

Aus der  
Orthopädischen Klinik und Poliklinik  
der Ludwig-Maximilians-Universität München  
Direktor: Prof. Dr. med. V. Jansson

# **Klinische Ergebnisse einer Schulterendoprothese der dritten Generation**

Dissertation  
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin  
an der Medizinischen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von  
Florian Helmut Jena

aus Rosenheim

2006

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München

Berichterstatter:	Priv.-Doz. Dr. med. M. Pfahler
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. med. H. Hertlein
Dekan:	Prof. Dr. med. D. Reinhardt
Tag der mündlichen Prüfung:	16.02.2006

# Inhaltsverzeichnis:

1	Einleitung	5
2	Methodik	7
2.1	Durchführung der Studie	7
2.1.1	Studienkriterien	7
2.1.2	Patientengut	7
2.1.3	Indikationen für eine Schulterendoprothese	7
2.1.4	Präoperative Diagnostik	9
2.1.5	Operation	10
2.1.6	Nachbehandlung	10
2.1.7	Erhebung der postoperativen Befunde	11
2.1.8	Ausgewertete Patienten	11
2.1.9	Follow up	12
2.2	Untersuchungen	13
2.2.1	Klinische Untersuchung	13
2.2.2	Erhebung der klinischen Scores	14
2.2.3	Radiologische Untersuchung	17
2.3	Statistische Auswertung	20
2.3.1	Vergleich von Untersuchungsergebnissen	20
2.3.2	Erfassung von Einflußfaktoren	21
3	Ergebnisse	22
3.1	Allgemeine Daten	22
3.1.1	Verwendete Implantate	22
3.2	Bildgebende Diagnostik	24
3.2.1	Präoperative Aufnahmen	24
3.2.2	Aufnahmen der Nachuntersuchung	24
3.3	Klinische Untersuchung und Scores	26
3.3.1	Verlaufsanalyse aller 40 Studienteilnehmer	26
3.3.2	Vergleich von Hemi- und Totalendoprothesen	30
3.3.3	Ergebnisse der akuten Traumen und Frakturfolgen	37
3.3.4	Ergebnisse der nichttraumatischen Grunderkrankungen	44
3.4	Untersuchung möglicher Einflußfaktoren	46
3.4.1	Patientenalter	46
3.4.2	Follow up	50
3.4.3	Radiologische Befunde	54
3.5	Komplikationen	55
3.5.1	Intraoperative Komplikationen	55
3.5.2	Postoperative Komplikationen	55
4	Diskussion	56
4.1	Hemi- und Totalendoprothesen	58

4.2	Verletzungen des proximalen Humerus	61
4.3	Omarthrosen und rheumatoide Arthritis	65
4.4	Komplikationen	70
5	Zusammenfassung	73
6	Anhang	75
6.1	Nachbehandlungsschema	75
7	Literaturübersicht	76
8	Lebenslauf	83
9	Danksagung	85

# 1 Einleitung

Die Schulterendoprothetik kann heute auf eine mehr als 100 Jahre lange Geschichte zurückblicken. Bereits im Jahr 1893 implantierte der französische Chirurg J.P. Pean ein künstliches Schultergelenk aus Titan und Hartgummi bei einem Patienten mit einer durch Tuberkulose zerstörten Schulter. Diese Prothese mußte allerdings aufgrund eines unkontrollierbaren Infekts wieder entfernt werden. Seit diesen historischen Anfängen war es jedoch noch ein langer Weg bis zur modernen Schulterendoprothetik.

In den frühen 1950er Jahren begann Charles S. Neer mit der Entwicklung seiner Humeruskopfprothese zur Behandlung komplizierter Frakturen des proximalen Humerus. Über die ersten Ergebnisse konnte er im Jahr 1955 berichten.

