

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik

der Universität Würzburg

Direktor: Professor Dr. med. J. Eulert

**Ergebnisse des Oberflächenersatzes nach Copeland bei jungen Patienten
mit Omarthrosen unterschiedlicher Genese**

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der

Medizinischen Fakultät

der

Bayerischen Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg

vorgelegt von

Sandra Jahn

aus Mainz

Würzburg, Februar 2008

Referent: Prof. Dr. med. F. Gohlke

Koreferent: Prof. Dr. med. J. Eulert

Dekan: Prof. Dr. med. M. Frosch

Tag der mündlichen Prüfung:

18.06.2008

Die Promovendin ist Ärztin

Inhaltsverzeichnis

Seite:

A. <u>Einleitung</u>	1
1. Historische Entwicklung der Schulterendoprothetik	1
2. Indikationsabhängige Wahl des Prothesenmodells der heutigen Schulterendoprothetik	3
3. Komplikationen der Schulterendoprothesen	4
4. Lösungsansatz	5
5. Entwicklung und Design der Copeland-Prothese	6
6. Fragestellung	8
B. <u>Material und Methoden</u>	9
1. Studiendesign	9
2. Patientenkollektiv	9
3. Standarddiagnostik	12
3.1 Präoperative Diagnostik	12
3.2 Datenerhebung	15
3.3 Zielvariablen	18
3.3.1 Constant Score	18
3.3.2 Metrische Analyse	19
4. Datenverarbeitung	24
5. Statistische Auswertung	24
6. Therapie	25
6.1 Operationstechnik	25
6.1.1 Präoperative Planung	25
6.1.2 Position und Narkose	26
6.1.3 Vorgehen	26
6.2 Nachbehandlung	28

C. <u>Ergebnisse</u>	29
1. Gesamtkollektiv	29
1.1 Constant Score, altersadaptierter Score und kraftadaptierter Score	29
1.2 Untergruppen des Constant Score	30
1.3 Beweglichkeit	32
1.4 Subjektive Parameter	33
1.5 Komplikationen und Revisionen	35
1.6 Glenoiderosionen	37
2. Ergebnisse nach einzelnen Diagnosen	37
2.1 Einzeldaten nach Subgruppen	38
3. Ergebnisse nach Lage des Implantats	42
3.1 Offset	42
3.1.1 Constant Score, altersadaptierter Score und kraftadaptierter Score	44
3.1.2 Unterfaktoren des Constant Scores	45
3.1.3 Beweglichkeit	47
3.1.4 Varianzanalyse	47
3.2 Größenbestimmung	49
3.3 Inklination	50
D. <u>Diskussion</u>	53
1. Gesamtergebnisse	53
2. Subgruppen	55
3. Vergleich mit Totalendoprothese	56
3.1 Anatomische Schultertotalendoprothese	56
3.2 Inverse Prothese nach Grammont	57
4. Vergleich mit anderen Hemiprothesen	59
5. Warum Oberflächenersatz?	60
6. Komplikationen	63
7. Bedeutung von Offset, Overstuffing und Inklination	65

E. <u>Zusammenfassung</u>	66
F. <u>Anhang</u>	68
G. <u>Literaturverzeichnis</u>	69

Danksagung

Lebenslauf

Abkürzungsverzeichnis

ACS:	Alters- und geschlechtsadaptierter Constant-Score
AVN:	Avaskuläre Humeruskopfnekrose
CS:	Constant-Score
CSRA:	Cementless Surface Replacement Arthroplasty
HEP:	Hemiendoprothese
TEP:	Totalendoprothese

A. Einleitung

1. Historische Entwicklung der Schulterendoprothetik

Während der letzten Jahre gewann der endoprothetische Ersatz des Schultergelenks zunehmend an Bedeutung. Im Gegensatz zur Alloarthroplastik des Hüft- oder Kniegelenks, die bereits seit Jahrzehnten etabliert ist, ist die Schulterendoprothetik seltener, wobei in den letzten Jahren eine überproportional steigende Tendenz zu verzeichnen ist [2, 25].

Unter den menschlichen Gelenken hat das Schultergelenk Besonderheiten in der Komplexität des Aufbaus und der Mechanik, da es beständig dem Ausgleich der Anforderungen an Stabilität und Beweglichkeit genügen muss. Es setzt sich funktionell aus folgenden Gelenken zusammen, welche in ihrer Gemeinsamkeit die Funktion einer Gelenkkette bilden: neben dem Glenohumeralgelenk, auf welches hier im besonderen eingegangen wird, zählen hierzu das Akromioklavikulargelenk, das Sternoklavikulargelenk und die skapulothorakale Gleitschicht [9]. Das Glenohumeralgelenk ist kein formschlüssiges, sondern ein kraftschlüssiges Gelenk, was für die Endoprothetik eine weitgreifende Rolle spielt. Einige weitere Besonderheiten müssen bei der Implantation einer Endoprothese berücksichtigt werden. Anatomisch gesehen ist der Humeruskopf in der Frontalebene gegenüber der Schaftachse um circa 130-150° geneigt [23, 26]. Der Winkel zwischen Kopf und Schaft in der Koronarebene wird als Inklinationswinkel bezeichnet [22]. Der Mittelpunkt des Humeruskopfes liegt hierbei nicht auf einer Geraden mit der zentralen Längsachse des Humerusschaftes, sondern ist etwa 7mm nach medial und in der axialen Ebene um etwa 2mm nach dorsal versetzt, was als humeraler Offset bezeichnet wird [22, 23, 26].

Aus heutiger Sicht unterteilt man die Standardschaftprothesen der Schulter in vier Generationen. Die erste dokumentierte Implantation einer Schultergelenkendoprothese erfolgte 1893 bei einem Patienten mit fortgeschrittener Skeletttuberkulose durch J. E. Pean in Paris als Ersatz eines deformierten proximalen Humerus. Aufgrund einer persistierenden Infektion musste diese jedoch zwei Jahre später entfernt werden [47]. Auch weitere

Versuche blieben aufgrund mangelnder Asepsis und ungeeigneter Biomaterialien ohne langfristigen Erfolg.

Zur 1. Generation rechnet man Monoblockendoprothesen, bei welchen der Kopf dem Schaft fest aufsitzt. Als führendes Beispiel soll hier die Standard-Neer-Prothese genannt werden. Mit dieser Art von Prothese ist keine komplette Replikation der individuellen Kalottenanatomie zu erreichen [22].

Ende der 80er Jahre wurde die 2. Generation der Schulterprothesen eingeführt, die die Möglichkeit der Auswahl von verschiedenen dimensionierten modularen Kopf- und Schaftgrößen bietet [22, 23, 25, 31]. Das modulare Konzept bietet bei der Implantation und der Revision die Möglichkeit einer der Weichteilsituation angepassten Kalottenauswahl unter besonderer Berücksichtigung des lateralen humeralen Offset [22]. Aufgrund der Komplexität des knöchernen Aufbaus des Schultergelenks und der hieraus folgenden großen Individualität der Patienten, konnte mit diesen Endoprothesen kein zufriedenstellendes Ergebnis erzielt werden.

Die von Walch und Boileau [4, 46] konzeptionierte 3. Generation von Humeruskopfprothesen bietet zusätzlich die Möglichkeit, den individuellen Inklinationswinkel zu rekonstruieren [22].

Die 4. Generation der Schulterprothesen ermöglicht eine stufenfreie Modularität um drei Achsen im Sinne einer dreidimensionalen Verstellbarkeit. Als weitere Möglichkeit der Rekonstruktion der Anatomie wird die starre Verbindung zwischen Prothesenschaft und Kalotte mit einer Drehmöglichkeit im Kopf-Hals-Bereich freigegeben [22].

Im Vergleich zu diesen Stielendoprothesen divergiert das Konzept des Oberflächenersatzes, der bereits in den 70er und 80er Jahren in der Hüftendoprothetik verbreitet war. Heute gebräuchliche Modelle, zu welchen unter anderem auch der Copeland-Oberflächenersatz zählt, werden zementiert oder unzementiert eingesetzt und ersetzen nur die gleitende Gelenkoberfläche [13, 23]. Das Augenmerk liegt hierbei auf dem minimalen Knochenverlust und der Wiederherstellung der Anatomie.

2. Indikationsabhängige Wahl des Prothesenmodells der heutigen Schulterendoprothetik

Als kraftschlüssiges Gelenk werden Funktion und Stabilität des Schultergelenks größtenteils von Weichteilstrukturen bestimmt. Abhängig vom knöchernen und muskulären Destruktionszustand des Schultergelenks stehen heute unterschiedliche Prothesenmodelle zur Verfügung. Entsprechend der verschiedenen Konstruktionsprinzipien sind heute zwei Arten von Schulterprothesen führend. Es handelt sich hierbei um die anatomische Schultertotalendoprothese und um die inverse Prothese, wie beispielsweise die Prothese nach Grammont.

Mit der anatomische Totalendoprothese versucht man die ursprüngliche Anatomie des Schultergelenks möglichst wieder herzustellen, indem Humeruskopf und auch Glenoid künstlich ersetzt werden. Hierbei müssen die gegebenen anatomischen Faktoren, die die ausgewogene Balance zwischen Stabilität und Mobilität des Schultergelenks aufrecht halten, berücksichtigt werden. Aus den physiologischen Gegebenheiten des Schultergelenks ergibt sich das Indikationspektrum für eine anatomische Totalendoprothese bei Patienten mit einer suffizienten Rotatorenmanschette und zentrierten Gelenken. Bei insuffizienter Rotatorenmanschette haben diese anatomischen Prothesen versagt [6, 39].

Im Gegensatz hierzu ist die inverse Prothese besonders für Patienten mit insuffizienter Rotatorenmanschette geeignet. Es handelt sich hierbei um Prothesen mit inversen Artikulationsverhältnissen, bei welchen gelenkseitig ein Kugelkopf und humerusseitig eine Kugelpfanne implantiert werden [23, 29]. Durch diese Inversion entsteht ein fester Drehpunkt, der gleichzeitig nach medial und kaudal verschoben wird. Durch die verbesserte Vorspannung und den Hebelarm des Deltamuskels bleibt die Abduktion des Armes auch bei insuffizienter Rotatorenmanschette erhalten. Ferner dient der M. deltoideus zur Stabilisierung des Implantats [29].



Abbildung A1: Inverse Prothese nach Grammont [6]

3. Komplikationen der Schulterendoprothesen

Diese bestehen hauptsächlich in Infektionen, Lockerungen der Komponenten, sekundäres Rotatorenmanschettenversagen und Instabilität, welche Revisionen notwendig werden lassen können [11, 23, 30, 37].

Bei der aseptischen Lockerung der Komponenten ist hierbei in der Mehrzahl der Fälle die glenoidale Komponente betroffen [1, 24, 36, 37]. Nach wie vor ein ungelöstes Problem ist die hohe Rate an radiologischen Lysesäumen, die vor allem am Glenoid schon nach wenigen Jahren an 100% reicht [11, 23, 24]. Allerdings herrscht eine große Diskrepanz zwischen den klinisch symptomatischen Lockerungen (circa 16%) und der Rate an röntgenologischen Saumbildungen von 26-100% [24].

Wechseloperationen an gelockerten Pfannen sind problematisch, da in der Regel nur noch wenig Knochensubstanz zur Verfügung steht, so dass eine Verankerung einer Revisionsglenoidkomponente häufig nicht möglich ist [15, 24]. Dies hat entweder einen zweizeitigen knöchernen Aufbau des Glenoids mit autologem Knochen oder erhebliche funktionelle Einbußen zur Folge.

Hiervon sind im Besonderen junge und aktive Patienten betroffen, da sich bei diesem Patientenpool öfter Probleme mit Lockerung der Glenoidkomponente

zeigen. Ebenso trägt hierzu die Lebensdauer der Komponente bei. Bei jungen Patienten ist die Wahrscheinlichkeit eines Prothesenwechsels aufgrund der begrenzten Lebensdauer einer Endoprothese wesentlich höher als bei älteren Patienten [8, 16, 30].

4. Lösungsansatz

Einen wesentlichen Vorteil in Bezug auf die oben erwähnte Problematik der mangelnden Rückzugsmöglichkeiten bei der Totalendoprothetik der Schulter bieten die Kappenarthroplastiken. Zu diesen zählt die in dieser Studie untersuchte Copeland-Prothese. Sie stellt einen Oberflächenersatz für den Humeruskopf dar, der in der Mehrzahl der Fälle als Hemiarthroplastik verwendet wird, aber auch mit Glenoidimplantat als Totalendoprothese der Schulter verwendet werden kann [13].

Das Konzept eines Oberflächenersatzes am Humeruskopf beruht auf dem Ersatz von zerstörten Gelenkoberflächen des Glenohumeralgelenks und der Rekonstruktion der normalen Anatomie ohne Markraumeröffnung und mit nur minimalem Knochenverlust [13, 14, 15, 19, 33].

Der Erfolg einer Prothesenimplantation hängt davon ab, inwieweit die ursprüngliche Anatomie der Schulter wieder herzustellen ist. Dies bedeutet, dass die morphologischen Gegebenheiten des Schultergelenkes berücksichtigt werden müssen. Hierzu gehören vor allem der posteriore Offset, also der mediale und dorsale Versatz von Humeruskopf zu Schaftachse [15, 26, 33]. Im Weiteren müssen individuelle Abweichungen in Retrotorsion des Humerus, der Inklinationswinkel des Humeruskopfes und die individuelle Größe der Prothese im Bezug zum Humeruskopf berücksichtigt werden.

Der wesentliche Vorteil bei Kappenarthroplastiken ist darin zu sehen, dass gerade bei jüngeren Patienten nach langen Standzeiten eine einfache Rückzugsmöglichkeit gegeben ist [22]. Im Falle einer Prothesenlockerung, welche zu einer der häufigsten Komplikationen in der Schulterendoprothetik zählt, entsteht bei Entfernung der Kappe nur ein geringgradiger metaphysärer Knochendefekt, der eine Implantation einer Standard-Stielprothese erlaubt [13]. Dies ermöglicht den vergleichsweise einfachen Prothesenwechsel besonders

bei jüngeren Patienten oder bei notwendigen Revisionen im Falle möglicher Komplikationen [15]. Ein weiterer Vorteil der Kappenarthroplastik ist, dass sie nur die gleitende Oberfläche ersetzen [23]. Durch die Orientierung an anatomischen Landmarken sollte sich das Offset automatisch einstellen und die Inklination durch die anatomische Halsachse vorgeben sein [13, 15, 19, 33]. Da diese Kappenarthroplastiken, wie auch die Copeland-Prothese in dieser Studie, meist als Hemiarthroplastik eingesetzt wird, tritt hier das Problem der Glenoidlockerung nicht auf. Somit sollte im Revisionsfall die Knochensubstanz am Glenoid in der Regel erhalten sein, so dass eine primäre Verankerung einer Glenoidkomponente möglich ist.

5. Entwicklung und Design der Copeland-Prothese

Die erste Kappenprothese wurde wahrscheinlich von Zippel (1972) in Deutschland implantiert. Dessen Design ähnelte der späteren Mark-1 Prothese von Copeland, die Anfang der 80er Jahre auf den Markt kam. Diese wurden noch mit einer Schraube, von der lateralen Seite des proximalen Humerus aus, und einer Druckscheibe fixiert [15, 33].



Abbildung A2: Cementless surface replacement arthroplasty (CSRA) Mark-1 Prothese [15]

Dieses Prinzip hat man aber schnell wieder verlassen, da die Unnötigkeit des Verschraubens erkannt wurde [15, 33]. Im Jahre 1990 wurde die Mark-2 Prothese eingeführt, welche nur noch mit einem Stift im Knochen verankert wurde [32, 33].

Heute ist auf dem Markt u.a. die Copeland Mark-3 Prothese erhältlich. Diese ist zusätzlich mit einer Hydroxyapatit-Beschichtung versehen [32, 33].

Die Humeruskopfprothese besteht aus einer Kobalt-Chrom-Molybdän-Legierung, der Metallträger der Glenoidimplantate aus einer Kobalt-Chrom-Molybdänlegierung mit einem Polyethyleninlay [13].



Abbildung A3: CSRA Mark 3 Prothese [13]



Abbildung A4: postoperatives Röntgen mit Copeland-Prothese

Die Verankerung des Copeland-Systems ist zementfrei. Die Implantate werden mit einem zentralen zylindrischen Konus-Press-Fit im Knochen verankert. Die Implantate der Copeland Mark-3 Prothese sind auf ihren Kontaktflächen mit einer Hydroxylapatit-Beschichtung versehen [13].

Durch Einführung mehrerer Zwischengrößen stehen heute sechs verschiedene Größen an Humeruskopfimplantaten, von klein bis extragroß, zur Verfügung. Dabei sind die Krümmungsradii der Prothesenköpfe bei vier Größen gleich, die Kalottenhöhen jedoch variieren und decken somit unterschiedliche anatomische Größen und Offsets ab. Die Glenoidimplantate verfügen alle über denselben Krümmungsradius der Gelenkoberfläche, passend zu den Radii der Humeruskopfimplantate, sind aber zwischenzeitlich wegen einer Reihe von Komplikationen und schlechteren Ergebnissen wieder verlassen worden [13].

Zu den Indikationen für einen Oberflächenersatz zählen primäre Omarthrose, rheumatoide Arthritis, Instabilitärsarthropathie, posttraumatische Arthrose, avaskuläre Humeruskopfnekrose und Defektarthropathie bei fehlender Pseudoparalyse [13].

6. Fragestellung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, festzustellen, unter welchen Voraussetzungen die Implantation eines Oberflächenersatzes nach Copeland erfolgreiche Ergebnisse liefert. Hieraus soll erschlossen werden wann die Prothese als empfehlenswert beurteilt werden kann. Als primärer Endpunkt der Ergebnisqualität dient dabei der Constant-Score, der eine konsistente und reliable Quantifizierung derselben ermöglicht. Hierdurch können die präoperativen Gegebenheiten und der postoperative, radiologische Prothesensitz (humorales Offset, Overstuffing und Inklination) als wichtigste Einflussgrößen auf das klinische Outcome untersucht und beurteilt werden.

Die Analyse der Röntgenbefunde soll zudem der Frage nachgehen, ob durch die Verwendung eines Oberflächenersatzes tatsächlich die ursprüngliche Anatomie, wie von Copeland propagiert, rekonstruiert werden kann.

B. Material und Methoden

1. Studiendesign

32 Patienten wurden in diese offene, retrospektive, monozentrische Studie eingeschlossen. Einschlusskriterium war der Oberflächenersatz des Humeruskopfes nach Copeland. Es wurden Patienten aller Indikationen mit eingeschlossen. Somit wurden alle Patienten, die im Zeitraum von September 1999 bis März 2004 im König-Ludwig-Haus endoprothetisch mit einem Oberflächenersatz des Humeruskopfes versorgt wurden, berücksichtigt. Alle eingeschlossenen Patienten wurden über die Studie detailliert aufgeklärt. Alle Patienten willigten in die Studie ein. Einziges Ausschlusskriterium bestand in einer fehlenden Einwilligung. 29 Patienten standen zur Nachuntersuchung zur Verfügung. Zwei Patienten waren auch nach Einschalten des Einwohnermeldeamtes nicht erreichbar, ein Patient erschien auch nach mehrmaliger Aufforderung nicht zur Nachuntersuchung.

2. Patientenkollektiv

Insgesamt wurden 29 Schultern nachuntersucht, wobei hiervon 12 männliche und 17 weibliche Patienten waren. Hierbei handelt es sich bei allen Patienten um die endoprothetische Versorgung des Humeruskopfes mit einem Oberflächenersatz nach Copeland, es wurde somit in keinem Fall eine Glenoidkomponente implantiert. Das Lebensalter zum Zeitpunkt der Operation erstreckte sich von 22 Jahren bis 72 Jahren und lag im Durchschnitt bei 49,8 Jahren, wobei zwei Gipfel bei circa 38 Jahren und bei circa 54 Jahren zu erkennen sind.

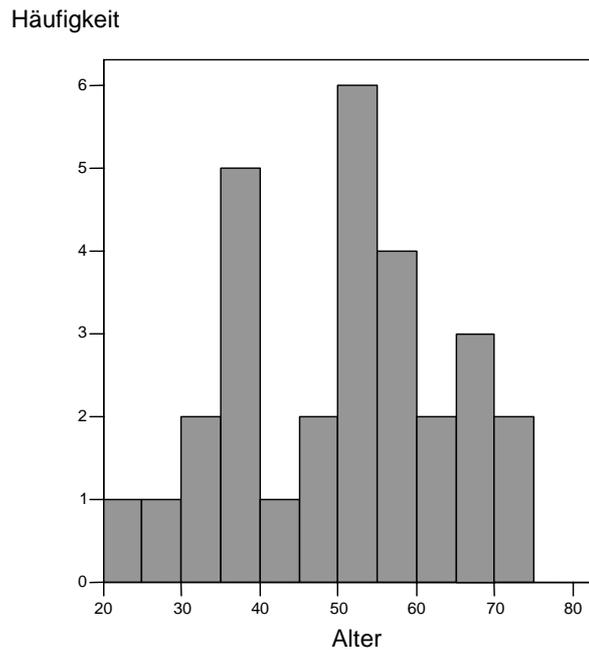


Diagramm B1: Altersverteilung zum Zeitpunkt der Operation (in absoluten Werten)

Die Untersuchungen fanden im Rahmen der klinischen Kontrolle im Durchschnitt 15,7 Monate nach der Operation statt. Insgesamt erstreckte sich der Nachuntersuchungszeitraum von 6 Monaten bis zu 47 Monaten. Zwölf der 29 Patienten (41,4 Prozent) waren an der betroffenen Schulter bereits voroperiert. Bei acht Patienten wurden an der Schulter Stabilisierungsoperationen, unter anderem nach Bankart, Eden-Hybinette und Putti-Platt, durchgeführt. Eine Patientin war wegen eines Impingement-Syndroms schon einmal an der Schulter operiert. Bei zwei Patienten war eine Glenoidverschraubung durchgeführt worden, und bei einem eine Knochen-Knorpel-Transplantation wegen hochgradiger Knorpelschäden.

