

Aus dem Zentrum für Muskuloskeletale Chirurgie
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Aspekte der operativen und postoperativen Behandlung in
der inversen Schulterendoprothetik

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Stephan Uschok

aus Düsseldorf

Datum der Promotion: 21.06.2020

1 Abstract	5
2 Einleitung	7
2.1 <i>Inzidenz und Epidemiologie der Rotatorenmanschettenruptur</i>	7
2.2 <i>Läsionen der langen Bizepssehne</i>	7
2.3 <i>Defektarthropathie</i>	7
2.4 <i>Proximale Humerusfrakturen</i>	8
2.5 <i>Versorgungsstandards von Bizepssehnen- und Rotatorenmanschettenläsionen</i>	9
2.6 <i>Inverse Schulterendoprothetik</i>	10
2.7 <i>Komplikationen und Probleme</i>	10
2.8 <i>Postoperative Aspekte nach inverser Endoprothetik</i>	11
2.9 <i>Wissenschaftliche Fragestellungen</i>	11
3 Zielsetzung	13
3.1 <i>Publikation 1 (Combined arthroscopic tenodesis of the long head of biceps and rotator cuff repair in antero-superior cuff tears)</i>	13
3.1.1 <i>Patientenkollektiv</i>	13
3.1.2 <i>Klinische Evaluation</i>	13
3.1.3 <i>Radiologische Evaluation</i>	14
3.1.4 <i>Operative Therapie</i>	14
3.1.5 <i>Statistik</i>	15
3.2 <i>Publikation 2 (The metaphyseal bone defect predicts outcome in reverse shoulder arthroplasty for proximal humerus fracture sequelae)</i>	15
3.2.1 <i>Patientenkollektiv</i>	15
3.2.2 <i>Klinische Evaluation</i>	16
3.2.3 <i>Radiologische Evaluation</i>	16
3.2.4 <i>Operative Therapie</i>	17
3.2.5 <i>Statistik</i>	17
3.3 <i>Publikation 3 (Reverse shoulder arthroplasty: the role of physical therapy on the clinical outcome in the mid-term to long-term follow-up)</i>	17
3.3.1 <i>Patientenkollektiv</i>	17

3.3.2 Klinische Evaluation	18
3.3.3 Radiologische Evaluation	18
3.3.4 Operative Therapie.....	18
3.3.5 Statistik.....	18
4 Ergebnisse	19
5 Diskussion	22
7 Zusammenfassung.....	26
8 Literaturverzeichnis	27
9 Anhang	34
9.1 Anteilserklärung.....	34
9.2 Erklärung der Selbstständigkeit	36
9.3 Verwendete Publikationen	37
9.3.1 Publikation 1	37
9.3.2 Publikation 2	44
9.3.3 Publikation 3	54
9.4 Publikationsliste	60
9.5 Lebenslauf	61
9.6 Danksagung.....	64

1 Abstract

Die Funktion des Schultergelenkes wird durch die Muskeln der Rotatorenmanschette gewährleistet. Bei Pathologien der Sehnen der Rotatorenmanschette stehen unterschiedliche Möglichkeiten zur Rekonstruktion zur Verfügung. Im Rahmen der arthroskopischen Rekonstruktion ist die Behandlung von Begleitpathologien wichtig. Die Läsion der langen Bizepssehne ist eine häufige Pathologie im Rahmen von Rotatorenmanschettenrupturen für die unterschiedliche Behandlungsstrategien zur Verfügung stehen, unter anderem die von Lafosse beschriebene Lasso-Loop-Tenodese, bei der die Tenodese der langen Bizepssehne in die Rekonstruktion der Rotatorenmanschette inkorporiert wird.

Bei weiter fortgeschrittenen Rotatorenmanschettenläsionen im Sinne einer Massenruptur, ist manchmal eine Rekonstruktion nicht mehr möglich und es entwickelt sich eine sogenannte Defektarthropathie des betroffenen Armes mit Schmerzen und Bewegungseinschränkung.

Für diese Entitäten wurde die inverse Schultertotalendoprothese entwickelt. Neben dem Ersatz der arthrotischen Gelenkoberflächen kann durch eine Stabilisierung sowie Medialisierung und Kaudalisierung des Drehzentrums die Funktion der insuffizienten Rotatorenmanschette zum Teil durch den Delta-Muskel ausgeglichen werden.

Im Verlauf wurde die Indikationsstellung für die Implantation einer inversen Endoprothese ausgeweitet und inkludiert mittlerweile, neben der Defektarthropathie, auch komplexe proximale Humerusfrakturen beim älteren Patienten, Frakturfolgezustände, dezentrierende Omarthrosen und Prothesenrevisionen. Wichtig für die Indikationsstellung, insbesondere im jüngeren Patientengut, ist die Debatte der Langlebigkeit inverser Endoprothesen sowie die Identifikation prädiktiver Faktoren des funktionellen Outcomes. Im Langzeitverlauf der inversen Endoprothese zeigt sich, auch nach initial guten funktionellen Ergebnissen, ein Funktionsverlust.

Die Auswirkung von physiotherapeutischer Behandlung auf die Schulterfunktion im Langzeitverlauf wurde bisher nicht evaluiert.

Das Ziel der Studie war daher die Evaluation des funktionellen Outcomes nach Lasso-Loop-Tenodese der langen Bizepssehne (Publikation 1), die Evaluation des funktionellen Outcomes nach inverser Schulterprothetik im Rahmen von Frakturfolgezuständen und die Darstellung prognostischer Faktoren (Publikation 2) sowie die Evaluation von physiotherapeutischer Behandlung nach inverser Schulterendoprothetik im Langzeitverlauf (Publikation 3).

The rotator cuff is responsible for maintaining the function of the shoulder joint. Lesions of the rotator cuff tendons can be treated operatively using different techniques. The treatment of accompanying pathologies, such as lesions of the long head of the biceps tendon, is possible during arthroscopic rotator cuff repairs. Different techniques for the treatment of lesions of the long head of the biceps tendon are described in literature, one technique described as lasso-loop-tenodesis by Lafosse.

Massive rotator cuff lesions without the possibility of reconstruction can result in a painful limitation of movement of the shoulder (cuff tear arthropathy). For these cases, the reverse shoulder prosthesis was developed. The design of the prosthesis results in a stabilization by medialization and distalization of the shoulder's center of rotation. Thus, the deltoid muscle is partly able to replace the function of the rotator cuff.

Since the invention of the reverse shoulder prosthesis, indications have been extended. Beside of the cuff tear arthropathy, reverse shoulder prostheses are used in complex proximal humeral fractures in elderly patients, fracture sequelae and revision arthroplasty. The surgeon has to consider the long-term results as well as predictive factors for the functional outcome, since a loss of function in the long-term follow up is described in literature.

The effect of physical therapy on the shoulder function in the long-term follow up has not been evaluated.

The aim of the study was to evaluate the functional outcome after lasso-loop-tenodesis of the long head of the biceps tendon (publication 1), the evaluation of the functional outcome after reverse shoulder arthroplasty in cases of fracture sequelae and the identification of prognostic factors (publication 2) as well as the evaluation of physical therapy in the long-term follow up after reverse shoulder arthroplasty (publication 3).

2 Einleitung

2.1 Inzidenz und Epidemiologie der Rotatorenmanschettenruptur

Das Schultergelenk ist, ebenso wie das Hüftgelenk, ein Kugelgelenk. Im Unterschied zum Hüftgelenk, welches zum großen Teil, durch das, den Hüftgelenkskopf umschließende Acetabulum, eine knöchernen Führung besitzt, ist das Schultergelenk, durch die flache Ausprägung des Glenoids, ein hauptsächlich muskelgeführtes Gelenk. Die Aufgabe der muskulären Führung übernimmt, im Wesentlichen, die Rotatorenmanschette, bestehend aus dem M. supraspinatus, M. infraspinatus, M. teres minor und dem M. subscapularis.

Rotatorenmanschettenrupturen können im Rahmen eines Traumas auftreten, häufiger jedoch sind degenerative Läsionen. Die Inzidenz der degenerativen Rotatorenmanschettenläsion wird mit 20 – 50 % im Alter zwischen 50 und 70 Jahren angegeben und steigt mit dem Lebensalter [1–3].

2.2 Läsionen der langen Bizepssehne

Der M. biceps brachii ist ein zweiköpfiger Muskel mit zwei proximalen Sehnen, der kurzen Bizepssehne, welche am Processus coracoideus ansetzt, sowie der langen Bizepssehne, welche durch den Sulcus bicipitalis nach intraartikulär verläuft und am oberen Glenoidrand (Tuberculum supraglenoidale) ansetzt.

Läsionen der langen Bizepssehne sind eine häufige Begleitpathologie von Rotatorenmanschettenläsionen [4], da die lange Bizepssehne am Eintritt in den Sulcus bicipitalis durch bindegewebige Strukturen der ventralen Anteile der Supraspinatussehne sowie der kranialen Anteile der Subscapularissehne (Pulley-System) stabilisiert wird. Bei Läsionen in diesem Bereich kann eine Instabilität der langen Bizepssehne mit zunächst entzündlicher Veränderung der Sehne und im weiteren Verlauf (Partial-)Ruptur resultieren [5, 6].

Läsionen der langen Bizepssehne im Bereich des Ansatzes am oberen Glenoidrand werden als SLAP-Läsionen [7] (Superior Labrum Anterior to Posterior) bezeichnet und treten gehäuft im Rahmen von Instabilitäten sowie bei Wurfspielern auf [5].

