

Aus der Orthopädischen Klinik König-Ludwig-Haus

Lehrstuhl für Orthopädie

der Universität Würzburg

Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. med. M. Rudert

**Mittelfristige Ergebnisse nach
Latissimus dorsi – Transposition
bei irreparablen postero-superioren Defekten
der Rotatorenmanschette**

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der

Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg

vorgelegt von

**Anja Pauli
aus Tübingen**

Würzburg, Januar 2009

Referent: Prof. Dr. Frank Gohlke

Koreferent: Prof. Dr. Eulert

Dekan: Prof. Dr. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 02.03.2010.

Die Promovendin ist Ärztin.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Material & Methoden	3
2.1 Patientengut	3
2.2 Operationstechnik	4
2.3 Nachbehandlung	6
2.4 Constant-Score	6
2.5 Erhebung der aktiven Außenrotation	11
2.6 Röntgenuntersuchung	11
2.7 Kernspintomographie	15
2.8 Statistische Tests	18
3. Ergebnisse	20
3.1 Klinische Ergebnisse	20
3.1.1 Entwicklung im Constant-Score	20
3.1.2 Ausmaß der aktiven Außenrotation	22
3.1.3 Trennung nach Geschlecht	22
3.1.4 Primäroperation versus Revision	23
3.1.5 Bewertung nach Schulnoten	25
3.2 Radiologische Ergebnisse	27
3.2.1 Remodellierung des Humeruskopfes und seine klinische Relevanz	27
3.2.2 Entwicklung der Omarthrose im Verlauf	28
3.2.3 Maloney-Linie und akromiohumerale Distanz	30

3.3	Ergebnisse der Kernspintomographie	35
3.3.1	Musculus latissimus dorsi	35
3.3.2	Muskulatur der RM-Manschette	36
4.	Diskussion	38
4.1	Alternative Verfahren zur Muskeltransposition	38
4.1.1	Arthroskopisches und offenes Debridement	38
4.1.2	Partielle Sehnenrekonstruktion	39
4.1.3	Allograft-Transplantate	40
4.1.4	Rotatorenmanschettenrekonstruktion/ Verschiebelappenplastiken	40
4.1.5	Experimentelle Ansätze	41
4.1.6	Alternative Muskeltranspositionen	41
4.2	Latissimus-dorsi-Transposition	41
4.3	Transposition des Latissimus als Revision oder Primäroperation	45
4.4	Remodellierung des Humeruskopfes	47
4.5	Wirkung der Latissimus-dorsi-Transposition auf die Omarthrose	48
4.6	Latissimus-Transposition & Zentrierung des Humeruskopfes	49
4.7	Einfluß der Muskelmorphologie auf das klinische Ergebnis	50
5.	Zusammenfassung	53
6.	Literaturanhang	54
	Danksagung	

1. Einleitung

Die Schulter stellt in ihrer Gesamtheit ein komplexes Gelenk dar, dessen Einheit aus Funktion und Kraft es dem Menschen ermöglicht, den Erfordernissen des Alltags gerecht zu werden.

Die Rotatorenmanschette, bestehend aus M. subscapularis, M. supraspinatus, M. infraspinatus sowie M. teres minor ist hierbei von essentieller Bedeutung. Sie garantiert neben Stabilität und Kraft die Bewegungsabläufe des Humeruskopfes im Schultergelenk sowie die Depression desselben bei Abduktion [38]. Der Verlust dieser Einheit kann für die betroffenen Personen, abhängig vom Ausprägungsgrad, einschneidende Veränderungen darstellen und mit erheblichen Einschränkungen und Schmerzen verbunden sein.

Ätiologisch kommen Traumata, in der Regel ein Sturz, sowie degenerative Prozesse [31] in Frage. Das morphologische Korrelat der Schädigung kann viele Ausprägungen aufweisen. Neben isolierten Sehndefekten kommen häufiger komplexere Verletzungsmuster vor, d.h. es sind zwei oder mehr Sehnen betroffen, was auch als massiver Defekt der Rotatorenmanschette [18] bezeichnet wird. Gemeinsame Defekte des M. supraspinatus und M. infraspinatus, bei denen keine Möglichkeit einer erfolgreichen Rekonstruktion besteht, werden als irreparable postero-superiore Massendefekte bezeichnet. Der aus diesen Rupturen resultierende klinische Befund kann sich vielfältig gestalten. In der Mehrzahl der Fälle liegt neben einer Schmerzsymptomatik mindestens ein Kraftverlust bei der aktiven Elevation und Außenrotation vor. Unbehandelt kommt es im weiteren Verlauf zur fettigen Degeneration der Muskulatur sowie kranialer Migration des Humeruskopfes.

Als Therapieoptionen stehen neben arthroskopischem [12, 14, 16] oder offenem Debridement [35, 15], einer partiellen Rekonstruktion [11] auch Allograft-Transplantate [33], Lappenplastiken und Transferoperationen

[4, 5, 10, 29, 34] zur Verfügung. Gegenstand der Forschung sind derzeit der Gewebeaufbau mittels Schweinemukosa [25, 37] sowie die Erzeugung von Kollagen Typ I zur Stärkung und Kontinuität des Gewebes [13].

Als ultimo ratio besteht die Möglichkeit der Implantation einer inversen Schulterprothese [2, 10, 28] bei Defektarthropathie.

Alternativ werden motorische Ersatzplastiken, sog. Muskeltranspositionen, insbesondere bei jüngeren Patienten durchgeführt, bei denen Funktionsverlust und Schwäche im Vordergrund stehen.

Diese rekonstruktiven Operationsverfahren, wie z.B. die Transposition des Musculus Latissimus dorsi, finden bei irreparablen Massendefekten der Rotatorenmanschette mit fettiger Degeneration der Muskulatur des M. supraspinatus und M. infraspinatus, die zu einem signifikanten Funktionsverlust führen, ihre Anwendung.

Ziel der Operation ist eine Verbesserung der Zentrierung im glenohumeralen Gelenk. Einer kranialen Migration des Humeruskopfes soll entgegen gewirkt werden. Weiteres Therapieziel ist die Wiederherstellung der Außenrotations- und Abduktionsfähigkeit. Die Patienten sollen Schmerzfreiheit bzw. –reduktion erlangen und Kraft zurückgewinnen.

Gegenstand dieser klinischen Studie sind die mittelfristigen klinischen Ergebnisse der operativen Behandlung mittels Latissimus dorsi – Transposition. Die Auswertungen des Constant-Scores [7, 8] sollen zeigen, ob die Transposition des M. latissimus dorsi zu einer Verbesserung der Schulterfunktion führt. Die Beurteilung von Röntgenbildern im Verlauf soll Aufschluss über das Fortschreiten einer Schultergelenksarthrose und die Zentrierung des glenohumeralen Gelenks geben.

Die klinischen und röntgenologischen Befunde werden zu den Ergebnissen einer kernspintomographischen Untersuchung in Beziehung gesetzt. Die Korrelation der Muskelbeschaffenheit im MRT zur Funktion soll Aufschluss über den Einfluß des transponierten Muskels auf die Verbesserung von Schmerz, Kraft und aktive Beweglichkeit geben.

2. Material und Methoden

2.1 Patientengut:

Im Rahmen dieser retrospektiven Studie wurden 40 Patienten ausgewählt und untersucht, die in den Jahren 1997 bis 2003 am König-Ludwig-Haus operiert worden sind. Diese 40 Patienten erfüllten als Einschlusskriterium einen Mindestabstand von 24 Monaten bis zur Nachuntersuchung.

Die Nachuntersuchung erstreckte sich über einen Zeitraum von 2 Jahren. Das Kollektiv setzte sich aus 29 männlichen und 11 weiblichen Patienten zusammen, mit einer Altersspanne zwischen 36 und 70 Jahren. Der durchschnittliche postoperative Zeitraum bis zur Nachuntersuchung betrug 4 Jahre.

Bei 24 Patienten erfolgte die Latissimus dorsi – Transposition als Primäroperation, bei 16 Patienten nach fehlgeschlagener offener Rotatorenmanschettenrekonstruktion als Revision.

Alle 40 Patienten wiesen präoperativ irreparable Schäden der Rotatorenmanschette mit Rupturen des M. supra- und infraspinatus auf. Die Folge waren beträchtliche Einschränkungen der Lebensqualität durch Krafteinbußen, verminderte Beweglichkeit, insbesondere der Verlust der Außenrotation, und Schmerzen.

2.2 Operationstechnik:

Die Muskeltransposition wurde in modifizierter Form nach Gerber et al. [21] durchgeführt:

Die Operation fand in Seitenlagerung statt. Begonnen wurde mit einem z-förmigen Hautschnitt von 10-15 cm in der hinteren Axillarlinie. Dieser sollte das Risiko einer möglichen Narbenkontraktur senken und zu einem ästhetisch ansprechenden Ergebnis führen. (Abb. 1)



Abb. 1
Patient in Seitenlagerung;
eingezeichnet: Akromion und Linie der
Schnittinzision

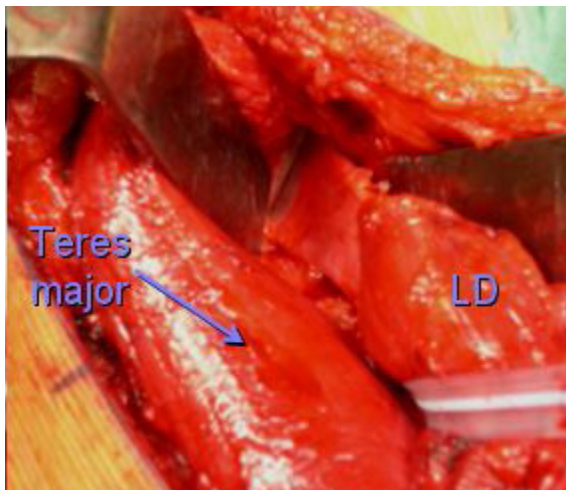


Abb. 2
Intraoperative Darstellung des LD = M. latissimus dorsi und Teres major

Anhand des M. teres major und der Scapula margo lateralis, die als Leitstrukturen dienten, suchte man den Rand des Latissimus auf und präparierte diesen stumpf vom Teres major ab (Abb. 2).

Lag keine anatomische Trennung dieser beiden Muskeln vor, so wurden sie später als Einheit transferiert. Dies war bei 2 der Patienten der Fall.

Nach Präparation setzte man den Latissimus dorsi direkt an der Insertion am Humeruskopf ab. An den lateralen Sehnenrändern wurden zur Verstärkung Haltefäden, Vicryl, Panacryl und Fiber wire, eingeflochten (Abb. 3).

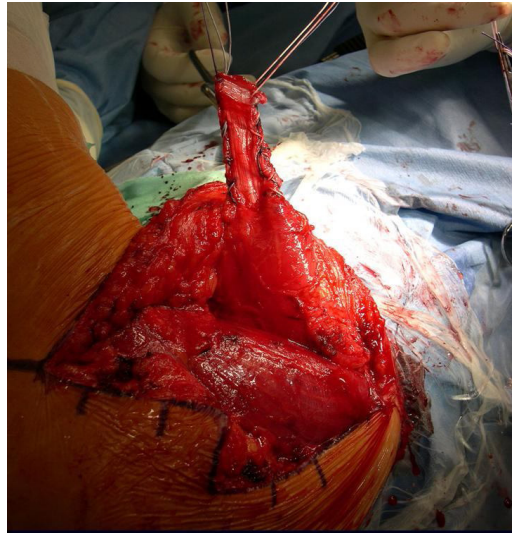


Abb. 3
Intraoperative Darstellung des präparierten Latissimus dorsi

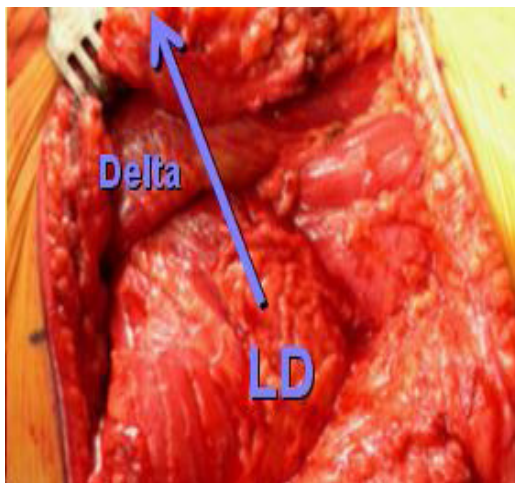


Abb. 4
Intraoperative Situation mit Delta = M. deltoideus, LD = M. latissimus dorsi

Der Muskel wurde weit nach kaudal mobilisiert und verlagert, indem man diesen unter der hinteren Deltaportion und dem Akromion nach ventral führte, Bursa und tiefe Faszienschichten wurden gesplittet (Abb. 4).

Die verstärkte Sehne wurde transosseär am angebohrten Tuberculum majus fixiert und die Fäden am Oberrand des M. subscapularis ausgeleitet. Die Naht des Latissimus fand in 40° - 50° Abduktion und 40° - 50° Außenrotation statt.

2.3 Nachbehandlung:

Am 2. bzw. 3. postoperativen Tag wurde den Patienten ein Baycast-Thoraxabduktionsgips in 30° Anteversion, 60° Abduktion und 20° Außenrotation angelegt. Bis zur 6. Woche erfolgte eine passive Mobilisierung aus der Schale heraus. Ab der 7. Woche fand die aktive Übungsbehandlung statt. Der betroffene Arm wurde auf einem Postbotenkissen gelagert.

2.4 Constant-Score:

Die klinische Untersuchung wurde anhand der von Constant und Murley [7, 8] beschriebenen Kategorien durchgeführt.

Die Patienten konnten maximal 100 Punkte erreichen. Diese setzten sich zusammen aus einem subjektiven Teil mit Schmerzwahrnehmung (15 Punkte) und dem Umfang der möglichen Alltagsaktivitäten (20 Punkten) sowie der objektiven Beurteilung bestehend aus Beweglichkeit (40 Punkte) und Kraftmessung (bis zu 25 Punkten) (Tabellen 1-3):

SCHMERZWahrnehmung	0 – 15 Punkte
Keine	15
Leichte	10
Mäßige	5
Starke	0

Tabelle 1: Einteilung der Schmerzwahrnehmung mit Angaben der Zahlen als Punktwerte

Die Patienten wurden gebeten, die Intensität ihres empfundenen Schmerzes in der Schulter mit Hilfe einer visuellen Analogskala anzugeben.

Ausschlaggebend für die Nachuntersuchung war die durchschnittliche Stärke während der vergangenen Woche.

Die Skala erstreckte sich von stärksten Schmerzen, entsprechend 0 Punkten, bis hin zu keinen Schmerzen, gemäß 15 Punkten.

Die Beurteilung erfolgte für beide Schultern getrennt, so dass ein Seitenvergleich möglich war.