Die unterschiedlichen Diagnosen, die zu einer endoprothetischen Versorgung führten, sind im Detail in Tabelle B1 aufgelistet und waren in der Mehrzahl der Fälle Omarthrosen und Instabilitätsarthropathien.

Pat.	Alter	Geschlecht	Seite	dominant	Diagnose
1	34	m	L	nein	AVN
2	53	m	L	nein	Omarthrose bei Fehlbildung Schulter
3	66	m	R	ja	Defektarthropathie
4	62	f	R	ja	Sek. Omarthrose bei Chondromatose
5	35	m	R	nein	Posttraumatische Omarthrose
6	57	m	R	beidhändig	Defektarthropathie
7	56	m	R	ja	Posttraumatische Omarthrose
8	41	m	L	nein	AVN
9	38	m	L	nein	AVN
10	64	m	R	ja	Instabilität
11	74	f	R	ja	Posttraumatische Omarthrose
12	54	f	L	nein	Omarthrose bei Chondromatose
13	32	f	L	nein	Omarthrose bei rheumatoider Arthritis
14	49	m	R	nein	Primäre Omarthrose
15	72	m	L	nein	Posttraumatische Omarthrose
16	22	f	R	beidhändig	Instabilitätsarthropathie
17	26	f	L	beidhändig	Instabilitätsarthropathie
18	52	m	R	ja	Sekundäre Omarthrose (Epilepsie)
19	58	m	L	nein	Posttraumatische Omarthrose
20	35	m	R	ja	Posttraumatische Omarthrose
21	50	m	L	nein	Primäre Omarthrose
22	38	m	L	nein	Instabilitätsarthropathie
23	47	f	R	ja	Posttraumatische Omarthrose
24	38	m	L	nein	Omarthrose bei Chondromatose
25	58	f	R	ja	Omarthrose bei Chondromatose
26	50	f	R	beidhändig	Omarthrose bei Erbscher-Lähmung
27	51	f	R	ja	Instabilitätsarthropathie
28	67	f	R	ja	Primäre Omarthrose
29	65	f	L	nein	Instabilitätsarthropathie

Tabelle B1: Übersicht Patientenkollektiv

Es wurden zwischen den Diagnosen primäre Omarthrose, Defektarthropathie, avaskuläre Humeruskopfnekrose, Instabilitätsarthropathie und posttraumatische Omarthrose unterschieden und diese getrennt betrachtet, weitere Diagnosen wurden als „andere sekundäre Omarthrosen“ zusammengefasst.

Im Weiteren wurde bei den Untersuchungen die Händigkeit des Patienten berücksichtigt, also ob die führende oder nicht führende Seite betroffen war. Insgesamt war bei 11 Patienten die dominante Seite betroffen, bei 14 die nicht-dominante Seite und 4 Patienten gaben an, beidhändig zu sein. Hierbei ist der dominante Arm nicht signifikant häufiger als der nicht-dominanten Arm betroffen. Der nicht signifikante Unterschied kann aber auch der Ausdruck der kleinen Stichprobe und somit der geringen Teststärke, der Power, sein. Folgende Tabelle gibt eine kurze Übersicht über das Patientenkollektiv.

	Durchschnitt	Standardabweichung
Alter [Jahre]	49,8	13,8
Geschlecht (m:w)	12:17	
Dominante Seite	38%	

Tabelle B2: Übersicht Patientenkollektiv

3. Standarddiagnostik

3.1 Präoperative Diagnostik

Zur Unterteilung in unterschiedliche Subgruppen wurden die Patienten unter verschiedenen Gesichtspunkten betrachtet. Hierzu gehörte neben der klinischen und anamnestischen Untersuchung eine Röntgenaufnahme der Schulter in drei Ebenen und eine sonographische Untersuchung. Mit diesen bildgebenden Maßnahmen wurde der Status der Rotatorenmanschette und bestehende Dislokationen dargestellt und vermerkt. Zusätzlich wurden bei 28% der Patienten MRT-Aufnahmen der betroffenen Schulter zur weiteren Beurteilung der Muskulatur und des Weichgewebes durchgeführt.

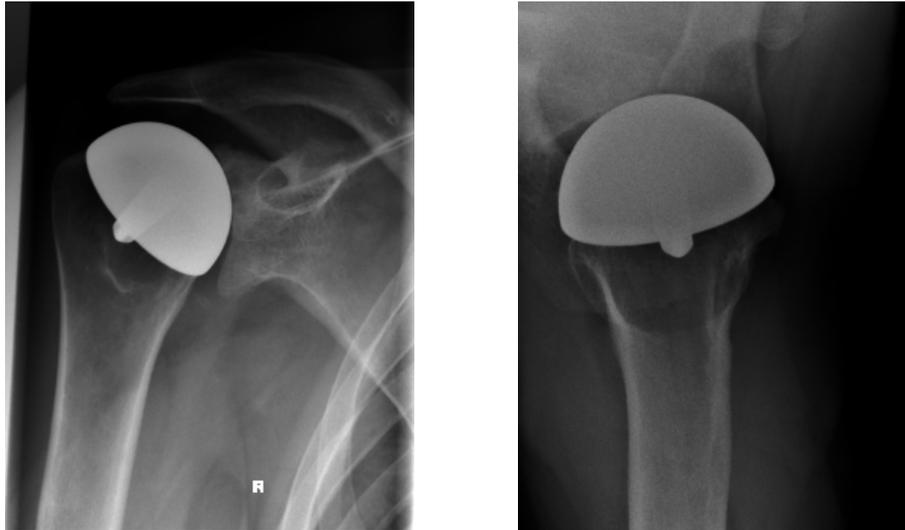


Abbildung B1: Röntgenaufnahme Schulter ap und axial

Hiernach wurden folgende ätiologische Gruppen gebildet:

Primäre Omarthrose: Hier handelt es sich um eine degenerative Erkrankung, der ein Missverhältnis zwischen Belastung und Belastungsfähigkeit des Gelenks zugrunde liegt und keine weitere Ursache für die Erkrankung erkennen lässt [23, 31].

Defektarthropathie: Die Defektarthropathie entsteht aufgrund eines Massendefektes der stabilisierenden Rotatorenmanschette. Dabei kommt es zu einem Höherentreten des Humeruskopfes und es bildet sich ein neuer kranialisierter Drehpunkt aus, wodurch es sekundär zur Arthrose des Gelenks kommt. Durch den kranial dezentrierten Kopf wird auch eine künstliche Pfanne exzentrisch belastet [23, 31]. Hierdurch wird eine frühzeitige Lockerung begünstigt, so dass sich die dauerhafte Fixierung einer Totalendoprothese schwierig gestaltet. Bei dezentrierten Gelenken ist folglich in der Regel oft eine Hemiprothese mit alleinigem Ersatz des Humeruskopfes vorzuziehen [23].

Avaskuläre Humeruskopfnekrose: Hier kommt es zu einem Untergang von Knochengewebe infolge einer Störung der Blutzirkulation. Für idiopathische avaskuläre Humeruskopfnekrosen sind wahrscheinlich lokale Ischämien aufgrund von Gefäßverschlüssen ursächlich [31]. Als Hauptursache für sekundäre Humeruskopfnekrosen sind posttraumatische Zustandsbilder zu nennen. Hier entsteht eine Störung der Blutversorgung z.B. durch Zerreißen von Blutgefäßen. Prädisponierend ist hierfür die sogenannte 4-Fragment-

Fraktur des Humerus. Da oft die Gelenkfläche des Glenoids noch weitgehend intakt ist, kann auch hier die alleinige Implantation einer Hemiprothese indiziert sein.

Instabilitätsarthropathie: Es handelt sich hierbei um eine Sekundärarthrose bei glenohumeraler Instabilität. Sie kann auch als Langzeitkomplikation nach operativen Eingriffen auftreten [23]. Das Auftreten einer sekundären Omarthrose nach vorangegangener Stabilisierungsoperation, wie sie hier bei einigen Patienten vorkam, wird entweder als Folge eines sogenannten "Hardware-Konfliktes" (gewanderte oder in das Gelenk interponierte Schrauben, Fadenanker oder andere Implantate) oder als Spätfolge von Anatomie verändernden Eingriffen angesehen. Bei dem endoprothetischen Ersatz bei Patienten mit dieser Indikation ist zu beachten, dass es sich hierbei meist um jüngere und aktivere Patienten handelt, bei denen die Überlebensdauer des Implantats und der eventuell folgende Implantataustausch von großer Bedeutung sind [21].

Posttraumatische Omarthrose: Diese Gruppe gehört ebenfalls zu den sekundären Omarthrosen. Bei diesem Patientenkollektiv handelt es sich in der Mehrzahl ebenfalls um jüngere und aktivere Patienten, deshalb muss auch hier die Lebensdauer des Implantats und der mögliche Implantatwechsel beachtet werden. Auch zählen hierzu Gelenkflächenfrakturen ohne anatomische Reposition und Retention, welche nach Jahren zur Omarthrose führen. Hat sich hieraus eine avaskuläre Humeruskopfnekrose entwickelt, so wurde diese unter avaskulären Humeruskopfnekrosen eingeteilt. In vielen Fällen handelt es sich um Patienten, die sich zuvor schon einem operativen Eingriff an der betroffenen Schulter unterzogen haben und sich die Omarthrose als Spätfolge des Traumas entwickelt hat [22].

Andere sekundäre Omarthrosen: Diese Gruppe setzt sich aus Patienten mit verschiedenen Indikationen aus dem Bereich der sekundären Omarthrosen zusammen, beispielsweise neurogene Ursachen, Fehlbildungen im Bereich der Schulter, rheumatoide Arthritis. Es handelt sich hier somit um ein sehr heterogenes Patientenkollektiv.

3.2 Datenerhebung

Zur Datenerhebung wurde der Bewertungsbogen „Shoulder Arthroplasty-Case Report Form“ der Firma Tornier verwendet. Zur Beurteilung der Schulterfunktion wurde besonderer Wert auf die Erhebung des Constant-Scores gelegt, welcher sich aus den Variablen Schmerz, Aktivität, Beweglichkeit und Kraft zusammensetzt [3, 12, 42]. Der Constant-Score wird auch von der Europäischen Gesellschaft für Schulter und Ellenbogenchirurgie (SEDED/ESSSE) für die Schulter betreffende wissenschaftliche Arbeiten empfohlen [3]. Dieser Score beinhaltet sowohl subjektive Einschätzungen und Beurteilungen des Patienten als auch objektiv messbare Parameter, aus welchen sich ein Maximalwert von insgesamt 100 Punkten ermitteln lässt [3, 12]. Bei den subjektiven Parametern handelt es sich um die Beurteilung von Schmerzen (max. 15 Punkte) und die Einschränkung von Aktivitäten des täglichen Lebens (max. 20 Punkte). Die Bestimmung des Schmerzes erfolgt, zusätzlich zu der von Constant angebotenen Wahlmöglichkeit zwischen kein, leichter, mäßiger oder starker Schmerz mit Hilfe einer visuellen Analogskala. Diese gliedert sich in Punktwerte von 0 bis 15 Punkte, wobei 0 Punkte stärkste Schmerzen und 15 Punkte Schmerzfreiheit bedeuten. Die Aktivitäten des täglichen Lebens untergliedern sich in Beurteilung der Arbeitsfähigkeit (max. 4 Punkte), Beeinträchtigung bei Freizeitaktivitäten (max. 4 Punkte), Beeinträchtigung des Schlafes (max. 2 Punkte) und die Einsetzbarkeit der Hand im Bezug zum Körper (max. 10 Punkte).

<u>Aktivitäten des täglichen Lebens:</u>			
<u>Beurteilung der Arbeitsfähigkeit:</u>		<u>Beeinträchtigung der Freizeitbeschäftigung:</u>	
keine	4 Punkte	keine	4 Punkte
teilweise	2 Punkte	teilweise	2 Punkte
voll	0 Punkte	voll	0 Punkte
<u>Beeinträchtigung des Schlafes:</u>		<u>Einsetzbarkeit der Hand:</u>	
keine	2 Punkte	Überkopf	10 Punkte
teilweise	1 Punkt	Kopfhöhe	8 Punkte
voll	0 Punkte	Nacken	6 Punkte
		Xiphoid	4 Punkte
		Gürtelhöhe	2 Punkte

Tabelle B3: Unterscore Aktivität mit Verteilung der Punktwerte

Zu den objektiven Parametern zählen zum einen die schmerzfreie Beweglichkeit (max. 40 Punkte) und zum anderen die Messung der Kraft (max. 25 Punkte). Zur Beurteilung der Beweglichkeit werden die Elevation (max. 10 Punkte), die Abduktion (max. 10 Punkte), die Außenrotation (max. 10 Punkte) und die Innenrotation (max. 10 Punkte) bestimmt. Hierbei werden Elevation und Abduktion mit Hilfe eines Winkelmessers in Grad gemessen, wogegen die Außen- und Innenrotation durch das Erreichen unterschiedlicher Positionen der Hand zum Körper bewertet wird.

<u>Beweglichkeit:</u>	
<u>Elevation:</u>	<u>Abduktion:</u>
0-30° 0 Punkte	0-30° 0 Punkte
31-60° 2 Punkte	31-60° 2 Punkte
61-90° 4 Punkte	61-90° 4 Punkte
91-120° 6 Punkte	91-120° 6 Punkte
121-150° 8 Punkte	121-150° 8 Punkte
> 150° 10 Punkte	> 150° 10 Punkte
<u>Außenrotation:</u>	
Hand am Hinterkopf, Ellenbogen nach vorne	2 Punkte
Hand am Hinterkopf, Ellenbogen nach hinten	4 Punkte
Hand auf dem Scheitel, Ellenbogen nach vorne	6 Punkte
Hand auf dem Scheitel, Ellenbogen nach hinten	8 Punkte
Volle Elevation ausgehend vom Scheitel	10 Punkte
<u>Innenrotation:</u>	
Handrücken am Gesäß	2 Punkte
Handrücken am Os Sacrum	4 Punkte
Handrücken an L 3	6 Punkte
Handrücken an Th 12	8 Punkte
Handrücken an Th 7/8	10 Punkte

Tabelle B4: Unterscore Mobilität mit Verteilung der Punktwerte

Die Messung der Kraft erfolgte am stehenden Patienten mit einem Myometer (Modell: ISOBEX Muskelkraft-Analysegerät). Der gestreckte Arm wird hierbei in 30° Anteversion und 90° Abduktion mit dem Handgelenk über der Messvorrichtung gehalten. Die Abduktionskraft wird in Pfund gemessen und für jedes Pfund ein Punkt vergeben (max. 25 Punkte). Bei Patienten, welche aufgrund eingeschränkter Beweglichkeit die oben beschriebene Armposition nicht erreichen konnten, konnte somit die Messung nicht durchgeführt werden.

Hier wurde definitionsgemäß dann für diesen Teil des Scores ein Punktwert von null Punkten vergeben.

Um auch den subjektiven Status aus Sicht des Patienten zu ermitteln, fragten wir die Patienten nach bestimmten alltäglichen Situationen und ihr Zurechtkommen mit diesen. Diese werden in Tabelle B5 dargestellt.

Überkopfarbeiten	Inwieweit kann der betroffene Arm auf Schulterhöhe und bei Über-Kopf-Arbeiten benutzt werden. Dies entspricht der aktiven Beweglichkeit im Sinne der Abduktion und Flexion
Schlafqualität	Insbesondere wird die Schlafqualität in vielen Fällen durch Schmerzen beeinträchtigt. Dieser Schmerz tritt besonders auf, wenn sich die Patienten während des Schlafes auf die betroffene Seite drehen. Da dies in der Mehrzahl der Fälle unwillkürlich geschieht, geben viele Patienten an, an Ein- bzw. Durchschlafstörungen zu leiden, die den Schlafkomfort bedeutend einschränken.
Körperpflege	Inwieweit ist der Patient in der Lage, sich alleine zu waschen und somit die Körperpflege selbst zu bewerkstelligen.

Tabelle B5: Subjektive Parameter

Die präoperativen Daten wurden aus den Krankenakten der Patienten entnommen, wobei die Patienten im Rahmen der Untersuchung auch nochmals nach ihrer Einschätzung der Bewegungsausmaße befragt wurden.

Intraoperativ wurden sowohl Alter bei der Operation, Zugangsweg als auch weitere Prozeduren, wie beispielsweise Verlängerung des M. subscapularis oder Tenodese der langen Bizepssehne, vermerkt. Im weiteren wurden die Größen der Implantate und Komplikationen während der Operation notiert.

Alle präoperativen Daten wurden dementsprechend auch postoperativ aufgenommen. Hinzu kommt bei den postoperativen Daten noch die Frage nach Auftreten von Komplikationen und Revisionen. Radiologisch wurden Kontrollaufnahmen in 3 Ebenen angefertigt, um festzustellen, ob sich Lockerungszeichen in Form von Lysesäumen oder periprothetische Ossifikationen am Oberflächenersatz zeigen.

3.3 Zielvariablen

Die Zielvariablen dieser Studie sind in Tabelle B6 zur Übersicht dargestellt.

<i>Zielvariable</i>	<i>Fragestellung</i>
Constant-Score	Klinisches Outcome
Laterales Offset	Einfluss durch Veränderung des Hebelarms
Radius des Humeruskopfes	Einfluss durch Overstuffing
Inklination	Einfluss der Neigung zwischen Schaft- und Halsachse

Tabelle B6: Zielvariablen

3.3.1 Constant-Score

Zur genaueren Beurteilung und Vergleichbarkeit wurden die Ergebnisse in den alters- und geschlechtsadaptierten Constant-Score umgewandelt, welcher dann als Prozentwert angegeben wird. Hierzu wird der absolute Wert des Constant-Scores, also der von den Patienten tatsächlich erreichte Wert, im Verhältnis zum Durchschnittswert der gesunden, altersentsprechenden Gesamtbevölkerung gesehen. Der altersentsprechende Score wird deshalb in Prozent angegeben. Ebenso wird hier der kraftadaptierte Score verwendet, der versucht, den eigentlichen Schwachpunkt des Constant-Scores, die Kraftmessung, auszugleichen. Da auch bei der gesunden Bevölkerung im Durchschnitt nicht der volle Punktwert im Constant-Score erreicht wird, und die Kraft mit zunehmendem Alter meist abnimmt, wird dies im kraftadaptierten Score berücksichtigt [3].

Darauf basierend kann die Schulterfunktion anhand einer Wertetabelle des altersadaptierten Constant-Scores in allgemein verständliche Wertungen von ausgezeichnet bis schlecht eingeteilt werden [3].

Alters- und geschlechtsadaptierter Constant-Score	Wertung
91% - 100%	Ausgezeichnet
81% - 90%	Gut
71% - 80%	Befriedigend
61% - 70%	Ausreichend
< 60%	Schlecht

Tabelle B7: Wertung Constant-Score [3]

3.3.2 Metrische Analyse

Laterales Offset:

Hierbei wurde anhand der ap-Aufnahme prä- und postoperativ die genaue Lage des Implantates beurteilt. Die Röntgenaufnahmen wurden durch standardisierte Projektionstechniken für ap-Aufnahmen angefertigt. Diese konventionellen Röntgenbilder wurden mit Schablonen digitalisiert und anschließend skaliert. Durch Abstandsmessung zwischen Humerusschaft und Implantatmittelpunkt wurde das laterale Offset berechnet:

Hierzu wurde die präoperative Röntgenaufnahme als Vorlage verwendet, indem in dieser die Prothesen-Schablonen der entsprechenden Größe so über den Humeruskopf gelegt wurden, dass die Anatomie wieder möglichst hergestellt wurde. In den Fällen, in denen dies aufgrund schwerer Destruktion unmöglich war, wurde die Gegenseite als Ausgangspunkt verwendet.

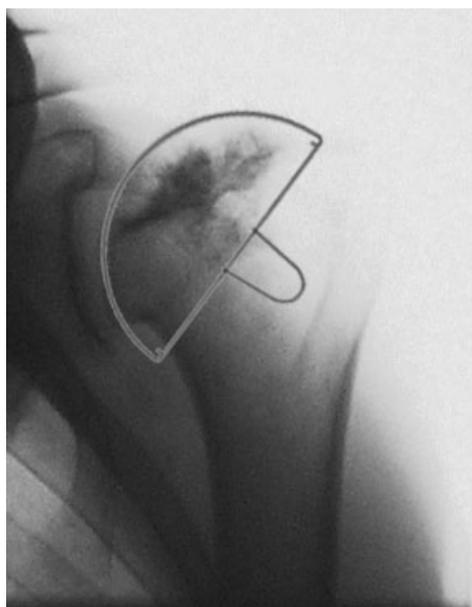


Abbildung B2: Darstellung der Schablone im präoperativen Röntgenbild

Anhand der postoperativen Röntgenaufnahme wurde dann die aktuelle Implantatlage mit der in der Vorlage verglichen und mit Hilfe der oben genannten Abstandsmessung diese bestimmt. Hierzu wurde erst eine Ellipse entsprechender Größe über die Schablone im präoperativen Bild gelegt. Ebenso wurde auch eine Ellipse über das Implantat im postoperativen Bild eingefügt.