2.3 Defektarthropathie

Ein Riss der Sehnen der Muskeln der Rotatorenmanschette (Rotatorenmanschettenmassenruptur) kann neben einer schmerzhaften

Funktionseinschränkung, in einer superioren Instabilität des Schultergelenkes resultieren und im weiteren Verlauf zu einer Arthrose des Schultergelenkes, der sogenannten Defektarthropathie (Cuff-Tear-Arthropathie) führen. Ist die, den Sehnen zugehörige Muskulatur im fortgeschrittenen Stadium bereits fettig degeneriert und atrophiert und die Sehnenstümpfe fortgeschritten retrahiert ist eine Rekonstruktion nicht mehr möglich.

2.4 Proximale Humerusfrakturen

Proximale Humerusfraktur stehen in der Reihenfolge der häufigsten Frakturen im Erwachsenenalter, mit einer Inzidenz zwischen 4 % und 7 %, an siebter Stelle [8].

Mögliche Versorgungsstrategien umfassen, neben der konservativen Behandlung, eine operative Therapie in Form einer winkelstabilen Plattenosteosynthese, einer Schraubenosteosynthese, einer Kirschner-Draht-Osteosynthese, einer Marknagelosteosynthese, einer anatomischen Totalendoprothese oder einer inversen Schultertotalendoprothese und sind abhängig von der Frakturmorphologie, den Begleitpathologien sowie dem Lebensalter der Patienten [5].

Nach behandelter Humeruskopffraktur können, je nach Ausheilung der Fraktur, Frakturfolgezustände (*fracture sequelae*) [9–13], also Therapieversager nach einer Humeruskopffraktur, entstehen.

Die Klassifikation der Frakturfolgezustände erfolgt nach Boileau in vier Typen [14], wobei Typ I und Typ II intrakapsuläre Frakturfolgezustände beschreiben und Typ III und Typ IV extrakapsuläre Frakturfolgezustände beschreiben. Typ I beschreibt den Verlust der Sphärität des Humeruskopfes (Nekrose) oder einen Frakturfolgezustand mit funktionell anatomischer Stellung der Tubercula, Typ II beschreibt eine chronisch verhakte Luxation oder Luxationsfraktur, Typ III beschreibt eine Pseudarthrose auf Höhe des chirurgischen Halses und Typ IV beschreibt ein Fehlverhalten der Tubercula. In der Literatur wurden Ergebnisse für die inverse Schulterarthroplastik im Rahmen von Frakturfolgezuständen beschrieben, wobei sich zeigte, dass die Ergebnisse nach primärer Implantation einer inversen Schulterendoprothese, denen nach Implantation im Rahmen von Frakturfolgezuständen überlegen waren [15–17]. Der Einfluss der Vorbehandlungsart, des Frakturfolgezustandstyps, sowie anderer prognostischer Kriterien bleiben unklar.

2.5 Versorgungsstandards von Bizepssehnen- und Rotatorenmanschettenläsionen

Für Läsionen der langen Bizepssehne stehen zwei Behandlungsstrategien zur Verfügung, zum einen die Tenotomie, also die Durchtrennung der Sehne und Belassen des Sehnenstumpfes im Sulcus bicipitalis, und zum anderen die Tenodese, bei der nach Durchtrennung der Sehne eine Reinsertion im Bereich des Sulcus bicipitalis oder subpectoral erfolgt.

Neben der Weichteiltenodese sind weitere arthroskopische Versorgungen der langen Bizepssehne beschrieben. Hierzu zählen neben Tenodese mittels Fadenanker oder Interferenzschraube, die von Lafosse beschriebene Lasso-Loop-Tenodese [18], welche die Inkorporation der Tenodese in eine Rekonstruktion der Supraspinatussehne ermöglicht. In biomechanischen Untersuchungen zeigen sich keine Unterschiede bezüglich Stabilität der verschiedenen Tenodesearten [19–21], klinische Nachuntersuchungen sind für die Lasso-Loop-Tenodese ausstehend.

Die Behandlung einer Rotatorenmanschettenläsion ist abhängig von unterschiedlichen Faktoren. Hierzu zählen neben der Morphologie der Läsion (Rissgröße, Risslokalisierung) sowie der Beschaffenheit der Muskulatur (Atrophie, fettige Degeneration) auch individuelle Patientenfaktoren wie das Lebensalter, die Compliance und der individuelle Funktionsanspruch [5].

Neben der konservativen Therapie stehen unterschiedliche operative Behandlungsmöglichkeiten zur Verfügung. Eine Rekonstruktion der Rotatorenmanschette erfolgt heute zumeist über eine arthroskopische Operation, seltener über ein offenes Vorgehen in mini-open Technik.

Bei der Rekonstruktion werden typischerweise Fadenankersysteme zur knöchernen Refixation der Sehne am ursprünglichen Sehnenansatz (footprint) genutzt. Über diese Systeme kann in verschiedenen Nahttechniken (z.B. Einzelreihennaht oder Doppelreihennaht) die Sehne wieder am Humerus fixiert werden. Bei primär nicht rekonstruierbaren Rupturen stehen alternative Behandlungsverfahren zur Verfügung. Diese beinhalten biologische Augmentationen, rupturverkleinernde Verfahren, superiore Kapselrekonstruktionen, sowie Muskeltransferoperationen (z.B. Latissimus dorsi Transfer oder Pectoralis major Transfer) [3, 5].

Bei irreparablen Massenrupturen der Rotatorenmanschette besteht zudem die Möglichkeit der Funktionsverbesserung sowie zur Schmerzreduktion durch die Implantation einer inversen Schultertotalendoprothese.

2.6 Inverse Schulterendoprothetik

Im Rahmen von Rotatorenmanschettenmassenrupturen kommt es zu einer Instabilität des Schultergelenkes durch ein gestörtes Kräftegleichgewicht (force couple), welches zu einer Dezentrierung bzw. Kranialisierung des Humeruskopfes führt und im weiteren Verlauf zur degenerativen Veränderung des Schultergelenkes führt.

Zur Behandlung dieser Pathologien entwickelte Paul Grammont 1987 die moderne Form der inversen Schulterendoprothese. Bei diesem Prothesentyp wird die Biomechanik des Schultergelenkes umgekehrt. Durch die Implantation einer Hemisphäre am Glenoid und einer pfannenartigen Metaphyse am Humerusschaft, wird die Gelenkpfanne zum Gelenkkopf des Kugelgelenkes und vice versa.

Dies führt neben einer Stabilisierung des Drehzentrums zu einer Medialisierung und Distalisierung, wodurch der M. deltoideus, in Teilen, die Funktion der Rotatorenmanschette übernehmen kann [22, 23].

2.7 Komplikationen und Probleme

Neben den allgemeinen Operationskomplikationen ist bei der Verwendung von Fadenankersystemen über Materialinsuffizienzen mit Lockerung und Dislokation der eingebrachten Implantate sowie Re-Rupturen nach Durchschneiden des Fadenmaterials durch die Sehne oder Riss des Fadenmaterials aufzuklären [5].

Nach einer Tenodese der langen Bizepssehne besteht die Möglichkeit des Auftretens einer sogenannten Popeye-Deformität. Dies bedeutet, dass durch eine Distalisierung der Sehne eine Distalisierung des Muskelbauches am Oberarm mit resultierender Eindellung im Bereich des proximalen Oberarmes und Akzentuierung des Muskelbauches im Bereich des distalen Oberarmes auftreten kann. Hierbei handelt es sich um ein hauptsächlich kosmetisches Problem [24].

Nach Implantation einer inversen Schultertotalendoprothese können insbesondere Infektionen und Prothesenlockerungen und -luxationen auftreten. Spezifisch ist auch über das scapular notching aufzuklären, welches einen Knochenverlust im Bereich der kaudalen Verankerung der Metaglène durch einen mechanischen Kontakt mit der humeralen Komponente bezeichnet [9, 22, 25–27].

Eine weitere Komplikation stellt die Acromionfraktur durch die erhöhte Vorspannung des Delta-Muskels dar.

2.8 Postoperative Aspekte nach inverser Endoprothetik

In der postoperativen Behandlung der inversen Schulterendoprothetik nimmt die physiotherapeutische Behandlung einen zentralen Stellenwert ein [28–32]. Aufgrund der fehlenden Datenlage in der Literatur, stützt sich das postoperative Rehabilitationskonzept auf Erfahrungswerte des Operateurs, weshalb unterschiedliche Nachbehandlungskonzepte vorliegen. Etabliert hat sich eine kurzzeitige Ruhigstellung des operierten Armes mit anschließender Steigerung der Mobilisation sowie der Belastung [28, 30–32].

Die physiotherapeutische Behandlung kann, je nach postoperativem Verlauf, für 3 bis 12 Monate erfolgen. Darüber hinaus erfolgt erfahrungsgemäß, auch bei nicht zufriedenstellender Funktion des Schultergelenkes, nur in seltenen Fällen die weitere Verordnung der Therapie, zum einen aufgrund der fehlenden Motivation der Patienten und zum anderen durch Beschränkungen der Kostenträger.