ALLTAGSAKTIVITÄTEN		0 - 20 PUNKTE
Arbeitsfähigkeit	keine Einschränkung	4
	zur Hälfte eingeschränkt	2
	vollständig eingeschränkt	0
Freizeitaktivität	keine Einschränkung	4
	zur Hälfte eingeschränkt	2
	vollständig eingeschränkt	0
Schlaf	ungestört	2
	gelegentliches Aufwachen	1
	regelmäßiges Aufwachen	0
Arbeitshöhe	Überkopf	10
	Scheitelhöhe	8
	Nackenhöhe	6
	Brustbein	4
	Gürtellinie	2

Tabelle 2: Einteilung der Alltagsaktivitäten,
Angaben der Zahlen als Punktwerte

Entsprechend den Kategorien der obenstehenden Tabelle 2 sollten die Patienten anschließend beurteilen, in welchem Maße eine Einschränkung der Alltagsaktivität durch die Schulter bzw. mögliche bestehende Schmerzen vorliegt. Die Arbeitsfähigkeit bezog sich auf Tätigkeiten im Beruf. Waren die Patienten nicht berufstätig, so orientierten sich die Angaben an den Haupttätigkeiten ihres Alltags.

Die Erhebung erfolgte ebenfalls für die rechte und linke Schulter getrennt.

BEWEGLICHKEIT DER SCHULTER (SCHMERZFREI)		0 – 40
		PUNKTE
Anteversion	151 – 180°	10
	121 – 150°	8
	91 – 120°	6
	61 – 90°	4
	31 – 60°	2
	0 – 30°	0
Abduktion	151 – 180°	10
	121 – 150°	8
	91 – 120°	6
	61 – 90°	4
	31 – 60°	2
	0 – 30°	0
Außenrotation	Hand am Hinterkopf, Ellenbogen nach vorne	2
	Hand am Hinterkopf, Ellenbogen nach seitlich	2
	Hand auf Scheitel, Ellenbogen nach vorne	2
	Hand auf Scheitel, Ellenbogen seitlich	2
	volle Elevation, ausgehend vom Scheitel	2
Innenrotation	Handrücken zwischen Schulterblättern	10
	Handrücken auf Höhe Brustwirbelsäule	8
	Handrücken auf Höhe Lendenwirbelsäule	6
	Handrücken auf Höhe dorsaler Gürtellinie	4
	Handrücken auf Gesäß	2
	Handrücken an Außenseite Oberschenkel	0

Tabelle 3: Kategorien der schmerzfremen Beweglichkeit der Schulter, Angaben der Zahlen als Punktwerte

Das Bewegungsausmaß wurde gemäß der in Tabelle 3 beschriebenen funktionellen Bereiche beurteilt.

Die Patienten wurden gebeten zur Beurteilung der Anteversion den Arm nach vorne anzuheben sowie für die Abduktion zur Seite. Die jeweilige Endstellung des Armes wurde mit entsprechenden Graden erfaßt.

Zur Feststellung des Ausmaßes der Innenrotation bewegten die Patienten den Arm hinter den Rücken und soweit wie möglich Richtung Kopf. Als optimal galt es, die Hände auf Höhe der Schulterblätter bringen zu können.

Die Außenrotation wurde erfaßt, indem die Patienten die Hand Überkopf hoben sowie auf den Scheitel oder den Nacken legten. Der Ellenbogen sollte bei Positionierung auf Scheitel bzw. Nacken jeweils einmal zur Seite und einmal nach vorne zeigen.

Voraussetzung war in allen Fällen die Schmerzfreiheit der aktiven Bewegungen. Konnte ein Patient keine Bewegung ohne Schmerzen ausführen, erhielt dieser keine Punkte.

Die Messung der Kraft erfolgte am Patienten in sitzender Position. Der Arm wurde in 90° Abduktion und 30° Anteversion gehalten. Verwendet wurde das Isobex-Kraftanalysegerät, welches am Boden befestigt wurde. Die Patienten steckten den Arm in eine am Gerät befestigte Schlaufe, die über dem Handgelenk zu liegen kam.

Gemessen wurde das Gewicht in Kilogramm, das mit maximal möglichem Zug aus dieser Position heraus erreicht wurde. Die Messung erfolgte für beide Schultern getrennt und pro Seite dreimal. Aus diesen Werten wurde ein Mittelwert erhoben.

Pro 500g erhielt der Patient einen Punkt, maximal waren 25 Punkte für 12,5 kg zu erreichen.

Der hieraus abgeleitete Score wurde dann entsprechend dem Geschlecht und Patientenalter adaptiert und als Prozentwert angegeben [3] (Tabelle 4).

ALTERS- & GESCHLECHTSADAPTIERTER CONSTANT - MURLEY - SCORE		
Alter	Frauen	Männer
20 – 30	97	98
31 – 40	90	93
41 – 50	80	92
51 – 60	73	90
61 – 70	70	83
71 – 80	69	75
81 – 90	64	66

Tabelle 4: Überblick über alters- und geschlechtsadaptierten Constant-Murley-Score, Alter in Jahren, Punktwerte für Frauen und Männer

Die im Constant-Score erhobenen Punkte wurden in Beziehung zu der in Tabelle 4 festgesetzten Norm gesetzt, welche 100 Prozent entsprachen. Auf Grundlage dieser Referenz war es möglich die Scorewerte in Prozentangaben umzuwandeln.

Mit Hilfe dieser Prozentwerte konnten die Ergebnisse nach Schulnoten eingeteilt werden [3] (Tabelle 5).

SCOREERGEBNISSE NACH SCHULNOTEN	
Sehr gut = 1	91 – 100%
Gut = 2	81 – 90%
Befriedigend = 3	71 – 80%
Ausreichend = 4	61 – 70%
Schlecht = 5	< 60%

Tabelle 5: Einteilung der Scoreergebnisse nach Schulnoten

2.5 Erhebung der aktiven Außenrotation:

Zusätzlich zur Erhebung der Außenrotation als Teil eines Bewegungsablaufes im Constant-Score, wurde diese getrennt als aktive Bewegung gemessen.

Geprüft wurde die Funktion bei an den Oberkörper angelegtem und im Ellenbogengelenk 90° gebeugtem Arm (Abb. 5). Die Patienten mußten beide Arme aktiv außenrotieren, so dass auch hier ein Seitenvergleich möglich war. Das Ausmaß der Bewegung wurde mit einem Goniometer gemessen.

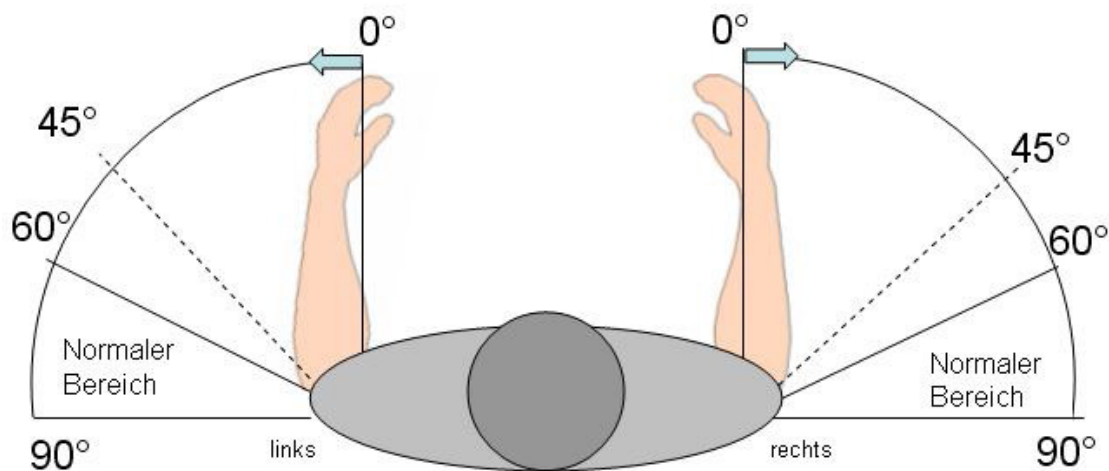


Abb. 5: Darstellung des Bewegungsausmaßes der Außenrotation

2.6 Röntgenuntersuchung:

Die Beurteilung der knöchernen Verhältnisse des Schultergelenkes erfolgte mittels Röntgenaufnahmen in antero-posteriorem und axialem Strahlengang. Anhand dieser Bilder mit entsprechender postoperativer Zeitspanne sowie der prä- und postoperativen Aufnahmen wurde eine Bewertung der Omarthrose des Schultergelenkes, gemäß der Gradeinteilung nach Samilson [36], vorgenommen.

Ferner wurde die Röntgenmorphologie des Humeruskopfes beurteilt und die Oberflächenveränderungen als Folge der Zug- und Scherkräfte des Latissimus dorsi als sogenannte Remodellierung eingeteilt.

Die Einteilung wurde wie folgt festgelegt (Tabelle 6, Abb. 6-8):

MORPHOLOGIE DES HUMERUSKOPFES	GRAD I	GRAD II	GRAD III
HK – Abflachung	leicht	mäßig	stark, HK entrundet
Tuberculum majus – Höhenverlust	gering	groß	sehr groß

Tabelle 6: Gradeinteilung der Morphologie des
HK = Humeruskopf

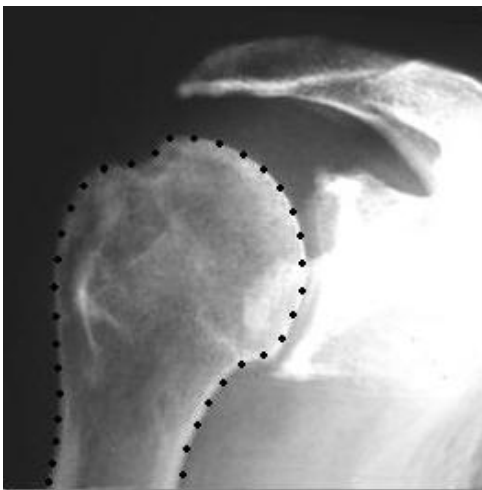


Abb. 6 Remodellierung Grad 1

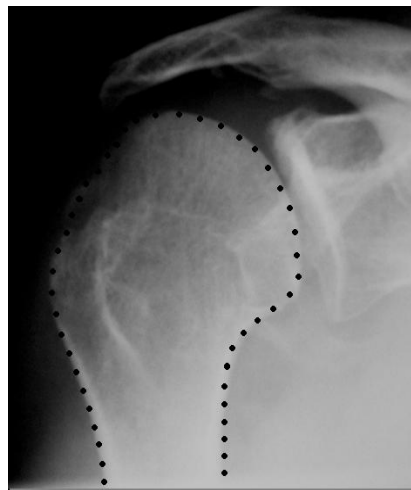


Abb. 7 Remodellierung Grad 2

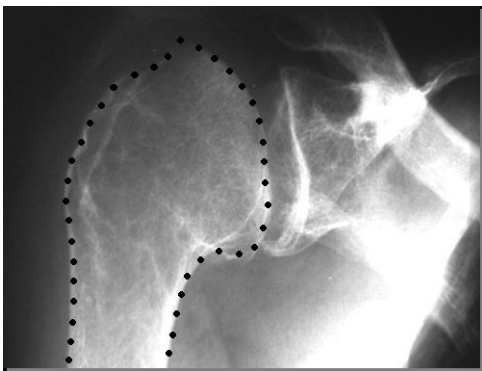


Abb. 8 Remodellierung Grad 3

Abb. 6 bis 8: ap - Darstellungen des glenohumeralen Gelenks mit Markierung des Umrisses des Humeruskopfes

Eine Aussage über Zentrierung bzw. Dezentrierung im Schultergelenk war durch Ermittlung der akromiohumeralen Distanz möglich.



Gemessen wurde der Abstand zwischen dem Unterrand des Akromions und dem höchsten Punkt des Humeruskopfes. Als Normalstand eines zentrierten Gelenkes nahmen wir einen Abstand zwischen 7 bis 10 mm an (Abb. 9).

Abb. 9:
Schulter in ap – Strahlengang mit
AHD = akromiohumeraler Distanz von 0,7 cm

Darüber hinaus wurde der Verlauf der Maloney-Linie [24] bestimmt, welcher ebenfalls eine Darstellung der kranialen Migration des Humeruskopfes ermöglichte (Abb. 10 und 11).



Abb. 10

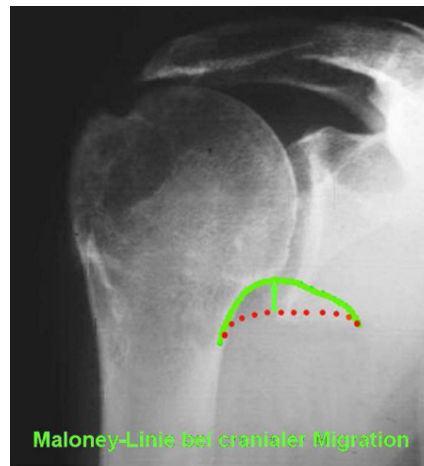
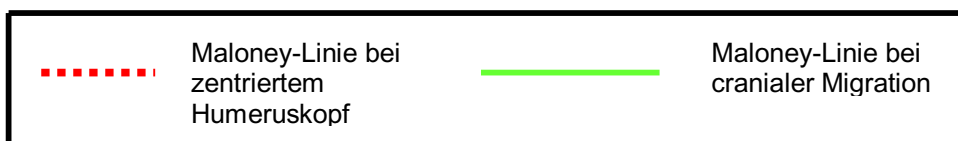


Abb. 11

ap – Darstellung des Schultergelenks zur Beurteilung der Maloney-Linie



Beurteilt wurde die Linie ausgehend vom Unterrand des Glenoids und weiter verlaufend an der Unterseite des Humeruskopfes.

Unter zentrierten Bedingungen ginge die Maloney-Linie gegen 0, d.h. zwischen Glenoid und Humeruskopf wäre keine Stufenbildung (Abb. 10).

Zur besseren Bewertung der röntgenologischen Ergebnisse wurden 4 Gruppen gebildet (Tabelle 7):

Maloney-Linie (mm)	Gelenkposition
0-/+2	zentriert
3-5	leicht dezentriert
6-10	dezentriert
> 10	stark dezentriert

Tabelle 7: Einteilung der Abweichungsgrade von der Maloney-Linie

Im Falle einer Verschiebung des Humeruskopfes nach kranial käme es im Bild zu einer nach oben verschobenen Maloney-Linie im Sinne eine Stufenbildung bzw. Kontinuitätsunterbrechung (Abb. 11).

Die auf diese Weise erhobenen Werte waren unter Berücksichtigung einer eventuellen Meßungenaugigkeit zu beurteilen, da es in der röntgenologischen Darstellung der Gelenke unter Umständen zu geringen Differenzen kommen konnte.

Eine lückenlose Röntgendokumentation diesbezüglich fand sich bei 33 der 40 behandelten Patienten. Der Status der Schultergelenksarthrose konnte bei 34 Patienten bewertet werden.

Da nicht bei allen Patienten die für die Auswertung notwendigen Bilder ausfindig gemacht werden konnten, entstand dieser Unterschied zwischen Patientenzahl und gewerteten Röntgenbildern.

2.7 Kernspintomographie:

Zur Beurteilung der Weichteilverhältnisse der operierten Schulter haben sich 36 der 40 Patienten einer Kernspintomographie unterzogen. 3 Patienten lehnten die Untersuchung ab. Darüber hinaus litt eine Patientin als Ausschlußkriterium an Platzangst.

Die Patienten wurden auf dem Rücken gelagert, mit betreffendem Arm in Neutral-Null-Position. Am zu untersuchenden Oberarm wurde eine Oberflächenspule, „flex-small“ der Siemens AG Erlangen, angelegt.