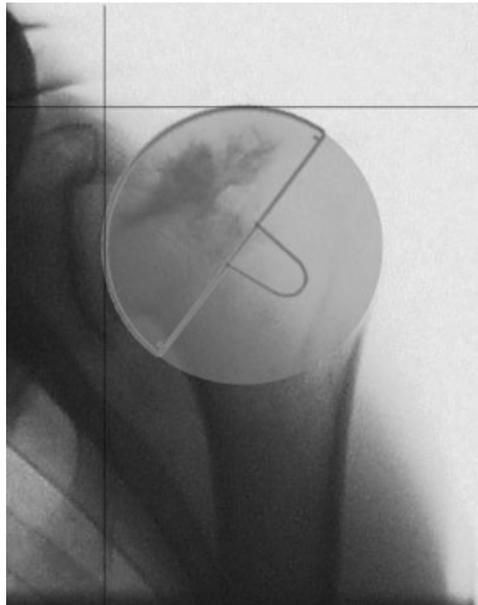


Abbildung B3: Einzeichnen einer Ellipse im präoperativen Röntgenbild

Durch den Schnittpunkt der Diagonalen wurde jeweils der Mittelpunkt bestimmt und von hier aus eine Senkrechte zur Humerusschaftachse eingezeichnet. Durch Längenmessung dieser Senkrechten wurde der Abstand des Implantatmittelpunktes zur Humerusschaftachse berechnet.

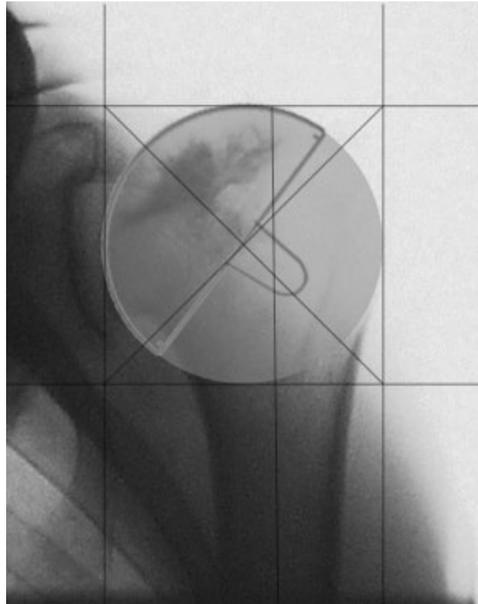


Abbildung B4: Einzeichnen der Diagonalen zur Ellipse, Einzeichnen der Humerusschaftachse

Mit Hilfe dieser Messung sollen eventuelle Auswirkungen, die durch die Implantatlage entstehen, sichtbar gemacht werden.

Auch Boileau und Walch haben zur Bestimmung des physiologischen Offset am Humeruskopf eine vergleichbare Messung durchgeführt [5].

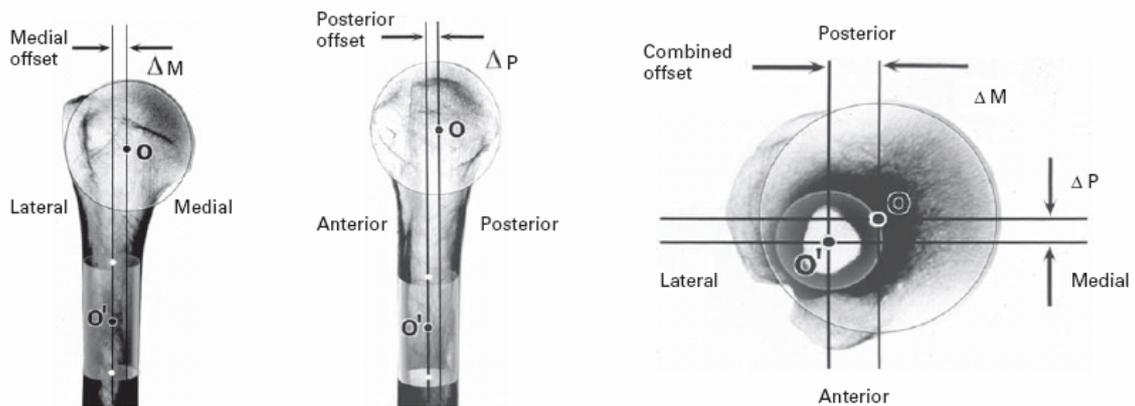
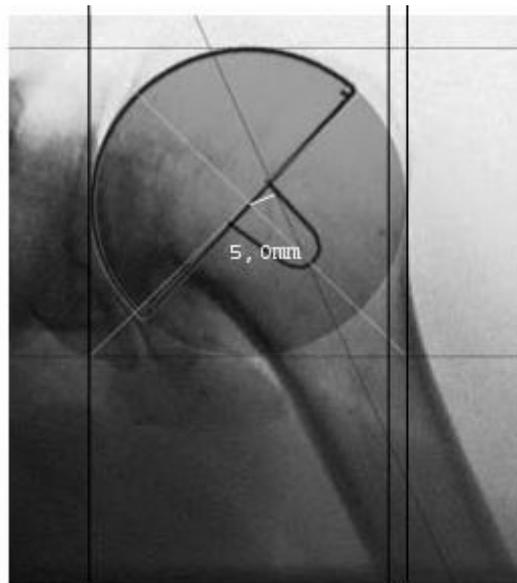
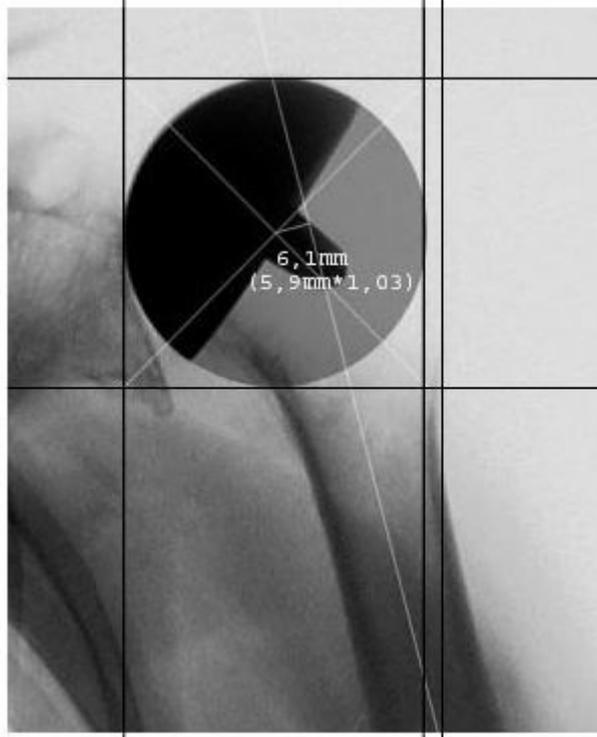


Abbildung B5: Bestimmung des Offset nach Boileau und Walch [5]



präoperativ



postoperativ

Abbildung B6: Abstandsmessung von Humerusschaftachse zu Implantatmittelpunkt. Eingezeichnet sind hier wie im Text beschrieben Schablone, Ellipse mit Tangenten, Humerusschaftachse. Durch Messung des Abstandes der Humerusschaftachse zum Implantatmittelpunkt ergibt sich in diesem Beispiel präoperativ ein Abstand von 5,0mm, postoperativ von 6,1mm. Die Differenz von präoperativ zu postoperativ liegt bei 1,1mm.

Ein gemessener Wert über Null bedeutet hierbei, dass der Abstand zwischen Humeruskopf und Implantatmittelpunkt vergrößert wurde, d.h. lateralisiert wurde. Dies geschieht durch die lateralisierte Implantation der Prothese, was zu einem größeren lateralen Offset führt. Gleichmaßen bedeutet ein gemessener Wert unter Null, eine medialisierte Implantation der Prothese. Zur Korrektur der unterschiedlichen Größen in den Röntgenaufnahmen, die durch unterschiedliche Abstände von Patient und Röntgenröhre oder auch durch unterschiedliche Lage des Patienten entstehen können, wurde ein Korrekturfaktor berechnet. Dieser wurde anhand der Flächeninhalte der Ellipsen ermittelt, welche als Schablonen über die Prothesen gelegt wurden. Der Abstand des Implantatmittelpunktes wurde dann als Senkrechte zur Humerusschaftachse bestimmt.

Messung des Humeruskopfradius:

Im Rahmen der oben beschriebenen Abstandsmessung wurden auch die Größen des Humeruskopfes bestimmt. Durch die Messung des Radius wurde die Größe des Implantats im postoperativen Röntgenbild im Vergleich zur Größe der Schablone im präoperativen Röntgenbild gemessen. Hierdurch soll festgestellt werden, ob eine Veränderung der Implantatgröße zur anatomisch gemessenen Größe, beispielsweise ein Overstuffing bei Implantation einer größeren Prothese, einen Einfluss auf das Outcome hat.

Messung der Inklination:

Ebenfalls wurde mit Hilfe der Röntgenaufnahmen der Winkel zwischen Schaftachse des Humerus und Halsachse des Humeruskopfes bestimmt. Dies wurde ebenfalls sowohl präoperativ als auch postoperativ durchgeführt und miteinander verglichen. Hiermit soll geprüft werden, ob eine unterschiedliche Neigung der Prothese einen Einfluss auf das Outcome hat.

4. Datenverarbeitung

Die numerisch codierten Daten wurden mit dem elektronischen Datenverarbeitungsprogramm SPSS für Windows verwaltet. Die Grafiken und Messungen zur Lage des Implantats wurden mit dem Bildbearbeitungsprogramm Adobe Photoshop erstellt und berechnet.

Alle im Ergebnisteil vorkommenden Daten wurden mit Hilfe dieser Computerprogramme ermittelt.

5. Statistische Auswertung

Geprüft wurden der Constant-Score mit seinen Unterfaktoren im prä- und postoperativen Vergleich, zusätzlich die Ausprägung des Constant-Scores in Abhängigkeit von der Diagnose und der Implantatlage. Im Weiteren wurde der Zusammenhang zwischen bestimmten Voraussetzungen, wie beispielsweise Voroperationen oder Traumata in der Vorgeschichte, mit dem Zuwachs des Constant-Scores betrachtet. Hierzu wurden die folgenden statistischen Auswertungen vorgenommen.

Angabe von metrischen Daten:

Zur Beurteilung von metrischen Daten wie zum Beispiel des Constant-Scores oder der Beweglichkeit, wurden diese mit Minimum, Maximum, Mittelwert und Standardabweichung angegeben. Für weitere Untersuchungen wurden nach Überprüfung der Normalverteilung mit dem Kolmogov-Smirnov-Test, entsprechende parametrische (Student-t-Test) oder nicht-parametrische (Wilcoxon-Test) Tests für verbundene Stichproben angewandt. Das Signifikanzniveau wurde mit $p < 0,05$ festgelegt. Als Darstellungsform wurde meist ein Boxplot gewählt, welches folgend beispielhaft gezeigt ist.

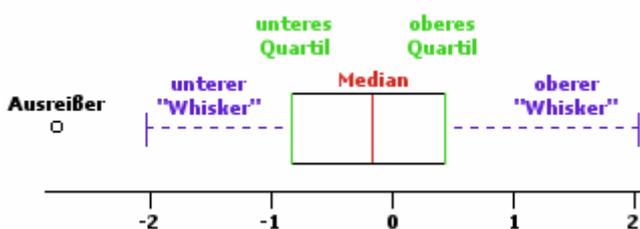


Abbildung B7: Boxplot (aus Wikipedia)

In einem Boxplot werden der Median, die beiden Quartilen und die Extremwerte, sowohl nach oben als auch nach unten, dargestellt. Als Box wird das durch die Quartile bestimmte Rechteck bezeichnet, welches 50% der Daten umfasst. In der von uns verwendeten Variante, beträgt die Länge der Whisker maximal das 1,5fache des Interquartilsabstands. Werte die über dieser Grenze liegen, werden als Ausreißer bezeichnet und im Diagramm entsprechend gekennzeichnet. Mit einem Kreis gekennzeichnete Ausreißer (milde Ausreißer) liegen dabei zwischen dem 1,5 und 3fachen des Interquartilsabstandes, mit einem Stern gekennzeichnete Ausreißer (extreme Ausreißer) über dem 3fachen.

Varianzanalyse:

Mit der Varianzanalyse soll definitionsgemäß untersucht werden ob sich die Erwartungswerte der metrischen Zufallsvariablen in verschiedenen Gruppen unterscheiden. In unserem Fall handelt es sich um eine einfaktorielle Varianzanalyse. Als abhängige Variablen wurden hier der alters- und geschlechtsadaptierte Constant-Score und beispielhaft für das Ausmaß der Beweglichkeit die passive Elevation präoperativ versus postoperativ untersucht. Die unabhängige Variable, deren Einfluss überprüft werden soll, ist die Implantatlage. Das Signifikanzniveau wurde mit $p < 0,05$ festgelegt.

6. Therapie

6.1 Operationstechnik

In diesem Abschnitt wird die am König-Ludwig-Haus standardisierte Technik zum Einbau einer Copeland-Prothese beschrieben, wobei nur auf die Implantation des Oberflächenersatzes des Humeruskopfes eingegangen wird, da alle nachuntersuchten Patienten mit einer Hemiarthroplastik versorgt sind.

6.1.1 Präoperative Planung

Zur präoperativen Planung wurden neben der sicheren Diagnosestellung und prästationären Abklärung aktuelle Röntgenbilder und Sonographiebefunde der Schulter angefertigt. Die betroffene Schulter wurde hierzu in drei Ebenen

geröntgt. Anhand von transparenten Schablonen der Hersteller wurde an den Röntgenbildern die Prothesengröße präoperativ bestimmt. Bei erheblichen Deformationen des Humeruskopfes musste eine Röntgenaufnahme der Gegenseite erstellt werden. Der Zustand der Rotatorenmanschette wurde durch Sonographie und klinische Untersuchung bestimmt. Zusätzlich wären CT- oder MRT-Aufnahmen der betroffenen Schulter zu empfehlen, um Muskulatur und Zustand der Gelenkpfanne besser beurteilen zu können [13, 19, 23].

6.1.2 Position und Narkose

Alle Patienten wurden in Intubationsnarkose operiert und in halbliegender Position, sogenannter „Beach-chair-Position“ gelagert. Hierbei wurde der Arm des Patienten so positioniert, dass eine Hyperextension während der Operation möglich war [13, 19].

6.1.3 Vorgehen

Nach mehrmaliger Hautdesinfektion und sterilem Abdecken des Operationsgebietes erfolgte der Zugang über dem Sulcus deltoideopectoralis. Der Hautschnitt wurde vom Processus coracoideus zum Humerus geführt. Unter sorgfältiger Blutstillung wurde in den Sulcus eingegangen und die Vena cephalica dargestellt. Diese wurde unter Schonung mit dem M. deltoideus nach lateral weggehalten. Unter Belassen der gemeinsamen Sehne des M. coracobrachialis und des kurzen Kopfes des M. biceps humeri wurde der M. subscapularis mit Haltefäden besetzt. Aufsuchen des Sulcus bicipitalis und Tenodese der langen Bicepssehne unter Verwendung mehrerer Vicrylfäden. Der M. subscapularis wurde in einem Abstand von circa 1 cm vom Tuberculus minus durchtrennt und der Arm in Außenrotation geführt. Hierbei Aufsuchen und Ligieren von Arteria und Vena circumflexa humeri anterior. Durch Ablösen der Kapsel vom Rotatorenintervall und Luxation des Humeruskopfes wurde dieser vollständig zur Darstellung gebracht. Eine Schonung des Nervus axillaris wurde hierbei gewährleistet.

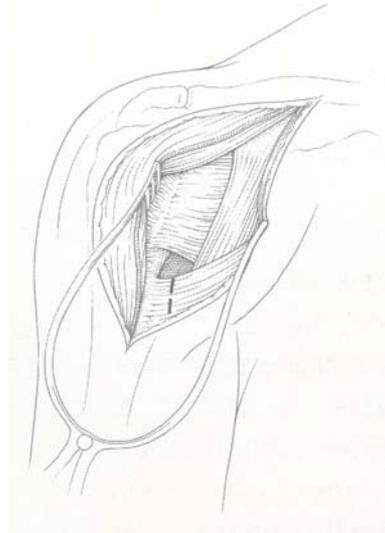


Abbildung B8: Deltopectoraler Zugang [13]

Am Humeruskopf wurden vorhandene Randosteophyten abgetragen, um eine Bestimmung des anatomischen Halses exakt zu ermöglichen, da dieser den Inklinationwinkel vorgibt. Die Auswahl der endgültigen Kalottengröße orientierte sich in erster Linie an dem vorgefundenen Krümmungsradius und der Größe der ursprünglichen Gelenkfläche. Entgegen der ursprünglichen Empfehlung von Copeland wurde dabei soviel Knochen abgefräst bis die ursprüngliche Kopfhöhe mit dem Implantat erreicht schien. Die Auswahl des Implantats orientierte sich eher an dem ap-Durchmesser (anterior/posterior) als an dem in der Regel etwas größeren Durchmesser in der Frontalebene (superior/inferior). Die Humerusbohrführung wurde nun auf den Humeruskopf aufgesetzt, wobei das freie Ende der Humerusbohrführung parallel zur anatomischen Achse ausgerichtet wurde. Die Prothese wurde somit automatisch in eine anatomische Lage gebracht. Der korrekte Sitz der Bohrschablone bestimmt den anatomischen Retrotorsions- und Inklinationwinkel. Über einen Kirschnerdraht wurde die Bohrschablone fixiert und ein zentrales Bohrloch gesetzt. Der Humeruskopf wurde nun mit einer Humeruskopffräse bearbeitet und mit einem Humerusprobekopf eine Probereposition durchgeführt. Das Implantat wurde mit Spongiosa unterfüllt und mit Press-Fit eingeschlagen. Das Gelenk wurde reponiert und auf Stabilität und Beweglichkeit überprüft [13, 15, 19]. Anschließend erfolgte die Refixation des M. subscapularis und ein schichtweiser Verschluss der Wunde [13, 15, 19].

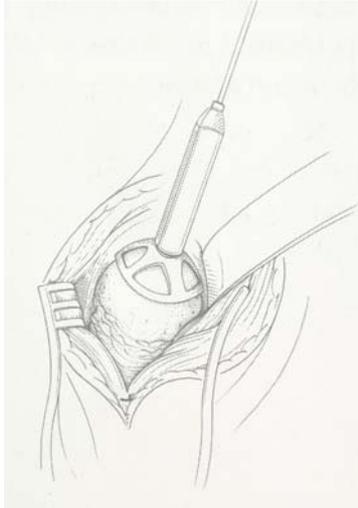


Abbildung B9: Fixierung der Schablone mittels Kirschnerdraht [13]

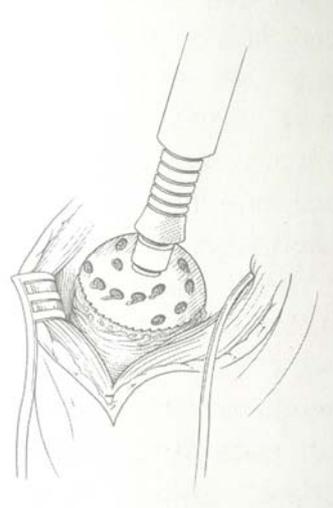


Abbildung B10: Bearbeitung des Humeruskopfes mit der Humeruskopffräse [13]

6.2 Nachbehandlung

Der Patient erhielt am Operationsende noch in Narkose einen Gilchristverband zur Ruhigstellung der Schulter. Da die Implantate primärstabil sind, bedürfen diese keiner besonderen Berücksichtigung. Limitierend für die Nachbehandlung ist beim vorderen Zugang die abgelöste und refixierte, eventuell verlängerte Sehne des M. subscapularis. Zu Ende der Operation bestimmte der Operateur die passiv mögliche Außenrotation. Von diesem Wert wurden circa 20 Grad abgezogen und bestimmten die maximale Außenrotation, welche innerhalb der ersten drei Wochen nach der Operation nicht überschritten werden durfte [13, 23]. Nach Zug des Drainagematerials wurde mit der Beübung begonnen. Diese erfolgte mit leichten Pendelbewegungen in der Frontalebene. In den ersten zwei bis drei Wochen sollte die Schulter nur passiv mit den entsprechenden Einschränkungen in Außenrotation und ohne forcierte Adduktion beübt werden. Im Anschluss erfolgte ab etwa der vierten Woche postoperativ die aktiv assistierte Mobilisation. Ab etwa der sechsten Woche konnte zu einer sich langsam steigernden aktiven Mobilisation übergegangen werden [19, 23]. Nach dem stationären Aufenthalt wurde die Physiotherapie in der Regel in einer Rehabilitationsklinik und im Anschluß ambulant fortgesetzt. Die gesamte Dauer der physiotherapeutischen Nachbehandlung erstreckte sich meist über einen Zeitraum von vier bis sechs Monaten.

C. Ergebnisse

1. Gesamtkollektiv

1.1 Constant-Score, altersadaptierter Score und kraftadaptierter Score

Der Constant-Score verbesserte sich signifikant durch die Implantation eines Copeland-Oberflächenersatzes. Im Mittel liegt diese Verbesserung bei 25 Punkten, von 22,4 Punkten präoperativ zu 47,6 Punkten postoperativ. Dies dokumentiert eine deutliche Verbesserung der Schulterfunktion nach der Implantation der Prothese. Dies wird auch im altersadaptierten Score und im kraftadaptierten Score deutlich. Während vor der Operation nur etwa 27% des Wertes der altersentsprechenden gesunden Bevölkerung erreicht wurden, konnten danach Werte von im Mittel 58% erzielt werden. Vergleichbar sind die Steigerungen im Bereich des kraftadaptierten Scores. Hierbei wurde der Wert von etwa 25% auf etwa 53% erhöht. Es muss darauf hingewiesen werden, dass bei den Werten eine sehr große Streuung vorliegt, die Werte des altersadaptierten Scores liegen zwischen 11% und 110%, die des kraftadaptierten zwischen 11% und 93%.

