <b>DVSE26_148,</b> <b>DVSE26_150,</b> DVSE26_206, DVSE26_217
Shemesh, Maoz	DVSE26_119
Siebenbürger, Georg	DVSE26_229 DVSE26_261
Siebenlist, Sebastian	DVSE26_128, DVSE26_140, DVSE26_152, DVSE26_183,

# Autor/innen-Verzeichnis

Fettgedruckt = Präsentierende/r Autor/in

	DVSE26_186, DVSE26_36, DVSE26_58, DVSE26_98	Uppstrom, Tyler	DVSE26_230		DVSE26_261
Siegert, Paul	DVSE26_217	Van de Wall, Bryan	DVSE26_159, DVSE26_65, DVSE26_188	Wixmertens, Anke	DVSE26_132
Sigrist, Bastian	DVSE26_123	van Eecke, Eduard	DVSE26_221	Woisetschläger, Gebhard	DVSE26_22
Simon, Johanna-Maria	DVSE26_102	van Riet, Roger	DVSE26_138, DVSE26_205	Wolf-Vollenbröcker, Michael	DVSE26_205
Simon, Maciej	<b>DVSE26_138,</b> DVSE26_89	van Rossenberg, Luke	DVSE26_65, DVSE26_188	Yasmin, Mohamed	DVSE26_152
Smith, Tomas	DVSE26_139	Varga, Peter	DVSE26_86	Youssef, Salim	<b>DVSE26_75</b>
Snedeker, Jess	DVSE26_124	Vetter, Philipp	DVSE26_191, <b>DVSE26_194,</b> <b>DVSE26_221,</b> DVSE26_223, <b>DVSE26_228,</b> DVSE26_237, DVSE26_244	Zapatka, Jakob	DVSE26_241, DVSE26_249
Somberg, Ole	<b>DVSE26_133,</b> <b>DVSE26_28</b>	Vieider, Romed	DVSE26_128	Zderic, Ivan	DVSE26_86
Sommer, Jonathan	DVSE26_105, DVSE26_234, DVSE26_241, DVSE26_242, DVSE26_249	Vogeler, Elisa	<b>DVSE26_142</b>	Zdravkovic, Vilijam	DVSE26_239
Sommer, Maria	<b>DVSE26_27,</b> <b>DVSE26_141</b>	Vogelsang, Trutz	DVSE26_250	Zehnder, Philipp	DVSE26_108, DVSE26_40, DVSE26_96
Spomer, Michelle	DVSE26_184	Vohra, Shabana	DVSE26_93	Zellner, Alberto Alfieri	DVSE26_238, DVSE26_248
Spormann, Christophe	DVSE26_70	von Rechenberg, Brigitte	DVSE26_124	Ziegler, Patrick	DVSE26_53
Spross, Christian	DVSE26_239, DVSE26_142	Voss, Andreas	DVSE26_60, DVSE26_51	Zimmermann, Jonathan	DVSE26_33
Stadelmeier, Josefa	<b>DVSE26_229,</b> DVSE26_261	Wackerle, Anja	<b>DVSE26_128</b>	Zumbansen, Nikolaus	<b>DVSE26_232</b>
Stange, Richard	DVSE26_20	Waltenspül, Manuel	DVSE26_142	Zumstein, Matthias	DVSE26_123, DVSE26_125
Staub, Samuel	<b>DVSE26_125</b>	Wangler, Sebastian	DVSE26_228	Zyskowski, Michael	DVSE26_96, DVSE26_108
Stauber, Verena	DVSE26_251	Warnhoff, Mara	DVSE26_237		
Steinbeck, Jörn	DVSE26_227, DVSE26_250, DVSE26_254	Watkins, Lauren	DVSE26_126		
Stöckle, Ulrich	DVSE26_181, DVSE26_215, DVSE26_99	Weber, Marc Maximilian	DVSE26_127, DVSE26_187, DVSE26_21, DVSE26_210, DVSE26_24, DVSE26_231, DVSE26_235, DVSE26_130,		
Streck, Laura	DVSE26_11		<b>DVSE26_101,</b> <b>DVSE26_117,</b> <b>DVSE26_213</b>		
Study Group, ARCR_Pred	DVSE26_70	Wegmann, Kilian	DVSE26_193		
Sußiek, Julia	<b>DVSE26_168,</b> <b>DVSE26_169</b>	Wegmann, Sebastian	DVSE26_127		
Tadini, Valentina	DVSE26_131	Wegner, Mathis	DVSE26_89		
Tauber, Mark	DVSE26_240, DVSE26_41	Weigelt, Lizzy	DVSE26_98		
Teufel, Victoria	DVSE26_79	Weitlaner, Helmut	DVSE26_38		
Thakur, Siddhant	DVSE26_60	Welle, Kristian	DVSE26_238, DVSE26_242		
Thiele, Kathi	DVSE26_243, DVSE26_248, DVSE26_38	Welte, Stefan	DVSE26_135, DVSE26_23		
Thorwächter, Christoph	DVSE26_102, DVSE26_119	Wermers, Jens	DVSE26_168		
Timmesfeld, Nina	DVSE26_190	Werthel, Jean-David	DVSE26_79		
Tomka, Janos	DVSE26_123	Wieser, Karl	DVSE26_124		
Torrez, Carlos	DVSE26_159	Wiest, Dieter	DVSE26_245		
Touet, Amadeo	DVSE26_105, DVSE26_234, <b>DVSE26_238,</b> DVSE26_241, DVSE26_248, DVSE26_249	Wiethölter, Mats	DVSE26_169		
Tsamassiotis, Spiros	<b>DVSE26_139</b>	Willinger, Lukas	DVSE26_140, DVSE26_40		
Ullrich, Roman	DVSE26_116, DVSE26_22	Wirtz, Dieter	DVSE26_242		
		Witt, Kai-Axel	DVSE26_227, DVSE26_250, DVSE26_254		
		Wittmann, Thomas	DVSE26_229,		