Im Rahmen dieser kernspintomographischen Untersuchung wurde das Schultergelenk einschließlich der Muskeln der Rotatorenmanschette dargestellt sowie der transferierte Latissimus dorsi mit zugehöriger Sehne.

Verwendet wurde eine T1-gewichtete Sequenz, d.h. TR/ TE betrug 570/ 20 ms. Die Bildgebung erfolgte in axialer, paracoronarer und parasagittaler Ebene mit einer Schichtdicke von 4 mm.

Das nachfolgende Bild zeigt die normalerweise verwendete parasagittale Schnittgebung (Abb. 12).

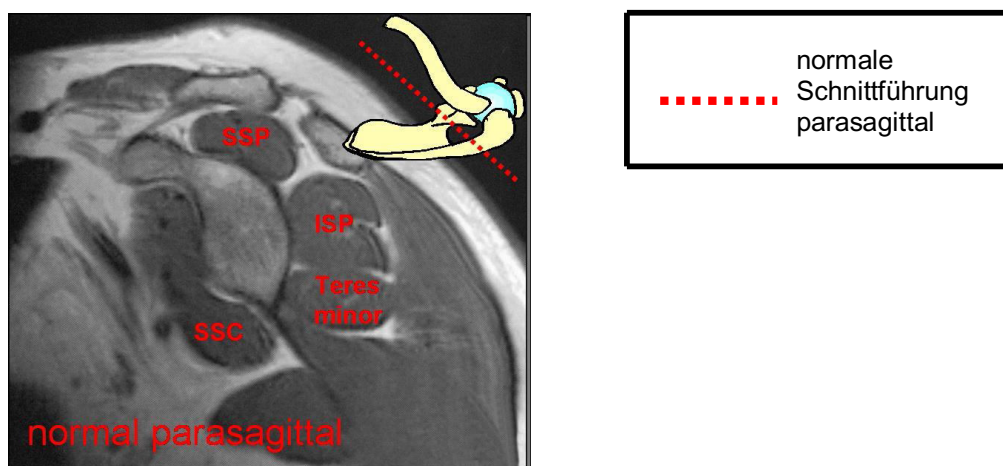


Abb. 12: Bild der Schulter in normal parasagittaler Schnittebene;

SSP = M. supraspinatus, ISP = M. infraspinatus, SSC = M. subscapularis

In dieser klinischen Studie mußte jedoch zur optimalen Beurteilbarkeit des Latissimus dorsi eine besondere Führung des Schnittes herangezogen werden.

So erfolgte die gezielte Darstellung des Latissimus dorsi durch Bildgebung 30° gewinkelt, parasagittal (Abb. 13).

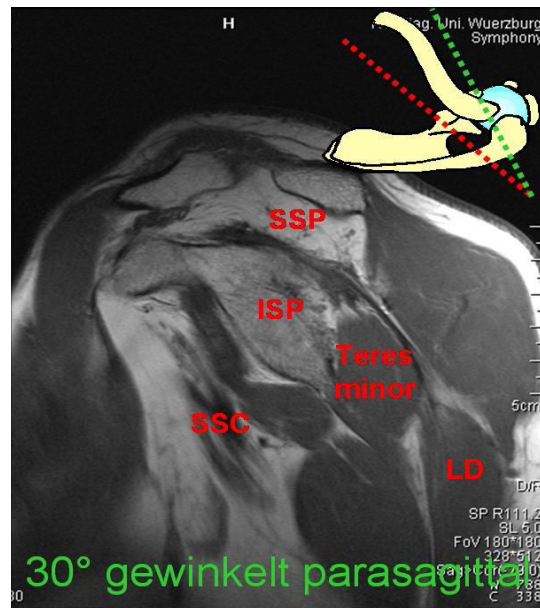
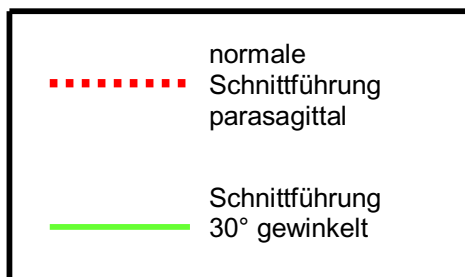


Abb. 13: Darstellung der Schulter in 30° gewinkelter, parasagittaler Schnittführung; ISP = M. supraspinatus, ISP = M. infraspinatus, SSC = M. subscapularis, LD = Latissimus dorsi)

Zur besseren Beurteilung der Morphologie des Latissimus dorsi verwendeten wir eine semiquantitative Klassifikation.

Wie aus Tabelle 8 ersichtlich, wurde einer bestimmten Muskelmorphologie ein bestimmter Grad zugeordnet, z.B. entsprach ein normaler Zustand dem Grad 2.

MUSKEL DES LATISSIMUS	GRAD
hypertroph	1
normal	2
dünn	3
fraglich nachweisbar	4
nicht vorhanden	5

Tabelle 8: Gradeinteilung des Muskelanteils des Latissimus dorsi

Auf der Grundlage dieser Einteilung wurden die kernspintomographisch gewonnenen Ergebnisse zugeordnet.

Die Mm. supra- und infraspinatus, subscapularis und teres minor wurden anhand sagittaler, coronarer und axialer Bildgebung bewertet (Abb. 14).

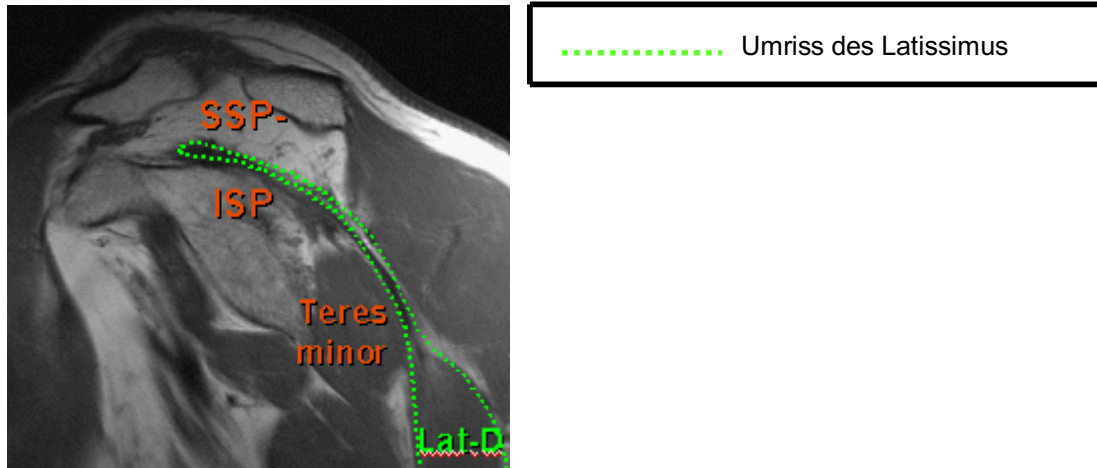


Abb. 14: MRT - Darstellung des SSP = M. supraspinatus, ISP = M. infraspinatus zur Beurteilung fettiger Degeneration, Lat-D = M. latissimus dorsi)

Anhand der Einteilung nach Goutallier et al. [22] wurden diese Muskeln auf degenerative Veränderungen hin beurteilt (Tabelle 9), d.h. der Ausprägungsgrad fettiger Degeneration der Muskulatur.

GRAD FETTIGER DEGENERATION	MUSKEL-MORPHOLOGIE
0	normal
1	fettige Streifen
2	Muskel > Fett
3	Muskel = Fett
4	Fett > Muskel

Tabelle 9: Einteilung nach Goutallier et al.

2.8 Statistische Tests:

Die im Rahmen dieser Studie erhobenen Ergebnisse wurden abschließend einer statistischen Auswertung unterzogen.

Die Signifikanzprüfung der postoperativ erhobenen Befunde im Constant-Score wurde mittels einem nichtparametrischen Test, dem Wilcoxon-Test für paarige/ abhängige Stichproben, durchgeführt. Dies ermöglicht die Beurteilung unseres Kollektivs vor und nach Therapie.

Die Frage eines Zusammenhanges zwischen betroffener Schulter und Händigkeit der Patienten wurde mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests, ein Test zur Untersuchung der Verteilungseigenschaften einer statistischen Grundgesamtheit, geklärt.

Die Bestimmung der Signifikanz dieses Ergebnisses wurde mit einem exakten Test nach Fisher durchgeführt, der auch bei einer geringen Anzahl von Beobachtungen zuverlässige Resultate lieferte.

Zur Beschreibung von Unterschieden in den klinischen Ergebnissen zwischen Männern und Frauen wurde der Test nach Mann-Whitney herangezogen. Dieser ermöglichte einen Vergleich der in den einzelnen Bereichen (Schmerz, Kraft, etc.) erzielten Effekte unter den Geschlechtern. Der Mann-Whitney-Test wurde auch zur statistischen Auswertung der Ergebnisse von Primäroperation zu Revision genutzt.

Die Beurteilung und Auswertung der Röntgenbilder erfolgte rein deskriptiv, d.h. ohne statistische Testung.

Die Ermittlung eines Zusammenhanges zwischen Remodeling und klinischem Ergebnis wurde mit einem Test für nichtparametrische Korrelationen, Spearman-Rho-Test, durchgeführt.

Dieser Test wurde auch zur Überprüfung einer möglichen Korrelation zwischen Omarthrose und Ergebnissen im Constant-Score sowie Morphologie des Latissimus und der mittels Score erhobenen Klinik verwendet.

Das Signifikanzniveau wurde auf $p = 0,05$ festgelegt.

3. Ergebnisse

3.1 Klinische Ergebnisse

3.1.1 Entwicklung im Constant-Score:

Die im Constant-Score erzielten Ergebnisse vor und nach Operation sind aus den nachstehenden Tabellen (10 und 11) sowie der Abbildung 15 ersichtlich

Beurteilte Bereiche	Prä-operativ	Standard-abweichung präoperativ	Post-operativ	Standard-abweichung postoperativ
Constant-Score (P.)	21	9,02	61	20,06
Constant-Score altersadaptiert (%)	25	10,84	75	25,57
Schmerzwahrnehmung (P.)	3	2,25	13	3,77
aktive Außenrotation (°)	0	0	25	18,28
Abduktion (P.)	4	1,62	7	3,2
Flexion (P.)	4	1,74	8	3,11
Kraft (P.)	1	1,69	3	3,05

Tabelle 10: prä- und postoperative Ergebnisse mit Standardabweichung;
P. = Punktwert, % = altersadaptierter Wert in Prozent, ° = Bewegungsausmaß in Grad

SIGNIFIKANZ DES VERGLEICHS DER PRÄ- UND POSTOPERATIVEN SCORE-WERTE	
Signifikanz p	< 0,001

Tabelle 11: Signifikanz aus prä-/ postoperativem Vergleich

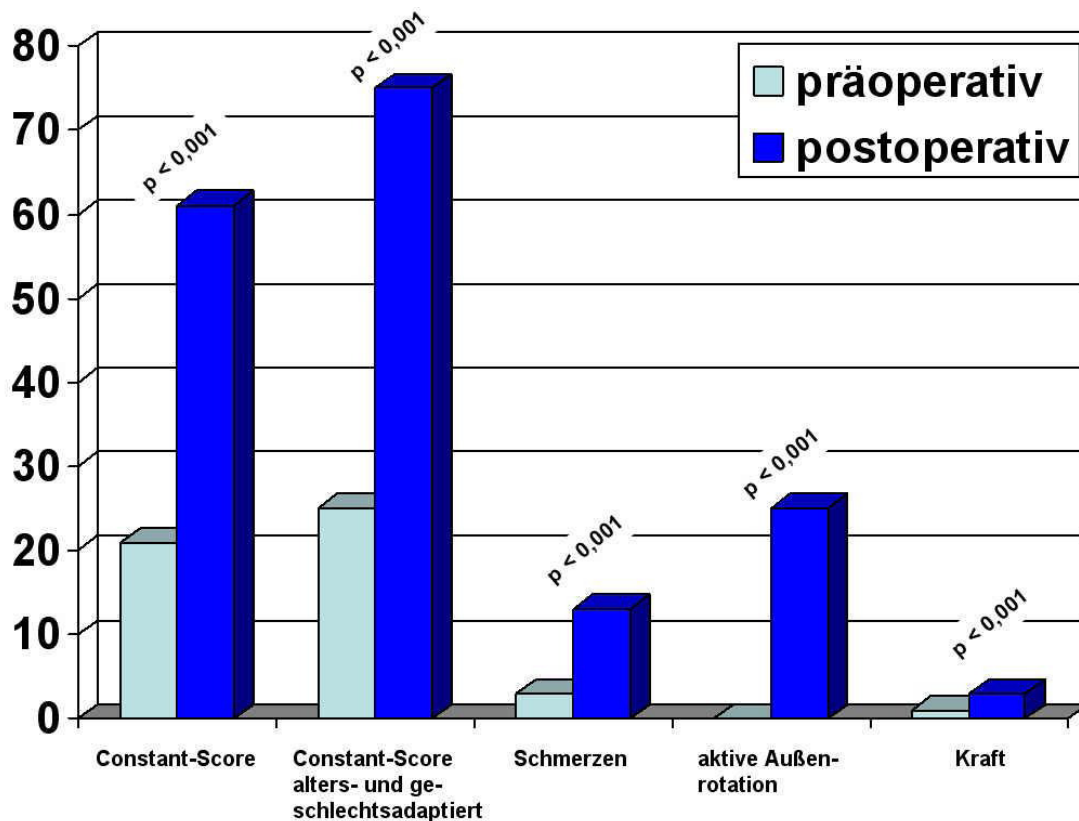


Abb. 15: Gegenüberstellung prä- und postoperativer Ergebnisse; Constant-Score = Punktwerte, Constant-Score alters- und geschlechtsadaptiert = Prozentwerte, Schmerzen = Punktwerte, aktive Außenrotation = Grad, Kraft = Punktwerte, p = Signifikanz

Postoperativ erzielten alle 40 Patienten im Mittel einen Score von 61 Punkten. Der altersadaptierte Wert betrug 75%. Die klinischen Ergebnisse variierten zwischen 19 und 85 Punkten bzw. zwischen 21 und 114%. Hier wurde durch die Operation eine Verbesserung von 40 Punkten bzw. 50% gegenüber dem präoperativen Ausgangsbefund erreicht.

Die Schmerzen der Patienten waren stark rückläufig: von im Durchschnitt 3 Punkten präoperativ, d.h. Belastungs-, Ruhe- und Nachtschmerz, auf 13 Punkte. Bei einem Maximalwert von 15 Punkten, entsprach dies aktuell einer annähernden Schmerzfreiheit.

Im Mittel erlangten die Patienten einen Kraftzuwachs von 2 Punkten, d.h. eine Verbesserung von 0,5 auf 1,5 kg. Im Constant-Score entsprach das vor dem Transfer einem Punkt und anschließend 3 Punkten.

Die Flexion, anfänglich bei 4 Punkten, stieg auf 8 Punkte nach der Operation. So war den Patienten im Durchschnitt eine Bewegung von 121 bis 150° möglich, entsprechend einer durchschnittlichen Verbesserung um 60°.