Constant-Score

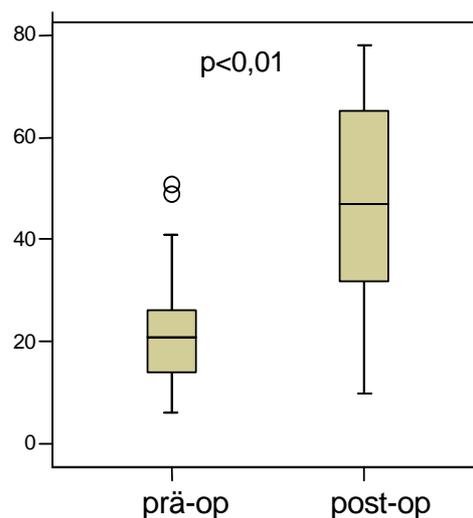


Diagramm C1: Constant-Score präoperativ vs. postoperativ

altersadaptierter
Score

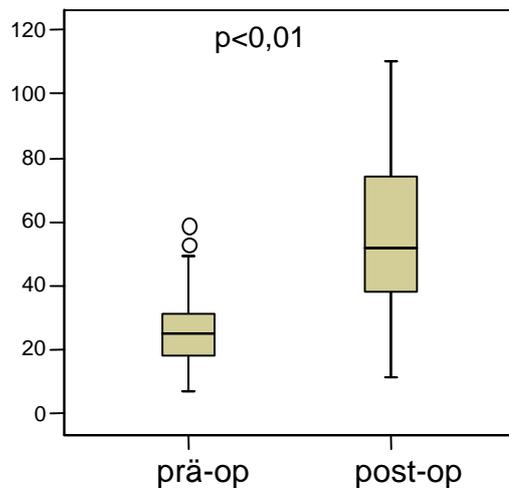


Diagramm C2: altersadaptierter Constant-Score präoperativ vs. postoperativ

kraftadaptierter
Score

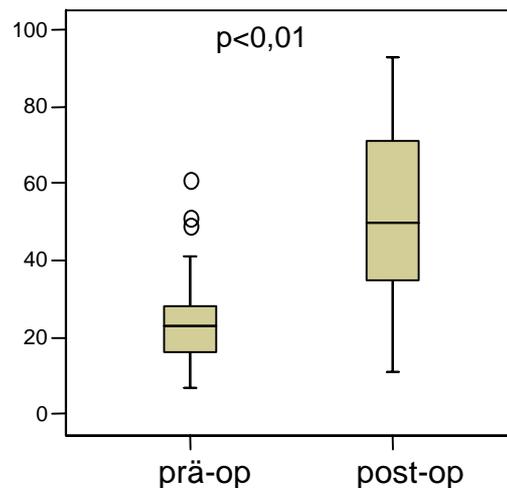


Diagramm C3: kraftadaptierter Constant-Score präoperativ vs. postoperativ

1.2 Untergruppen des Constant-Score

In diesem Teilabschnitt werden die Untergruppen des Constant-Score einzeln betrachtet. Alle Faktoren konnten signifikant von präoperativ zu postoperativ verbessert werden. Die größte Verbesserung wurde bei der Komponente Schmerz beobachtet. Hier konnte der präoperative Mittelwert von 2,9 Punkten auf 8,4 Punkte postoperativ gehoben werden. Im Bereich der Aktivität wurde präoperativ ein Punktwert von 4,3 Punkten gemessen, postoperativ liegt dieser Wert bei 11,3 Punkten. Die Mobilität wurde im Mittel von 13,8 Punkten präoperativ auf 22,1 Punkte postoperativ verbessert. Die geringste Verbesserung ist im Bereich der Kraft zu erkennen. Diese wurde von 1,3 Punkten präoperativ auf 5,7 Punkte postoperativ gehoben. In allen Untergruppen des Constant-Scores sind, wie auch in der folgenden Grafik ersichtlich, präoperativ Ausreißer vorhanden, welche zu einer großen Streuung der postoperativen Werte in allen Bereichen führen.

Constant-Score Schmerz

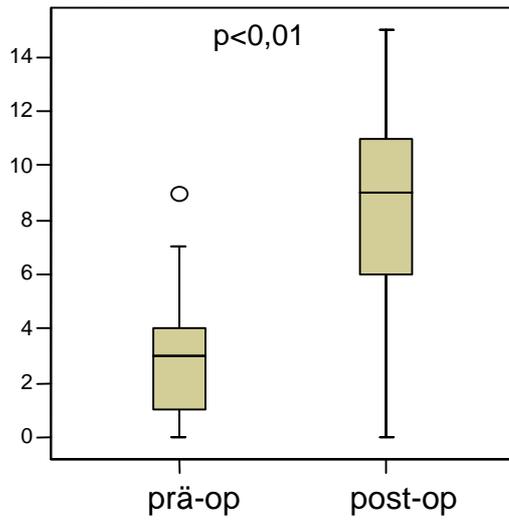


Diagramm C4: Schmerz präoperativ vs. postoperativ

Constant-Score Aktivität

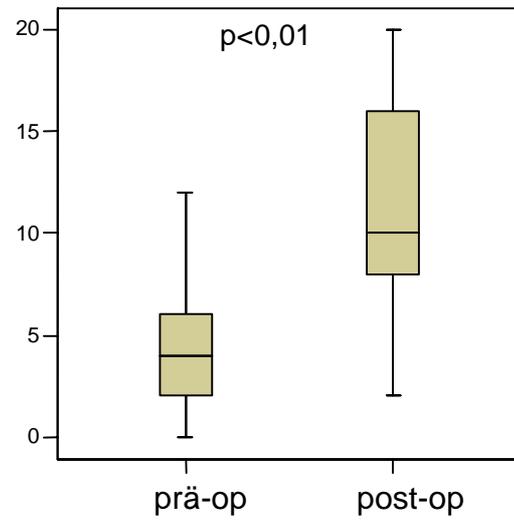


Diagramm C5: Aktivität präoperativ vs. postoperativ

Constant-Score Mobilität

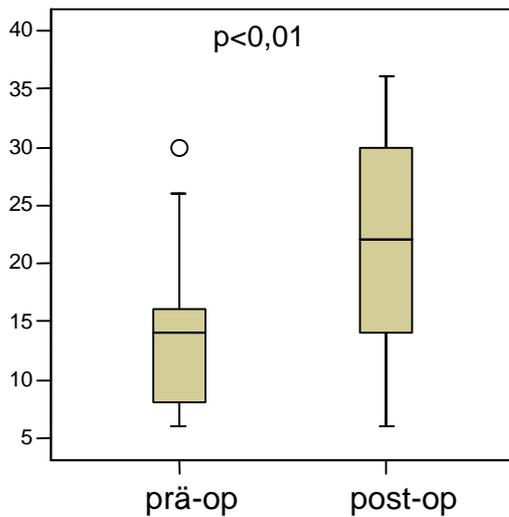


Diagramm C6: Mobilität präoperativ vs. postoperativ

Constant-Score Kraft

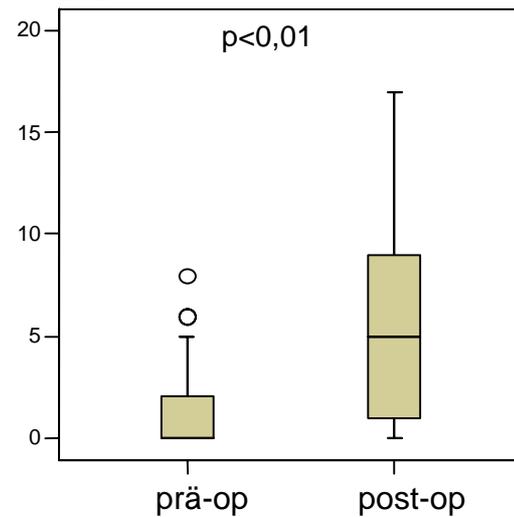


Diagramm C7: Kraft präoperativ vs. postoperativ

1.3 Beweglichkeit

Wie schon erwähnt fließt die Ausprägung der Beweglichkeit auch in den Constant-Score mit ein. Auch hier konnten alle Dimensionen der Beweglichkeit durch die Operation signifikant verbessert werden. Beispielhaft werden hier die passive Elevation und Außenrotation dargestellt.

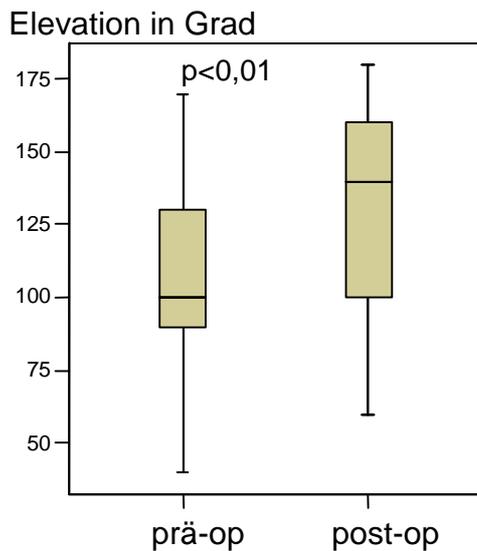


Diagramm C8: Elevation passiv präoperativ vs. postoperativ

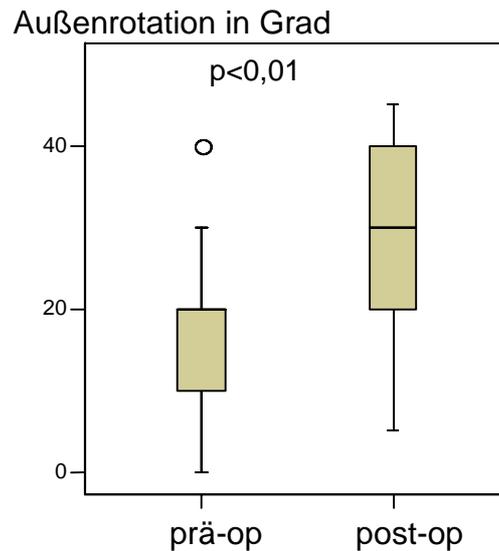


Diagramm C9: Außenrotation passiv präoperativ vs. postoperativ

Im Mittel konnte bei der passiven Elevation eine Steigerung von etwa 25° von durchschnittlich 107° auf 132° erzielt werden. Bei der passiven Außenrotation bei 0° Abduktion konnte der Wert um 12° von 17° präoperativ auf 29° postoperativ gehoben werden. Ähnliche Werte sind bei den Bewegungen im aktiven Bereich aufzufinden. Insgesamt ist auch hier ein große Spannweite zu finden, da je nach individueller Situation, in einigen Fällen eine sehr große Verbesserung der Beweglichkeit, in Einzelfällen oder bei Komplikationen nur eine geringfügige Steigerung der Beweglichkeit erreicht wurde.

1.4 Subjektive Parameter

Da der subjektive Eindruck des Patienten entscheidend zur Veränderung der Lebensqualität beiträgt, wurden ebenfalls subjektive Elemente mit in die Beurteilung einbezogen.

Überkopfarbeiten:

Besonders das Arbeiten über Kopf war vor der Operation für etwa 80% mit „unmöglich“ bezeichnet worden. Hier ist eine signifikante Verbesserung ($p < 0,01$) postoperativ zu verzeichnen, da dies nach der Operation nur noch etwa 35% der Patienten angaben. Ebensoviele gaben an, den Arm wieder „gut“ bei Überkopfarbeiten benutzen zu können.

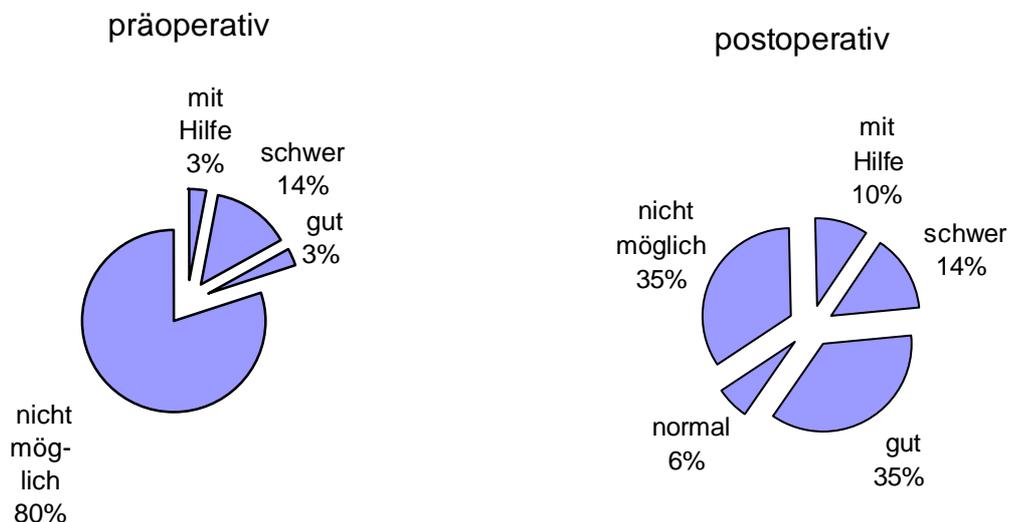


Diagramm C10: Überkopfarbeit präoperativ vs. postoperativ

Schlafqualität:

Da die Schlafqualität einen bedeutenden Faktor der Lebensqualität darstellt, wurden die Patienten ebenfalls hiernach befragt. Auch dieser Parameter konnte signifikant verbessert werden ($p < 0,01$). Während für über 65% der Patienten vor der Operation ein Schlafen auf der betroffenen Schulter „unmöglich“ war, gaben dies postoperativ noch etwa 25% an. Fast 60% der Patienten konnten ihren Schlafkomfort nach der Operation als „gut“ oder „normal“ bezeichnen.

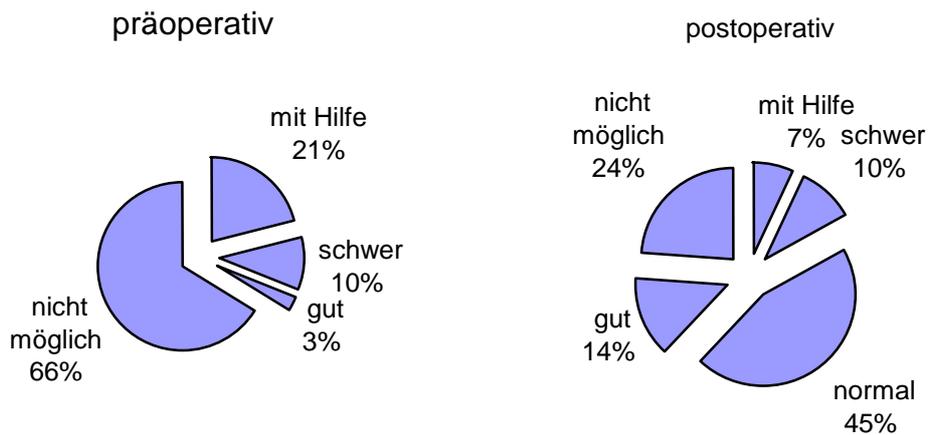


Diagramm C11: Schlafen auf betroffener Schulter präoperativ vs. postoperativ

Körperpflege:

Eine weitere wichtige Frage war es, ob die Patienten alleine in der Lage sind sich zu waschen und somit die Körperpflege selbst bewerkstelligen zu können. Auch dies konnte signifikant verbessert werden ($p < 0,01$). Während präoperativ 40% dies als „unmöglich“ oder nur „mit Hilfe“ bezeichneten und weitere 45% mit „schwer“ angaben, gaben postoperativ 55% an, dies „gut“ oder besser erledigen zu können. Insgesamt waren nur noch 16% hierbei auf fremde Hilfe angewiesen.

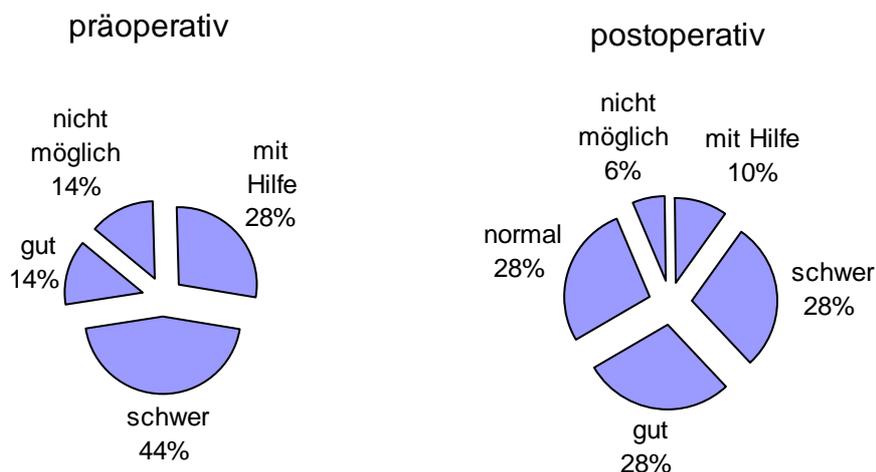


Diagramm C12: Körperpflege präoperativ vs. postoperativ

Für die Ergebnisoptimierung ist es sehr bedeutend, inwieweit die Patienten von dem Eingriff profitieren und persönlich mit dem erreichten Ergebnis zufrieden sind. Hierfür wurden die Patienten zum Abschluss um eine Selbstbeurteilung

gebeten, in der sie angeben sollten, wie zufriedenstellend für sie das Ergebnis der Operation und Implantation ist. In 72% (21 von 29 Fällen) waren die Patienten mit dem Ergebnis zufrieden oder sogar sehr zufrieden. In drei Fällen (10%) waren Patienten unzufrieden und in fünf Fällen (17%) enttäuscht über das Ergebnis.

1.5 Komplikationen und Revisionen

Bei insgesamt vier der 29 operierten Schultern (13,8%) sind postoperativ teils leichtere, teils schwerere Komplikationen aufgetreten. Diese Patienten mussten sich einer weiteren Operation unterziehen. Sowohl intraoperativ als auch perioperativ kam es zu keinen Komplikationen. Die vier Fälle werden im Folgenden beschrieben. Bei drei dieser Fälle wurde im Rahmen der Revision ein TEP-Wechsel durchgeführt:

Patient I: Bei diesem Patienten musste aufgrund eines tiefen Staphylokokken-Spätingfektes mit Sepsis die Copelandprothese entfernt werden. Hier wurde nach Spacerein- und ausbau im Anschluss auf eine Grammont-Prothese gewechselt. Hierzu muss erwähnt werden, dass es sich um einen Patienten mit Zustand nach Schulterluxation mit Glenoidfraktur handelte, bei welchem nach osteosynthetischer Versorgung ein postoperativer Infekt auftrat. Zum Zeitpunkt der Copeland-Implantation zeigte sich jedoch ein niedriger CRP-Wert und ein reizloser intraoperativer Situs, so dass eine einzeitige Prothesenimplantation erfolgte. Die intraoperative Kultur ergab jedoch bereits den später im Rezidiv nachgewiesenen *Staphylococcus aureus* als sogenannte *Micrococcus*-Ruheform.



Abbildung C1: Röntgen mit Copeland-Prothese und nach Wechsel auf Grammont-Prothese

Patient II und III: Bei zwei Patienten mit fortgeschrittener posttraumatischer Omarthrose kam es nach der Operation nach einer kurzzeitigen Verbesserung des Bewegungsumfanges und des Schmerzzustandes erneut zu Beschwerden. Trotz konservativer Maßnahmen konnte kein zufriedenstellendes Ergebnis erreicht werden. Röntgenologisch waren zystenbildende Veränderungen an der Pfanne erkennbar. Bei Revisionsoperationen konnte als Ursache die Entwicklung einer Glenoiderosion festgestellt werden, woraufhin ein Wechsel auf eine Aequalis-TEP (mit Glenoidersatz) durchgeführt wurde. Die Ergebnisse beider Patienten konnten durch die Revision signifikant verbessert werden.



Abbildung C2: Röntgen mit Copeland-Prothese und nach Wechsel auf Aequalis-Prothese

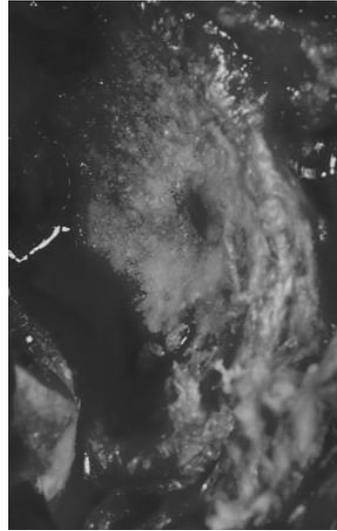


Abbildung C3: Röntgen mit Copeland-Prothese und intraoperative Darstellung des Glenoids

Patient IV: Bei einem weiteren Patienten mit der Diagnose Humeruskopfnekrose kam es nach der Implantation zu einer konsekutiven Entwicklung einer Schultersteife. Diese wurde zunächst arthroskopisch und später offen gelöst. Im weiteren Verlauf traten keine weiteren Komplikationen auf.

1.6 Glenoiderosionen

Wie im vorherigen Abschnitt als Falldarstellung beschrieben, kam es bei zwei Patienten durch die Entwicklung einer Glenoiderosion zu erneuten Beschwerden, welche einen TEP-Wechsel nach sich zogen.

Im Weiteren wurden bei zwei anderen Patienten geringe röntgenologische Veränderungen erkennbar, wodurch eine Glenoiderosion bei diesen vermutet wurde. Beide konnten sich jedoch aufgrund der eher mäßigen Beschwerden nicht zu einer Wechseloperation entschließen.