Trotz guter Ergebnisse nach inverser Schulterarthroplastik im kurzfristigen und mittelfristigen Verlauf, hat sich im Langzeitverlauf eine Abnahme der Schulterfunktion gezeigt [22, 33, 34]. Diese wird unter anderem auf eine Degeneration des M. deltoideus zurückgeführt [34]. Eine weitere Ursache könnte, dem zumeist hohen Patientenalter geschuldete, reduzierte Beübung der Schulterfunktion im Alltag sein.

2.9 Wissenschaftliche Fragestellungen

In der arthroskopischen Versorgung von Pathologien der langen Bizepssehne wurden unterschiedliche Verfahren zur Tenodese der langen Bizepssehne beschrieben [19–21, 35]. Die Lasso-Loop-Tenodese stellt ein kosteneffizientes Verfahren dar, da durch die spezielle Nahttechnik, die Inkorporation der Tenodese in eine Rekonstruktion eines Rotatorenmanschettendefektes möglich ist.

Daher erfolgte in Publikation 1 die Evaluation des funktionellen Outcomes nach kombinierter Rekonstruktion eines antero-superioren Rotatorenmanschettendefektes und Lasso-Loop-Tenodese der langen Bizepssehne.

Das funktionelle Outcome nach Implantation einer inversen Schultertotalendoprothese zeigt sich, in der Literatur, für die primäre Behandlung einer Defektarthropathie überlegen [15, 17, 36], vergleicht man die Ergebnisse nach Implantation im Rahmen einer Revision eines Therapieversagers nach konservativer, osteosynthetischer oder hemiarthroplastischer Behandlung einer proximalen Humerusfraktur. Zur Bewertung

der Ergebnisse hinsichtlich der vorausgegangenen Versorgung (konservativ vs. osteosynthetisch vs. hemiarthroplastisch) liegen in der Literatur wenige Daten vor. Zielsetzung der Publikation 2 war daher, zum einen, die Untersuchung des funktionellen Outcomes nach Implantation einer inversen Schultertotalendoprothese im Rahmen der Versorgung von Frakturfolgezuständen. Zum anderen erfolgte die Evaluation von prognostischen Faktoren für das postoperative Outcome unter Berücksichtigung der Art der vorausgegangenen Behandlungen sowie der Anzahl der Voroperationen, der Größe des metaphysären Knochendefektes, der präoperativen Integrität der Rotatorenmanschette sowie der Art des Frakturfolgezustandes anhand der Einteilung nach Boileau.

Die Indikationsstellung zur inversen Schulterarthroplastik ist eng zu stellen und im Wesentlichen älteren Patienten vorbehalten, da sich im mittel- bis langfristigen Verlauf nach Implantation ein Funktionsverlust zeigt, welcher sich durch degenerative Veränderungen des M. deltoideus erklären lässt [22, 33, 34]. Ein weiterer Faktor könnte die reduzierte Belastung und Beübung des Schultergelenkes aufgrund des fortgeschrittenen Patientenalters sein.

Zielsetzung der Publikation 3 war somit die Evaluation der objektiven und subjektiven Funktion des Schultergelenkes nach inverser Schulterarthroplastik im mittleren bis langfristigen Follow-Up, vor und nach Durchführung eines standardisierten, 6-wöchigen, physiotherapeutischen Behandlungskonzeptes.

3 Zielsetzung

3.1 Publikation 1 (Combined arthroscopic tenodesis of the long head of biceps and rotator cuff repair in antero-superior cuff tears)

3.1.1 Patientenkollektiv

In dieser retrospektiven Studie wurden 39 Patienten (28 männlich, 11 weiblich) nach einem mittleren Follow-Up von 22 Monaten (13 – 39 Monate) klinisch nachuntersucht. Einschlusskriterien waren Läsionen der langen Bizepssehne (Tendinitis, Partialrupturen und Instabilitäten/Pulley-Läsionen) mit begleitendem anterosuperioren Rotatorenmanschettendefekt. Die Indikation zur operativen Therapie wurde bei entsprechend bildmorphologisch darstellbarer Pathologie und bei Beschwerdepersistenz nach sechsmonatiger konservativer Therapie gestellt.

In der Nachuntersuchung wurden, neben der klinischen Untersuchung, subjektive und objektive Schulterfunktionsscores erhoben (Constant Score [37], DASH Score[38], WORC Index [39], LHB Score [40]).

3.1.2 Klinische Evaluation

In der klinischen Evaluation erfolgte sowohl die Untersuchung der operierten Seite, als auch der gesunden Seite. Es wurden der Constant Score [37] sowie der LHB Score [40] als objektive Bewertungsmaßstäbe erhoben. Des Weiteren wurden zur subjektiven Einschätzung durch den Patienten, der DASH Score [38] sowie der WORC Index [39] erhoben.

Die Patienten wurden anhand des LHB Scores in zwei Gruppen unterteilt. Gruppe 1 umfasste Patienten mit einem guten Ergebnis (LHB Score \geq 70/100 Punkte), Gruppe 2 umfasste Patienten mit einem LHB Score von weniger als 70/100 Punkten.

Constant Score

Der Constant Score [37] ist ein, aus subjektiven und objektiven Kriterien zusammengestellter, Bewertungsmaßstab der Schultergelenkfunktion. Er wird in vier Kategorien unterteilt: Schmerz (20 Punkte), Aktivitäten des täglichen Lebens (20 Punkte), Bewegungsumfang (40 Punkte) sowie Kraft (25 Punkte). Somit können in der Summe maximal 100 Punkte erreicht werden.

Die Kraft (90 Grad Abduktion bei ausgestrecktem Arm) wurde in diesem Test-Setting mit einem Kraftmessgerät (IsoForceControl, MDS AG, Oberburg, Schweiz) gemessen. Die Erhebung des Scores erfolgte durch den Untersucher.

DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) Score / WORC (Western Ontario Rotator Cuff) Index

Sowohl Der DASH Score [38], als auch der WORC Index [39], sind Fragebögen, die rein subjektive Kriterien umfassen.

Hierbei werden auf einer numerischen Skala (DASH Score) bzw. auf einer visuellen Analogskala (WORC Index), unterschiedliche Bereiche des täglichen Lebens bewertet. Hierzu gehört neben dem Schmerz auch die Funktionen des täglichen Lebens, bei sportlicher Belastung sowie im Rahmen der beruflichen Tätigkeit.

Die Fragebögen wurden den Patienten erläutert und im Anschluss von diesen selbstständig ausgefüllt.

LHB (Long Head of the Biceps) Score

Der LHB Score [40] ist ein, speziell für die Beurteilung der langen Bizepssehne entwickelter, Bewertungsmaßstab.

Er umfasst drei Kategorien: Schmerz (50 Punkte), Kosmetik (30 Punkte) sowie Kraft (20 Punkte).

Die Kraft-Sektion des Scores beschreibt die Kraft der Ellenbogenflexion und wurde am sitzenden Patienten mit einem Kraftmessgerät (IsoForceControl, MDS AG, Oberburg, Schweiz) untersucht.

Die Erhebung des Scores erfolgte durch den Untersucher.

3.1.3 Radiologische Evaluation

Es erfolgte keine Bildgebung im Rahmen der Studie.

3.1.4 Operative Therapie

Die Patienten wurden in beach-chair Position gelagert. Es erfolgte zunächst eine diagnostische Arthroskopie des Schultergelenkes.

Nach Beurteilung des Rotatorenmanschettendefektes erfolgte die Untersuchung der langen Bizepssehne auf Läsionen, Tendinitis-Zeichen sowie Instabilitätszeichen. Im Anschluss erfolgte zunächst die Vorbereitung der Rotatorenmanschettenrekonstruktion mit Anfrischen des Knochens und Mobilisation der Supraspinatussehne. Es wurde ein doppelt armierter Fadenanker in anatomischer Nähe zum Sulcus intertubercularis gesetzt und die lange Bizepssehne wurde mit einem

Faden in lasso-loop Technik, beschrieben nach Lafosse [18], angeschlossen. Die lange Bizepssehne wurde tenotomiert und der verbleibende intraartikuläre Abschnitt der Sehne wurde entfernt. Anschließend wurde das Fadenmaterial stabil auf der Bicepssehne verknotet. Die verbleibenden freien Fäden des Fadenankers wurden zur Rekonstruktion des Rotatorenmanschettendefektes genutzt.

Postoperativ erfolgte eine Ruhigstellung des operierten Armes in einer Abduktionsorthese für sechs Wochen mit Beginn einer passiven Mobilisation. Nach sechs Wochen wurde die aktive Mobilisation begonnen. Ellenbogenbeugung gegen Widerstand wurde für drei Monate untersagt.

3.1.5 Statistik

Die Auswertung der Behandlung der langen Bizepssehne erfolgte mit dem Student's *t* test, dem Wilcoxon signed-rank test, dem Kruskal–Wallis-test, sowie dem Pearson Korrelationskoeffizienten.

3.2 Publikation 2 (The metaphyseal bone defect predicts outcome in reverse shoulder arthroplasty for proximal humerus fracture sequelae)

3.2.1 Patientenkollektiv

In dieser retrospektiven Studie wurden 50 Schultergelenke von 49 Patienten (39 weiblich, 11 männlich) nach einem mittleren Follow-Up von 34 Monaten (24 – 93 Monate) nachuntersucht.

Eingeschlossen wurden Patienten nach inverser Schulterarthroplastik im Rahmen von Frakturfolgezuständen.

Neben einer klinischen Untersuchung sowie der Erhebung von subjektiven und objektiven Schulterfunktionsscores (Constant Score [37], DASH Score [38]) erfolgte die Anfertigung von Röntgenaufnahmen in anteroposteriorer (true a.p.) und axialer Projektion.