Seither wurden verschiedenste Prothesenmodelle entwickelt, bei denen in manchen Fällen nun auch das Glenoid ersetzt wurde. Die seit 1973 von Charles S. Neer entwickelte Neer II Schaftprothese mit einem Monoblockdesign sowie in Verbindung mit einer formschlüssigen, zementierten Glenoidkomponente aus Polyethylen wird neben einigen anderen Modellen als Schulterprothese der ersten Generation bezeichnet. Über die Ergebnisse seiner Prothese berichtet Neer 1974 und 1982.

Die Modelle der 2. Generation moderner Schulterprothesen bieten mit ihrem modularen Konzept die Möglichkeit, beim Humeruskopfersatz verschiedene Schaft- und Kopfkompnenten zu wählen, und ermöglichen somit eine bessere Anpassung an die Anatomie. Zudem wurden unterschiedliche Krümmungsradien von Kopf und Pfanne in nicht-formschlüssige Prothesen eingesetzt. Zahlreiche Arbeiten, z.B. von *Sperling et al (1998)*, *Bell et al (1986)*, *Boyd et al (1990)*, *Cofield et al (1995)*, *Steward und Kelly (1997)*, *Levine et al (1997)*, *Matsen (1996)* sowie *Torchia et al (1997)*, berichten über die Ergebnisse dieser Prothesengeneration. Übersichtsarbeiten fassen den aktuellen Stand der Entwicklung zusammen, z.B. *Smith und Matsen (1998)* oder *Habermeyer (1999 und 2004)*, oder berichten über mögliche Komplikationen, z.B. *Wirth und Rockwood (1996)*.

In den 1990er Jahren entwickelten *P. Boileau und G. Walch (1997)* nach umfangreichen anatomischen Studien die Aequalis Schulterprothese, welche als dritte Generation der Schulterendoprothetik bezeichnet wird. In diesen Untersuchungen zeigten sie einen Zusammenhang zwischen dem Durchmesser der Kalotte des Humeruskopfes und ihrer Höhe, welcher beim Prothesendesign berücksichtigt wurde. Zudem ermöglichte ein ausgeklügeltes Drehscheibensystem die variable Positionierung des Prothesenkopfes auf dem Schaft und somit eine individuelle Einstellung des posterioren und medialen Offset.

Somit war es mit dieser Prothese erstmals möglich, beim endoprothetischen Ersatz des Humeruskopfes die Gelenkfläche exakt zu rekonstruieren und somit den Drehpunkt des Schultergelenks zu erhalten. Die Anwendung dieses Prothesentyps wurde in einer europäischen Multicenterstudie untersucht. Über die Ergebnisse wurde 2001 im Rahmen eines Kongresses berichtet.

Die Zahl der in Deutschland jährlich implantierten Schulterendoprothesen ist mit etwa 10000 im Vergleich zu 150000 Hüft- und 100000 Knieendoprothesen zwar gering, dennoch gewinnt die Schulterendoprothetik gerade durch die rasche Entwicklung moderner Prothesensysteme jährlich an Bedeutung.

Heute befinden sich neben den modernsten Prothesensystemen auch Modelle der ersten und zweiten Generation im klinischen Einsatz. Es gilt zu zeigen, ob der oftmals hohe Preis modernster Prothesen durch ein besseres klinisches Ergebnis gerechtfertigt wird.

Die Aequalis Schulterendoprothese wurde im Jahr 1994 an der Orthopädischen Klinik des Universitätsklinikums Großhadern eingeführt und wird seither bei verschiedensten Indikationen verwendet. Von Anfang an wurden die Patientendaten prospektiv erfaßt.

Die vorliegende Untersuchung ist eine prospektive Bestandsaufnahme der in den ersten 4 Jahren mit einer Aequalis Schulterendoprothese versorgten Patienten. Die Analyse der Ergebnisse soll die Arbeit der Klinik beurteilen und mehrere Fragen beantworten:

- Wie gut sind die Ergebnisse unserer Patienten im Vergleich mit der Literatur?
- Kann die Indikationsstellung zur Schulterendoprothetik und zur Verwendung von Hemi- und Totalendoprothesen optimiert werden?
- Bringt die neue Generation der Schulterprothesen bessere Ergebnisse als ältere Modelle?
- Ist die Komplikationsrate unserer Studie vergleichbar mit der Literatur?