2. Ergebnisse nach einzelnen Diagnosen

Um festzustellen, inwieweit die zugrunde liegende Genese der Omarthrose mit den damit verbundenen strukturellen Schäden das Ergebnis nach Implantation der Copeland-Prothese beeinflusst, werden in diesem Kapitel die Ergebnisse nach den einzelnen Diagnosen aufgeteilt dargestellt. Die Hauptindikation für den endoprothetischen Ersatz des Schultergelenks ist eine fortgeschrittene

Arthrose, die mit therapierefraktären Beschwerden einhergeht. Zerstörungen der Gelenkflächen, die zum endprothetischen Ersatz führen, sind primäre und sekundäre Arthrosen. Hierzu zählt man unter anderem Instabilitätsarthropathien, Rotatorendefektarthropathien, posttraumatische Arthrosen, Arthrose infolge metabolischer Gelenkflächenzerstörung und Humeruskopfnekrose. Weitere sekundäre Ursachen sind rheumatische Gelenkdestruktion, Tumoren des proximalen Oberarmes und auch postinfektiöse Gelenkdestruktion. Auf seltenere Ätiologien wie z. B. Fehlbildungen, bei Sichelzellanämie oder Hämophilie soll hier nicht weiter eingegangen werden. Im Folgenden wird auf die unterschiedlichen Indikationen in Bezug auf den Constant-Score, altersadaptierten Score und kraftadaptierten Score eingegangen.

2.1. Einzeldaten nach Subgruppen

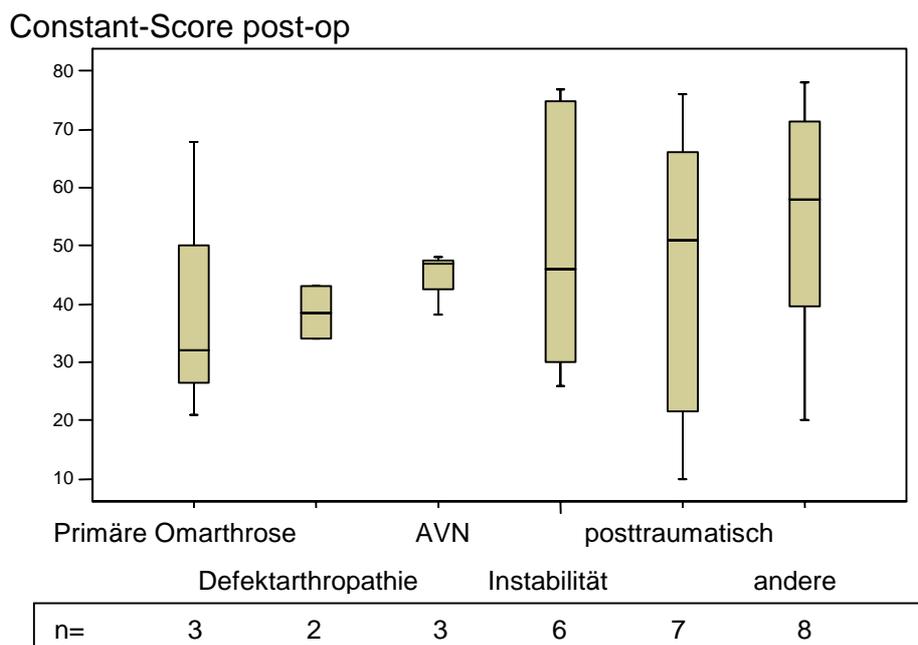
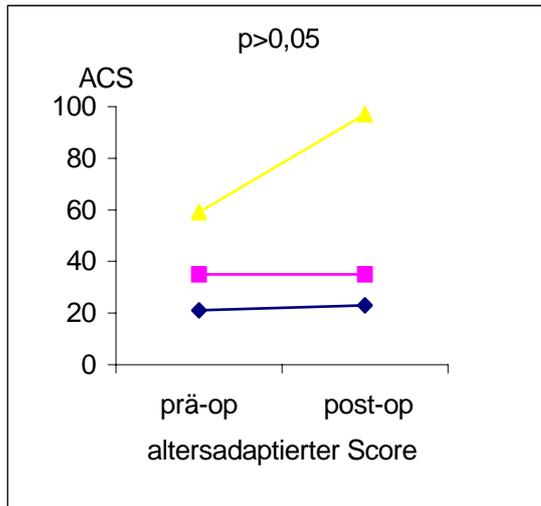


Diagramm C13: Postoperativer Constant-Score nach der Ätiologie. Der Vergleich ergab keine signifikanten Unterschiede

Das Diagramm zeigt eine Übersicht bezüglich der postoperativen Werte des Constant-Scores in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Ätiologien, welche zur Implantation des Oberflächenersatzes geführt haben. Abhängig von der Ätiologie ergeben sich hier Unterschiede im Constant-Score, die jedoch keine Signifikanz aufweisen.

Im Folgenden werden nun die einzelnen Ätiologien dargestellt:

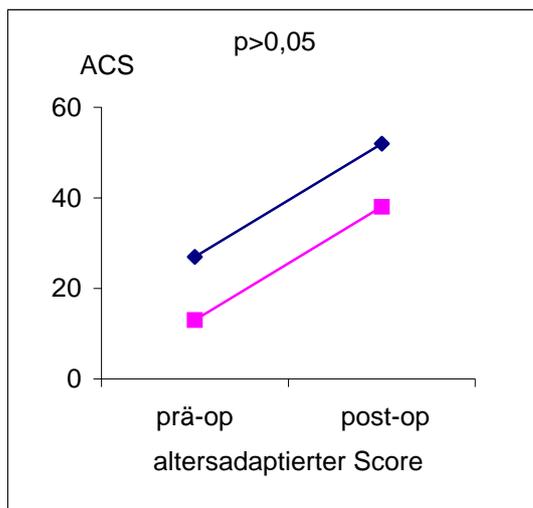
Primäre Omarthrose:



Anhand nebenstehender Grafik erkennt man, dass zwei der Patienten mit primärer Omarthrose praktisch nicht von der Operation profitieren. Ein dritter Patient zeigt jedoch einen deutlichen Gewinn auf. Aufgrund der geringen Fallzahlen sind diese Werte nicht signifikant. Das schlechte Ergebnis der primären Omarthrosen wird im Diskussionsteil erläutert.

Diagramm C14: altersadaptierter Constant-Score präoperativ vs. postoperativ

Defektarthropathie:



Bei dieser Ätiologie konnten bei beiden Patienten Steigerungen im Constant-Score beobachtet werden.

Bei dem altersadaptierten Score liegen die präoperativen Werte bei dieser Gruppe bei 20%, die postoperativen Werte bei 45%. Auch hier zeigt sich aufgrund der geringen Fallzahl keine Signifikanz.

Diagramm C15: altersadaptierter Constant-Score präoperativ vs. Postoperativ

Avaskuläre Humeruskopfnekrose:

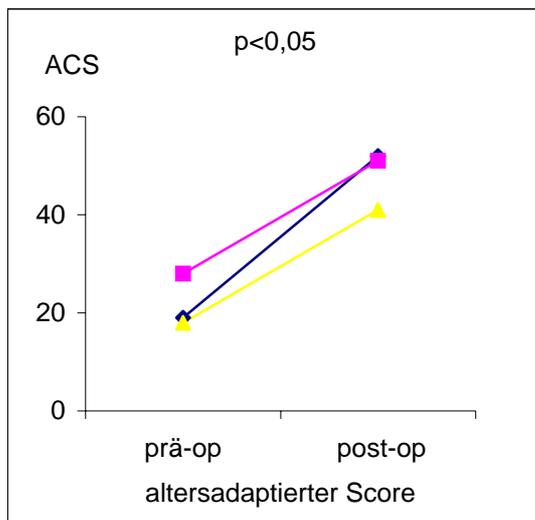


Diagramm C16: altersadaptierter Constant-Score präoperativ vs. postoperativ

Bei der Indikationsgruppe der avaskulären Humeruskopfnekrosen zeigt sich eine signifikante Steigerung im Constant-Score. Es konnten postoperative Werte von 48% im altersadaptierten Score erreicht werden. Mit einer relativen Steigerung auf circa das 2,5fache vom präoperativen Wert, konnten bei dieser Gruppe bessere Werte erzielt werden als bei den Indikationsgruppen primäre Omarthrose und Defektarthropathie.

Instabilitätsarthropathie:

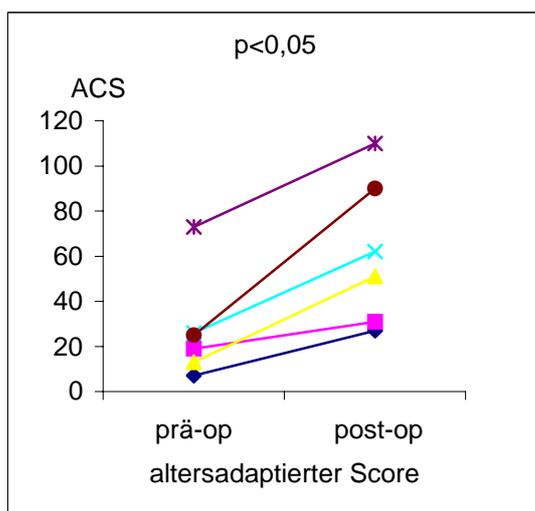


Diagramm C17: altersadaptierter Constant-Score präoperativ vs. postoperativ

Hier zeigt sich insgesamt ein relativ homogenes Bild an Verbesserungen des altersadaptierten Scores und bei $p < 0,05$ zeigt sich eine signifikante Verbesserung. Postoperativ konnten Werte von 61,8% erreicht werden. Es zeigt sich eine Steigerung auf circa das 2,3fache des präoperativen Wertes.

Posttraumatische Omarthrose:

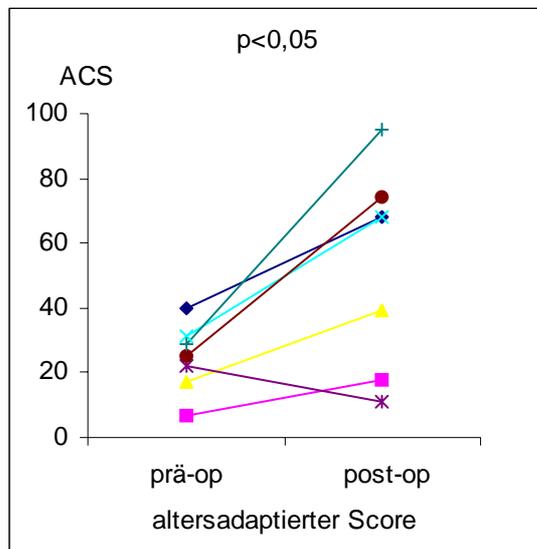


Diagramm C18: altersadaptierter Constant-Score präoperativ vs. postoperativ

Im Gegensatz zu den Instabilitätsarthropathien findet sich hier eher ein heterogenes Bild an Verbesserungen des Constant-Scores, die mit $p < 0,05$ signifikant sind. Postoperativ zeigen sich durchschnittlich Werte von 53,3%. Damit liegen diese Werte ähnlich hoch wie bei der avaskulären Humeruskopfnekrose, jedoch liegen hier die präoperativen Werte höher, wodurch die relative Steigerung geringer ausfällt.

Andere sekundäre Omarthrosen:

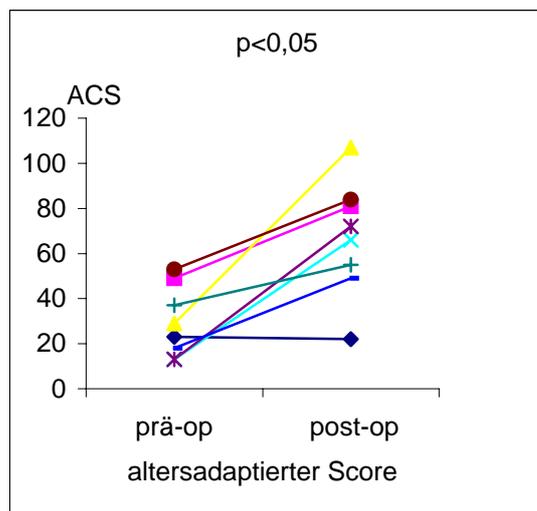


Diagramm C19: altersadaptierter Constant-Score präoperativ vs. postoperativ

In dieser Indikationsgruppe wurden alle übrigen sekundären Omarthrosen zusammengefasst, da hier nur sehr wenige Patienten eine einzelne Gruppe bilden würden.

Insgesamt zeigt sich auch hier eine signifikante Verbesserung. Es zeigen sich die besten postoperativen Werte mit einem Mittelwert von 67% im alters- und geschlechtsadaptierten Constant-Score.

Insgesamt zeigt sich in den meisten Diagnosegruppen eine signifikante Verbesserung der postoperativen Werte im Verhältnis zu den präoperativen Werten. Vergleicht man diese Gruppen miteinander, finden sich mehr oder weniger große Unterschiede zwischen den Gruppen, welche jedoch keinen signifikanten Unterschied aufweisen.

Die besten postoperativen Werte können bei den Diagnosegruppen „andere sekundäre Omarthrosen“ und Instabilitätsarthropathien verzeichnet werden. Da die präoperativen Werte jedoch unterschiedlich hoch sind, muss getrennt hiervon die relative Zunahme der Punkte im Vergleich zu den Ausgangswerten, also den präoperativen Werten, betrachtet werden. Dann ergibt sich die höchste relative Steigerung bei der Diagnosegruppe der avaskulären Humeruskopfnekrosen, gefolgt von der Gruppe der Instabilitätsarthropathien und der Gruppe der „anderen sekundären Omarthrosen“. Die schlechtesten postoperativen Werte finden sich bei der Indikationsgruppe der Defektarthropathien. Berücksichtigt man hier wiederum die präoperativen Ausgangswerte, zeigt sich die geringste Steigerung bei der Gruppe der primären Omarthrosen.

3. Ergebnisse nach Lage des Implantats

3.1 Offset

Bei allen Patienten wurde nach schon beschriebener Weise die Lage des Implantats bestimmt. Hierbei wurden Werte zwischen $-7,7\text{mm}$ und $11,3\text{mm}$ Differenz zur anatomisch korrekten Lage gemessen. Hieraus wurden die Gruppen „Medialisiert implantiert“ (Wert unter null), bestehend aus 20 Patienten (69%) und „Lateralisiert implantiert“ (Wert über null), bestehend aus 8 Patienten (28%) gebildet. Bei einem Patienten wurde der Wert Null gemessen. Dieser wurde keiner der beiden Gruppen zugeteilt. Das Diagramm C20 zeigt hierzu eine Übersicht. Im Mittel wurde die Prothese mit $2,2\text{mm}$ Versatz nach lateral implantiert.

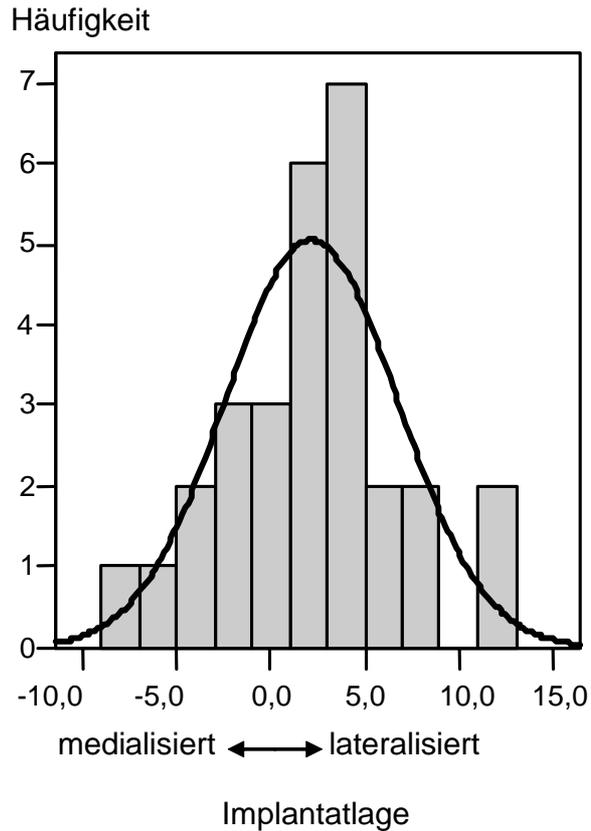
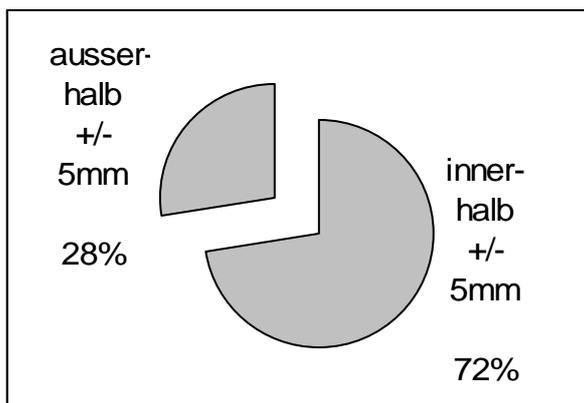


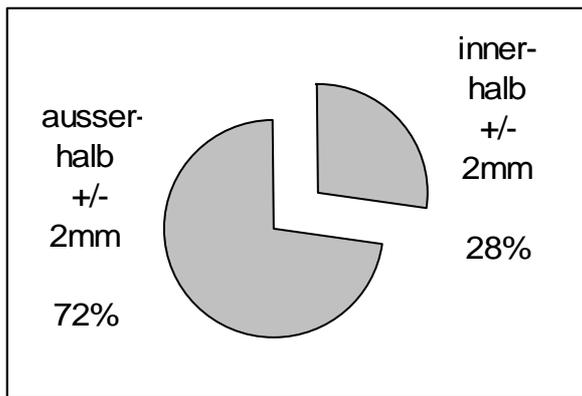
Diagramm C20: Übersicht zur Lage des Implantats

Zur übersichtlicheren Darstellung der Patienten bei denen die Röntgen-Befunde auf eine nicht optimale Implantation der Prothese hindeuten, wurde ein Bereich von +/-5mm Versatz der Prothese gebildet.



Innerhalb dieses Bereiches wurden 21 Röntgen-Befunde gemessen, dies entspricht circa 72%. Ausserhalb dieses Bereiches lagen 8 Röntgen-Befunde, entsprechend circa 28%.

Diagramm C21: Prozentuale Darstellung der Röntgen-Befunde im Bereich +/-5mm Offset



Bei Betrachtung eines Bereiches von +/-2mm, liegen 8 Röntgen-Befunde, entsprechend 28% innerhalb dieses Bereiches, 21 Befunde, entsprechend 72% ausserhalb.

Diagramm C22: Prozentuale Darstellung der Röntgen-Befunde im Bereich +/-2mm Offset

3.1.1 Constant-Score, altersadaptierter Score und kraftadaptierter Score

In diesem Teil werden die Gruppen „medialisiert“ und „lateralisiert“ in Bezug auf den Constant Score und seine adaptierten Werte dargestellt.

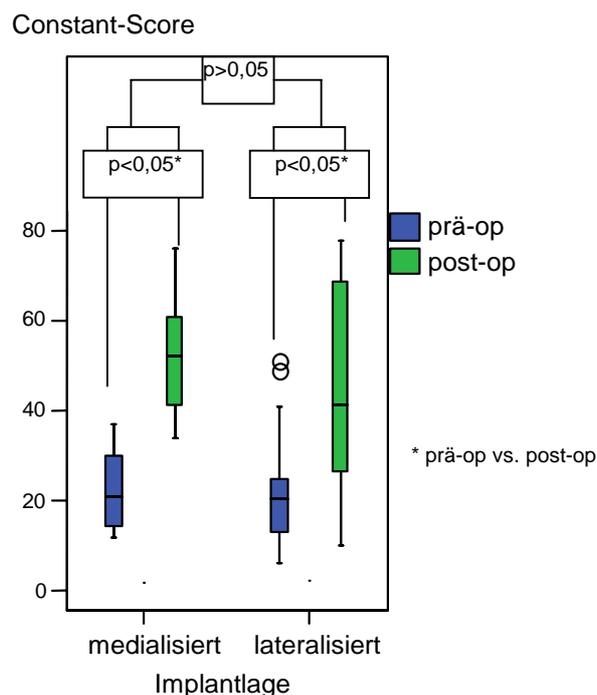


Diagramm C23: Constant-Score präoperativ vs. postoperativ

Insgesamt zeigen sich in beiden Gruppen signifikante Verbesserungen im Constant-Score. Zwischen den Gruppen bestehen geringe Unterschiede, welche keine Signifikanz aufweisen.

Bei lateralisierter Lage der Prothesen ist im Mittel ein Zuwachs von etwa 23 Punkten, von 22 Punkten präoperativ auf 45 Punkte postoperativ, im Constant-

Score erreicht worden. Dies entspricht einer Steigerung auf das Doppelte. Gleichermaßen sind Verbesserungen der altersadaptierten und kraftadaptierten Scores erkennbar. So ist der altersadaptierte Score von präoperativ 27% auf postoperativ 55% (Steigerung auf ebenfalls das Doppelte) erhöht worden. Beim kraftadaptierten Score ist die Steigerung entsprechend. Insgesamt liegt hier eine weite Streuung der Werte vor. So reichen die Werte im altersadaptierten Score postoperativ von einem Minimum von 11% bis zu einem Maximum von erfreulichen 110%, die durch Ausreißer nach oben und unten zustande kommen.

Auch bei medialisierter Lage ist eine deutliche Verbesserung des Constant-Scores ersichtlich. Dieser wurde von etwa 23 Punkten präoperativ auf etwa 52 Punkte postoperativ verbessert. Dies entspricht einer Steigerung auf etwa das 2,3fache. Diese Verbesserung kann auch im altersadaptierten und kraftadaptierten Score beobachtet werden. Im altersadaptierten Score liegt im Mittel eine Steigerung auf etwa 63% vor, was einer Steigerung auf das 2,3fache entspricht. Ähnlich hoch ist auch die Verbesserung des kraftadaptierten Scores von etwa 25% auf 59%. Eine hohe Spannweite wurde auch in dieser Gruppe beobachtet. So erstreckt sich der altersadaptierte Score von 38% bis zu 95% postoperativ. Im absoluten Constant-Score ist eine Spannweite von 34 Punkten zu 76 Punkten zu beobachten.