Zudem wurden die präoperativen Aufnahmen (Computertomographie, Magnetresonanztomographie sowie Röntgenaufnahmen) in die Evaluation einbezogen.

Es erfolgte die Unterteilung des Kollektivs in drei Gruppen anhand der vorausgegangenen Behandlung: Gruppe 1 umfasste 14 Patienten mit vorausgegangener konservativer Behandlung, Gruppe 2 umfasste 17 Patienten nach

fehlgeschlagener Osteosynthese und Gruppe 3 umfasste 19 Patienten nach fehlgeschlagener anatomischer Schulterarthroplastik.

3.2.2 Klinische Evaluation

Neben der klinischen Untersuchung wurden der Constant Score [37] sowie der DASH Score [38] zur subjektiven und objektiven Bewertung der Schultergelenkfunktion erhoben.

3.2.3 Radiologische Evaluation

Hier wurden, zum einen präoperative Aufnahmen (MRT, CT, konventionell radiologische Bildgebung) ausgewertet, zum anderen erfolgte im Rahmen der Nachuntersuchung die Anfertigung von konventionell radiologischen Aufnahmen in zwei Ebenen (true a.p. und axial).

Der metaphysäre Knochendefekt wurde digital anhand der anteroposterioren Projektion ermittelt (centricity enterprise web V3.0), wobei die Höhe des Inlays einbezogen wurde. Nach Angaben in der Literatur wurde ein metaphysärer Knochendefekt von mehr als 3 cm als relevant bewertet [16] und die Patienten wurde in zwei Gruppen unterteilt (Gruppe 1 < 3 cm; Gruppe 2 \geq 3 cm).

Bei 86 % der Patienten mit vorausgegangener konservativer Behandlung (Gruppe 1) oder nach Versagen einer Osteosynthese (Gruppe 2), lagen präoperative schnittbildgebende Verfahren vor. Diese Verfahren wurden bei Gruppe 3 (Versagen einer anatomischen Schulterarthroplastik) nicht routinemäßig durchgeführt und lagen daher nicht vor. Die CT-Aufnahmen wurden nach Goutallier [41] hinsichtlich der fettigen Infiltration der Rotatorenmanschette bewertet, die MRT-Aufnahmen wurden entsprechend der publizierten Adaptation nach Fuchs [42] bewertet. Hier wurden ebenfalls zwei Gruppen gebildet, wobei eine fettige Infiltration von 50 % als cut off zugrunde gelegt wurde. Für Gruppe 1 und 2 wurde zudem die Integrität des M. teres minor nach Walch beurteilt und zur Vereinfachung in hypertroph/normal und atroph/fehlend unterteilt.

Die Frakturfolgezustände wurden für Gruppe 1 und Gruppe 2 bewertet und entsprechend der vorgenannten Einteilung nach Boileau [14] klassifiziert:

Neun Patienten zeigten einen Verlust der Spherizität des Humeruskopfes (Typ I), vier Patienten zeigten eine Luxationsfraktur (Typ II), fünf Patienten zeigten eine

Pseudarthrose auf Höhe des chirurgischen Halses (Typ III) und 13 Patienten zeigten fehlverheilte Tubercula (Typ IV).

Drei Patienten konnten nicht evaluiert werden, da im Vorfeld eine Resektionsarthroplastik erfolgt war.

Des Weiteren wurden die Röntgenaufnahmen im Rahmen der Follow-up Untersuchung auf ein scapular notching, d.h. auf eine Osteolyse des unteren Glenoids, klassifiziert nach Sirveaux [33], sowie in Hinblick auf das Auftreten eines Knochensporn am unteren Glenoid bewertet.

3.2.4 Operative Therapie

Die Patienten wurden in beach-chair Position gelagert. Es erfolgte eine Darstellung über einen deltopectoralen Zugang. Die anteriore und posteriore Rotatorenmanschette wurde, wenn möglich, intakt belassen oder rekonstruiert.

In Gruppe 2 erfolgte eine komplette Entfernung der einliegenden Implantate. In einem Fall der Gruppe 3 konnte der Prothesenschaft der anatomischen Endoprothese (Articula, Mathys Inc., Bettlach, Schweiz) belassen werden und auf ein inverses Implantat (Affinis inverse, Mathys Inc., Bettlach, Schweiz) konvertiert werden.

Bei einer Patientin wurde bei intraoperativem Aspekt einer Infektion ein zweizeitiges Vorgehen gewählt und zunächst ein antibiotikahaltiger Zementspacer implantiert und eine kalkulierte antibiotische Therapie mit anschließendem negativem Punktionsnachweis vor Re-Implantation durchgeführt.

Postoperativ erfolgte eine passive Mobilisation für 6-8 Wochen mit anschließendem Beginn der aktiven Mobilisation.

3.2.5 Statistik

Die Auswertung der inversen Schulterarthroplastik im Rahmen von Frakturfolgezuständen erfolgte mit dem Wilcoxon signed-rank test, dem Kruskal-Wallis test und dem Mann-Whitney *U* test.

Das Signifikanzlevel wurde bei $p < 0.05$ gesetzt.

3.3 Publikation 3 (Reverse shoulder arthroplasty: the role of physical therapy on the clinical outcome in the mid-term to long-term follow-up)

3.3.1 Patientenkollektiv

In dieser prospektiven Studie wurden 20 Patienten (14 weiblich, 6 männlich) nach einem mittleren Zeitraum von 62 Monaten nach Implantation einer inversen Schultertotalendoprothese klinisch evaluiert.

Eingeschlossen wurden Patienten nach inverser Schulterarthroplastik im Rahmen von Rotatorenmanschettenmassendefekten (Gruppe 1 = neun Patienten), nach Therapieversagen bei anatomischer Schulterarthroplastik (Gruppe 2 = 4 Patienten) sowie im Rahmen von Frakturfolgezuständen (Gruppe 3 = 7 Patienten).

Es erfolgte die Erhebung von subjektiven und objektiven Schulterfunktionsscores (Constant Score [37], DASH Score [38]).

3.3.2 Klinische Evaluation

Die Patienten wurden zur klinischen Untersuchung sowie Erhebung des Constant Scores [37] und des DASH Scores [38] einbestellt. Im Anschluss an die Erhebung der aktuellen Schulterfunktion erfolgte ein standardisiertes physiotherapeutisches Behandlungskonzept zur Mobilisation und Zentrierung des Schultergelenkes, zur Kräftigung der glenohumeralen sowie skapulothorakalen Muskulatur und zur Detonisierung und Schmerzreduktion.

Nach Abschluss des sechs-wöchigen Programms erfolgte eine Vorstellung der Patienten und es wurden erneut die vorgenannten Untersuchungen durchgeführt.

3.3.3 Radiologische Evaluation

Es erfolgte keine Bildgebung im Rahmen der Studie.

3.3.4 Operative Therapie

Die operative Therapie orientiert sich an der Darstellung wie in Publikation 2 geschildert (3.2.4).

3.3.5 Statistik

Die statistische Evaluation erfolgte mit der Statistiksoftware SPSS, vers. 20 bzw. vers. 21 (SPSS Inc., Chicago, Illinois).

Die Auswertung der prä- versus post-physiotherapeutischen Untersuchungen zur physiotherapeutischen Behandlung nach inverser Schulterarthroplastik erfolgte mit dem Mann-Whitney *U* Test sowie dem Wilcoxon signed-rank Test.

4 Ergebnisse

Operative Aspekte in der Behandlung der langen Bizepssehne (Publikation 1)

In der Nachuntersuchung nach Tenodese der langen Bizepssehne mit einem durchschnittlichen Follow-Up von 22 Monaten, erreichten die Patienten einen mittleren Constant Score [37] von 81 Punkten, wobei sich kein signifikanter Unterschied zwischen der operierten und nicht-operierten Seite zeigte ($p > 0,05$). In den Unterkategorien Schmerz, Kraft und Aktivitäten des täglichen Lebens zeigte sich ebenfalls keine signifikante Seitendifferenz ($p > 0,05$). In der Kategorie Bewegungsumfang zeigte sich eine signifikante Seitendifferenz zwischen dem operierten und dem nicht-operierten Arm zugunsten des nicht-operierten Armes ($p < 0,05$).

Der LHB Score [40] zeigte keinen signifikanten Unterschied zur gesunden Seite mit einem mittleren Ergebnis von 89 Punkten für die operierte Seite ($p > 0,05$). Dieses galt ebenfalls für die Unterkategorien. In der Unterkategorie Kraft zeigte sich ein deutlicher Unterschied zwischen der operierten und der nicht-operierten Seite von 15,2 vs. 20 Punkte. Dieser war jedoch statistisch nicht signifikant ($p > 0,05$). Acht Patienten erreichten in dieser Kategorie einen Wert von weniger als 10 Punkten. Fünf dieser acht Patienten zeigten einen Constant Score von weniger als 70 Punkten.

Es zeigte sich sowohl eine Korrelation zwischen dem Constant Score und dem LHB Score (Korrelationskoeffizient 0,48), als auch zwischen deren Unterkategorien Kraft und Schmerz (Korrelationskoeffizient 0,47 bzw. 0,38).

Die subjektiven Scores zeigten ein durchschnittliches Ergebnis von 16,9 Punkten für den DASH Score [38] und 79,7 % für den WORC Index [39] mit einer Korrelation zwischen DASH Score und WORC Index.