## **2 Methodik**

### **2.1 Durchführung der Studie**

#### **2.1.1 Studienkriterien**

In diese Studie wurden alle Patienten aufgenommen, die zwischen Januar 1994 und September 1998 in der Orthopädischen Klinik Großhadern eine Schulterendoprothese vom Typ Aequalis erhalten haben. Berücksichtigt wurden alle Diagnosen, die zur Indikationsstellung der prothetischen Versorgung des Glenohumeralgelenks führten.

Das Ziel der Untersuchung war eine prospektive Verlaufsstudie aller Aequalisprothesen mit einem Follow up von mindestens 6 Monaten.

#### **2.1.2 Patientengut**

Seit der Einführung der Aequalis Schulterendoprothese im Jahr 1994 wurden bis September 1998 insgesamt 45 Schulterendoprothesen diesen Typs bei 43 Patienten implantiert. Unter den 45 Fällen waren 28 weibliche und 15 männliche Patienten. Zwei Patientinnen erhielten beidseits eine Endoprothese. Es wurden 37 Hemiprothesen und 8 Totalendoprothesen implantiert. Das durchschnittliche Alter dieser Patienten zum Zeitpunkt der Operation betrug 64,8 Jahre. Die jüngste Patientin war 42 Jahre alt, die älteste 86 Jahre (Tabelle 1).

#### **2.1.3 Indikationen für eine Schulterendoprothese**

Die Diagnosen, welche zur Implantation einer Schulterendoprothese führten, unterteilen sich in eine Gruppe mit traumatischen Schultererkrankungen und eine Gruppe nichttraumatischer Grunderkrankungen.

Die Schultertraumen werden unterschieden in frische Frakturen und Frakturfolgen. Die Einteilung der frischen Frakturen erfolgte nach der Klassifikation von Neer (1970). Die Diagnose akutes Trauma wurde gestellt, wenn die Fraktur weniger als 6 Wochen zurück lag und vorher nicht operativ therapiert worden war. Mit einer akuten Fraktur des Humeruskopfes stellten sich 6 Patienten in der Klinik vor; in 5 Fällen lag eine Vierfragmentfraktur vom Typ Neer J und in einem Fall eine Zweifragmentfraktur vom Typ Neer D vor.