3.1.2 Unterfaktoren des Constant-Scores

Wie auch beim Gesamtkollektiv erfolgt in diesem Kapitel die Aufteilung anhand der Faktoren des Constant-Scores.

In allen Bereichen des Constant-Scores ist eine Verbesserung der Werte deutlich sichtbar, auch wenn sich kein signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe „medialisiert“ und der Gruppe „lateralisiert“ darstellt. Aus den prä- und postoperativen Werten ist eine signifikante Verbesserung des Schmerzzustandes sowohl in der Gruppe „medialisiert“ als auch in der Gruppe „lateralisiert“ ersichtlich. In der Gruppe „lateralisiert“ wurde eine Steigerung des Scores von 5,5 Punkten (von 2,9 auf 8,4 Punkte) erreicht, bei der Gruppe „medialisiert“ wurde ein vergleichbarer Wert von 5,8 Punkten Steigerung (von

3,1 auf 8,9 Punkte) gemessen. Dies entspricht einer Steigerung auf das 2,8fache beziehungsweise auf das 2,9fache. Ebenso wurde bei dem Faktor der Aktivität in beiden Gruppen ein signifikanter Punktanstieg des Constant-Scores gemessen. In der Gruppe „lateralisiert“ konnte eine Steigerung von 7 Punkten (von 4,3 auf 11,3 Punkte), in der Gruppe „medialisiert“ von 7,3 Punkten (von 4,5 auf 11,8 Punkte) erreicht werden. Zwischen den beiden Gruppen bestehen andererseits keine signifikanten Unterschiede. Auch in den Bereichen der Mobilität und der Kraft zeigen innerhalb der Gruppen die postoperativen Werte zu den präoperativen Werten signifikante Unterschiede auf. Im Bereich der Mobilität zeigen die Werte zwischen den Gruppen einen geringen, jedoch nicht signifikanten Unterschied auf. Hier wurde der Punktwert in der Gruppe „lateralisiert“ um 6,5 Punkte (von 13,7 auf 20,2 Punkte) gesteigert, was einer Verbesserung auf das 1,5fache entspricht. Bei der Gruppe „medialisiert“ konnte eine Verbesserung auf das Doppelte erreicht werden (Steigerung um 12,5 Punkte von 13,8 auf 26,3 Punkte). Im Bereich der Kraft wurden wieder sehr ähnliche Werte in den beiden Gruppen verzeichnet. Diese konnte in der Gruppe „lateralisiert“ um 4,1 Punkte (von 1,5 auf 5,6 Punkte) gesteigert werden. Der vergleichbare Wert aus der Gruppe „medialisiert“ liegt bei 4,4 Punkten (von 1,1 auf 5,5 Punkte).

Insgesamt sind somit in den einzelnen Bereichen des Constant Scores ähnliche Werte in den Gruppen „medialisiert“ und „lateralisiert“ zu verzeichnen.

3.1.3 Beweglichkeit

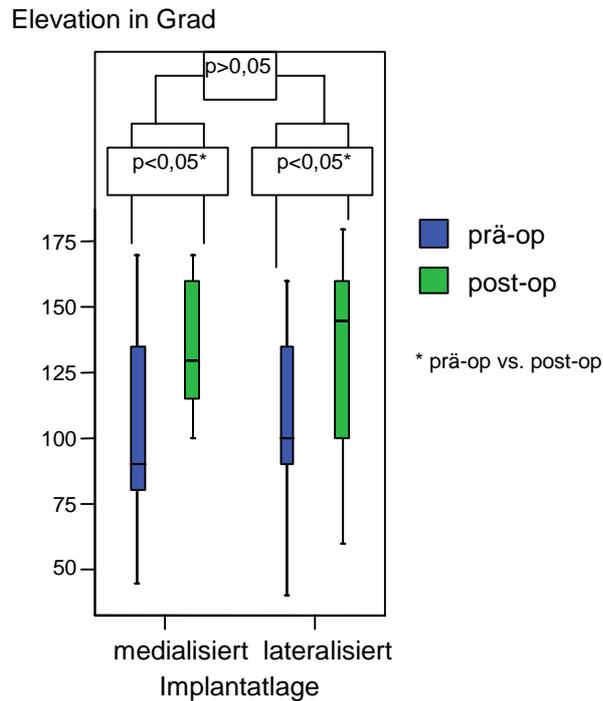


Diagramm C24: passive Elevation präoperativ vs. postoperativ

Die Elevation und Außenrotation betreffend sind die Ergebnisse der Gruppen medialisiert und lateralisiert miteinander vergleichbar und zeigen keinen signifikanten Unterschied auf. Als Grafik ist hier beispielhaft die passive Elevation dargestellt. Bei medialisierter Lage konnte die passive Elevation von 103° auf 135° verbessert werden, bei lateralisierter Lage von 107° auf 130°. Die Außenrotation konnte bei medialisierter Lage von 14° auf 31° gesteigert werden, bei lateralisierter Lage von 18° auf 28°. Innerhalb der Gruppen zeigen diese Werte mit $p < 0,05$ signifikante Unterschiede postoperativ zu präoperativ auf.

3.1.4 Varianzanalyse

Um der Frage nach einem eventuellen Einfluss der Implantatlage auf das Ergebnis nachzugehen, wurde hierzu eine Varianzanalyse mit Messwiederholung gerechnet. Hierbei wurde mit den Gruppen „Medialisiert implantiert“ (bestehend aus 20 Patienten) und „Lateralisiert implantiert“ (bestehend aus 8 Patienten) gerechnet. Die unabhängige Variable, deren Einfluss überprüft werden soll, ist die Implantatlage. Als abhängige Variable

wurde hier der alters- und geschlechtsadaptierte Constant-Score und beispielhaft für das Ausmaß der Beweglichkeit die passive Elevation präoperativ versus postoperativ untersucht.

3.4.1 Altersadaptierter Constant-Score:

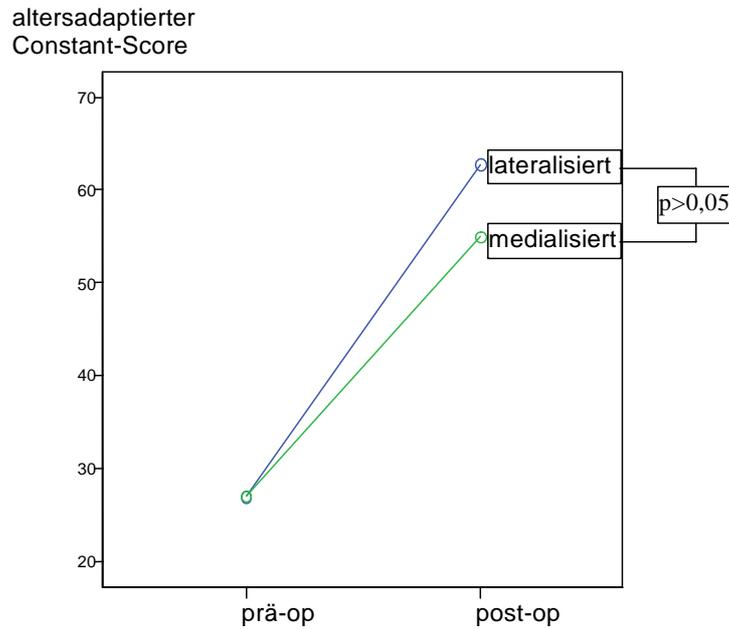


Diagramm C25: altersadaptierter Constant-Score in Bezug zur Implantatlage präoperativ vs. postoperativ

3.4.2 Beweglichkeit:

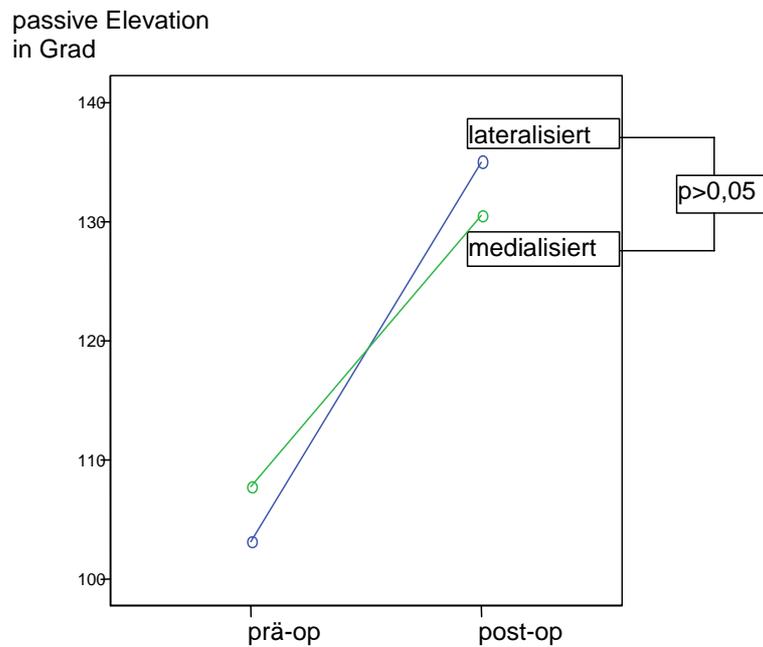


Diagramm C26: passive Elevation in Grad in Bezug zur Implantatlage präoperativ vs. postoperativ

Es kann ein geringer Unterschied zwischen den Gruppen „Medialisiert implantiert“ und „Lateralisiert implantiert“ vermutet werden. Mit einer Signifikanz von 0,385 beim altersadaptierten Constant-Score und einem Wert von 0,545 bei der passiven Elevation unterscheiden sich diese beiden Gruppen jedoch nicht signifikant. Anhand dieser Varianzanalyse mit Messwiederholung ist somit kein signifikanter Einfluss der Implantatlage auf den altersadaptierten Constant-Score oder die passive Elevation erkennbar.

3.2 Größenbestimmung

Bei der Bestimmung des Humeruskopfradius fällt auf, dass im Durchschnitt die Größe nur minimal verändert wurde. Postoperativ zeigt sich im Durchschnitt ein Wert von 23,4mm im Vergleich zu 23,5mm präoperativ. Auch hier wurde eine Gruppeneinteilung anhand der Veränderung des Radius durchgeführt.

Hier zeigt sich bei der Gruppe mit einer Vergrößerung des Radius eine höhere Differenz zwischen präoperativem und postoperativem Wert im altersadaptierten Score. Es wurde präoperativ ein Wert von 18%, postoperativ von 62,5%, entsprechend einer Differenz von 44,5% gemessen. Im Vergleich hierzu wurden in der Gruppe ohne Veränderung der Größe Werte von 25,8% präoperativ und 53,7% postoperativ bestimmt. Dies macht einen Unterschied von 27,9%. In der Gruppe mit Verringerung des Radius wurden Werte von 45% präoperativ zu 85% postoperativ gemessen. Hier liegen sowohl präoperative als auch postoperative Werte deutlich über denen der anderen Gruppen. Die Differenz von 40% ist kleiner als die bei Vergrößerung des Radius, aber größer als bei der Gruppe ohne Veränderung des Radius. Insgesamt ist bei Betrachtung der Korrelation kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Veränderung des Humeruskopfradius, einem eventuellen Overstuffing und dem Constant-Score festzustellen.

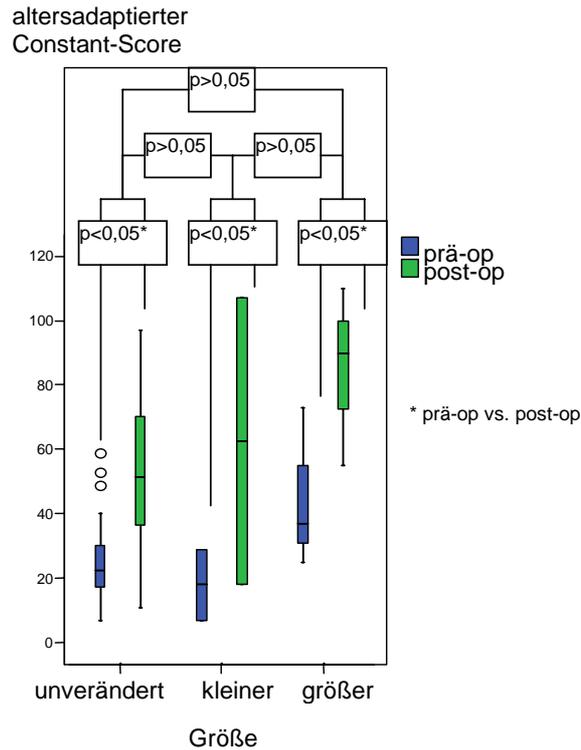


Diagramm C27: altersadaptierter Constant-Score präoperativ vs. postoperativ in Abhängigkeit von der Größe

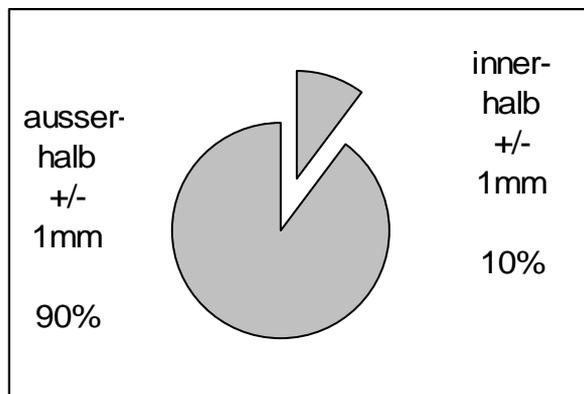


Diagramm C28: Prozentuale Darstellung der Röntgen-Befunde im Bereich +/-1mm Größenänderung

Bei Beurteilung der Größe aus dem Röntgenbild, konnten 25 Befunde innerhalb eines Bereiches von +/- 1mm gemessen werden. Dies entspricht circa 90%. Ausserhalb dieses Bereiches lagen vier Befunde, entsprechend circa 10%.

3.3 Inklination

Bei der Messung des Winkels zwischen der Schaftachse und der Halsachse kann man bei unserem Kollektiv insgesamt nur einen geringen Unterschied von präoperativ zu postoperativ erkennen. Dieser Winkel wurde im Durchschnitt postoperativ um 1° geringer gemessen als präoperativ.

Teilt man die einzelnen Patienten je nach Vergrößerung und Verringerung des Winkels einzelnen Gruppen zu und betrachtet den jeweiligen Constant-Score (hier den altersadaptierten Score), so finden sich auch hier nur geringe, nicht signifikante Unterschiede. So konnte in der Gruppe ohne Veränderung des Winkels ein präoperativer Score von 25,6% und ein postoperativer Wert von 54,3% gemessen werden. Dies bedeutet eine Differenz von 28,7%. In der Gruppe mit Vergrößerung des Winkels postoperativ, kann man Werte von präoperativ 26,5% und postoperativ 61,1% bestimmen. Die Differenz liegt bei 34,6%. In der Gruppe mit Verringerung des Winkels postoperativ liegen die Werte in einem ähnlichen Bereich. Präoperativ können hier Werte von 29,6%, postoperativ von 58,3%, entsprechend einer Differenz von 28,7% gemessen werden. Innerhalb der einzelnen Gruppen unterscheiden sich prä- und postoperative Werte des altersadaptierten Scores signifikant. Insgesamt kann somit bei der Gruppe mit Vergrößerung des Winkels eine höhere Differenz zwischen dem altersadaptierten Score präoperativ zu postoperativ festgestellt werden. Diese zeigt jedoch keine Signifikanz auf.

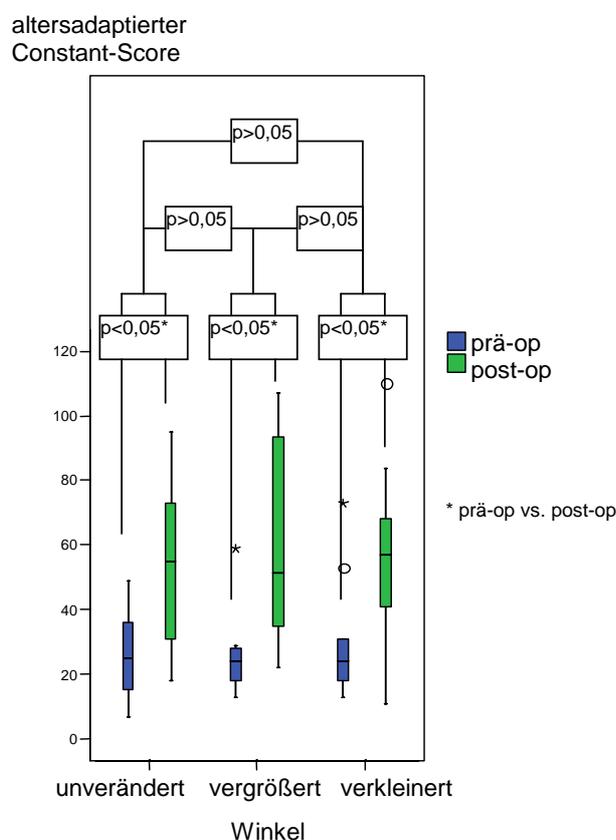
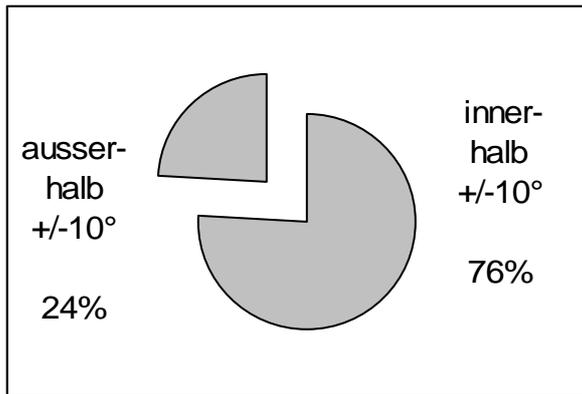
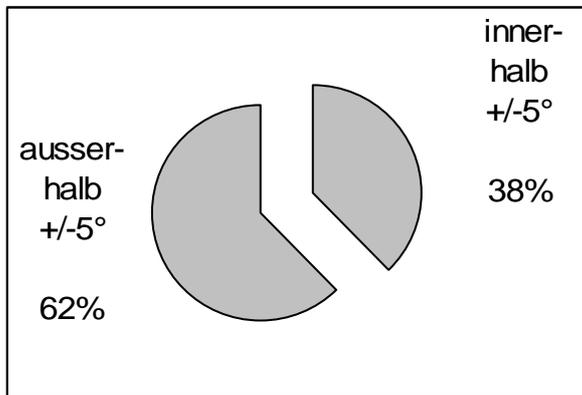


Diagramm C29: altersadaptierter Score präoperativ vs. postoperativ in Abhängigkeit von der Inklination



Bei Betrachtung eines Bereiches von +/-10°, lagen 22 Röntgen-Befunde innerhalb dieses Bereiches, entsprechend circa 76%. Ausserhalb lagen 7 Befunde, entsprechend circa 24%.

Diagramm C30: Prozentuale Darstellung der Röntgen-Befunde im Bereich +/-10° Änderung der Inklination



Bei Betrachtung eines Bereiches von +/-5° konnten 11 Röntgen-Befunde innerhalb dieses Bereiches gemessen werden. Dies entspricht circa 38%. 18 Befunde, entsprechend 62%, lagen ausserhalb dieses Bereiches.

Diagramm C31: Prozentuale Darstellung der Röntgen-Befunde im Bereich +/-5° Änderung der Inklination

D. Diskussion

1. Gesamtergebnisse

Diese Studie zeigt erstmalig, dass der Oberflächenersatz des Humeruskopfes nach Copeland bei einem jungen Patientenkollektiv mit überwiegend sekundären Omarthrosen unterschiedlicher Ätiologie den Constant-Score und damit die Schulterfunktion signifikant verbessert. Andere Studien über den Oberflächenersatz nach Copeland konnten ebenfalls eine Verbesserung der Schulterfunktion nachweisen, allerdings war dort das Patientengut deutlich unterschiedlich. So zeigte eine Studie von Copeland et al. [32] mit diesem Oberflächenersatz eine Steigerung des Constant-Scores von 15,4 Punkte auf 52,4 Punkte. Diese Werte sind somit ähnlich unseren Werten von 22,4 Punkten präoperativ und 47,6 Punkten postoperativ, tendenziell jedoch deutlich höher. Ähnliche Ergebnisse zeigen sich auch in den Unterkategorien des Constant-Scores. Copeland et al. [32] dokumentierten die größte Verbesserung ebenfalls in der Kategorie Schmerz. In der Kategorie Kraft konnte Copeland ebenso nur eine geringe Steigerung feststellen. Die Beweglichkeit zeigte postoperativ mit 110° bei der aktiven Elevation einen vergleichbaren Wert auf (bei uns: 120,3°), die Außenrotation liegt mit 48° etwas höher als bei uns (24,1°). Jedoch muss bemerkt werden, dass Copeland hierbei den Oberflächenersatz nicht nur als Hemiprothese, sondern in den meisten Fällen als Totalendoprothese mit Glenoidersatz verwendete (68 TEP, 35 HEP). Bei Verwendung des Oberflächenersatzes als Totalendoprothese konnten dabei bessere Ergebnisse erzielt werden, als bei Verwendung als Hemiprothese.