Operative Aspekte in der Behandlung von Frakturfolgezuständen (Publikation 2)

In der Auswertung der Frakturfolgezustände zeigte sich nach einem durchschnittlichen Follow-Up von 34 Monaten, ein signifikanter Anstieg des durchschnittlichen Constant Score [37] postoperativ mit 54,1 Punkten im Vergleich zu 16,9 Punkten präoperativ. Bezüglich der prognostischen Faktoren konnten Unterschiede festgestellt werden.

Die Art der Vorbehandlung zeigte signifikant bessere Ergebnisse im Falle einer konservativen gegenüber einer operativen Vorbehandlung, wohingegen kein signifikanter Unterschied zwischen vorausgegangener osteosynthetischer und arthroplastischer Behandlung bestand.

Der metaphysäre Knochendefekt zeigte keinen signifikanten Einfluss auf die präoperativen Ausgangswerte. Postoperativ erreichten Patienten mit einem Knochendefekt von weniger als 3 cm signifikant bessere Ergebnisse ($p < 0,0001$). Es zeigte sich ein signifikant höherer metaphysärer Knochendefekt in der Gruppe 2 (osteosynthetisch versorgte Frakturen) gegenüber Gruppe 1 (konservativ behandelte Frakturen) ($p < 0,026$) und für Gruppe 3 (prothetisch versorgte Frakturen) gegenüber Gruppe 1 ($p < 0,001$), wohingegen sich kein Unterschied zwischen Gruppe 2 und Gruppe 3 zeigte.

Bezüglich des Einflusses der Muskel-/Sehnenintegrität der Rotatorenmanschette auf das Ergebnis zeigten sich keine Signifikanzen für den M. supraspinatus sowie den M. infraspinatus. Jedoch zeigten Patienten mit einem intakten oder normotrophen M. teres minor signifikant bessere Ergebnisse als Patienten mit einem atrophen oder nicht vorhandenen Teres minor ($p < 0,048$).

Die Anzahl der Voroperationen zeigte eine negative Korrelation zum postoperativen Constant Score mit einem Korrelationskoeffizienten von -0,5.

Die Art der Frakturfolgezustände, entsprechend der Einteilung nach Boileau, zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen den intra- und den extrakapsulären Frakturfolgetypen.

Auch die Ausdehnung des scapular notching [33] wie auch des skapulären Knochenspornes zeigten keine signifikanten Unterschiede in den postoperativen Score-Ergebnisse.

Es zeigten sich fünf Komplikationen (10,2 %). In jeweils einem Fall zeigte sich eine Prothesenluxation sowie eine postoperative Schultersteife. In drei Fällen zeigte sich eine postoperative Infektion. Alle Komplikationen wurden operativ revidiert und in die Evaluation einbezogen.

Postoperative Aspekte im Anschluss der inversen Schulterarthroplastik (Publikation 3)

Bezüglich der physiotherapeutischen Behandlung nach inverser Schulterprothetik mit einer durchschnittlichen Standzeit der Endprothese von 62 Monaten, zeigte sich in der Auswertung des Constant Scores [37] ein mittlerer Wert von 53,5 Punkten vor der physiotherapeutischen Intervention mit einem signifikanten Anstieg auf 59,3 Punkte nach Intervention ($p = 0,014$). Im Vergleich hierzu zeigte sich kein signifikanter Unterschied bei Betrachtung der nicht-operierten Gegenseite (79,3 Punkte bzw. 79,6 Punkte; $p = 0,87$).

Bei Analyse der Subkategorien des Constant Scores zeigte sich ein signifikanter Unterschied für die Kategorien Bewegungsumfang (23,0 bzw. 26,2 Punkte; $p = 0,046$) und Aktivitäten des täglichen Lebens (12,4 bzw. 14,3 Punkte; $p = 0,013$). Für die Kategorien Schmerz ($p = 0,12$) und Kraft ($p = 0,62$) zeigten sich keine signifikanten Verbesserungen durch die physiotherapeutische Behandlung.

Bezüglich der zugrundeliegenden Ätiologie zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen ($p > 0,05$).

Der DASH Score [38] des gesamten Patientenkollektivs zeigte eine nicht-signifikante Verbesserung von 37,1 vor physiotherapeutischer Behandlung auf 34,3 Punkte nach physiotherapeutischer Behandlung ($p = 0,12$).

5 Diskussion

Operative Aspekte in der Behandlung der langen Bizepssehne (Publikation 1)

Die Lasso Loop Tenodese der langen Bizepssehne in Kombination mit der Rekonstruktion der Supraspinatussehne zeigt in der aktuellen Untersuchung gute Ergebnisse ohne klinische Nachteile.

Die Stabilität der Tenodese wurde in biomechanischen Studien von Patzer et al., Mazzocca et al. und Richards et al. mit anderen Tenodeseverfahren wie der Interferenzschraubentodese verglichen und als gleichwertig befunden [19–21].

Die funktionellen klinischen Ergebnisse sind deckungsgleich mit der Literatur. So zeigte Boileau in zwei Untersuchungen mit Durchführung einer Interferenzschraubentodese einen mittleren Constant Score von 73 bzw. 79 Punkten [43, 44].

Der nicht-signifikante Kraftverlust, welcher im LHB-Score beobachtet wurde, ist am Ehesten mit der begleitenden Rotatorenmanschettenruptur in Verbindung zu setzen und im Sinne einer generellen Kraftschwäche des betroffenen Armes zu sehen. Dieses wird durch die Literatur unterstützt, in der keine relevanten Kraftverluste bezüglich der Ellenbogenflexion nach Bizepssehnenodese beobachtet werden konnten [45–47]. Nach Interferenzschraubentodese wurden, in seltenen Fällen, Frakturen des Humerus beobachtet [48]. Diese konnten durch die vorliegende Technik in unserem Patientenkollektiv nicht beobachtet werden.

Limitationen der aktuellen Untersuchung sind das retrospektive Studiendesign sowie die fehlende Kontrollgruppe, da die Ergebnisse nur mit der gesunden Gegenseite verglichen werden konnten. Zudem kann das gleichzeitige Vorliegen einer Rotatorenmanschettenruptur Einfluss auf das erzielte klinische Ergebnis haben.

Operative Aspekte in der Behandlung von Frakturfolgezuständen (Publikation 2)

In der Untersuchung zeigt sich die generelle Möglichkeit einer Funktionsverbesserung nach inverser Schulterarthroplastik bei Frakturfolgezuständen.

In der Literatur zeigen sich schlechtere Ergebnisse nach Implantation einer inversen Schultertotalendoprothese im Rahmen von Frakturfolgezuständen, verglichen mit primärer Implantation im Rahmen einer Defekarthropathie [15, 16, 49–51]. Ursachen bzw. prognostische Faktoren für diesen Umstand wurden bisher wenig betrachtet. Die inverse Schulterendoprothese als Revisionsimplantat konnte bereits als negativer prognostischer Faktor im Vergleich zur Primärimplantation aufgezeigt werden [51, 52].

Dieses zeigte sich auch in der aktuellen Untersuchung. Es zeigten sich funktionell bessere Ergebnisse nach inverser Schulterarthroplastik in der Gruppe der konservativen Vorbehandlung im Vergleich zu der Gruppe mit der osteosynthetischen oder prothetischen Vorbehandlung. Ebenso zeigten sich bessere funktionelle Ergebnisse bei Patienten mit weniger Voroperationen.

Des Weiteren konnte der metaphysäre Knochendefekt als negativer prognostischer Faktor identifiziert werden. Hier zeigten sich funktionell bessere Ergebnisse für Patienten mit einem Knochendefekt von weniger als 3 cm.

Zudem zeigte sich, dass mit steigender Anzahl der Voroperationen ein größerer metaphysärer Knochendefekt auftrat.

Die Integrität des M. teres minor war negativ mit dem metaphysären Knochendefekt assoziiert, d.h. Patienten mit einem atrophen oder fehlenden M. teres minor zeigten einen größeren Knochendefekt. Die Bedeutung wird durch Untersuchungen von Simovitch [53] et al. bestätigt. Die Wichtigkeit des metaphysären Knochens zeigt sich auch in der Literatur. Levy [16] und Chacon [54] setzten Allografts zur Augmentation des fehlenden metaphysären Knochens ein.

Die Ursachen für die unterlegenen Ergebnisse können vielfältig sein. Der Einfluss der Anzahl der Voroperationen, die Schwächung der Insertion der dorsalen Rotatorenmanschette sowie der Verlust der Vorspannung des M. deltoideus können hierbei einen Einfluss haben.

Limitationen der Studie sind das heterogene Patientenkollektiv sowie die teilweise geringe Größe der Subgruppen. Weitere Faktoren wie z.B. eine Atrophie der ventralen Anteile des M. deltoideus können ebenfalls einen Einfluss haben und wurden nicht untersucht.

Die angewandte Methode zur Messung des metaphysären Knochendefektes ist bisher nicht validiert und kann durch die Implantationshöhe und somit Änderung der Vorspannung variieren. Dieses ist aus unserer Sicht jedoch zu vernachlässigen, da die Implantation einer inversen Schulterendprothese die richtige Vorspannung voraussetzt, um eine Luxation zu vermeiden. Weiterhin ist in der aktuellen Untersuchung die Messung des Knochendefektes einheitlich erfolgt, wodurch dieses vergleichbar wird und allenfalls in der absoluten Höhe differieren kann.