Ebenso zeigte sich eine Verbesserung in der Abduktion: von 4 Punkten auf 7 Punkte, ebenfalls einem Bewegungsausmaß von 121 bis 150° entsprechend.

Es zeigt sich durch die Operation eine signifikante Verbesserung ($p < 0,001$) in allen mit dem Score beurteilten Bereichen.

3.1.2 Ausmaß der aktiven Außenrotation:

Die aktive Außenrotation veränderte sich bei angelegtem und im Ellenbogengelenk 90° abgewinkeltem Arm von durchschnittlich 0° auf 25°.

3.1.3 Trennung nach Geschlecht:

Das durchschnittliche Alter der weiblichen Patienten lag bei 60 Jahren (47-70 Jahre). Sie erreichten einen Gesamtscore von 62 Punkten (86%). Das Alter der männlichen Patienten betrug im Durchschnitt 59 Jahre (36-69 Jahre). Im Score ergaben sich gegenüber den Frauen nur geringe Unterschiede. So belief sich der Score auf 61 Punkte (71%).

Betrachtete man das gesamte Patientenkollektiv getrennt nach Geschlecht, so ergab sich bei den 11 weiblichen Studienteilnehmerinnen eine mittlere Verbesserung von 41 Punkten ($s = 17,36$) bzw. 58% ($s = 24,43$).

Die 29 männlichen Patienten erzielten einen Effekt von 40 Punkten ($s = 18,4$). Dies entsprach altersadaptiert 46% ($s = 21,32$).

Die Signifikanz p aus dem Vergleich der Punktwerte betrug 0,750.

Bei den altersadaptierten Prozentangaben ergab sich p mit 0,102.

Die Schmerzen wurden von den weiblichen und männlichen Patienten mit 13 Punkten bewertet ($p = 0,648$).

Die Kraft lag bei 3 Punkten für die Frauen, ebenso für das männliche Kollektiv ($p = 0,914$).

Die Patientinnen konnten den Arm bis zu 29° außenrotieren, die Männer bis 23° ($p = 0,320$).

Berücksichtigte man die Gesamtverbesserung aller Patienten, die im Mittel bei 40 Punkten ($s = 17,91$) bzw. 50 % ($s = 22,53$) lag, so ergab sich klinisch wie statistisch kein signifikanter Unterschied im Vergleich der Ergebnisse zwischen Männern und Frauen.

3.1.4 Primäroperation versus Revision:

Bei 24 Patienten wurde die Transposition des Latissimus dorsi als primäre Operation durchgeführt. Die anderen 16 Patienten wurden einmal oder auch mehrmals an der betroffenen Schulter voroperiert, so dass der Muskeltransfer hier als Revisionseingriff erfolgte.

Entsprechend zeigte sich ein signifikanter Unterschied im Mann-Whitney-Test in den folgenden Bereichen (Tabelle 12, Abb. 16):

Postoperativ	Primäroperation	Revision	Signifikanz p
Constant (P.)	67	53	0,029
Constant (%)	83	63	0,010
Schmerz (P.)	13	12	0,266
Kraft (P.)	4	3	0,130
ARO (°)	29	19	0,180

Tabelle 12: Gegenüberstellung postoperativer Ergebnisse Primäroperation versus Revision mit Signifikanz;
P. = Punktwert, % = altersadaptierter Wert in Prozent, ARO° = Außenrotation in Grad

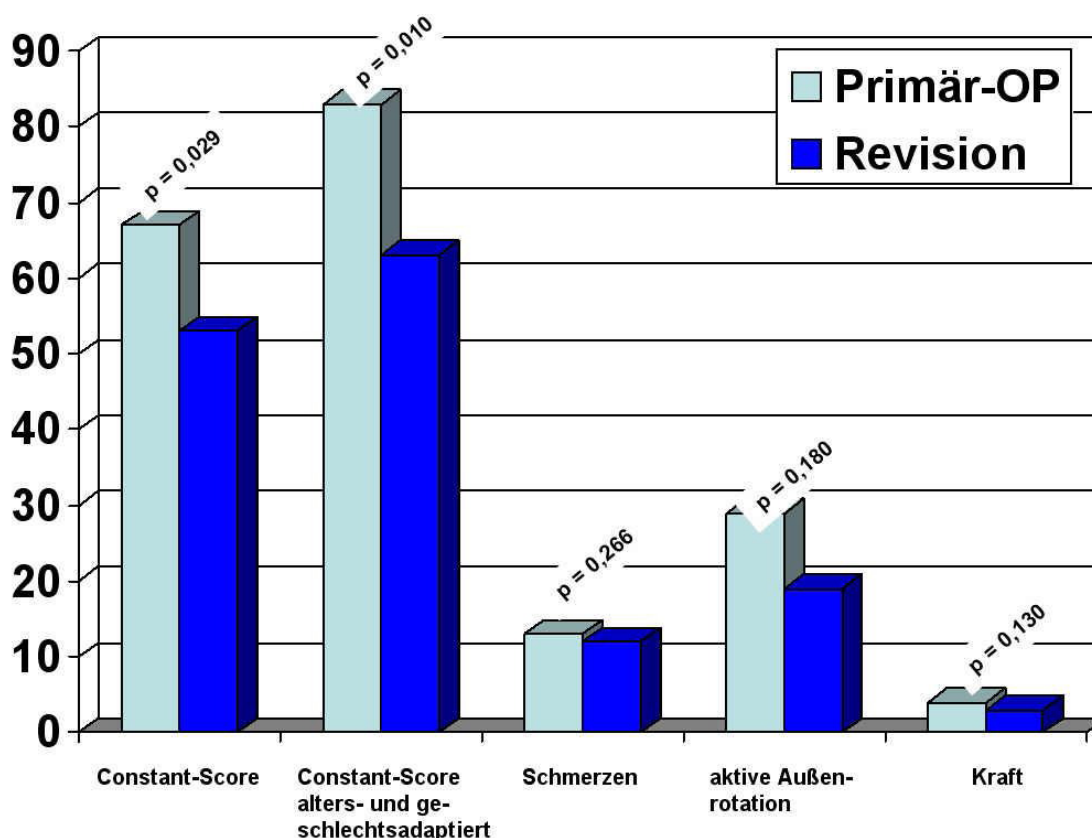


Abb. 16: Gegenüberstellung der Ergebnisse nach Primäroperation und Revision; Constant-Score = Punktwerte, Constant-Score alters- und geschlechtsadaptiert = Prozentwerte, Schmerzen = Punktwerte, aktive Außenrotation = Grad, Kraft = Punktwerte, p = Signifikanz

Im postoperativ erhobenen Constant-Score erreichten die primäroperierten Patienten 67 Punkte (s = 18,56) bzw. 83% (s = 23,14). Im Gegensatz hierzu schnitten die Patienten im Zuge einer Revisionsoperation mit 53 Punkten (s = 19,93) bzw. 63% (s = 25,12) signifikant ($p = 0,029$ bzw. $p = 0,010$) schlechter ab.

Ausgehend von 24 Punkten bzw. 29% in der Gruppe der Erstoperierten zeigte sich eine Verbesserung von 43 Punkten im Score.

Bei einem Ausgangsbefund von 17 Punkten bzw. 19% wurde durch die Transposition als Revision hingegen nur ein Zuwachs von 36 Punkten erzielt.

3.1.5 Bewertung nach Schulnoten:

21 der Patienten schnitten in der Bewertung der Scoreergebnisse mit der Schulnote gut bis sehr gut ab (Tabelle 13).

Das Kollektiv setzte sich aus 13 männlichen und 8 weiblichen Patienten zusammen.

In dieser Gruppe konnte ein Constant-Score von 76 Punkten (95%) ermittelt werden. Auf der analogen Schmerzskala erzielten sie 15 Punkte, d.h. absolute Schmerzfreiheit. Die Außenrotation verbesserte sich von 0° auf 30°. Im Mittel war es diesen 21 Patienten möglich, die Kraft für 10 kg aufzubringen. Dies entsprach 5 Punkten in der Scorewertung.

Bei 3 der 21 Patienten mit guten Ergebnissen wurde die Latissimus-Transposition als Revision durchgeführt.

	Constant [P.]	Constant [%]	Schmerz [P.]	Kraft [P.]	ARO°
Prä-OP	26	32	4	1	0
Post-OP	76	95	15	5	30

Tabelle 13: Überblick über die Ergebnisse der Gruppe mit Schulnoten

gut bis sehr gut;

Prä-OP = Präoperativ, Post-OP = Postoperativ ,

Constant = Constant-Score, P. = Punktwert,

% = altersadaptierter Wert in Prozent, ° = Bewegungsausmaß in Grad

Die anderen 19 Patienten erhielten die Noten befriedigend bis schlecht (Tabelle 14).

Der Anteil der voroperierten Patienten belief sich auf 13 Patienten.

So wurden in diesem Teilkollektiv im Gesamtscore 45 Punkte (53%) erreicht.

Die Schmerzen fanden sich hier mit 11 Punkten nicht komplett regredient.

Die Rotation der betroffenen Schulter nach außen war bis zu 18° möglich. In der Kraftprüfung erzielten die 19 Patienten im Durchschnitt 2 Punkte, d.h. ein Kraftmaximum von 4 kg.

	Constant [P.]	Constant [%]	Schmerz [P.]	Kraft [P.]	ARO°
Prä-OP	16	18	2	0	0
Post-OP	45	53	11	2	18

Tabelle 14: Überblick über die Ergebnisse der Gruppe mit befriedigend bis schlechter Schulnote;

Prä-OP = Präoperativ, Post-OP = Postoperativ ,

Constant = Constant-Score, P. = Punktwert,

% = altersadaptierter Wert in Prozent, ° = Bewegungsausmaß in Grad

3.2 Radiologische Ergebnisse

3.2.1 Remodellierung des Humeruskopfes und seine klinische Relevanz:

Das klinische Ergebnis der Patienten wurde wesentlich beeinflusst durch die Remodellierung des Humeruskopfes, Ergebnis der veränderten Kraftumleitung in das Glenohumeralgelenk durch die Sehne des Latissimus dorsi.

Mittels des Spearman-Rho-Testes für nichtparametrische Korrelationen ließ sich belegen, dass ein hoher Remodellierungsgrad eine schlechtere Klinik bedingte. Klinisch allerdings schnitten die Patienten entgegen des statistischen Ergebnisses mit Grad 2 etwas besser ab als die Patienten mit Remodellierung Grad 1.

Aus der Gegenüberstellung von durchschnittlichem postoperativ erhobenen Constant-Score als Punktwert und Remodellierung ergab sich eine Signifikanz mit $p = 0,005$ ($p = 0,003$ für den alters- und geschlechtsadaptierten Score).

Bei Betrachtung der einzelnen klinischen Bereiche und Einfluß der Remodellierung ergaben sich folgende Signifikanzen: Schmerz mit $p = 0,056$, Kraft mit $p = 0,142$, Außenrotation mit $p = 0,245$.

Der Korrelationskoeffizient für Remodellierung und postoperativen Constant-Score lag bei $-0,445$ bei Punktwertung bzw. $-0,465$ für den altersadaptierten Score.

20 Patienten hatten eine Remodellierung Grad 1. Sie erreichten bei der Nachuntersuchung 67 Punkte (83%). Die Patienten waren mit 14 Punkten nahezu schmerzfrei, bei einer Kraft von 4 Punkten. Die Außenrotation wurde mit 30° ermittelt.

Grad 2 zeigte sich bei 6 Patienten mit zugehörigem Constant-Score von 74 Punkten (88%). Die Schmerzwahrnehmung und Kraft zeigten sich identisch zu den Befunden der Patienten mit Grad 1 in der Remodellierung. Die Rotation des Armes nach außen war bis 21° möglich.

12 Patienten wiesen starke Veränderungen auf, entsprechend Remodellierung Grad 3. Es ergab sich in diesem Fall ein Score von 48

Punkten (59%). Die Patienten erzielten in der Bewertung der Schmerzen 11 Punkte, eine Kraft von 2 Punkten und eine Außenrotation bis 23°.

Eine konkrete Korrelation zwischen Grad der Umformung des Humeruskopfes und Atrophie bzw. Hypertrophie des M. teres minor konnte nicht festgestellt werden. Allerdings waren intakte muskuläre Verhältnisse des Teres minor ohne Hinweise auf fettige Degeneration häufiger mit Remodellierung Grad 1 vergesellschaftet.

3.2.2 Entwicklung der Omarthrose im Verlauf:

Aus dem gesamten Patientenkollektiv wurden die Röntgenbefunde im Verlauf von 34 Patienten im Hinblick auf Omarthrose beurteilt.

Das nachfolgende Diagramm stellt den postoperativ erhobenen Constant-Score gegenüber dem aktuellen Arthrosegrad nach Samilson dar (Abb.17).

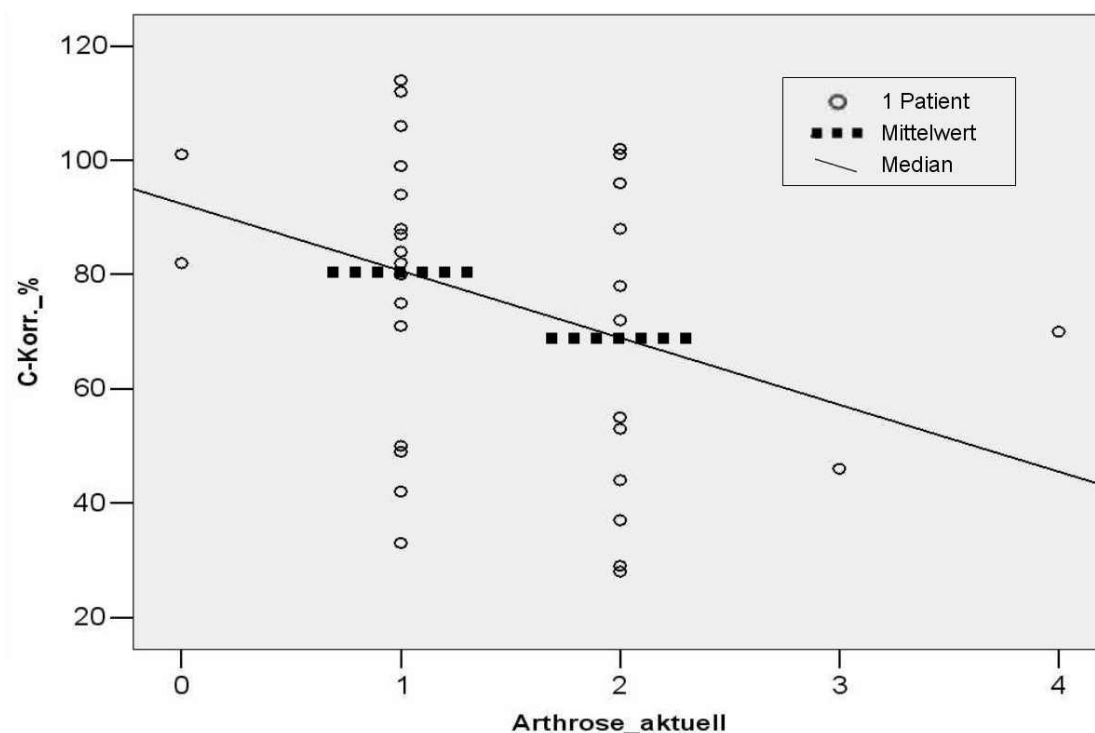


Abb. 17: Zusammenhang zwischen alters- und geschlechtsadaptiertem Constant-Score und Arthrosegrad nach Samilson zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; C-Korr._% = Constant-Score postoperativ altersadaptiert in Prozent, Arthrose_aktuell = Ausprägungsgrad zum Zeitpunkt der Untersuchung

So zeigte sich gegenüber dem präoperativen Ausgangsbefund, dass sich bis zur jüngsten Nachuntersuchung ein Patient verbessert hatte. Bei 9 Patienten konnte mit Hilfe des Muskeltransfers das Entstehen bzw. Fortschreiten einer Arthrose verhindert werden. 24 Patienten zeigten hingegen eine Verschlechterung des Ausgangsbefundes.