Nr.	Name	Geschlecht	Alter	Seite	Dominanz	Ätiologie	Prothese	Follow up (Monate)	Bemerkungen
1	D.C.	m	46	l	nd	2	HP	41,5	
2	P.K.	m	56	r	d	2	HP	54,2	nicht erkannte Fraktur, 2 Monate alt
3	M.O.	m	53	r	d	2	HP	6,0	
4	A.H.	w	75	r	nd	4	HP	52,3	Spätinfektion nach 3 Jahren, Revisions-OP
5	A.K.	m	72	l	nd	2	HP	6,0	verstorben
6	E.M.	w	81	r	d	5	HP	5,9	verstorben
7	J.H.	w	72	l	nd	4	TP	46,4	Revision nach Sturz
8	M.R.	w	75	r	d	2	HP	47,2	
9	R.S.	w	82	r	d	5	HP	6,4	Pflegeheim, nicht verfügbar
10	G.F.	w	70	l	nd	2	HP	44,6	
11	A.R.	w	73	l	nd	3	TP	55,3	
12	L.V.	w	66	l	nd	4	HP	44,8	
13	M.H.	w	56	r	d	3	HP	43,6	
14	L.B.	w	75	l	nd	3	HP	3,3	verstorben
15	E.M.	w	86	r	nd	3	HP	42,0	
16	L.N.	w	72	l	nd	4	TP	0	verstorben
17	H.O.	m	65	r	nd	1	HP	38,9	
18	E.F.	w	66	r	d	2	HP	33,5	
19	B.B.	w	42	l	nd	5	HP	0	verstorben
20	W.M.	m	48	r	d	3	HP	30,1	
21	U.Z.	w	52	r	d	5	HP	14,9	Patientin nicht verfügbar
22	I.W.	w	70	l	nd	2	HP	28,9	
23	R.C.	m	55	r	d	3	HP	26,7	
24	G.T.	m	51	r	d	1	HP	0	Patient im Ausland nicht erreichbar
25	M.M.	w	53	r	d	2	HP	24,3	primär Frakturversorgung mit Seidelnagel
26	H.B.	w	58	r	d	3	HP	25,7	
27	G.G.	w	75	l	nd	1	HP	0	Patientin nicht verfügbar
28	J.G.	m	79	l	d	6	HP	23,1	
29	W.A.	m	73	r	nd	3	HP	21,3	
30	A.M.	w	75	r	d	3	HP	21,4	
31	A.P.	w	75	r	d	1	HP	18,6	
32	H.B.	w	58	l	nd	3	TP	17,4	
33	R.P.	w	44	l	nd	6	HP	12,8	Revision wegen Glenoiderosion
34	J.W.	m	67	r	d	3	TP	12,9	
35	A.R.	w	76	r	d	3	HP	19,2	
36	O.U.	m	63	l	nd	1	HP	6,4	
37	A.Z.	w	67	r	d	5	HP	13,3	
38	J.P.	m	47	r	d	3	TP	13,1	
39	R.C.	w	77	l	nd	4	HP	12,0	
40	H.T.	m	48	l	nd	5	TP	11,2	Fraktur per OP, Revision wg. Refraktur
41	A.H.	w	58	l	nd	3	HP	12,7	
42	R.K.	m	63	l	nd	1	HP	12,3	
43	H.P.	w	78	l	nd	2	HP	12,5	
44	O.S.	w	48	r	d	2	HP	11,7	primär operative Frakturversorgung
45	R.E.	w	73	l	nd	3	TP	9,4	

**Tabelle 1: Übersichtstabelle aller Patienten (d=dominant, nd=nicht dominant, HP=Hemiprothese, TP=Totalendoprothese, 1=frische Fraktur, 2=Frakturfolgen, 3=Omarthrose, 4=rheumatoide Arthritis, 5=avaskuläre Nekrose, 6=Sonstige)**

Bei 11 Patienten lag ein veraltetes Trauma des proximalen Humerus vor. Diese Diagnose wurde gestellt, wenn der Zeitpunkt des Traumas länger als 6 Wochen zurücklag, oder die Fraktur zwischenzeitlich operativ therapiert worden war. In dieser Gruppe wurden Patienten mit fehlgeschlagenen Osteosynthesen, Pseudarthrosen und posttraumatischen Omarthrosen zusammengefasst.



Innerhalb der Gruppe der nichttraumatischen Erkrankungen der Schulter konnten verschiedene Diagnosen unterschieden werden. Eine primäre Omarthrose wurde bei 15 Fällen diagnostiziert. Bei 5 Patienten war eine rheumatoide Arthritis bekannt. Eine avaskuläre Nekrose des Humeruskopfes lag in 6 Fällen vor. Bei einem Patienten wurde eine Rotatorenmanschetten-Defektarthropathie diagnostiziert. Eine Patientin hatte eine postarthritische Omarthrose infolge zweier Voroperationen an der betroffenen Schulter mit bakterieller Infektion.

Eine Übersicht über die Patienten der Studie sowie die Ätiologie zeigen Tabelle 1 und Abbildung 1.