In einer neuesten Studie dieser Copeland-Arbeitsgruppe [43] finden sich jedoch hervorstechend gute Ergebnisse. Hier wird von einer Steigerung des Constant-Scores um über 50 Punkte berichtet. In dieser Studie wurden 32 Hemiprothesen und 7 Totalendoprothesen implantiert. Im Vergleich zu unserer Studie zeigen sich besonders im Patientengut Differenzen. Bei uns stellt sich das Patientengut deutlich heterogener dar. Viele Patienten sind häufig voroperiert oder neurologische Schäden sind vorbestehend. Gerade bei diesen Patienten ist die Aussicht auf ein herausragend gutes Ergebnis als geringer

zusehen. Ebenfalls unterscheiden sich die Ätiologien. Bei Copeland sind dies zu 35% primäre Omarthrosen, wohingegen bei uns wesentlich mehr Instabilitätsarthropathien mit dem Problem der Rezentrierung vorkommen. Auch im Bezug auf das Alter sind die Unterschiede deutlich. Während bei uns das Durchschnittsalter bei 49,8 Jahren liegt, deutet das Durchschnittsalter von 70 Jahren bei Copeland auf einen anderen Typus von Patient hin. Unsere Patienten sind sehr jung und beanspruchen ihre Schulter deutlich stärker und in einer anderen Weise als ein 70jähriger. Bei unserer Studie wurden alle Patienten, die mit dem Oberflächenersatz nach Copeland versorgt wurden, in diese Studie eingeschlossen, wohingegen bei Copeland et al. [43] Patienten mit bestimmten Kriterien von der Studie ausgeschlossen wurden. Durch unser sehr heterogenes Patientengut kommt bei unseren Ergebnissen auch eine weite Streuung der Werte sowohl prä- als auch postoperativ zustande. Auch die niedrige Anzahl an Patienten macht sich hier bemerkbar, da schon wenige Ausreißer nach oben oder unten das Spektrum an Ergebnissen deutlich beeinflussen können. Warum die Ergebnisse dieser neuesten Studie der Copeland-Arbeitsgruppe soviel besser sind als die Ergebnisse der älteren Studie der gleichen Arbeitsgruppe kann an dieser Stelle nicht vollständig geklärt werden.

In anderen Studien, wie der von Thomas et al. [44] finden sich wiederum mit uns vergleichbare Werte. In dieser Studie wurden 48 Schultern nach Implantation des Oberflächenersatzes nach Copeland als Hemiprothese untersucht. Hier konnte insgesamt eine Verbesserung des absoluten Constant-Scores von 16,4 auf 54 Punkte gemessen werden. Ebenso wie in der älteren Copeland-Studie als auch bei uns zeigt sich die größte Verbesserung in der Kategorie Schmerz und die geringste in der Kategorie Kraft. Postoperativ zeigte sich hier eine Beweglichkeit von circa 110° bei der Elevation und 43° bei der Außenrotation. Das Durchschnittsalter von 68,4 Jahren lag auch hier weit über dem unseren. Die Indikationen zum endoprothetischen Ersatz waren primäre Omarthrose und rheumatoide Arthritis.

2. Subgruppen

Bei Betrachtung der Ergebnisse in Bezug auf die unterschiedlichen Diagnosegruppen, fallen Differenzen zur älteren Studie von Copeland et al. [32] auf. So konnte Copeland et al. [32] in seiner Studie die besten Ergebnisse in der Indikationsgruppe der primären Omarthrosen finden. Hier wurden postoperativ Werte von 57,7 Punkten im absoluten und 73,5% im relativen Constant-Score festgestellt. Diese Werte konnten noch von den Werten bei Verwendung eines Glenoidersatzes übertroffen werden. Copeland maß hier einen Constant-Score von 64,2 Punkten beziehungsweise 93,7%. Die schlechtesten Ergebnisse stellte Copeland bei den Indikationsgruppen der Rotatorenmanschettenrupturen und posttraumatisch fest.

In unserer Studie konnten die besten postoperativen Werte in der Gruppe der Instabilitätsarthropathien, der avaskulären Humeruskopfnekrosen und der Gruppe der sonstigen sekundären Omarthrosen gemessen werden. Die Instabilitätsarthropathien stellen in sich eine komplizierte Gruppe dar, da Stabilität und Zentrierung erreicht werden müssen. Dies ist nicht automatisch durch den Implantateinbau gegeben. Instabilitätsarthropathien und avaskuläre Humeruskopfnekrosen zeigen bei uns sehr zufriedenstellende Ergebnisse, weshalb wir bei diesen Indikationen und sonst gegebenen Voraussetzungen einen Oberflächenersatz nach Copeland empfehlen.

Im Gegensatz hierzu wurden die schlechtesten postoperativen Werte in der Gruppe der Defektarthropathien und auch in der Gruppe der primären Omarthrosen festgestellt. Schlechte Ergebnisse auch unter Verwendung einer anatomischen Schulterprothese bei Defektarthropathien sind in der Literatur bekannt. In diesem Fall sollte die reverse Prothese nach Grammont in Betracht gezogen werden, auf welche später noch genauer eingegangen wird. Es sind unterschiedliche Ursachen zu erwähnen, warum bei uns die primären Omarthrosen zu einem ungünstigeren Ergebnis führten. Bei unserer Studie handelt es sich vor allem um körperlich schwer arbeitende Patienten, was zu einem relativen chronischen Reizzustand mit Schmerzen führt. Dieser wäre bei einem älteren, geringer aktiven Patientenkontext weniger zu erwarten. Copeland machte bei diesen Patienten oft einen Glenoidersatz, was bedeutet,

dass seine Ergebnisse eigentlich mit denen von Totalendoprothesen verglichen werden müssten. Weiterhin ist bei uns die Fallzahl (n=3) bei den primären Omarthrosen sehr klein und lässt dadurch keine statistische Aussage zu. Von diesen wenigen Patienten entwickelten zudem Einzelfälle eine Glenoiderosion, wodurch das Gesamtergebnis in dieser Indikationsgruppe nach unten gezogen wird. Dies ist umso bemerkenswerter, als gerade bei den Patienten mit Omarthrose eine positive Selektion erfolgte, d.h. nur jüngere Patienten mit zentrierten Gelenken wurden eingeschlossen.

3. Vergleich mit Totalendoprothese

3.1 Anatomische Schultertotalendoprothese

Im Vergleich zu anderen Studien mit Verwendung einer Totalendoprothese fällt das Outcome unserer Studie schlechter aus. Walch u. Boileau et al. [46] konnten bei dem Einbau der Aequalis-Prothese in 86 Schultern nach einem Follow-up von 34,4 Monaten einen postoperativen Constant-Score von 62,2 Punkten beziehungsweise 84,4% im alters- und geschlechtsadaptierten Score messen. Die besten Ergebnisse wurden auch hier in der Kategorie Schmerz, gefolgt von der Mobilität und Aktivität festgestellt. Die Kraft konnte auch hier nur gering verbessert werden. Bei Betrachtung der Ergebnisse hinsichtlich der Indikationsgruppe sind hier die besten Ergebnisse bei der Gruppe der primären Omarthrosen aufzufinden. Im Gegensatz hierzu schnitten die Patienten aus der Gruppe der Defektarthropathien am schlechtesten ab.

Schmidt-Wiethoff et al. [38] fanden bei 181 Schulterprothesen vom Typ Aequalis bei Patienten mit primären Omarthrosen (Constant-Score 66 Punkte), avaskulären Humeruskopfnekrosen (Constant-Score 68 Punkte) und auch bei Prothesen nach Trauma (Constant-Score 68 Punkte) die besten Ergebnisse.

Diese höheren Werte bezüglich des Gesamtscores auf Seiten der Totalendoprothetik werden auch von anderen Autoren beschrieben. So konnten auch Sperling et al. [41] in ihrer Studie von 108 Schultern mit der Versorgung der Neer-Prothese ein besseres Ergebnis, jedoch ohne signifikanten Unterschied, in der Gruppe der Totalendoprothesen im Vergleich zur Hemiprothese feststellen.

Ein Grund für das schlechtere Ergebnis von Oberflächenhemiprothesen im Vergleich zu Totalendoprothesen liegt darin, dass das Weichteilrelease periglenoidal deutlich schwieriger ist, da der Kopf nicht reseziert wird und die Pfanneneinsicht beeinträchtigt ist. Bei modernen modularen Systemen der Schultertotalendoprothesen kann durch gute Rekonstruktion der Anatomie und der Hebelarme eine gute Schmerz- und Funktionsverbesserung erzielt werden [18]. Dieses bessere Ergebnis bei Implantation einer totalen Schulterendoprothese mit Ersatz auch des Glenoids muss mit sich daraus ergebenden Komplikationen aufgewogen werden. Die Lockerung der Prothesenkomponenten und hier vor allem der Glenoidkomponente ist die häufigste beschriebene Komplikation in der Schulterendoprothetik. Insgesamt werden hier Lockerungsraten von 0% bis 44% beschrieben [22, 24, 41].

Torchia et al. [45] fanden in den Langzeitergebnissen nach Implantation der Neer-Prothese in 5,6% der Fälle eine Lockerung der Pfanne, die revisionspflichtig war. Jedoch wurde in 84% ein Lysesaum um die Glenoidkomponente aufgewiesen und fast 44% der Glenoidimplantate hatten nach einem Follow-up von 12 Jahren radiologisch eine veränderte Position eingenommen. Hier zeigt sich, dass unterschieden werden muss, ob es sich um radiologische Lockerungszeichen in Form von Lysesäumen, die oft ohne klinisches Korrelat bleiben, oder um definitive Lockerungen handelt, welche dann symptomatisch werden [24, 38, 45].

Walch und Boileau et al. [46] fanden bei Versorgung einer Totalendoprothese nach Aequalis eine Revisionsrate von 2% wegen Pfannenlockerung, jedoch waren in 48% radiologische Lysesäume zu erkennen.

Insgesamt zeigt sich bei Implantation einer Totalendoprothese ein besseres Kurz- und Mittelzeitergebnis als bei einer Hemiprothese, trägt aber das Risiko von Langzeit-Problemen durch die Glenoidkomponente [4], welches insbesondere bei unserem jungen, aktiven Patientengut beachtet werden muss.

3.2 Inverse Prothese nach Grammont

Wie die Erfahrungen der Endoprothetik aufzeigen, sind die Ergebnisse bei Defektarthropathie nach Ruptur der Rotatorenmanschette mit einer

anatomischen Prothese nicht zufriedenstellend. Die inverse Schulterendoprothese hat dieses Indikationsspektrum durch sehr gute Ergebnisse erobert. Durch die Konstruktion, bei welcher Pfanne und Kopf vertauscht werden, wird das Rotationszentrum so verlagert, dass sich der Hebelarm des M. deltoideus verlängert. Hierdurch kann in Fällen mit Defektarthropathie auch in der Kategorie der Beweglichkeit eine deutlich höhere Verbesserung als in unserer Studie erzielt werden.

In einer Studie von Sirveaux et al. [39] wurden 80 Patienten mit der Diagnose Defektarthropathie mit dieser Prothese versorgt. Hier konnten postoperative Werte von 65,5 Punkten im Constant-Score gemessen werden. In den Kategorien des Constant-Scores konnten hier in dem Bereich Mobilität der Wert von 12,3 Punkten präoperativ auf 27,8 Punkte postoperativ erhöht werden. In unserer Studie konnte dieser bei Defektarthropathie nur von 11 Punkten auf 19 Punkte erhöht werden.

Boileau et al. [7] konnten nach Implantation der Grammont-Prothese bei 21 Patienten mit Defektarthropathie einen Gewinn im Constant-Score von 49 Punkten erzielen. Der präoperative Werte lag hier bei 18 Punkten, der postoperative bei 66 Punkten.

Jedoch zeigt auch die Grammont-Prothese einige Probleme bezüglich der Komponentenlockerung [6, 39]. Sirveaux et al. [39] beschreiben fünf von 80 Fällen mit aseptischer Lockerung des Glenoids und sieben Fälle mit radiologischer Positionsänderung der Glenoidkomponente. Auch Boileau et al. [6] beschreiben Komplikationen, die durch zu geringe Kraft des M. deltoideus zu Instabilität und Prothesenlockerung führen und hohe Revisionsraten von bis zu 15% mit sich bringen. Insgesamt fordert die Verankerung der Glenosphäre an der Skapula viel gute Knochensubstanz und lässt im Falle einer Lockerung kaum Rückzugsmöglichkeiten offen. Zum anderen kann es durch die erhöhte mechanische Belastung, vor allem an der Skapula, wiederum zu Lockerung der Komponenten kommen. Auf Grund dessen sollte diese Prothese eher bei älteren als bei jüngeren Patienten zum Einsatz kommen [6].

In der Indikationsgruppe der Defektarthropathien ist die inverse Schulterprothese die Domäne und ein Oberflächenersatz ist nur in

Ausnahmefällen indiziert. Diese stellen besonders junge Patienten oder aktiv gut bewegliche Patienten ohne Pseudoparalysen (d.h. mindestens 90° aktive Elevation), welche die fehlende Rotatorenmanschette durch andere Muskeln kompensieren können.

4. Vergleich mit anderen Hemiprothesen

Wie schon beschrieben, werden von vielen Autoren die Ergebnisse von Totalendoprothesen im Vergleich zu Hemiprothesen als besser angegeben.

Im Vergleich mit anderen Studien zu Hemiendoprothesen sind unsere Ergebnisse ähnlich, fallen jedoch gering schlechter aus. Edwards et al. [17] konnte bei Implantation der Aequalis-Prothese als Hemiprothese postoperative Werte von 64 Punkten feststellen. Dies erscheint im Vergleich zu unserem Ergebnis mit 47,6 Punkten als sehr hoch. Betrachtet man jedoch die Ausgangswerte, also die präoperativen Werte, so liegen diese bei unseren Patienten mit nur 22,4 Punkten deutlich unter denen von Edward et al. [17] mit 33 Punkten. Bei Aufteilung des Constant-Scores in die einzelnen Kategorien, kann man hier wieder die beste Steigerung in der Kategorie Schmerz und die schlechteste in der Kraft feststellen.

Lo et al. [34] fanden bei Patienten mit Versorgung durch die Neer-Prothese als Hemiendoprothese einen postoperativen Constant-Score von 67,1 bei einem relativ hohen präoperativen Wert von 30,7 Punkten.

Fink et al. [18] fanden in ihrer Studie über den Oberflächenersatz mit der Durom-Cup ähnliche Ergebnisse. Hier konnte der Constant-Score postoperativ mit 55,81 Punkten im Vergleich zu präoperativ 20,25 Punkten angegeben werden. Hier liegt die größte Steigerung in der Kategorie Schmerz.

Ein sehr gutes Ergebnis in der Kategorie Schmerz findet sich auch in unserer Studie. Dies kann man dadurch erklären, dass oftmals gerade bei jungen Patienten die Implantation einer Prothese lange hinausgezögert wird und versucht wird, die Schulterfunktion konservativ wiederherzustellen, was aber auch zu einer unnötig weiten Zerstörung der Gelenkflächen mit deutlicher Einschränkung der Schulterfunktion und Schmerzpersistenz führen kann.

Dieser Arthroseschmerz wird durch die Implantation einer Endoprothese primär behandelt.

Ein direkter Vergleich zwischen verschiedenen Prothesensystemen ist jedoch nur mit Einschränkungen möglich, da die Zusammensetzung der Patientenkollektive hinsichtlich der zugrundeliegenden Erkrankung und des Alters durchaus verschieden sind.

Bei Betrachtung der Ergebnisse nach Indikationen fällt auf, dass auch bei Versorgung mit einer Hemiprothese das Ergebnis bei Patienten mit Defektarthropathie schlechter ausfällt als in anderen Indikationsgruppen [27]. Wie schon erläutert ist die Defektarthropathie die Domäne der inversen Schultertotalendoprothetik, weshalb bei Ausschluss von Kontraindikationen deren Implantation bevorzugt werden sollte.

Ein Problem bei der Versorgung mit einer Hemiendoprothese stellt die sekundäre Erosion des Glenoids dar. Dies wird in der Literatur mit Werten von 0% bis 20% angegeben [17, 32, 33, 34, 38, 41]. Hierauf wird im Rahmen der Komplikationen noch näher eingegangen.

5. Warum Oberflächenersatz?

Im Vergleich mit anderen Studien zeigen sich somit in unserer Studie schlechtere Ergebnisse. Womit hängt dies nun zusammen?

Zum einen können hier die schon erwähnten Unterschiede bezüglich des Patientenkollektivs genannt werden. Unser Patientenkollektiv besteht aus einer sehr heterogenen Gruppe, die aufgrund des geringen Durchschnittsalters und der körperlichen Aktivität ein besonderes Kollektiv bildet. Für viele dieser Patienten würde eine Versorgung mit einer Totalendoprothese, also auch mit Ersatz des Glenoids, vermutlich zu einem besseren Outcome führen. Jedoch müssen hier die Überlebenszeiten der Prothesen und hierbei besonders die Gefahr der Glenoidlockerung in Betracht gezogen werden. Hier zeigt die Prothese nach Copeland einen deutlichen Vorteil gegenüber der TEP auf. Wie auch schon bei der Vorstellung der Copeland-Prothese beschrieben, bietet diese bei Komplikationen ein weites Spektrum an Rückzugsmöglichkeiten. Dies ist gerade bei einem jungen, aktiven Patientenkollektiv von Vorteil. In unseren

Augen ist ein Alter unter 50 Jahren eine absolute Kontraindikation und ein Alter zwischen 50 und 60 Jahren eine relative Kontraindikation für eine reverse oder anatomische Schultertotalendoprothese. Gerade bei diesen jungen Patienten kann bei Implantation einer Copeland-Prothese, bei Komplikationen und Notwendigkeit des Prothesenwechsels, auf ein anderes Prothesensystem gewechselt werden ohne weitere Knochensubstanz zu verlieren. Somit muss ein schlechteres Ergebnis mit den Vorteilen der Prothese aufgewogen werden. Im Weiteren bietet unser Patientenkollektiv schon einen ungünstigen Ausgangswert im Constant-Score, wodurch auch der postoperative Wert niedriger ausfällt als bei Vergleichsstudien, in denen der präoperative Wert sich höher darstellt. Auch kann die Strenge bei der Auswertung und Beurteilung der Schulterfunktion zum Ergebnis beitragen. Ebenso sollte nochmals erwähnt werden, dass in unserer Studie alle Patienten, die mit einer Copeland-Prothese versorgt wurden, in die Studie eingeschlossen wurden, ohne weitere Ausschlusskriterien heranzuziehen.

Fallbeispiel als Paradeindikation für den Oberflächenersatz nach Copeland :

Verlauf der Implantation einer Copeland-Prothese bei Instabilitätsarthropathie mit Voroperation.

Anamnese:

Der 38-jährige Patient mit juvenilem Diabetes mellitus (versorgt mit einer Insulinpumpe) erlitt erstmals vor 15 Jahren eine unerkannte hintere Luxation der Schulter beim Wildwasserfahren. Seit dem circa 50 Luxationen in Folge mit problemloser Reposition meist durch den Patienten. 1988 erfolgte eine Eden-Hybinette-Plastik mit ventraler Spineinbolzung und Subscapularis-Raffung.

Bei Vorstellung 14 Jahre nach Operation mit schmerzhafter Ankylose, wird die Indikation zum endoprothetischen Gelenkersatz gestellt.



Abbildung D1: Röntgen präoperativ, 14 Jahre nach Eden-Hybinette

Nachuntersuchung:

Im Rahmen dieser Studie wurde der Patient mit einem Follow-up von 18 Monaten untersucht. Der Constant-Score konnte von 12 Punkten auf 47 Punkte verbessert werden. Die aktive Elevation steigerte sich von 80° präoperativ auf 110° postoperativ, die aktive Außenrotation von 5° präoperativ auf 15° postoperativ.

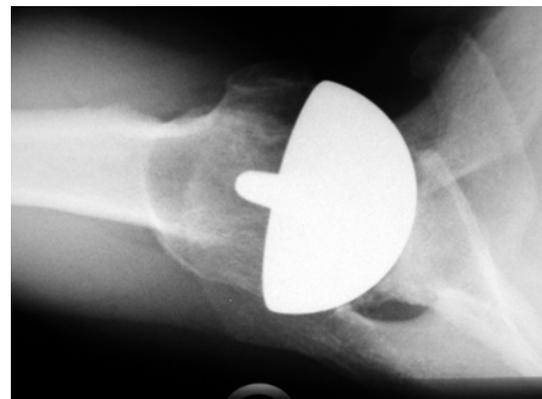


Abbildung D2: Röntgen 2 Jahre postoperativ mit deutlicher Rezentrierung in der axialen Projektion und Remodellierung der Pfanne im Vergleich zum Vorbefund

In den neuesten Röntgenbildern zwei Jahre nach Operation stellt sich der Humeruskopf zentriert dar. Diese Röntgenbilder zeigen auf, dass eine Remodellierung des Glenoids nach Implantation des Oberflächenersatzes möglich ist.

6. Komplikationen

In unserer Studie traten bei 4 Patienten Komplikationen auf. Mit einem Anteil von 13,8% liegt dies im Rahmen des Anteils in anderen Studien [17, 32, 38, 39, 44].

Bei zwei Patienten konnte eine Glenoiderosion diagnostiziert werden, bei zwei weiteren Patienten wurde diese anhand der Röntgen-Befunde vermutet. Diese Art der Komplikation ist bei Verwendung einer Hemiprothese ein bekanntes Problem. Dadurch, dass die Glenoidseite bei einer Hemiprothese nicht ersetzt wird, kann hier beispielsweise durch die unphysiologischen tribologischen Verhältnisse zwischen metallischem Endoprothesenkopf und erhaltener Pfanne eine sekundäre Glenoidarthrose entstehen [24]. Auch kann eine exzentrische Pfannenbelastung z. B. durch Defekte der Rotatorenmanschette oder nicht korrigierbarer Dysbalance, zu einer sekundären Glenoiderosion führen. Nicht immer kann diese mit der Implantation eines Glenoidersatzes versorgt werden, da diese exzentrische Belastung zu einer frühzeitigen Lockerung der Glenoidkomponente führt.