Entsprechend der statistischen Auswertung nach Spearman ergab sich eine negative Korrelation zwischen Grad der Arthrose und dem Constant-Score, -0,354 (Punkte) bzw. -0,385 (altersadaptiert).

Es gilt also: Je stärker die Ausprägung der Arthrose, desto schlechter das Resultat in der Funktion der Schulter.

So ließ sich für den Constant-Score nach Punkten eine Signifikanz p mit 0,029 ableiten, für den alters- und geschlechtsadaptierten Score $p = 0,017$.

Zwei der 34 Patienten zeigten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung keine Arthrose, d.h. Samilson Grad 0 mit einem korrespondierenden Constant-Score von 74 Punkten (92%).

Eine Arthrose Grad 1 ließ sich bei 20 Patienten nachweisen, deren durchschnittlicher Score bei 69 Punkten (83%) lag.

10 Patienten hatten einen Arthrosestatus entsprechend Samilson Grad 2 mit 52 Punkten (64%) und ein Patient Samilson Grad 3 mit 32 Punkten (46%).

Bei einem Patienten stellte sich die betroffene Schulter mit maximaler Arthrose Samilson Grad 4 dar. Dieser Patient schnitt trotz hohem Arthrosegrad im Constant-Score mit 58 Punkten (70%) ab.

3.2.3 Maloney-Linie und akromiohumorale Distanz:

Anhand der Maloney-Linie und akromiohumoralen Distanz wurden die Röntgenbilder, aus Gründen der Vollständigkeit, von nur 33 der insgesamt 40 Patienten auf Zentrierung des Humeruskopfes ausgewertet:

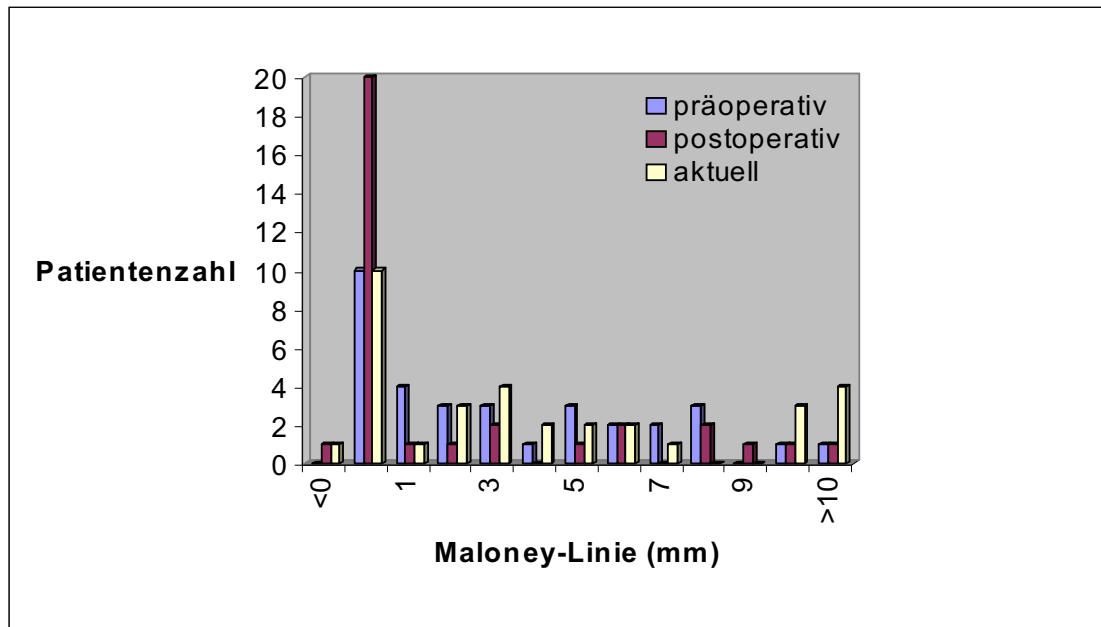


Abb. 18: Überblick über die Veränderungen die Maloney-Linie betreffend mit zugehörigen Patientenzahlen

Zum aktuellen Untersuchungszeitpunkt konnte noch bei 10 Patienten eine Maloney-Linie von 0 mm nachgewiesen werden, von denen nur noch 8 der vormals zentrierten Gruppe zuzuordnen waren.

Das bedeutete, dass sich 2 Patienten gemäß einer Zentrierung verbessert hatten.

Bei den anderen 12 Patienten der 20er Gruppe veränderte sich die Position der Maloney-Linie, bis auf einen Patienten mit -1 mm, im Sinne einer Verschiebung nach kranial, so dass sich der Anteil der Patienten auf nun aktuell 22 belief.

Von den ursprünglich 10 Patienten mit einer Tendenz des Humeruskopfes nach kranial, besserten sich 7 Schultern, in dem sich die Linie nach Maloney wieder nach caudal verschob.

Mit Hilfe der Operation konnte bei 8 Patienten eine Verbesserung erzielt werden, d.h. kaudale Migration mit Maloney gegen 0 entsprechend eines zentrierten Humeruskopfes (Abb.18). Bei 16 Patienten war eine Verschlechterung zu beobachten.

In 9 Fällen war der status quo erhalten geblieben.

Um eine bessere Beurteilung der Gelenkverhältnisse zu ermöglichen, wurden 4 Gruppen gebildet (Tabelle 15):

Maloney-Linie (mm)	Gelenkposition
0-/+2	zentriert
3-5	leicht dezentriert
6-10	dezentriert
> 10	stark dezentriert

Tabelle 15: Beurteilung der Maloney-Linie

Eine kraniale Migration zeigte sich bei 16 Schultern, eine Verschiebung nach kaudal hingegen nur bei einem Patienten.

Bei 14 Patienten stellte sich die Maloney-Linie im Sinne einer Zentrierung mit 0+/-2 mm dar. Diese Gruppe schnitt klinisch mit 69 Punkten (86%) im Constant-Score am besten ab.

Der Gruppe mit einer Maloney-Linie zwischen 3 und 5 mm waren 8 Patienten zuzuordnen. Sie erzielten 57 Punkte (71%).

Sechs Patienten bewegten sich zwischen 5 und 10 mm mit ebenfalls 57 Punkten (66%) im Score.

Der Patientenanteil mit einer Maloney-Linie größer 10 mm belief sich auf 4 Patienten. Diese erzielten klinisch mit 53 Punkten (63%) die schlechtesten Werte.

Ein Patient wich von dieser gewählten Klassifikation ab, da in seinem Falle eine Maloney-Linie mit -5mm zu finden war. Auf das zugehörige Ergebnis aus dem Constant-Score entfielen 85 Punkte (94%).

Die akromiohumerale Distanz (Abb.19) verkleinerte sich in der Mehrzahl der Fälle.

Dementsprechend entwickelte sich bei 29 Patienten eine Dezentrierung im Sinne einer kranialen Migration.

3 der 33 Patienten wiesen eine akromiohumerale Distanz von mehr als 10 mm auf, 14 von weniger als 6 mm.

Der Gruppe mit 6 bis 10 mm ließen sich bei der aktuellen Nachuntersuchung nur noch 9 Patienten zuordnen. Darunter fielen auch zwei Patienten, bei denen sich die akromiohumerale Distanz wieder vergrößert hatte.

Bei 23 der 33 Studienteilnehmer war eine AHD kleiner 6 mm nachweisbar, d.h. der Humerus wanderte nach kranial. Bei einem Patienten war eine kaudale Verschiebung mit AHD größer 10 mm feststellbar.

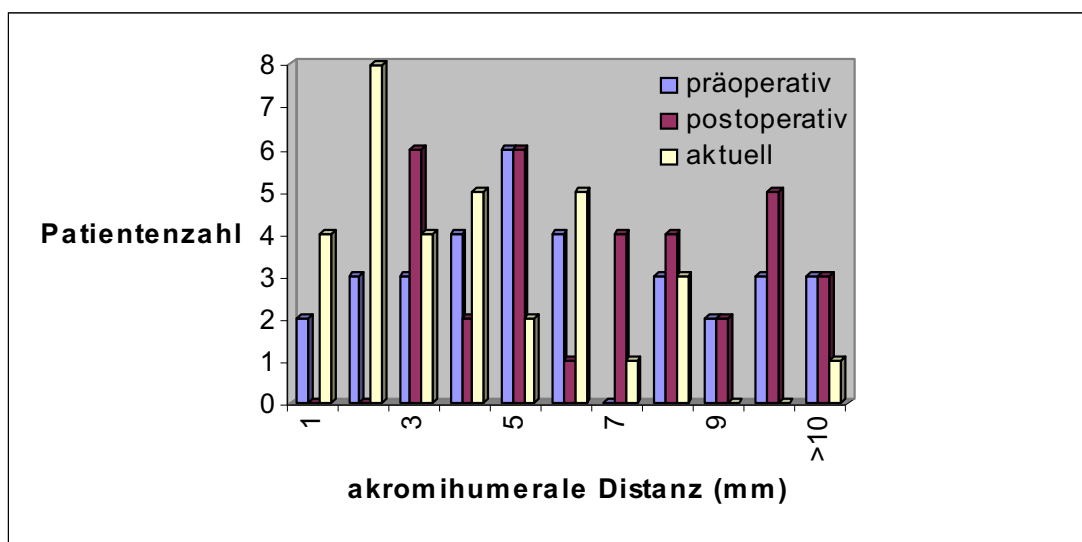


Abb. 19: Überblick über die Veränderungen der akromiomeralen Distanz mit zugehörigen Patientenzahlen

Zwei der Patienten zeigten gegenüber dem postoperativen Befund aktuell keine Veränderung. Ein Abrutschen nach kaudal fand sich bei zwei Schultern.

12 Patienten wiesen einen AHD kleiner 3mm auf. Der durchschnittliche Score lag bei 56 Punkten (66%). Weitere 11 Patienten zeigten bei 70 Punkten (84%) im Constant-Score eine akromiomerale Distanz von

3-5 mm. Eine AHD von 6-7mm wurde bei 6 Patienten ermittelt mit 69 Punkten bzw. 88%.

Bei 4 Patienten stellten sich die Verhältnisse mit mehr als 7mm dar.

Im Constant-Score wurden im Mittel 53 Punkte (68%) erreicht.

Im Verlauf veränderte sich die durchschnittliche akromiohumorale Distanz von präoperativ 6 mm auf postoperativ 7 mm. Die aktuelle Bewertung zeigte eine Verschmälerung um 3 mm auf 4 mm.

Die gemeinsame Betrachtung und Bewertung der erhobenen Maloney-Linien und des zugehörigen AHD der Patienten erlaubte die Beurteilung der Positionierung des Humeruskopfes im Schultergelenk.

Basierend auf der Annahme, dass der Humeruskopf bei einer Maloney-Linie von 0 mm und einem AHD variierend zwischen 6 bis 10 mm zentriert ist, fanden sich postoperativ bei 9 Patienten zentrierte Verhältnisse.

Bei 4 dieser Patienten konnte kein Fortschreiten einer Omarthrose beobachtet werden. In 2 Fällen zeigte sich radiologisch sogar ein Rückgang bereits bestehender arthrotischer Veränderungen. Bei drei Schultern war eine Verschlechterung des Omarthrosegrades nachweisbar.

Im Constant-Score erzielten die Patienten 60 Punkte (78 %). Die Beurteilung der Schmerzen wurde mit 12 Punkten bewertet. Funktionell erreichten sie eine Außenrotation von 28° und eine Kraft von 2 Punkten, d.h. 4 kg.

18 Patienten zeigten die Zeichen einer kranialen Migration mit sich vergrößernder Maloney-Linie und verkleinerndem AHD. Sie schnitten bei der Nachuntersuchung mit 64 Punkten (77 %) ab. Ihnen war eine Außenrotation bis 24° möglich. Die Wahrnehmung der Schmerzen wurde mit 13 Punkten bewertet. Bei der Kraftmessung wurden 4 Punkte ermittelt. Das Fortschreiten einer Arthrose war bei 13 Schultern zu beobachten. Bei den anderen 5 Patienten ließ sich keine Verschlechterung des Arthrosegrades feststellen.

Ein Abrutschen des Humeruskopfes nach kaudal fand man bei 2 Patienten. Das klinische Ergebnis belief sich hier auf 62 Punkte (74 %). Es zeigte sich eine vollständige Schmerzfreiheit mit 15 Punkten und eine Kraft bewertet mit

6 Punkten. Die Außenrotation war bis zu 15° möglich. In beiden Fällen war eine Verschlechterung arthrotischer Verhältnisse zu beobachten.

Bei 4 Patienten konnte mittels der gemeinsamen Bewertung von Maloney-Linie und akromiohumeraler Distanz keine Aussage hinsichtlich Zentrierung oder Dezentrierung gemacht werden, da sich die Verhältnisse in den Röntgenbildern nicht eindeutig darstellten.

Beispiel des Verlaufes einer kranialen Migration (Abb. 20a-c):

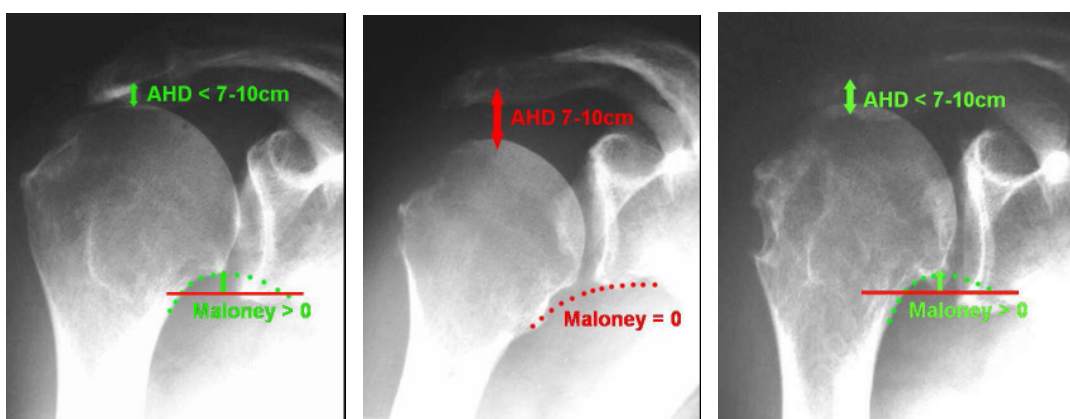


Abb. 20a präoperativ

Abb. 20b postoperativ

Abb. 20c aktuell

Schultern in ap – Strahlengang zur Beurteilung der akromiohumeralen Distanz im Verlauf;
AHD = akromiohumeraler Distanz, Maloney = Maloney-Linie;

20a und c: Linie grün-gepunktet = Maloney-Linie dezentriert, d.h. Maloney > 0 cm,

Linie rot durchgezogen = Markierung Unterrand Glenoid

20b: Linie rot-gepunktet = Maloney-Linie bei zentrierten Verhältnissen

3.3 Ergebnisse der Kernspintomographie:

3.3.1 Musculus latissimus dorsi:

Die Auswertung der 36 von insgesamt 38 MRT-Befunden zeigte folgende Ergebnisse:

17 Patienten wiesen im NMR einen hypertrophen Latissimus auf.

Sie schnitten bei der Nachuntersuchung mit 70 Punkten (83 %) ab.