Ebenfalls als Limitation anzusehen, ist der Nachuntersuchungszeitraum, da hier keine Langzeitergebnisse abgebildet werden.

Postoperative Aspekte im Anschluss der inversen Schulterarthroplastik (Publikation 3)

Ergebnisse nach inverser Schulterarthroplastik für unterschiedliche Indikationen, sind vielfach in der Literatur beschrieben [33, 55–57].

Die Ergebnisse der aktuellen Untersuchung, mit einem Constant Score [37] von 53,5 Punkten, decken sich mit denen, die in der Literatur beschrieben wurden. Sirveaux et al. wiesen einen Constant Score von 65,5 Punkten nach 44 Monaten nach, Boileau et al. zeigten einen Constant Score von 58 Punkten nach 40 Monaten und Cazeneuve et al. zeigten Constant Score Werte von 53 Punkten nach 86 Monaten.

Durch die Veränderung der Biomechanik des Schultergelenkes im Rahmen der inversen Schulterendoprothetik mit Verringerung der glenohumeralen Beweglichkeit und Steigerung der skapulothorakalen Bewegung sowie der vermehrten Beanspruchung des M. deltoideus und der oberen Anteile des M. trapezius, wird die Bedeutung der physiotherapeutischen Beübung bewusst [58–63].

Die Bedeutung der postoperativen Rehabilitation wurde beschrieben [28–32, 64], wobei Daten für den mittleren bis Langzeitverlauf fehlen. In der aktuellen Untersuchung zeigt sich eine Verbesserung der Beweglichkeit sowie eine subjektive Besserung bei Tätigkeiten des täglichen Lebens bei fehlender Verbesserung des DASH Scores [38]. Die physiotherapeutische Behandlung scheint jedoch keinen Einfluss auf den Residualschmerz sowie die Abduktionskraft zu haben. Für die Bewertung der nachgewiesenen Funktionsverbesserung bei fehlender subjektiver Besserung bestehen zwei Interpretationsmöglichkeiten: Zum Einen besteht die Möglichkeit, dass die verbesserte Funktion zu gering ausfällt um vom Patienten bemerkt zu werden, zum Anderen besteht die Möglichkeit, dass die Funktionsverbesserung keinen Einfluss auf die täglichen Aktivitäten des Patienten hat, insbesondere im Hinblick auf das Patientenalter und den damit verbundenen, reduzierten Anspruch.

Limitationen der Studie sind die geringe Patientenzahl, insbesondere bei Betrachtung der Unterkategorien bezüglich der Ätiologie. Die Ursache hierfür ist das Hohe Lebensalter des Patientenkollektivs und das hohe Minimum-Follow-up. Dieses ist ebenfalls der Grund für die fehlende Kontrollgruppe und das Ausweichen auf die kontralaterale Schulter als Kontrollgruppe.

Hierbei ist zu beachten, dass degenerative Rotatorenmanschettendefekte häufig beidseitig auftreten.

Bei Bewertung der Schulterfunktion nach physiotherapeutischer Behandlung ist zu beachten, dass ein Placeboeffekt durch die Zuwendung des Physiotherapeuten möglich ist. Hier spricht jedoch dagegen, dass die kontralaterale Schulter keine Funktionsverbesserung zeigte.

7 Zusammenfassung

Im Rahmen von Rotatorenmanschettenrupturen ist häufig die Mitbehandlung der langen Bizepssehne notwendig. Das durch Lafosse vorgestellte Lasso Loop Verfahren zeigt gute Ergebnisse, welche mit anderen Tenodeseverfahren vergleichbar sind und erlauben die implantatsparende Versorgung durch die kombinierte Rekonstruktion der Rotatorenmanschette.

In Fällen, in denen die Rekonstruktion der Rotatorenmanschette nicht mehr möglich ist, ist die Implantation einer inversen Schultertotalendoprothese ein valides Verfahren. Die inverse Schulterarthroplastik ist ebenfalls im Rahmen von Frakturfolgezuständen anerkannt und zeigt gute Ergebnisse. Prognostische Faktoren für ein gutes funktionelles Outcomes der inversen Schulterarthroplastik im Rahmen von Frakturfolgezuständen sind die erhaltene Integrität des M. teres minor, ein geringer metapyhsärer Knochendefekt sowie eine vorausgegangene, konservative Frakturbehandlung.

Die physiotherapeutische Behandlung im Langzeitverlauf nach inverser Schulterarthroplastik kann objektiv zu Verbesserungen der Schultergelenksbeweglichkeit sowie subjektiv zu einer Verbesserung bei bestimmten Tätigkeiten des täglichen Lebens führen. Ein Einfluss auf den Residualschmerz sowie die Abduktionskraft konnte nicht nachgewiesen werden.

8 Literaturverzeichnis

1. Gohlke F (1993) [Ultrasonographic appearance of the rotator cuff in elderly subjects]. *Orthopade* 22:288–93.
2. Tashjian RZ (2012) Epidemiology, Natural History, and Indications for Treatment of Rotator Cuff Tears. *Clin Sports Med* 31:589–604. doi: 10.1016/j.csm.2012.07.001
3. Piper CC, Hughes AJ, Ma Y, Wang H, Neviasser AS (2018) Operative versus nonoperative treatment for the management of full-thickness rotator cuff tears: a systematic review and meta-analysis. *J Shoulder Elb Surg* 27:572–576. doi: 10.1016/j.jse.2017.09.032
4. Murthi AM, Vosburgh CL, Neviasser TJ (2000) The incidence of pathologic changes of the long head of the biceps tendon. *J Shoulder Elbow Surg* 9:382–5. doi: 10.1067/mse.2000.108386
5. Habermeyer P, Lichtenberg S, Magosch P (2010) *Schulterchirurgie*. 4th edition, München: Elsevier.
6. Walch G, Nové-Josserand L, Boileau P, Levigne C (1998) Subluxations and dislocations of the tendon of the long head of the biceps. *J Shoulder Elbow Surg* 7:100–8.
7. Snyder SJ, Karzel RP, Del Pizzo W, Ferkel RD, Friedman MJ (1990) SLAP lesions of the shoulder. *Arthroscopy* 6:274–9.
8. Passaretti D, Candela V, Sessa P, Gumina S (2017) Epidemiology of proximal humeral fractures: A detailed survey of 711 patients in a metropolitan area. *J Shoulder Elb Surg* 1–8. doi: 10.1016/j.jse.2017.05.029
9. Boileau P, Watkinson D, Hatzidakis AM, Hovorka I (2006) Neer Award 2005: The Grammont reverse shoulder prosthesis: Results in cuff tear arthritis, fracture sequelae, and revision arthroplasty. *J Shoulder Elb Surg* 15:527–540. doi: 10.1016/j.jse.2006.01.003
10. Klein M, Juschka M, Hinkenjann B, Scherger B, Ostermann PAW (2008) Treatment of comminuted fractures of the proximal humerus in elderly patients with the Delta III reverse shoulder prosthesis. *J Orthop Trauma* 22:698–704. doi: 10.1097/BOT.0b013e31818afe40
11. Kontakis G, Tosounidis T, Galanakis I, Megas P (2008) Prosthetic replacement for proximal humeral fractures. *Injury* 39:1345–58. doi: 10.1016/j.injury.2008.09.003

12. Mersch D, Stangl R (2015) Proximale Humerusfraktur im fortgeschrittenen Lebensalter. *Unfallchirurg*. doi: 10.1007/s00113-015-0009-8
13. Kaisidis A, Pantos PG, Heger H, Bochlos D, Selimas S, Oikonomoulas V (2014) Reverse shoulder arthroplasty for the treatment of three and four part fractures of the proximal humerus in patients older than 75 years old. *Acta Orthop Belg* 80:99–105.
14. Boileau P, Trojani C, Walch G, Krishnan SG, Romeo A, Sinnerton R (2001) Shoulder arthroplasty for the treatment of the sequelae of fractures of the proximal humerus. *J Shoulder Elb Surg* 10:299–308. doi: 10.1067/mse.2001.115985
15. Wall B, Nové-Josserand L, O'Connor DP, Edwards TB, Walch G (2007) Reverse total shoulder arthroplasty: a review of results according to etiology. *J Bone Joint Surg Am* 89:1476–85. doi: 10.2106/JBJS.F.00666
16. Levy J, Frankle M, Mighell M, Pupello D (2007) The use of the reverse shoulder prosthesis for the treatment of failed hemiarthroplasty for proximal humeral fracture. *J Bone Joint Surg Am* 89:292–300. doi: 10.2106/JBJS.E.01310
17. Austin L, Zmistowski B, Chang ES, Williams GR (2011) Is Reverse Shoulder Arthroplasty a Reasonable Alternative for Revision Arthroplasty? *Clin Orthop Relat Res* 469:2531–2537. doi: 10.1007/s11999-010-1685-x
18. Lafosse L, Van Raebroeckx A, Brzoska R (2006) A new technique to improve tissue grip: “the lasso-loop stitch”. *Arthroscopy* 22:1246.e1–3. doi: 10.1016/j.arthro.2006.05.021
19. Patzer T, Rundic JM, Bobrowitsch E, Olender GD, Hurschler C, Schofer MD (2011) Biomechanical comparison of arthroscopically performable techniques for suprapectoral biceps tenodesis. *Arthroscopy* 27:1036–47. doi: 10.1016/j.arthro.2011.03.082
20. Mazzocca AD, Bicos J, Santangelo S, Romeo AA, Arciero RA (2005) The biomechanical evaluation of four fixation techniques for proximal biceps tenodesis. *Arthroscopy* 21:1296–1306. doi: 10.1016/j.arthro.2005.08.008
21. Richards DP, Burkhart SS (2004) Arthroscopic-assisted biceps tenodesis for ruptures of the long head of biceps brachii: The cobra procedure. *Arthroscopy* 20 Suppl 2:201–7. doi: 10.1016/j.arthro.2004.04.049
22. Boileau P, Watkinson DJ, Hatzidakis AM, Balg F (2005) Grammont reverse