Die Beobachtung von Glenoiderosion bei 7-13% der Patienten ist mit Werten anderer Studien zu vergleichen. Lo et al. [34] fanden mit Verwendung der Neer-Prothese als Hemiprothese bei drei von 21 Patienten eine sekundäre Glenoiderosion. Auch Edwards et al. [17] konnten bei Versorgung mit der Aequalis-Prothese eine sekundäre Glenoiderosion bei 8% ihrer Patienten feststellen. Loew et al. [35] fanden bei zwei von 32 Patienten mit Versorgung einer Hemiprothese unterschiedlichen Typs eine sekundäre exzentrische Glenoiderosion, bei 22% der Patienten mit Hemiendoprothese wurde nach durchschnittlich 28,4 Monaten eine Dezentrierung der Prothese festgestellt. Bei initial stabil zentrierter Schulterprothese und intakter Rotatorenmanschette kann sich sekundär im Verlauf eine Migration des Humeruskopfes mit Dezentrierung

des Gelenks entwickeln. Hierdurch kann es zur exzentrischen Glenoiderosion kommen [35]. Besonders bei jungen Patienten kann es häufiger zu einer Glenoiderosion kommen, besonders nach langer Laufzeit. So berichten Sperling et al. [40] von einem Anteil von 72% an Glenoiderosionen nach mindestens 10 Jahren Laufzeit bei einem Patientengut im Alter unter 50 [40]. Diese sekundäre Erosion ist auch ein bekanntes Phänomen bei der Implantation von Hüft-Hemiendoprothesen. Aufgrund der statischen Belastung ist dieses an der Hüfte höhergradig, mit Neigung zur Protrusion ins kleine Becken, vorhanden. Man ging davon aus, dass dieses Phänomen an der Schulter deutlich seltener auftritt, aber aufgrund unserer Studienergebnisse ist dieses doch deutlich vorhanden. Deshalb sollte diese Komplikation, ähnlich wie bei den Hüft-Endoprothesen, nicht ausser Acht gelassen werden. Hier ist noch zu erwähnen, dass bei einem unserer Patienten der Oberflächenersatz auf Wunsch des Patienten verwendet wurde. Mit einem Alter von 72 Jahren und der Diagnose primäre Omarthrose hätten wir eigentlich eine Schultertotalendoprothese empfohlen. Aufgrund der körperlichen Aktivität und des Wunsches des Patienten, hat man jedoch den Oberflächenersatz gegenüber einer TEP den Vorzug gegeben. Von den vier Patienten mit sekundärer Glenoiderosion wurde in zwei Fällen eine Revision nötig. Hier wurde ein Wechsel auf eine anatomische TEP nach Aequalis durchgeführt. Eine weitere Art von Komplikationen bilden Infektionen, welche in unserer Studie bei einem Patienten auftrat. Dieser war ebenfalls revisionspflichtig und wurde nach Spacereinbau und -ausbau mit einer Grammont-Prothese versorgt. Auch dieser Wert ist ähnlich dem in anderen Studien [21, 37, 38, 46]. Bei noch einem weiteren Patienten war eine Revision nötig. Es handelte sich hierbei um einen Patienten mit der konsekutiven Entwicklung einer Schultersteife. Diese wurde zunächst arthroskopisch und später offen gelöst. Diese Art der Komplikation wurde in vergleichbarer Anzahl auch in anderen Studien beobachtet [33, 38, 44].

7. Bedeutung von Offset, Overstuffing und Inklination

Der Humeruskopfradius wurde bei uns mit einer Differenz von lediglich 1,2mm und einer relativ geringen Streuung sehr gut anatomisch rekonstruiert. Es kam somit kaum zu Fällen von Overstuffing. Thomas und Copeland et al. [43] haben in ihrer Studie eine Verringerung des Humeruskopfradius von durchschnittlich 4mm gemessen. In unserer Studie zeigt sich bei geringer Spannweite der Humeruskopfgröße kein signifikanter Einfluss auf das postoperative Ergebnis. Insgesamt spricht dies dafür, dass Overstuffing kein häufiges Phänomen ist und nicht für die schlechteren Ergebnisse im Vergleich zu Totalendoprothesen verantwortlich gemacht werden kann.

Im Weiteren haben wir im Rahmen der metrischen Analyse die Lage des Implantats, genauer das Offset, bestimmt. Im Gegensatz zu Thomas und Copeland et al. [43] konnten wir keine Korrelation zwischen der Lage des Implantats und den Ergebnissen aufzeigen. Copeland stellte in seiner Studie eine nicht-lineare Beziehung zwischen dem humeralen Offset (hier gemessen am Abstand Tuberositas major zu Rotationszentrum) und der postoperativen Beweglichkeit fest. Hierbei maß er die größte postoperative Abduktion bei einem Abstand von 27mm.

Der dritte Faktor unserer metrischen Analyse, die Bestimmung der Inklination zwischen Humerusschaftachse und Halsachse, zeigt ebenfalls praktisch keinen Einfluss auf das Outcome.

Hieraus geht hervor, dass die Rekonstruktion der Anatomie mit dem Oberflächenersatz nach Copeland relativ gut gelingt und nicht für die eingeschränkten Ergebnisse ursächlich ist. Im Gegensatz dazu kann ein Einfluss der unterschiedlichen Ätiologien und Voraussetzungen des Patientenkollektivs auf die Ergebnisse beobachtet werden.

Aufgrund der geringen Fallzahl und möglichen Kombination unterschiedlicher Fehlermöglichkeiten (Inklination, Größe und Offset) sind die Einflussgrößen nur eingeschränkt statistisch zu beurteilen. Insgesamt gesehen kann jedoch die Aussage von Copeland, dass mit dem Oberflächenersatz grundsätzlich eher als mit den herkömmlichen Standardprothesen der 3. Generation eine optimale Rekonstruktion der Anatomie herzustellen wäre, nicht bestätigt werden.

E. Zusammenfassung

Der Schulterendoprothetik ist in den letzten Jahren eine überproportional steigende Tendenz zuzurechnen. Während die anatomische Totalendoprothese und inverse Modelle eine Standardstielprothese darstellen, divergiert das Konzept des Oberflächenersatzes. Durch die Standardstielprothesen werden heutzutage hervorragende mittelfristige Ergebnisse erzielt, die jedoch mit dem Problem der Komponentenlockerung und einem Mangel an Rückzugsmöglichkeiten einhergehen. Diese Komplikationen sind insbesondere bei einem jungen Patientenkontext zu beachten. Bei diesem kann die Hemiarthroplastik nach Copeland, welche eine gute Rückzugsmöglichkeit bietet, eine geeignete Alternative darstellen.

Im Rahmen dieser Studie wurden insgesamt 29 Patienten, die im Zeitraum von September 1999 bis März 2004 an der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der Universität Würzburg wegen unterschiedlicher Indikationen mit einem Oberflächenersatz des Humeruskopfes nach Copeland versorgt wurden, klinisch und mit bildgebenden Maßnahmen nachuntersucht. Das mittlere Lebensalter zum Zeitpunkt der Operation lag bei 49,8 Jahren, das durchschnittliche Follow-up bei 15,7 Monaten. Die Zielvariablen waren der Constant-Score und eine metrische Analyse der postoperativen Implantatlage (humorales Offset und Overstuffing).

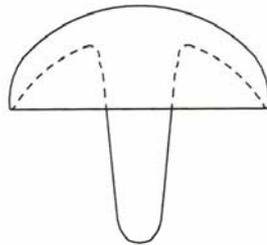
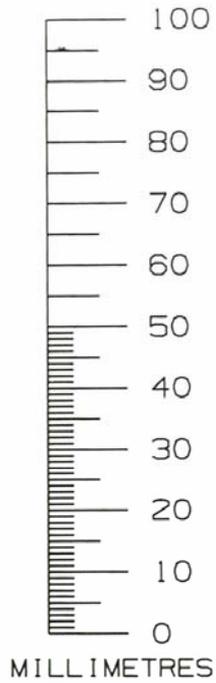
Es zeigte sich bei allen Patienten eine signifikante Verbesserung der Schulterfunktion. Der präoperative Constant-Score von 22,4 Punkten (27,2% im altersadaptierten Score) wurde auf 47,6 Punkte (57,6% im altersadaptierten Score) postoperativ signifikant gesteigert. Deutliche und statistisch signifikante Verbesserungen konnten in allen Bereichen des Constant Scores erreicht werden, wobei die Kategorie Schmerz am stärksten und die Kategorie Kraft am geringsten profitiert. Der postoperative humorale Offset variierte von -7,7mm (medialisiert) bis 11,3mm (lateralisiert) im Vergleich zum Ausgangswert. Im Mittel wurde die Prothese mit 2,2mm Versatz nach lateral implantiert. Der Radius des Humeruskopfes wurde mit einem Wert von 23,4mm postoperativ zu 23,5mm präoperativ gering verkleinert. Es zeigte sich bei der metrischen

Analyse eine gute Rekonstruktion der Anatomie. Eine signifikante Korrelation des postoperativen Offsets und Radius mit dem postoperativen Constant-Score wurde nicht beobachtet. Tendenziell beobachteten wir eher eine Abhängigkeit des klinischen Outcome von der Ätiologie der Omarthrose, wobei die besten Ergebnisse bei den avaskulären Humeruskopfnekrosen und den Instabilitätsarthropathien zu finden waren. In vier Fällen kam es zu revisionspflichtigen Komplikationen, wobei in drei Fällen ein TEP-Wechsel durchgeführt wurde. Hierunter fanden sich in zwei Fällen sekundäre Glenoiderosionen.

Insgesamt zeigt diese Studie, dass die Rekonstruktion der Anatomie mit dem Oberflächenersatz nach Copeland relativ gut gelingt. Bei einem jungen Patientenklientel mit Omarthrosen unterschiedlicher Genese stellt der Oberflächenersatz des Humeruskopfes nach Copeland eine wertvolle Alternative dar. Im Vergleich zu anatomischen Totalendoprothesen und inversen Modellen bringt der Oberflächenersatz des Humeruskopfes schlechtere funktionelle Ergebnisse bei ähnlich guter Schmerzreduktion. Der Vorteil liegt in einer wesentlich besseren Erhaltung der Knochensubstanz und im Falle von Komplikationen in günstigeren Revisionsmöglichkeiten.

F. Anhang

CAT No 402325-3



COPELAND SHOULDER

HUMERAL SIZE STANDARD 115 % MAG



Planungsskizze Copeland-Prothese, beispielhaft ist hier die Größe Standard dargestellt

G. Literaturverzeichnis

1. **Bishop, J., Flatow, E.**, Humeral head replacement versus total shoulder arthroplasty: clinical outcomes - a review, J Shoulder Elbow Surg 2005; 14: 141S-146S
2. **Blömer, W., Ungethüm, M.**, Technische Kriterien der Schulterendoprothese, In: Springer, H.-W., Katthagen, B.-D. (Hrsg.), Aktuelle Schwerpunkte der Orthopädie, Georg-Thieme-Verlag Stuttgart 1994
3. **Böhm, D.**, Scores, In: Gohlke F., Hedtmann, A. (Hrsg.): Orthopädie und Orthopädische Chirurgie, Die Schulter, Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2002
4. **Boileau, P., Sinnerton, R. J., Chuinard, C., Walch, G.**, Arthroplasty of the shoulder, J Bone Joint Surg 2006; 88-B: 562-575
5. **Boileau, P., Walch, G.**, The three-dimensional geometry of the proximal humerus, J Bone Joint Surg 1997; 79-B: 857-865
6. **Boileau, P., Watkinson, D. J., Hatzidakis, A. M., Balg, F.**, Grammont reverse prosthesis: Design, rationale, and biomechanics, J Shoulder Elbow Surg 2005; 14: 147S-161S
7. **Boileau, P., Watkinson, D. J., Hatzidakis, A. M., Hovorka, I.**, Neer Award 2005: The Grammont reverse shoulder prosthesis: Results in cuff tear arthritis, fracture sequelae, and revision arthroplasty, J Shoulder Elbow Surg 2006; 15: 527-540
8. **Burroughs, P., Gearen, P., Petty, W., Wright, T.**, Shoulder arthroplasty in the young patient, J Arthroplasty 2003; 18: 792-798

9. **Carr, A., Conboy, V.**, The biomechanics of the shoulder joint complex, In: Copeland, S. (Hrsg.): Shoulder Surgery, W. B. Saunders Company, Saunders London Philadelphia Toronto 1997
10. **Carr, A., Wallace, D.**, Surgical anatomy and approaches, In: Copeland, S. (Hrsg.): Shoulder Surgery, W. B. Saunders Company, Saunders London Philadelphia Toronto 1997
11. **Connor, P. M., Bigliani, L. U.**, Total shoulder replacement, In: Copeland, S. (Hrsg.): Shoulder Surgery, W. B. Saunders Company, Saunders London Philadelphia Toronto 1997
12. **Constant, C. R., Murley, A. H. G.**, A clinical method of functional assessment of the shoulder, Clinical Orthopedics and Related Res 1987; 214: 160-164
13. **Copeland, S.**, Copeland Schulterssystem Operationstechnik, Biomet Merck Deutschland 2001
14. **Copeland, S.**, Surface replacement arthroplasty of the shoulder, In: Copeland, S. (Hrsg.): Shoulder Surgery, W. B. Saunders Company, Saunders London Philadelphia Toronto 1997
15. **Copeland, S., Funk, L., Levy, O.**, Surface replacement arthroplasty of the shoulder, Current Orthop 2002; 16: 21-31
16. **Deshmukh, A. V., Koris, M., Zurakowski, D., Thornhill, T.**, Total shoulder arthroplasty: Long-term survivorship, functional outcome, and quality of life, J Shoulder Elbow Surg 2005; 14: 471-479

- 17. Edwards, T. B., Kadakia, N. R., Boulahia, A., Kempf, J-F., Boileau, P., Némoz, C., Walch, G.,** A comparison of hemiarthroplasty and total shoulder arthroplasty in the treatment of primary glenohumeral osteoarthritis: results of a multicenter study, *J Shoulder Elbow Surg* 2003; 12: 207-213
- 18. Fink, B., Strauss, J. M., Lamla, U., Kurz, T., Guderian, H., Rüter, W.,** Der endoprothetische Oberflächenersatz am Humeruskopf, *Orthopäde* 2001; 30: 379-385
- 19. Friedman, Richard J.,** Total shoulder arthroplasty, In: Copeland, S. (Hrsg.): *Shoulder Surgery*, W. B. Saunders Company, Saunders London Philadelphia Toronto 1997
- 20. Gohlke, F.,** Biomechanik der Schulter, *Orthopäde* 2000; 29: 834-844
- 21. Green, A., Norris, T.,** Shoulder arthroplasty for advanced glenohumeral arthritis after anterior instability repair, *J Shoulder Elbow Surg* 2001; 10: 539-545
- 22. Habermeyer, P., Ebert, T.,** Aktueller Entwicklungsstand und Perspektiven der Schulterendoprothetik, *Unfallchirurg* 1999; 102: 668-683
- 23. Hedtmann, A., Heers, G.,** Endoprothetik des Schultergelenks, In: Gohlke, F., Hedtmann, A. (Hrsg.): *Orthopädie und Orthopädische Chirurgie, Schulter*, Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2002
- 24. Hedtmann, A., Heers, G.,** Prinzipien der Schulterendoprothetik, *Orthopäde* 2001; 30: 354-362

- 25. Heers, G., Grifka, J.,** Schulterendoprothesen – Sonderstellung in der Endoprothetik, Orthopäde 2001; 30: 345
- 26. Heers, G., Grifka, J., An, K.-N.,** Biomechanische Überlegungen zur Schultergelenkendoprothetik, Orthopäde 2001; 30: 346-353
- 27. Hettrich, C., Weldon, E., Boorman, R., Parsons, M., Matsen, F.,** Preoperative factors associated with improvements in shoulder function after humeral hemiarthroplasty, J Bone Joint Surg 2004; 86-A: 1446-1450
- 28. Ianotti, J., Spencer, E., Winter, U., Deffenbaugh, D., Williams, G.,** Prosthetic positioning in total shoulder arthroplasty, J Shoulder Elbow Surg 2005; 14: 111S-121S
- 29. Jerosch, J., Heisel, J.,** Prothesentypen, In: Jerosch, J., Heisel, J.: Schulterendoprothetik, Steinkopff Verlag, Darmstadt 2002
- 30. Jerosch, J., Heisel, J.,** Prothesentypische postoperative Komplikationen, In: Jerosch, J., Heisel, J.: Schulterendoprothetik, Steinkopff Verlag, Darmstadt 2002
- 31. Jerosch, J., Heisel, J.,** Schulterendoprothetik: eine Standortbestimmung – Implantation bei Omarthrosen und Frakturen des proximalen Humerus, Deutsches Ärzteblatt 2003; 37: A-2366
- 32. Levy, O., Copeland, S.,** Cementless surface replacement arthroplasty of the shoulder, J Bone Joint Surg 2001; 83-B: 213-221
- 33. Levy, O., Copeland, S.,** Cementless surface replacement arthroplasty (Copeland CSRA) for osteoarthritis of the shoulder, J Shoulder Elbow Surg 2004; 13: 266-271

- 34. Lo, I., Litchfield, R., Griffin, S., Faber, K., Patterson, S., Kirkley, A.,** Quality-of-life outcome following hemiarthroplasty or total shoulder arthroplasty in patients with osteoarthritis, J Bone Joint Surg 2005; 87-A: 2178-2184
- 35. Loew, M., Rickert, M., Schneider, S., Heitkemper, S.,** Die Dezentrierung des Schultergelenkes als Spätfolge nach hemi- und totalendoprothetischem Gelenkersatz, Z Orthop; 143: 446-452
- 36. Martin, S., Zurakowski, D., Thornhill, T.,** Uncemented glenoid component on total shoulder arthroplasty, J Bone Joint Surg 2005; 87-A: 1284-1292
- 37. Norris, T., Iannotti, J.,** Functional outcome after shoulder arthroplasty for primary osteoarthritis: a multicenter study, J Shoulder Elbow Surg 2002; 11: 130-135
- 38. Schmidt-Wiethoff, R., Wolf, P., Lehmann, M., Habermeyer, P.,** Schultergelenkprothetik – Klinische Ergebnisse von 171 Patienten, Orthopäde 2002; 140: 409-414
- 39. Sirveaux, F., Favard, L., Oudet, D., Huquet, D., Walch, G., Molé, D.,** Grammont inverted total shoulder arthroplasty in the treatment of glenohumeral osteoarthritis with massive rupture of the cuff, J Bone Joint Surg 2004; 86-B: 388-395
- 40. Sperling, J., Cofield, R., Rowland, C.,** Minimum fifteen-year follow-up of Neer hemiarthroplasty and total shoulder arthroplasty in patients ages fifty years or younger, J Shoulder Elbow Surg 2004; 13: 604-613

- 41. Sperling, J., Cofield, R., Rowland, C.,** Neer hemiarthroplasty and Neer total shoulder arthroplasty in patients fifty years old or less, J Bone Joint Surg 1999; 81-A: 295 -306
- 42. Tingart, M., B athis, H., Lefering, R., Bouillon, B., Tiling, T.,** Constant Score und Neer-Score, Unfallchirurg 2001; 104: 1048-1054
- 43. Thomas, S. R., Sforza, G., Levy, O., Copeland, S.,** Geometrical analysis of Copeland surface replacement shoulder arthroplasty in relation to normal anatomy, J Shoulder Elbow Surg 2005; 14: 186-192
- 44. Thomas, S. R., Wilson, A. J., Chambler, A., Harding, I., Thomas, M.,** Outcome of Copeland surface replacement shoulder arthroplasty, J Shoulder Elbow Surg 2005; 14: 485-491
- 45. Torchia, M. E., Cofield, R. H., Settergren, C. R.,** Total shoulder arthroplasty with the Neer prosthesis: long-term results, J Shoulder Elbow Surg 1997; 6: 495-505
- 46. Walch, G., Boileau, P.,** Prosthetic adaptability: A new concept for shoulder arthroplasty, J Shoulder Elbow Surg 1999; 8: 443-451
- 47. Wirth, M., Rookwood, C.,** Current concepts review: complication of total shoulder-replacement arthroplasty, J Bone Joint Surg 1996; 78-A: 603-616

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich herzlich allen danken, die mir bei dieser Arbeit zur Seite standen, mich hierbei unterstützt und ermutigt haben.

Besonderer Dank geht an Herrn Prof. Dr. med. F. Gohlke für die Überlassung der interessanten Thematik.

Ebenso möchte ich Herrn Dr. med. B. Baumann danken, der mir während der gesamten Zeit hilfsbereit betreuend zur Seite stand und mir mit Unterstützung und konstruktiver Kritik geduldig weiter half.

Des Weiteren danke ich Herrn Prof. Dr. med. J. Eulert für die Übernahme des Koreferates und Überlassung der Arbeitsmöglichkeit am KLH.

Lebenslauf

Name: Sandra Jahn

Geburtsdatum: 16.03.1981

Geburtsort: Mainz

Konfession: römisch-katholisch

Familienstand: ledig

Schulbildung: 1987-1991 Grundschule Mainz-Laubenheim
1991-2000 Gymnasium Theresianum Mainz
Abitur

Studium: Humanmedizin in Würzburg ab
Wintersemester 2000/2001

08/2002 Ärztliche Vorprüfung

08/2003 1. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

03/2006 2. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

05/2007 3. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

Famulaturen:

Orthopädie, Würzburg

Allgemeinmedizin, Mainz

Gynäkologie, Schwarzach (A)

Innere Medizin, Wien (A)

Praktisches Jahr:

1. Tertial: Orthopädie

Orthopädische Klinik König-Ludwig-
Haus, Würzburg

2. Tertial: Innere Medizin

Krankenhaus F. Tappeiner, Meran,
Italien

3. Tertial: Chirurgie

Hospital de Motril, Granada, Spanien