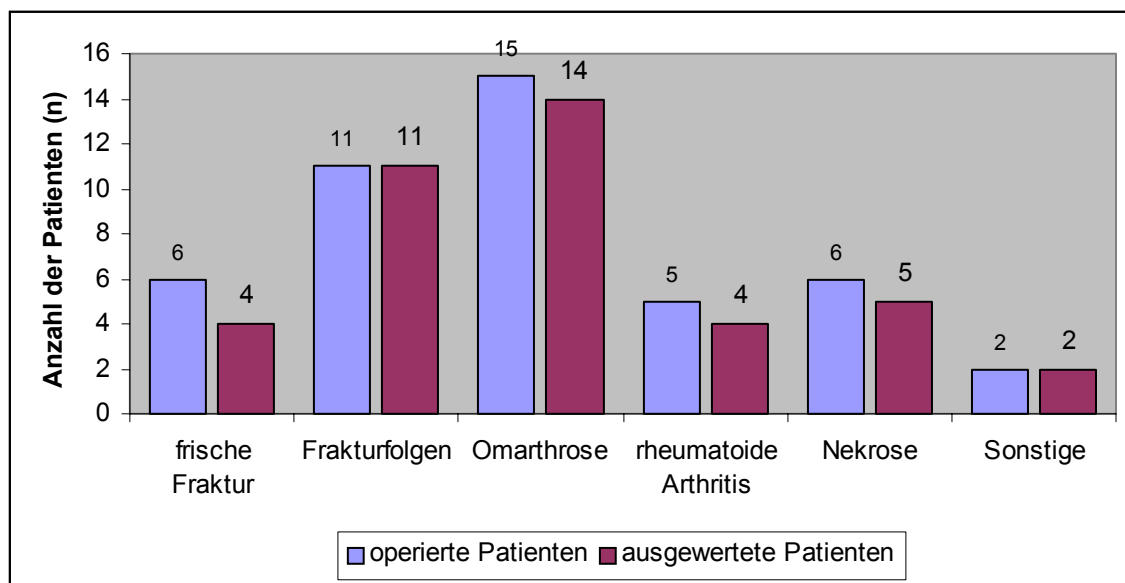


Abbildung 1: Ätiologie-Übersicht der operierten und ausgewerteten Patienten

## 2.1.4 Präoperative Diagnostik

Alle Patienten wurden präoperativ einer standardisierten klinischen Untersuchung unterzogen. Die Funktion im erkrankten Schultergelenk wurde zudem anhand des Constant Scores und des Wülker Scores bewertet. Von allen Schultern wurden Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen durchgeführt; zusätzlich wurde regelhaft ein Schichtbildverfahren in Form einer Computer- (CT) oder Magnetresonanztomographie (MRT) angefertigt.

## **2.1.5 Operation**

Alle Patienten wurden halbsitzend gelagert und über den deltoideopektoralen Zugang zur Schulter operiert. Eine perioperative antibiotische Prophylaxe mit einem Breitbandcephalosporin (Cefuroxim) wurde durchgeführt.

Die Resektion des Humeruskopfes erfolgte am – nach Abtragung von Osteophyten dargestellten – anatomischen Hals. Zur schrittweisen Eröffnung des Markraumes wurden Rundraspeln am speziellen Punkt, dem Schnittpunkt der Resektionsfläche mit der gedachten metaphysären Schaftachse, eingebracht. Danach wurde der Inklinationwinkel mit einer Winkellehre, die in den Markkanal eingeführt wurde, bestimmt. Die bewegliche Meßplatte der Lehre mußte dabei an der Resektionsfläche plan aufliegen. Auf diese Weise wurde durch die Resektionslinie sowohl die Inklination als auch die Retrotorsion festgelegt. Mit einem Meißel wurde durch ein Fenster in der Meßlehre eine Aufnahme­rille für die Finne der Prothese vorbereitet und damit die Retrotorsion der Prothese fixiert. Mit Hilfe einer speziellen Meßplatte wurde der Durchmesser des Humeruskopfes gemessen und so die Kalottengröße bestimmt.