- prosthesis: design, rationale, and biomechanics. *J Shoulder Elbow Surg* 14:147S-161S. doi: 10.1016/j.jse.2004.10.006
23. Terrier A, Reist A, Merlini F, Farron A (2008) Simulated joint and muscle forces in reversed and anatomic shoulder prostheses. *J Bone Jt Surg - Br Vol* 90-B:751–756. doi: 10.1302/0301-620X.90B6.19708
 24. Duff SJ, Campbell PT (2012) Patient acceptance of long head of biceps brachii tenotomy. *J Shoulder Elbow Surg* 21:61–65. doi: S1058-2746(11)00015-2 [pii]10.1016/j.jse.2011.01.014
 25. Khan WS, Longo UG, Ahrens PM, Denaro V, Maffulli N (2011) A systematic review of the reverse shoulder replacement in rotator cuff arthropathy, rotator cuff tears, and rheumatoid arthritis. *Sport Med Arthrosc* 19:366–379. doi: 00132585-201112000-00007 [pii] 10.1097/JSA.0b013e318224e44e
 26. Rasmussen J V, Jakobsen J, Brorson S, Olsen BS (2012) The Danish Shoulder Arthroplasty Registry: clinical outcome and short-term survival of 2,137 primary shoulder replacements. *Acta Orthop* 83:171–173. doi: 10.3109/17453674.2012.665327
 27. Cazeneuve JF, Cristofari DJ (2011) Long term functional outcome following reverse shoulder arthroplasty in the elderly. *Orthop Traumatol Surg Res* 97:583–589. doi: 10.1016/j.otsr.2011.03.025
 28. Brems JJ (1994) Rehabilitation following total shoulder arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 70–85.
 29. Brown DD, Friedman RJ (1998) Postoperative rehabilitation following total shoulder arthroplasty. *Orthop Clin North Am* 29:535–547.
 30. Pokorný D, Sosna A, Jahoda D, Pech J, Simková M, Szekeresová M (2000) [Physical therapy after shoulder arthroplasty.]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 67:280–290.
 31. Boardman ND, Cofield RH, Bengtson KA, Little R, Jones MC, Rowland CM (2001) Rehabilitation after total shoulder arthroplasty. *J Arthroplast* 16:483–486. doi: S0883-5403(01)90129-9 [pii]10.1054/arth.2001.23623
 32. Wilcox RB, Arslanian LE, Millett P (2005) Rehabilitation following total shoulder arthroplasty. *J Orthop Sport Phys Ther* 35:821–836.
 33. Sirveaux F, Favard L, Oudet D, Huquet D, Walch G, Molé D (2004) Grammont inverted total shoulder arthroplasty in the treatment of glenohumeral osteoarthritis with massive rupture of the cuff. Results of a multicentre study of

- 80 shoulders. *J Bone Joint Surg Br* 86:388–95.
34. Guery J, Favard L, Sirveaux F, Oudet D, Mole D, Walch G (2006) Reverse total shoulder arthroplasty. Survivorship analysis of eighty replacements followed for five to ten years. *J Bone Jt Surg Am* 88:1742–1747. doi: 88/8/1742 [pii]10.2106/JBJS.E.00851
 35. Mazzocca AD, Cote MP, Arciero CL, Romeo AA, Arciero RA (2008) Clinical outcomes after subpectoral biceps tenodesis with an interference screw. *Am J Sports Med* 36:1922–9. doi: 10.1177/0363546508318192
 36. Levy a S, Kelly BT, Lintner S a, Osbahr DC, Speer KP (2001) Function of the long head of the biceps at the shoulder: electromyographic analysis. *J Shoulder Elbow Surg* 10:250–5. doi: 10.1067/mse.2001.113087
 37. Constant CR, Murley AH (1987) A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res* 160–164.
 38. Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C (1996) Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) [corrected]. The Upper Extremity Collaborative Group (UECG). *Am J Ind Med* 29:602–608. doi: 10.1002/(SICI)1097-0274(199606)29:6<602::AID-AJIM4>3.0.CO;2-L [pii]10.1002/(SICI)1097-0274(199606)29:6<602::AID-AJIM4>3.0.CO;2-L
 39. Kirkley A, Alvarez C, Griffin S (2003) The development and evaluation of a disease-specific quality-of-life questionnaire for disorders of the rotator cuff: The Western Ontario Rotator Cuff Index. *Clin J Sport Med* 13:84–92.
 40. Scheibel M, Schröder RJ, Chen J, Bartsch M (2011) Arthroscopic soft tissue tenodesis versus bony fixation anchor tenodesis of the long head of the biceps tendon. *Am J Sports Med* 39:1046–1052. doi: 0363546510390777 [pii]10.1177/0363546510390777
 41. Goutallier D, Postel JM, Bernageau J, Lavau L, Voisin MC (1994) Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and postoperative evaluation by CT scan. *Clin Orthop Relat Res* 78–83.
 42. Fuchs B, Weishaupt D, Zanetti M, Hodler J, Gerber C (1999) Fatty degeneration of the muscles of the rotator cuff: assessment by computed tomography versus magnetic resonance imaging. *J Shoulder Elbow Surg* 8:599–605.
 43. Boileau P, Krishnan SG, Coste J-S, Walch G (2002) Arthroscopic biceps

- tenodesis: a new technique using bioabsorbable interference screw fixation. *Arthroscopy* 18:1002–12.
44. Boileau P, Baqué F, Valerio L, Ahrens P, Chuinard C, Trojani C (2007) Isolated arthroscopic biceps tenotomy or tenodesis improves symptoms in patients with massive irreparable rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am* 89:747–57.
 45. Shank JR, Singleton SB, Braun S, Kissenberth MJ, Ramappa A, Ellis H, Decker MJ, Hawkins RJ, Torry MR (2011) A comparison of forearm supination and elbow flexion strength in patients with long head of the biceps tenotomy or tenodesis. *Arthroscopy* 27:9–16. doi: S0749-8063(10)00630-4 [pii]10.1016/j.arthro.2010.06.022
 46. Wittstein JR, Queen R, Abbey A, Toth A, Moorman CT (2011) Isokinetic strength, endurance, and subjective outcomes after biceps tenotomy versus tenodesis: a postoperative study. *Am J Sports Med* 39:857–865. doi: 0363546510387512 [pii]10.1177/0363546510387512
 47. Gurnani N, van Deurzen DFP, Janmaat VT, van den Bekerom MPJ (2016) Tenotomy or tenodesis for pathology of the long head of the biceps brachii: a systematic review and meta-analysis. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* 24:3765–3771. doi: 10.1007/s00167-015-3640-6
 48. Sears BW, Spencer EE, Getz CL (2011) Humeral fracture following subpectoral biceps tenodesis in 2 active, healthy patients. *J Shoulder Elbow Surg* 20:e7-11. doi: 10.1016/j.jse.2011.02.020
 49. Martinez AA, Bejarano C, Carbonel I, Iglesias D, Gil-Albarova J, Herrera A (2012) The treatment of proximal humerus nonunions in older patients with reverse shoulder arthroplasty. *Injury* 43:S3–S6. doi: 10.1016/S0020-1383(13)70172-4
 50. Martinez AA, Calvo A, Bejarano C, Carbonel I, Herrera A (2012) The use of the Lima reverse shoulder arthroplasty for the treatment of fracture sequelae of the proximal humerus. *J Orthop Sci* 17:141–7. doi: 10.1007/s00776-011-0185-5
 51. Kılıç M, Berth A, Blatter G, Fuhrmann U, Gebhardt K, Rott O, Zenz P, Irlenbusch U (2010) Anatomic and reverse shoulder prostheses in fracture sequelae of the humeral head. *Acta Orthop Traumatol Turc* 44:417–25. doi: 10.3944/AOTT.2010.2272
 52. Werner CML, Steinmann PA, Gilbert M, Gerber C (2005) Treatment of painful pseudoparesis due to irreparable rotator cuff dysfunction with the Delta III