Einen normal ausgeprägten Muskel fand man bei 8 Patienten mit einem korrespondierenden Score von 53 Punkten (65%).

Die Morphologie des Muskels erwies sich als dünn bei 8 Patienten mit zugehörigen 57 Punkten (72%).

In 3 Fällen war der Latissimus dorsi nur fraglich nachweisbar. Der Constant-Score belief sich hier auf 56 Punkte (65%).

In den drei Fällen der fraglichen Nachweisbarkeit war zudem keine dem Latissimus dorsi zugehörige Sehne zu identifizieren.

Bei der Beurteilung eines Zusammenhanges zwischen Morphologie des Latissimus dorsi und der klinischen Funktion zeigte sich tendenziell eine Korrelation. Statistisch konnten jedoch keine aussagekräftigen isolierten Signifikanzen für die jeweilige Muskelmorphologie und zugehörige Klinik erhoben werden.

Bei der gesammelten Betrachtung der kernspintomographisch erhobenen Morphologien des Latissimus und der Ergebnisse des postoperativ erhobenen Constant-Score ergab sich jedoch eine Signifikanz p mit 0,058 für den Punktwertscore sowie p mit 0,305 für den alters- und geschlechtsadaptierten Score.

Hieraus konnte eine Tendenz abgeleitet werden, dass ein dünner Latissimus eine schlechtere Klinik zur Folge hat.

3.3.2 Muskulatur der RM-Manschette:

Der M. supraspinatus stellte sich im Durchschnitt (78% der Fälle) entsprechend Goutallier [22] mit degenerativen Veränderungen entsprechend Grad 4 dar, d.h. der Anteil des Fetts überwog die muskuläre Komponente. Der Musculus infraspinatus wies zu 89% ausgeprägte degenerative Veränderungen auf (Grad 4): massive fettige Degeneration bei 33 Patienten.

Der M. subscapularis stellte sich in 27 Fällen ohne degenerative Veränderungen gemäß Grad 0 dar (Constant-Score von 63 Punkten, 78%), fettige Degenerationen bei 2 Patienten mit Grad 1 (53 Punkte, 61%), Grad 2 bei 5 Patienten (64 Punkte, 73%) sowie in 2 Fällen Grad 3 (53 Punkte, 64%). Aus der Gegenüberstellung dieser Kernspinergebnisse und postoperativ erhobenen Punktwerten im Constant-Score ergab sich eine Signifikanz p mit 0,327 sowie $p = 0,146$ für den alters- und geschlechtsadaptierten Wert.

Bei Betrachtung des M. Teres minor wiesen 26 Patienten normale muskuläre Verhältnisse gemäß Grad 0 (63 Punkte, 78%) auf. Bei 3 Patienten zeigte sich morphologisch Grad 1 (43 Punkte, 51%), Grad 2 bei 3 Patienten (58 Punkte, 69%) sowie bei weiteren 3 Patienten Degeneration Grad 3 (79 Punkte, 93%). Ein Patient wies eine starke fettige Degeneration gemäß Grad 4 auf mit zugehörigen 58 Punkten (70%). Statistisch ergab sich eine Signifikanz p mit 0,985 betreffend Constant-Score nach Punkten und Ergebnissen der Kernspinuntersuchung, alters- und geschlechtsadaptierten Score $p = 0,540$.

Bezüglich Musculus supraspinatus und Constant-Score ergab sich im Spearman-Rho-Test für nichtparametrische Korrelationen eine negative Korrelation, d.h. Muskel mit ausgeprägter fettiger Degeneration im NMR bedingt klinisch einen schlechten Score.

Für die übrigen Muskeln ließen sich keine signifikanten Korrelationskoeffizienten bezüglich des Zusammenhanges zwischen Morphologie und Klinik erheben.

4. Diskussion

Die Grundproblematik postero-superiorer Rotatorenmanschettendefekte liegt in der beträchtlichen Einschränkung der Schulterfunktion, dem Kraftverlust und der anhaltenden Schmerzsymptomatik.

Zielsetzung der Latissimus-dorsi-Transposition ist die Reduktion von Schmerzen und eine Verbesserung der aktiven Funktion des Schultergelenkes. Der in den meisten Fällen präoperativ vorliegende Kraftverlust bei aktiver Elevation und Außenrotation soll ausgeglichen bzw. behoben werden. Diese Intention definierten bereits Cleeman et al. [6] in ihrer Studie der anatomischen Verhältnisse zur Durchführung der Transpositionsoperation.

Anhand der Ergebnisse unserer Studie konnte gezeigt werden, dass durch die Transposition des Latissimus dorsi bei irreparablen postero-superioren Defekten der Rotatorenmanschette eine nahezu vollständige Schmerzfreiheit erzielt werden konnte. Obwohl die Funktion der Schulter im Durchschnitt verbessert wurde, konnte jedoch kein signifikanter Zuwachs an Kraft beobachtet werden.

4.1 Alternative Verfahren zur Muskeltransposition:

In der Therapie irreparabler Rotatorenmanschettendefekte existieren unterschiedliche Vorgehensweisen.

4.1.1 Arthroskopisches und offenes Debridement:

Ellman et al. [12] untersuchten die Ergebnisse nach arthroskopischer Behandlung bestehend aus subakromialer Dekompression und Debridement. Mittels dieses Eingriffs konnten Kraft und Funktion nicht wiederhergestellt werden, jedoch gelang eine Linderung der Schmerzsymptomatik.

Im Vergleich zu einem offenen operativen Vorgehen waren diese Ergebnisse allerdings schlechter. So gaben die Autoren die Empfehlung einer sorgfältigen Selektion des Patientengutes bei Erwägung einer Arthroskopie.

Rockwood et al. [35] und Gartsman [15] bedienten sich in der Behandlung massiver, irreparabler Rotatorenmanschettendefekte des offenen Debridements.

Beide Autoren berichteten von einer Reduktion der Schmerzen und einer Zunahme der Schulterfunktion.

Gartsman ermittelte in der Beurteilung der Schmerzen mit $p = 0,001$ eine signifikante Besserung, ebenso für die Schulterfunktion ($p = 0,038$).

In beiden Studien konnte zwar eine klinische Besserung belegt werden, deren Ausmaß sich im Vergleich zu unseren Ergebnissen jedoch geringer darstellte. Sowohl die Funktionalität wie auch die Schmerzsymptomatik konnten unseren Resultaten nach signifikant gebessert werden ($p < 0,001$).

Diese oben genannten Verfahren stellen zwar im Vergleich zur Transposition des Latissimus dorsi einen geringeren operativen Aufwand dar.

Für die Überlegenheit unseres Verfahrens spricht jedoch die Tatsache, dass durch die Transposition des M. latissimus dorsi ein funktioneller Ersatz für die geschädigte Rotatorenmanschette zur Verfügung steht. Bei einem Debridement wird lediglich eine temporäre Entfernung des entzündlich veränderten Gewebes durchgeführt.

4.1.2 Partielle Sehnenrekonstruktion:

Mit dem Versuch der partiellen Sehnenrekonstruktion bei massiven Defekten der Rotatorenmanschette erzielten Duralde und Bair [11] eine Verbesserung von Schmerzen ($p < 0,001$) und Funktion ($p < 0,001$). Ferner war durch die Operation ein partieller Kraftzuwachs zu beobachten.

Orientierend an der Signifikanz bestehen zu den Erkenntnissen unserer Studie zwar keine Unterschiede bezüglich Funktion- und Schmerzbeurteilung, allerdings läßt sich klinisch ein größerer funktioneller Gewinn in unserer Arbeit

nachweisen. So erzielten Duralde und Bair eine durchschnittliche Verbesserung der aktiven Elevation von 40° sowie der aktiven Außenrotation von 10°. Vergleichend zu unserer Studie konnte ein Zuwachs in der aktiven Elevation von durchschnittlich 60° und 25° in der Außenrotation erzielt werden, entsprechend einer vielversprechenden Alternative zur partiellen Rekonstruktion.

4.1.3 Allograft-Transplantate:

Die Ergebnisse nach Allograft-Transplantaten zur Überbrückung des Defektes bei irreparabler Rotatorenmanschettenschädigung beschrieben Moore et al. [33]. Verwendet wurde entweder die Achilles-, Patella- oder Quadricepssehne. Obgleich die strukturelle Integrität im Kernspin nicht mehr nachweisbar war, konnte eine Zunahme der Schulterfunktion ($p < 0,001$) beobachtet werden. Zwar war dieses Verfahren einer alleinigen Dekompression und Debridement überlegen, barg allerdings ein hohes Infektionsrisiko und hohe Kosten. Insgesamt kamen die Autoren zu dem Schluß, dass diese Methode nicht zur Behandlung irreparabler Rotatorenmanschettendefekte geeignet sei.

4.1.4 Rotatorenmanschettenrekonstruktion/ Verschiebelappenplastiken:

Boehm et al. [4] bedienten sich in der operativen Therapie massiver Rotatorenmanschettenrupturen zum einen der direkten transossären Refixation im Sinne einer Rotatorenmanschettenrekonstruktion. Diese 16 Patienten erzielten postoperativ im Constant-Score 72 Punkte (84%). Bei 17 Patienten kam eine lokale Verschiebelappenplastik zum Einsatz. Unter Verwendung des Musculus subscapularis wurde ein Score von 63 Punkten (75%) erreicht. Die Kombination aus Subscapularis und Musculus infraspinatus führte zu 63 Punkten (76%). Fünf Patienten dieser Studie erhielten eine Deltoideuslappenplastik mit 49 Punkten (60%) im Constant-Score. Im klinischen Verlauf entwickelten bei Boehm et al. 17 Patienten eine Reruptur der Rotatorenmanschette, einschließlich aller Patienten mit Deltoideusplastik, welche eine schlechtere Schulterfunktion zur Folge hatte (49-64 Punkte im Constant-Score).

Im Gegensatz zu den Patienten mit Latissimus-dorsi-Transposition handelte es sich hier jedoch noch um Defekte, die primär als reparabel angesehen wurden.

4.1.5 Experimentelle Ansätze:

Neuere Ansätze beschäftigten sich mit der Verwendung von Schweinemukosa zum Aufbau von Rotatorenmanschettendefekten. Allerdings erzielten weder Slamberg et al. [37], noch Iannotti et al. [25] mit diesem Verfahren eine Besserung von Schmerzen oder Funktionalität der Schulter.

Sie kamen zu dem Schluß, dass konventionelle chirurgische Behandlungsansätze überlegen seien.

4.1.6 Alternative Muskeltranspositionen:

Celli et al. [5] ermittelten mit Hilfe des Constant-Scores, der bei 62 Punkten lag, eine klinische Besserung von durchschnittlich 20 Punkten. Sie verwendeten für die Transposition den Musculus teres major, der an der Tuberositas major fixiert wurde. Dies geschah insbesondere bei Atrophie des Musculus infraspinatus. Postoperativ betrug das Maß der Außenrotation bei adduziertem Arm 24°. Durch Transposition des Latissimus dorsi war postoperativ ein klinisch-funktioneller Gewinn um 40 Punkte auf 61 Punkte im Constant-Score sowie eine Außenrotation mit 25° zu verzeichnen.

Betrachtet man die klinischen Ergebnisse, so scheint mit Transposition des M. teres major ein klinisch vergleichbares Verfahren zur Verfügung zu stehen.

4.2 Latissimus-dorsi-Transposition:

Diesen operativen Verfahren zur Therapie irreparabler Defekte der Rotatorenmanschette steht die Latissimus dorsi – Transposition gegenüber.

Die Studie von Gerber et al. [21] zur Beurteilung des Erfolges der Latissimus-dorsi-Transposition zeigte einen Zuwachs in der Flexion von 30-80° auf 130-170°. Das Ausmaß der Abduktion stieg hier auf 90-170° bei anfänglich 30-60°. Die 14 Patienten ihrer Studie, mit einem Altersdurchschnitt von 67 Jahren,

hatten vor dem Transfer noch eine Restfunktion für die Außenrotation. So ergab sich hier eine Verbesserung von ursprünglich 10-35° auf 30-60°. Es wurde durch die Operation die Reduktion der Schmerzen erreicht.

In einer von Gerber [17] 1992 veröffentlichten Serie wurde ebenfalls die klinische Verbesserung ersichtlich.

Zusätzlich zu einer wesentlichen Schmerzlinderung zeigte sich ein Zuwachs in der Flexion und Abduktion. Die Außenrotation verbesserte sich von 10° auf 23°. Der gesamte Constant-Score belief sich hier auf 73 %, 82 % unter Ausschluß der Patienten mit defektem M. subscapularis.

Miniaci et al. [32], Aoki et al. [1], Thomann et al. [39] und auch Iannotti et al. [26] konnten bei ihren Nachuntersuchungen ebenfalls eine deutliche Reduktion der Schmerzsymptomatik sowie eine Zunahme der Funktionalität zeigen. So stieg beispielsweise bei Aoki et al. der Grad der Flexion von 99 auf 135°. Bei Thomann et al. wurde die aktive Schultergelenksfunktion mit einem deutlichen Zuwachs ermittelt: Flexion von 83° auf 135°, Abduktion um 50° auf 122°. Die Rotation des Armes im Schultergelenk nach außen verbesserte sich von 10° auf 23°, einhergehend mit einer deutlichen Schmerzreduktion. Die Funktion der Schulter betreffend ermittelten Iannotti et al. das Ausmaß möglicher Flexion mit bis zu 119° ($p < 0,5$), bei 100° präoperativ. Die Außenrotation steigerte sich von 23° auf 32° ($p = 0,3$). Die Kraft hatte ebenfalls zugenommen. Insgesamt verbesserte sich das klinische Ergebnis signifikant ($p = 0,007$).

Die Funktion der Mm. subscapularis und deltoideus sowie die Anzahl vorhergehender Operationen, stellten ihrer Meinung nach keine ausschlaggebenden Faktoren bezüglich des klinischen Ergebnisses dar. Sie kamen darüber hinaus zu dem Schluß, dass der Latissimus nur dann ausreichend Kraft und Funktion gewährleisten konnte, wenn bereits vor der Operation genügend Kraft in der Rotatorenmanschette vorhanden war, um den Arm auf Schulterniveau zu heben.

Eine bereits präoperativ bestehende Pseudoparalyse könne durch die Muskeltransposition nicht ausgeglichen werden.

Habermeyer et al. [23] beschrieben den Versuch, den Latissimus dorsi durch nur einen Zugangsweg zu transferieren.