Die Probeprothese wurde entsprechend der Messungen montiert und in den Markraum eingebracht. Mit Hilfe eines exzentrischen Befestigungssystems konnte die Kalotte in maximaler Kongruenz zur Resektionsfläche montiert werden. Nach der Probereposition wurde die Schulter durchbewegt und das mögliche Bewegungsausmaß sowie die Luxationsneigung bestimmt. Nach dem Entfernen der Probeprothese wurde die endgültige Prothese nach den Vorgaben der Probeprothese zusammengesetzt; die drei Komponenten wurden durch Kaltverschweißung verbunden. Schließlich konnte die Originalprothese einzementiert werden.

Im Fall der Totalendoprothesen wurde nach dem Entfernen der Probeprothese zunächst das Glenoid präpariert. Mit Hilfe von Fräsen wurde die Gelenkpfanne für die Aufnahme des Implantats vorbereitet. Für ein zementiertes Implantat wurde hierzu eine plane Fläche mit einer Markhöhle für den Befestigungskiel benötigt, für ein zementfreies eine plane Fläche mit zwei Befestigungslöchern für die Spreizdübel. Nach Befestigung des Glenoidersatzes erfolgte die Einzementierung des Prothesenschafts.

## **2.1.6 Nachbehandlung**

Die Nachbehandlung wurde in der Klinik bereits am ersten postoperativen Tag begonnen und erfolgte nach einem einheitlichen Schema (Kapitel 6.1). Nach der Entlassung aus der Klinik wurden die Patienten im Rahmen einer Anschlußheilbehandlung weiter betreut.

Anschließend verordneten wir eine ambulante krankengymnastische Weiterbehandlung der Schulter. Zudem wurde allen Patienten empfohlen, sich regelmäßig zu Kontrolluntersuchungen beim Operateur vorzustellen. Bei diesen Kontrollen wurden die Schultern klinisch untersucht, die beiden Scores erhoben und eine radiologische Untersuchung durchgeführt.

Ab dem Wintersemester 1999 wurden schließlich alle Patienten kontaktiert und zur Untersuchung in die Klinik eingeladen.

### **2.1.7 Erhebung der postoperativen Befunde**

Unserer Einladung zur Untersuchung folgten 38 der 43 operierten Patienten (40 Fälle). Vier Patienten (Nr. 16, 19, 24, 27) hatten sich seit der Operation nicht mehr vorgestellt. Sie waren unbekannt verzogen oder verstorben, und konnten daher nicht in der Studie berücksichtigt werden. Bei einer Patientin (Nr. 14) erfolgte die einzige postoperative Untersuchung weit weniger als 6 Monate postoperativ; auch sie wurde daher aus der Studie ausgeschlossen. Somit erfüllten 40 Fälle (88,9% aller Fälle) bzw. 38 Patienten die Kriterien der Studie.

### **2.1.8 Ausgewertete Patienten**

Unter den 40 berücksichtigten Fällen (88,9 % aller Fälle) waren 14 männliche und 24 weibliche Patienten. Zwei Patientinnen erhielten beidseits eine Schulterendoprothese. Es wurden 23 rechte Schultern operiert; diese Seite war in 19 Fällen die dominante. Bei den 17 verbleibenden linken Schultern war die operierte Seite in einem Fall die dominante Seite. Somit handelt es sich in jeweils 20 Fällen um die dominante bzw. um die nicht dominante Seite. In der Studie verblieben 33 Hemiprothesen (89,2% der Hemiprothesen) und 7 Totalendoprothesen (87,5% der Totalendoprothesen).

Das durchschnittliche Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation lag bei 65,0 Jahren. Die jüngste Patientin war 44 Jahre alt, die älteste 86 Jahre. In der Gruppe der Hemiprothesen betrug das durchschnittliche Alter 65,5 Jahre, bei den Totalendoprothesen 62,6 Jahre.