- reverse-ball-and-socket total shoulder prosthesis. *J Bone Joint Surg Am* 87:1476–86. doi: 10.2106/JBJS.D.02342
53. Simovitch RW, Helmy N, Zumstein MA, Gerber C (2007) Impact of fatty infiltration of the teres minor muscle on the outcome of reverse total shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 89:934–9. doi: 10.2106/JBJS.F.01075
 54. Chacon A, Virani N, Shannon R, Levy JC, Pupello D, Frankle M (2009) Revision arthroplasty with use of a reverse shoulder prosthesis-allograft composite. *J Bone Joint Surg Am* 91:119–27. doi: 10.2106/JBJS.H.00094
 55. Naveed MA, Kitson J, Bunker TD (2011) The Delta III reverse shoulder replacement for cuff tear arthropathy: a single-centre study of 50 consecutive procedures. *J Bone Joint Surg Br* 93:57–61. doi: 10.1302/0301-620X.93B1.24218
 56. Baulot E, Chabernaud D, Grammont PM (1995) [Results of Grammont's inverted prosthesis in omarthritis associated with major cuff destruction. Apropos of 16 cases]. *Acta Orthop Belg* 61 Suppl 1:112–9.
 57. Mulieri P, Dunning P, Klein S, Pupello D, Frankle M (2010) Reverse shoulder arthroplasty for the treatment of irreparable rotator cuff tear without glenohumeral arthritis. *J Bone Jt Surg Am* 92:2544–2556. doi: 92/15/2544 [pii]10.2106/JBJS.I.00912
 58. de Toledo JM, Loss JF, Janssen TW, van der Scheer JW, Alta TD, Willems WJ, Veeger DH (2012) Kinematic evaluation of patients with total and reverse shoulder arthroplasty during rehabilitation exercises with different loads. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. doi: S0268-0033(12)00094-0 [pii]10.1016/j.clinbiomech.2012.04.009
 59. Walker D, Matsuki K, Struk AM, Wright TW, Banks SA (2015) Scapulohumeral rhythm in shoulders with reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elb Surg* 24:1129–1134. doi: 10.1016/j.jse.2014.11.043
 60. Walker D, Wright TW, Banks S a., Struk AM (2014) Electromyographic analysis of reverse total shoulder arthroplasties. *J Shoulder Elb Surg* 23:166–172. doi: 10.1016/j.jse.2013.05.005
 61. Ekstrom RA, Soderberg GL, Donatelli RA (2005) Normalization procedures using maximum voluntary isometric contractions for the serratus anterior and trapezius muscles during surface EMG analysis. *J Electromyogr Kinesiol* 15:418–28. doi: 10.1016/j.jelekin.2004.09.006

62. Ekstrom RA, Donatelli RA, Soderberg GL (2003) Surface electromyographic analysis of exercises for the trapezius and serratus anterior muscles. *J Orthop Sports Phys Ther* 33:247–58. doi: 10.2519/jospt.2003.33.5.247
63. Farina D, Madeleine P, Graven-Nielsen T, Merletti R, Arendt-Nielsen L (2002) Standardising surface electromyogram recordings for assessment of activity and fatigue in the human upper trapezius muscle. *Eur J Appl Physiol* 86:469–78. doi: 10.1007/s00421-001-0574-0
64. Mulieri PJ, Holcomb JO, Dunning P, Pliner M, Bogle RK, Pupello D, Frankle MA (2010) Is a formal physical therapy program necessary after total shoulder arthroplasty for osteoarthritis? *J Shoulder Elbow Surg* 19:570–579. doi: S1058-2746(09)00302-4 [pii]10.1016/j.jse.2009.07.012

9 Anhang

9.1 Anteilserklärung

Der Promovend, Stephan Uschok, hatte folgenden Anteil an den vorgelegten Publikationen:

Publikation 1: 80 Prozent

Uschok S, Herrmann S, Pauly S, Perka C, Greiner S.

Combined arthroscopic tenodesis of the long head of biceps and rotator cuff repair in antero-superior cuff tears.

Arch Orthop Trauma Surg. 2016 Sep;136(9):1273-1279.

Beitrag im Einzelnen: Nachuntersuchung der Patienten unter meiner Aufsicht (Einbestellung, Untersuchung, Erhebung der Scores), selbstständige Durchführung der Datenauswertung und statistischen Analyse, selbstständige Erstellung des Manuskriptes (Text, Abbildung 1 sowie Tabelle 1-3) und Bearbeitung der Korrekturen der Mitautoren, Publikation der Arbeit und Bearbeitung der Fragen im Review-Prozess.

Publikation 2: 20 Prozent

Greiner S, **Uschok S**, Herrmann S, Gwinner C, Perka C, Scheibel M.

The metaphyseal bone defect predicts outcome in reverse shoulder arthroplasty for proximal humerus fracture sequelae.

Arch Orthop Trauma Surg. 2014 Jun;134(6):755-64.

Beitrag im Einzelnen: Datenauswertung (Scores/Bildgebung) aller Patienten und statistischen Analyse zusammen mit SG, Beitrag zum Manuskriptentwurf (Beteiligung an der Erstellung der Abbildungen 1-3 und eigenständige Erstellung der Tabellen 1, 2), Korrekturlesen.

Publikation 3: 80 Prozent

Uschok S, Herrmann S, Pauly S, Perka C, Greiner S.

Reverse shoulder arthroplasty: the role of physical therapy on the clinical outcome in the mid-term to long-term follow-up.

Arch Orthop Trauma Surg. 2018 Dec;138(12):1647-1652.

Beitrag im Einzelnen: Nachuntersuchung der Patienten unter meiner Aufsicht (Einbestellung, Untersuchung, Erhebung der Scores), selbstständige Durchführung der Datenauswertung und statistischen Analyse, selbstständige Erstellung des Manuskriptes (Text, Abbildung 1) und Bearbeitung der Korrekturen der Mitautoren, Publikation der Arbeit und Bearbeitung der Fragen im Review-Prozess.

PD Dr. P. Moroder

Prof. Dr. S. Greiner

S. Uschok

9.2 Erklärung der Selbstständigkeit

Ich, Stephan Uschok, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema:

Aspekte in der operativen und postoperativen Behandlung in der Schulterendoprothetik

selbst verfasst und keine anderen, als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung kenntlich gemacht.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem Betreuer, angegeben sind. Für sämtliche im Rahmen der Dissertation entstandenen Publikationen wurden die Richtlinien des ICMJE (International Committee of Medical Journal Editors; www.icmje.org) zur Autorenschaft eingehalten. Ich erkläre ferner, dass mir die Satzung der Charité – Universitätsmedizin Berlin zur Sicherung Guter Wissenschaftlicher Praxis bekannt ist und ich mich zur Einhaltung dieser Satzung verpflichte.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§§156, 161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

Köln, 12.08.2019

Stephan Uschok

9.3 Verwendete Publikationen

9.3.1 Publikation 1

Uschok S, Herrmann S, Pauly S, Perka C, Greiner S. Combined arthroscopic tenodesis of the long head of biceps and rotator cuff repair in antero-superior cuff tears. Arch Orthop Trauma Surg. 2016 Sep;136(9):1273-1279.

URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00402-016-2498-5>

DOI: <https://doi.org/10.1007/s00402-016-2498-5>

9.3.2 Publikation 2

Greiner S, Uschok S, Herrmann S, Gwinner C, Perka C, Scheibel M. The metaphyseal bone defect predicts outcome in reverse shoulder arthroplasty for proximal humerus fracture sequelae. Arch Orthop Trauma Surg. 2014 Jun;134(6):755-64.

URL: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00402-014-1980-1>

DOI: <https://doi.org/10.1007/s00402-014-1980-1>

9.3.3 Publikation 3

Uschok S, Herrmann S, Pauly S, Perka C, Greiner S. Reverse shoulder arthroplasty: the role of physical therapy on the clinical outcome in the mid-term to long-term follow-up. Arch Orthop Trauma Surg. 2018 Dec;138(12):1647-1652.

URL: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00402-018-3015-9>

DOI: <https://doi.org/10.1007/s00402-018-3015-9>

9.4 Publikationsliste

Publikation 1:

Uschok S, Herrmann S, Pauly S, Perka C, Greiner S.

Combined arthroscopic tenodesis of the long head of biceps and rotator cuff repair in antero-superior cuff tears.

Arch Orthop Trauma Surg. 2016 Sep;136(9):1273-1279. IF: 1.94

Publikation 2:

Greiner S, **Uschok S**, Herrmann S, Gwinner C, Perka C, Scheibel M.

The metaphyseal bone defect predicts outcome in reverse shoulder arthroplasty for proximal humerus fracture sequelae.

Arch Orthop Trauma Surg. 2014 Jun;134(6):755-64. IF: 2.33

Publikation 3:

Uschok S, Herrmann S, Pauly S, Perka C, Greiner S.

Reverse shoulder arthroplasty: the role of physical therapy on the clinical outcome in the mid-term to long-term follow-up.

Arch Orthop Trauma Surg. 2018 Dec;138(12):1647-1652. IF: 1.97

Σ IF: 2.08

9.5 Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

9.6 Danksagung

Mein größter Dank gilt Stefan Greiner, der mir diese Promotion ermöglicht hat, mich, trotz des langen Zeitraums, kontinuierlich betreut hat und durch den mein Interesse an der Chirurgie des Schultergelenkes geweckt wurde.

Ein ebenso großer Dank geht an Philipp Moroder für die Übernahme der Betreuung der Promotion und die abschließende Betreuung.

Ich danke meiner Freundin, Anne, die mich immer wieder motiviert, angetrieben und unterstützt hat sowie meiner Mutter Christiane und meinem Bruder Matthias für die Gewissheit, dass ich mich in allen Lebenslagen auf sie verlassen kann.

Danken möchte ich auch Herrn Prof. Haas und Herrn Prof. Perka, für die Möglichkeit, meine Promotion am CMSC durchführen zu können. Des weiteren bedanke ich mich bei allen, die mich während der Arbeit unterstützt, gefördert und mir im Ratschlag zur Seite gestanden haben, insbesondere Markus Scheibel, Sebastian Herrmann und Stephan Pauly.