Der Constant-Score verbesserte sich in ihrer Serie von 46,5 Punkten auf 74,6 Punkte. Die Abduktion stieg von 118° auf 169°, die Flexion um 51° auf 170° sowie die Außenrotation von anfänglich 19° auf 33°. Auch hier fand sich ein erheblicher Rückgang der Schmerzen.

Eine neue Studie von Gerber et al. [20] lieferte ebenso, wie die Ergebnisse der anderen Autoren [1, 26, 32, 39], Erkenntnisse, die den in unserer Studie ermittelten Befunden nahe kamen.

Das klinische Ergebnis verbesserte sich anhand des Scores von Constant und Murley von 46 Punkten (55 %) auf 60 Punkte (73 %) ($p < 0,0001$).

Zu beobachten war auch hier die Verbesserung der Schmerzsymptomatik (6 auf 12 Punkte; $p < 0,0001$), ebenso wie die Zunahme der Schulterfunktion: Flexion von 104° auf 123°, Abduktion von 101° auf 119°, Außenrotation um 7° auf 29°, sowie der Kraftgewinn mit 1,8 kg bei einem Ausgangswert von 0,9 kg ($p < 0,0001$).

In einer anderen Studie von Degreef et al. [9] wurde eine Besserung der Schmerzen in 50 % der Fälle entsprechend absoluter Schmerzfreiheit ermittelt. Bei aktiver Bewegung im Schultergelenk zeigte sich ein Zuwachs in der Funktion.

Aus der Bewertung der Kraft ergab sich, dass auch nach der Operation ein deutliches Defizit bestehen blieb.

Entsprechend den Ergebnissen der aufgeführten Autoren konnte auch in unserer Studie eine signifikante Verbesserung der Schulterfunktion und der Schmerzsymptomatik ($p < 0,001$) nachgewiesen werden.

Vor der Operation erzielten die Patienten im Durchschnitt nicht mehr als 21 Punkte (25 %). Nach Abschluß der Behandlung erreichten diese 40 Patienten im Mittel 61 Punkte (75 %).

Durch die Muskeltransposition wurde eine signifikante Schmerzreduktion ($p < 0,001$) im Sinne annähernder Schmerzfreiheit erreicht.

Die Patienten profitierten außerdem von einer deutlichen Verbesserung des Bewegungsausmaßes der Schulter ($p < 0,001$). Flexion und Abduktion waren nun zwischen 121 und 150° möglich, ausgehend von 61 bis 90° vor der Operation.

Zwei weitere wesentliche Kriterien zur Definition des Erfolges der Transposition des Latissimus dorsi stellten die Außenrotation und Kraft dar.

Vor Transposition war es keinem der Patienten mehr möglich, den Arm im Schultergelenk aktiv nach außen zu rotieren. Durch die Operation ergab sich ein Bewegungszuwachs von 25°.

Die Kraft war durch die Rupturen des M. supraspinatus und M. infraspinatus stark eingeschränkt. Eine komplette Wiederherstellung war im Zuge der Behandlung zwar nicht möglich, jedoch war eine Verbesserung für die Abduktion mit einem durchschnittlichen Kraftgewinn von einem Kilogramm zu verzeichnen.

Neben der isolierten Transposition des Latissimus dorsi findet auch eine Kombination des M. latissimus und M. pectoralis major Anwendung.

So kamen Mack Aldrige et al. [29] nach kombinierter Transposition in ihrer Studie bezüglich der Schmerzsymptomatik zu anderen Ergebnissen:

Es ließ sich zwar ein signifikanter funktioneller Gewinn nachweisen: Flexion von 42° auf 86° ($p = 0,0013$), Außenrotation von 0° auf 13° ($p = 0,0033$), Zuwachs der Kraft bei Abduktion ($p = 0,0011$) und Außenrotation ($p = 0,0107$).

Allerdings zeigte die in diesen Fällen verwendete kombinierte Transposition von Latissimus dorsi und Pectoralis major keinen Effekt auf die bestehende Schmerzsymptomatik.

In unserer Serie wurden 2 Patienten mit einer kombinierten Muskeltransposition, bestehend aus Musculus latissimus dorsi und Musculus teres major, behandelt.

Aufgrund dieser niedrigen Fallzahl ließ sich zwar keine signifikante Aussage machen, jedoch konnten wir bei diesen beiden Patienten im Gegensatz zu Mack Aldrige eine Schmerzfreiheit feststellen.

In der Wertung der Kraft erhielten beide Patienten im Mittel 5 Punkte. Die Außenrotation war bis zu 20° möglich bei einem Constant-Score von 59 Punkten (69 %). Im Vergleich zu den anderen 38 Patienten (Constant-Score mit 61 Punkten (75 %)) wurde durch kombinierte Muskeltransposition eine etwas schlechtere Schulterfunktion erreicht.

Betrachtet man die klinischen Ergebnisse nach isolierter und kombinierter Transposition, so ist die eigentliche Latissimus-dorsi-Transposition vorzuziehen.

4.3 Transposition des Latissimus als Revision oder Primäroperation:

Eine wichtige Erkenntnis unserer Nachuntersuchung bestand in der Feststellung, dass die Transposition als primäre Therapie durchgeführt, zu besseren klinischen Ergebnissen führte, als nach einer Revisionsoperation. Auch zahlreiche andere Autoren gelangten ebenfalls zu der Erkenntnis, dass die Latissimus-Transposition sinnvoll als primäre Behandlung irreparabler Rotatorenmanschettendefekte einzusetzen sei.

Miniaci und MacLeod [32] kamen zu dem Schluß, die Muskeltransposition nicht erst als Revision durchzuführen.

Warner und Parsons [40] verglichen die Befunde von 6 Patienten, die die Latissimus-Transposition als Primäroperation erhielten, mit 10 Patienten mit Revisionsbehandlung. Mittels eines modifizierten Constant-Scores gelangten

auch sie zu der Feststellung, dass klinisch ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zwischen beiden Gruppen bestand.

So waren die Ergebnisse von Patienten mit primärem Eingriff besser gegenüber denen einer Revision. Die Patienten mit Primäroperation erreichten 70 % im Score, eine Flexion von 122° und eine Außenrotation bis 41° . Dem gegenüber standen die voroperierten Patienten mit insgesamt 55 %. Die Flexion wurde mit 105° ermittelt, die Außenrotation mit 40° .

Die Autoren berichteten ferner über deutlich häufigere Rupturen der Sehne des Latissimus als in unserer Studie festgestellt. Dieser Befund wurde bei einem der 6 primäroperierten und bei 7 der 16 voroperierten Patienten festgestellt, was möglicherweise auf die Fixationstechnik zurück zu führen ist.

Als mögliche Gründe für ein schlechteres klinisches Ergebnis gaben die Autoren minderwertige Sehnenqualität und fettige Degeneration an.

In der Studie von Gerber et al. [20] erhielten 50 Patienten die Muskeltransposition als Erstbehandlung eines Massendefektes der Rotatorenmanschette.

Im Constant-Score verbesserten sich diese Patienten von 58% auf 79 % ($p = 0,0001$). Bei 19 Schultern handelte es sich um eine Revision. Die Klinik fiel in dieser Gruppe mit 59 %, ausgehend von präoperativ 49% ($p = 0,003$), schlechter aus.

Irlenbusch et al. [27] führten bei 22 Patienten die Muskeltransposition durch, bei 15 Patienten als primäre operative Therapie.

Auch sie kamen, wie bereits Gerber et al. [20], im Rahmen einer primären Behandlung, zu besseren klinischen Ergebnissen. Der Constant-Score belief sich nach Revision auf 62 Punkte, ausgehend von 33 Punkten. Die Patienten mit Erstoperation schnitten im Score mit 67 Punkten ab, ursprünglich mit 43 Punkten ($p = 0,015$).

Im Zuge der Erstoperation stellte sich das erzielte Bewegungsausmaß bei Abduktion und Flexion wesentlich größer dar, als infolge der Revisionsbehandlung. Die Autoren stellten fest, dass ein zusätzlich zum Supra-

und Infraspinatus geschädigter M. subscapularis Ergebnisse hervorbrachte, die mit denen der voroperierten Patienten vergleichbar waren.

In unserer Studie war bei 24 Patienten die Muskeltransposition Mittel der ersten Wahl. Bei den anderen 16 Patienten wurde sie im Zuge einer Revision durchgeführt.

Bei Betrachtung dieser beiden Gruppen ergab sich im postoperativ erhobenen Constant-Score ein signifikanter Unterschied ($p = 0,029$ für die Punktwerte; $p = 0,010$ für die alters- und geschlechtsadaptierten Werte).

Nach Einsatz der Latissimus-dorsi-Transposition als Revisionseingriff wurde nur ein Zuwachs von 36 Punkten verzeichnet. Der gesamte Score belief sich hier auf 53 Punkte (63 %). Dem gegenüber standen die Ergebnisse der primäroperierten Patienten: ausgehend von 24 Punkten (29 %), erreichten sie nach der Operation 67 Punkte (83 %).

Eine Verbesserung der Schulterfunktion durch die Muskeltransposition wurde in beiden Gruppen beobachtet. Die Patienten mit primärem Eingriff erzielten jedoch gegenüber den anderen Patienten die besseren klinischen Ergebnisse.

Eine Gemeinsamkeit aller genannten Studien bestand in der Tatsache, dass die Patienten mit Revisionen bereits vor der Operation eine schlechtere Klinik aufwiesen.

So fielen die Effekte in dieser Gruppe auch geringer aus, d.h. das Ausmaß der Verbesserung war als geringer einzustufen.

Dies sind Feststellungen, die die Muskeltransposition bereits als sinnvolle Maßnahme in der primären Therapie irreparabler Rotatorenmanschettendefekte rechtfertigen und stützen.

4.4 Remodellierung des Humeruskopfes:

Der Latissimus bewirkte durch veränderte Kraffteinwirkung auf den proximalen Humerus eine morphologische Veränderung des Humeruskopfes im Sinne

eines Höhenverlustes des Tuberculum majus sowie Abflachung und Entrundung des Humeruskopfes.

Eine Beschreibung dieses Phänomens hat durch andere Autoren bisher nicht stattgefunden. So bezeichneten wir erstmals diese strukturellen Veränderungen als Remodellierung, welches anhand von Röntgenbildserien im Verlauf nachvollziehbar war.

Es ließ sich bei allen Patienten in unterschiedlicher Stärke nachweisen. Durch eine statistische Auswertung konnte nachgewiesen werden, dass der Grad der Remodellierung das klinische Ergebnis wesentlich beeinflusste. Ein hoher Grad, d.h. 3, entsprechend einer starken Dymorphologie des Humeruskopfes, korrelierte mit einer Funktionseinschränkung. Diese Patienten gaben im Gegensatz zu den Patienten mit Remodellierung niedrigeren Grades Schmerzen an, die zwar immer noch deutlich besser als der Ausgangsbefund waren, aber auf einem niedrigeren Grad weiter bestanden. Dies legt die Vermutung nahe, dass die Kraftumleitung durch die transponierte Sehne des Latissimus dorsi zu einer deutlichen Veränderung der Biomechanik des glenohumeralen Gelenkes und somit auch der Knorpelbelastung führte. Diese Veränderungen sind Ausdruck der Funktionsfähigkeit des transponierten Muskels. Im Gegensatz zu der eher sphärischen Umformung bei Defektarthropathie mit nahtlosem Übergang des Kopfes in das Tuberculum majus, entstand hier eine keulenförmige Veränderung des proximalen Humerus mit Abflachung der humeralen Gelenkfläche.

4.5 Wirkung der Latissimus-dorsi-Transposition auf die Omarthrose:

Ein Ziel der Latissimus-dorsi-Transposition sollte auch darin bestehen, der Entwicklung einer Arthrose im Schultergelenk entgegenzuwirken.

Aoki et al. [1] beschrieben bereits eine zunehmende Arthrose bei 5 Schultern.

Habermeyer und Koautoren [23] beobachteten bei 3 von 14 Patienten ein Fortschreiten der Omarthrose. Nur bei 2 Patienten waren keine Veränderungen nachweisbar.

Ebenfalls schlechtere Scoreergebnisse bei steigendem Arthrosegrad ermittelten Gerber et al. [20]. Insgesamt zeigte sich bei den Patienten ein Voranschreiten der Arthrose.

Eine Korrelation zwischen Arthrose und klinischem Gesamtergebnis konnten die Autoren jedoch nicht feststellen.

Die Ergebnisse unserer Studie zeigten, dass sich lediglich ein Patient gegenüber dem präoperativen Ausgangsbefund gebessert hatte. Bei 9 weiteren Patienten blieb der Status quo erhalten, d.h. das Entstehen oder auch Fortschreiten einer Omarthrose wurde nicht beobachtet.

24 der insgesamt 34 beurteilten Patienten zeigten eine Verschlechterung um mindestens einen Grad nach Samilson [36]. Dies wirkte sich entsprechend negativ auf die Funktion der Schulter aus.

Diese Zielsetzung, eine Entstehung bzw. Progredienz einer Omarthrose zu vermeiden, wurde in der Mehrzahl der Fälle weder in unserer Serie noch bei den anderen Autoren erreicht.

4.6 Latissimus-Transposition & Zentrierung des Humeruskopfes:

Eine weitere wichtige Zielsetzung der Operation war die Zentrierung des Humeruskopfes im Schultergelenk. Der Latissimus dorsi sollte eine kraniale Migration verhindern und somit als Depressor des Humeruskopfes fungieren.

Gerber [17, 20] konnte in seinen Studien nur einen als gering einzustufenden depressorischen Effekt feststellen. Er beschrieb negative Auswirkungen der cranialen Migration auf den klinischen Befund.

Ebenfalls über eine Wanderung des Humeruskopfes nach kranial berichteten Aoki et al. [1] bei 6 der 10 Patienten.

Bereits postoperativ einsetzend konnte in unserer Studie eine kraniale Migration beobachtet werden. Gelang allerdings die Aufrechterhaltung der Zentrierung im Schultergelenk, wirkte sich dies positiv, gemäß einer Stagnation oder auch Reduktion, auf das Fortschreiten einer Omarthrose aus.

Allerdings ließ die Position des Humeruskopfes im Gelenk nicht zwangsläufig einen Rückschluß auf das klinische Ergebnis zu.

So war in unserer Untersuchung festzustellen, dass die Patienten mit dezentrierten Verhältnissen durchschnittlich einen besseren Constant-Score erzielten.

Unter Berücksichtigung der in unserer Studie erhobenen Befunde ist festzustellen, dass eine depressorische Komponente des Musculus latissimus dorsi vorhanden ist, allerdings in begrenztem Maße. Einer kranialen Migration kann nicht generell entgegengewirkt werden.

Die Entstehung dezentrierter Verhältnisse bedingt jedoch nicht automatisch eine schlechte Funktion. Arthrotische Veränderungen werden allerdings begünstigt.

4.7 Einfluß der Muskelmorphologie auf das klinische Ergebnis:

Die Kernspintomographie ermöglichte es uns, Einblick in die Weichteilverhältnisse zu erhalten und Aussagen über die an der Schulterfunktion beteiligten Muskeln zu treffen.

17 der 36 beurteilten Patienten entwickelten nach der Muskeltransposition eine Hypertrophie des Latissimus.

Der Constant-Score zeigte bei dieser Gruppe die mit Abstand besten Resultate.

Ein signifikanter Zusammenhang zwischen Morphologie des Latissimus und klinischen Ergebnissen konnte statistisch nicht gesichert werden. Jedoch ließ sich eine Tendenz ableiten, dass ein dünn ausgeprägter Muskel auch zu einer schlechteren Schulterfunktion führte.

Dies deutet daraufhin, dass der Latissimus mit großer Wahrscheinlichkeit nicht nur einen Effekt im Sinne einer Tenodese darstellt, sondern wesentlichen Anteil an dem Funktionsgewinn der Schulter hat.

Für das klinische Ergebnis von zusätzlicher Bedeutung war der Zustand des M. subscapularis.

Einige Autoren [17, 20, 21, 27, 32] hatten beschrieben, dass sich ein defekter Subscapularis negativ auf die gesamte Funktion der Schulter auswirkte.

Gerber et al. [19] beschrieben die fettige Degeneration von Supraspinatus und Infraspinatus, die sich ebenfalls nach Latissimus-dorsi-Transposition weiter progredient zeigte ohne Hinweise auf eine Rückbildungstendenz.

Die Bedeutung intakter Verhältnisse des M. subscapularis für das klinische Ergebnis wurde auch anhand unserer Resultate ersichtlich.

In 3 Fällen mit einem an Punkten niedrigen Constant-Score war sowohl der Latissimus nur fraglich nachweisbar, als auch der M. subscapularis entsprechend Goutallier Grad 3 fettig degeneriert.

Die Patienten mit gutem klinischem Ergebnis verfügten über einen normal ausgebildeten Subscapularis, der keine bzw. geringgradige Zeichen einer fettigen Atrophie aufwies.

Betrachtete man diese Befunde und den Anteil fettig degenerierter Musculi supra- bzw. infraspinatus im Verhältnis zur Morphologie des Latissimus mit entsprechendem Score (siehe Tabelle 13), deutete dies daraufhin, dass sowohl eine nicht oder nur gering fettig degenerierte Muskulatur das Ergebnis positiv beeinflussten.

Diese Erkenntnisse unterstützen die Hypothese, dass bei einer geplanten Transposition des Latissimus dorsi intakte Verhältnisse des M. subscapularis vorliegen sollten, um eine erfolgreiche Operation zu gewährleisten. Die Atrophie und fettige Infiltration der Musculi supra- und infraspinatus lassen sich allerdings durch die Transposition nicht reduzieren.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass mit dem Latissimus dorsi – Transfer eine wirksame Behandlungsmöglichkeit irreparabler postero-superiorer Massendefekte der Rotatorenmanschette zur Verfügung steht.

Die hier ermittelten Ergebnisse zeigen, dass der Muskeltransfer nicht nur im Sinne einer Revision genutzt werden sollte, sondern vor allem ein sinnvolles Mittel der primären Therapie darstellt.

5. Zusammenfassung

Inhalt dieser Studie war die klinische Beurteilung von 40 Patienten mit irreparablen postero-superioren Rotatorenmanschettendefekten, die zwischen 1997 und 2003 eine Latissimus-dorsi-Transposition erhielten. Der Mindestabstand zur Nachuntersuchung betrug 24 Monate von 2003 bis 2005.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungsserie zeigten eine signifikante Verbesserung der Schulterfunktion und Schmerzsymptomatik ($p < 0,001$). Ausgehend von 21 Punkten (25%) präoperativ konnte durch die Operation ein Funktionsgewinn auf 61 Punkte (75%) erzielt werden. Die Kraft jedoch besserte sich nach Muskeltransposition nur geringfügig. Die Außenrotation wurde ausgehend von 0° auf nun 25° verbessert.

Basierend auf der Auswertung der Ergebnisse nach Primäroperation (24 Patienten) gegenüber Revision (16 Patienten) kamen wir zu der Überzeugung, dass die Latissimus-dorsi-Transposition ein geeignetes Verfahren zur primären Versorgung irreparabler Massendefekte der Rotatorenmanschette ist.

Die röntgenlogische Beurteilung des Humeruskopfes zeigte morphologische Veränderungen im Sinne einer Remodellierung. Vermutlich als Ausdruck der Funktionsfähigkeit des Latissimus dorsi war ein Höhenverlust des Tuberculum majus sowie eine Abflachung und Entrundung des Humeruskopfes zu beobachten. Der Entstehung bzw. Progredienz einer Arthrose der Schulter sowie kranialen Migration des Humeruskopfes konnte nicht entgegengewirkt werden.

Kernspintomographisch zeigte sich in 17 von 36 Schultern eine Hypertrophie des M. latissimus dorsi, welche neben einem Tenodeseeffekt für einen aktiven Beitrag zur Verbesserung der Funktion spricht. Eine Besserung der Atrophie und fettigen Infiltration der Muskulatur der Mm. supra- und infraspinatus wurde nicht beobachtet.

6. Literaturanhang

1. Aoki M., Okamura K., Fukushima S., Takahashi T., Ogino T.: Transfer of the Latissimus Dorsi for Irreparable Rotator-Cuff Tears. *J Bone Joint Surg [Br]* 78-B: 761-766, 1996.
2. Arntz C.T., Matsen F.A., Jackins S.: Surgical management of complex irreparable rotator cuff deficiency. *J Arthroplasty* 6 (4): 363-370, 1991.
3. Böhm D: Scores. *Orthopädie und Orthopädische Chirurgie*, Wirth CJ, Zichner L: 98 – 104. Thieme Verlag 2002.
4. Boehm T.D., Werner A., Kirschner S., Gohlke F.: Long-term results (5-13 years) after surgical local repair and deltoid muscle flap for massive rotator cuff tears. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 142: 228-234, 2004.
5. Celli L., Rovesta C., Marongiu M.C., Manzieri S.: Transplantation of teres major muscle for infraspinatus muscle in irreparable rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg* 7: 485-490, 1998.
6. Cleeman E., Hazrati Y., Shubin Stein K., Hausman M., Flatow E.L.: Latissimus dorsi tendon transfer for massive rotator cuff tears: A cadavaric study. *J Shoulder Elbow Surg* 12: 539-543, 2003.
7. Constant C.R.: Assessment of Shoulder Function. *Orthop.* 20: 289-294, 1991.
8. Constant C.R., M.B., B.CH., B.A.O., F.R.C.S.I., and Murley A.H.G., M.B., F.R.C.S.: A Clinical Method of Functional Assessment of the Shoulder. *Clin. Orthop.* 214: 160-164, 1987.
9. Degreeef I., Debeer P., Van Herck B., Van Den Eeden E., Peers K., De Smet L.: Treatment of irreparable rotator cuff tears by latissimus dorsi muscle transfer. *Acta Orthop Belg* 71: 667-671, 2005.
10. Dietz S.O., Habermeyer P., Magosch P.: Current concepts in treatment of rotator cuff tears. *Zentralbl Chir* 127: 194-202, 2002.

11. Duralde X.A., Bair B.: Massive rotator cuff tears: result of partial rotator cuff repair. *J Shoulder Elbow Surg* 14: 121-127, 2005.
12. Ellman H., Kay S.P., Wirth M.: Arthroscopic treatment of full-thickness rotator cuff tears: 2- to 7-year follow-up study. *Arthroscopy* 9: 195-200, 1993.
13. Funakoshi T., Majima T., Iwasaki N., Suenaga N., Sawaguchi N., Shimode K., Minami A., Harada K., Nishimura S.: Application of tissue engineering techniques for rotator cuff regeneration using a chitosan-based hyaluronan hybrid fiber scaffold. *Am J Sports Med* 33: 1193-1201, 2005.
14. Gartsman G.M.: Arthroscopic treatment of rotator cuff disease. *J Shoulder Elbow Surg* 4: 228-241, 1995.
15. Gartsman G.M.: Massive, irreparable tears of the rotator cuff. Results of operative debridement and subacromial decompression. *J Bone Joint Surg [Am]* 79: 715-721, 1997.
16. Gartsman G.M.: Arthroscopic management of rotator cuff disease. *J Am Acad Orthop Surg* 6: 259-266, 1998.
17. Gerber C.: Latissimus Dorsi Transfer for the Treatment of Irreparable Tears of the Rotator Cuff. *Clin Orthop Relat Res* 275: 152-160, Febr. 1992.
18. Gerber C.: Massive Rotator Cuff Tears. Lippincott Williams & Wilkins: Disorders of the Shoulder: Diagnosis and Management. 57-92, 1999.
19. Gerber C., Fuchs B., Hodler J.: The Results of Repair of Massive Tears of the Rotator Cuff. *J Bone Joint Surg [Am]* 82: 505-115, 2000.
20. Gerber C., Maquieira G., Espinosa N.: Latissimus Dorsi Transfer for the Treatment of Irreparable Rotator Cuff Tears. *J Bone Joint Surg [Am]* 88: 113-120, 2006.
21. Gerber C., Vinh T.S., Hertel R. and Hess C.W.: Latissimus Dorsi Transfer for the Treatment of Massive Tears of the Rotator Cuff. A Preliminary Report. *Clin. Orthop.* 232: 51-61, 1988.

22. Goutallier D., Postel J-M., Berageau J., Lavau L., Voisin M-C.: Fatty Muscle Degeneration in Cuff Ruptures. Pre- and Postoperative Evaluation by CT Scan. Clin. Orthop. 304: 78-83, 1994.
23. Habermeyer P., Magosch P., Rudolph T., Lichtenberg S., Liem D.: Transfer of the tendon of latissimus dorsi for the treatment of massive tears of the rotator cuff. A new single-incision technique. J Bone Joint Surg [Br] 88: 208-212, 2006.
24. Hedtmann A, Fett H: Erkrankungen der Rotatorenmanschette. Orthopädie und Orthopädische Chirurgie, Wirth CJ, Zichner L: 246 – 285, Thieme Verlag 2002.
25. Iannotti JP, Codsì MJ, Kwon YW, Derwin K, Ciccone J, Brems JJ: Porcine small intestine submucosa augmentation of surgical repair of chronic two-tendon rotator cuff tears. A randomized, controlled trial. J Bone Joint Surg [Am] 88: 1238-1244, 2006.
26. Iannotti JP., Hennigan S., Herzog R., Kella S., Kelley M., Leggin B., Williams GR.: Latissimus Dorsi Tendon Transfer for Irreparable Posterosuperior Rotator Cuff Tears. Factors Affecting Outcome. J Bone Joint Surg [Am] 88: 342-348, 2006.
27. Irlenbusch U., Bendsdorf M., Gansen H.-K., Lorenz U.: Latissimus-dorsi-Plastik zur Versorgung irreparabler Rotatorenmanschettenmassendefekte. Z Orthop 141: 650-656, 2003.
28. Laudicina L., D'Ambrosia R.: Management of irreparable rotator cuff tears and glenohumeral arthritis. Orthopedics 28: 382-388, 2005.
29. Mack Aldrige J., Atkinson TS., Mallon WJ.: Combined pectoralis major and latissimus dorsi tendon transfer for massive rotator cuff deficiency. J Shoulder Elbow Surg 13: 621-629, 2004.
30. Malkani A.L., Sundine M.J., Tillett E.D., Baker D.L., Rogers R.A., Morton T.A.: Transfer of the long head of the triceps tendon for irreparable rotator cuff tears. Clin Orthop Relat Res 428: 228-236, 2004.
31. Milgrom C., Schaffler M., van Holsbeeck M.: Rotator-cuff changes in asymptomatic adults. J Bone Joint Surg [Br] 77: 296-298, 1995.

32. Miniaci A., Macleod M.: Transfer of the Latissimus Dorsi Muscle After Failed Repair of a Massive Tear of the Rotator Cuff. A two to five-year Review. *J Bone Joint Surg [Am]* 81: 1120-1127, 1999.
33. Moore D.R., Cain E.L., Schwartz M.L., Clancy W.G.: Allograft reconstruction for massive, irreparable rotator cuff tears. *Am J Sports Med* 34: 392-396, 2006.
34. Mur N., O'Driscoll S.W., Zobitz M.E., Heers G., An K.N.: Biomechanical effect of patch graft for large rotator cuff tears: a cadaver study. *Clin Orthop Relat Res* 415: 131-138, 2003.
35. Rockwood C.A., Williams G.R., Burkhead W.Z.: Debridement of degenerative, irreparable lesions of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg [Am]* 77: 857-866, 1995.
36. Samilson R.L., Prieto V.: Dislocation arthropathy of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am.* 65: 456-460, 1983.
37. Sclamberg SG, Tibone JE, Itamura JM, Kasraeian S: Six-month magnetic resonance imaging follow-up of large and massive rotator cuff repairs reinforced with porcine small intestinal submucosa. *J Shoulder Elbow Surg* 13: 538-541, 2004.
38. Terry G.C., Chopp T.M.: Functional Anatomy of the Shoulder. *J Athletic Training* 35: 248-255, 2000.
39. Thomann S.R., Dumont C.E., Gerber C.: Die Verpflanzung des Musculus latissimus dorsi bei Ruptur der Rotatorenmanschette. *Operat Orthop Traumatol* 3: 159-169, 2001.
40. Warner J.J.P., Parsons M.: Latissimus dorsi tendon transfer: A comparative analysis of primary and salvage reconstruction of massive, irreparable rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg* 10: 514-521, 2001.

Danksagung

Nachdem das Werk nun vollendet ist, möchte ich mich bei allen bedanken, die mir mit Rat und Tat zur Seite standen:

Mein herzlichster Dank gilt Herrn Prof. Dr. med. Frank Gohlke, der als Doktorvater nicht nur sehr viel Geduld aufgebracht hat, sondern dank seiner Umsetzung und Anwendung dieses Operationsverfahren und unsere Studie erst ermöglichte.

Mein herzlichster Dank gilt meinem Betreuer, Herrn Priv.-Doz. Dr. med. Dirk Böhm, der mir immer mit Rat und Unterstützung zur Seite stand und ein tragender Pfeiler in der Entstehung dieser Promotionsarbeit war.

Mein herzlichster Dank gilt Herrn Priv.-Doz. Dr. med. Werner Kenn, der die radiologische Seite der Arbeit betreute und mir Einblicke in die Welt der Kernspintomographie vermittelte.

Abschließend geht ein großes Dankeschön an meine Eltern, die mich emotional über den gesamten Entstehungszeitraum hinweg unterstützen und mir diesen beruflichen Werdegang erst ermöglichten. Meinem Lebensgefährten Herrn Dr. med. Markus Forster danke ich für seine Ideen und Ansichten zu unserer Studie, die mir andere Blickwinkel eröffnet haben.

Curriculum vitae

Persönliche Daten

Anja Pauli
geb. am 08.01.1981 in Bad Harzburg
ledig

Schulbildung in Schwäbisch Hall

1987 – 1991

1991 – 1997

1997 – 2000

Grundschule
Realschule Schenkensee
Ernährungswissenschaftliches
Gymnasium

Studium

10/ 2000 – 11/ 2006

Studium der Humanmedizin an der
Bayrischen Julius-Maximilians-
Universität Würzburg

Beruf

Seit 01.01.2007

Assistenzärztin für Neurochirurgie an
der Universitätsklinik Tübingen

Anja Pauli