Es verblieben 4 Patienten mit einer akuten Fraktur des proximalen Humerus und 11 Patienten mit einem Frakturfolge der Schulter in der Studie. Von den Patienten mit nichttraumatischer Grunderkrankung verblieben 14 mit primärer Omarthrose, 4 mit rheumatoider Arthritis und 5 Patienten mit einer avaskulären Humeruskopfnekrose in der

Auswertung. Jeweils ein Patient hatte eine Rotatorenmanschettendefektarthropathie bzw. eine postarthritische Omarthrose.

## 2.1.9 Follow up

Der Zeitraum zwischen der Operation und der Nachsorgeuntersuchung betrug im Durchschnitt aller 40 Fälle der Studie 30,8 Monate. In der Gruppe der Hemiprothesen betrug das Follow up durchschnittlich 30,5 Monate, bei den Totalendoprothesen 32,3 Monate. Das kürzeste Follow up war 6 Monate, das längste 55 Monate (Abbildung 2).

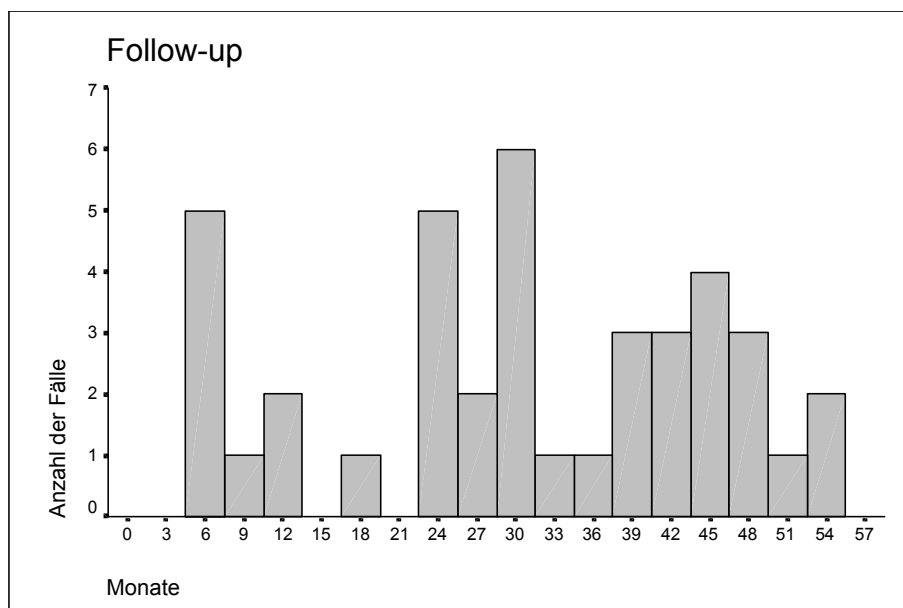


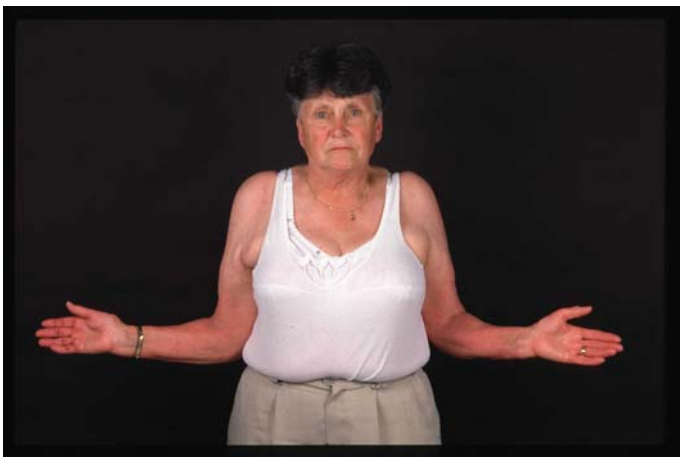
Abbildung 2: Follow-up der 40 Studienteilnehmer (Histogramm)

## 2.2 Untersuchungen

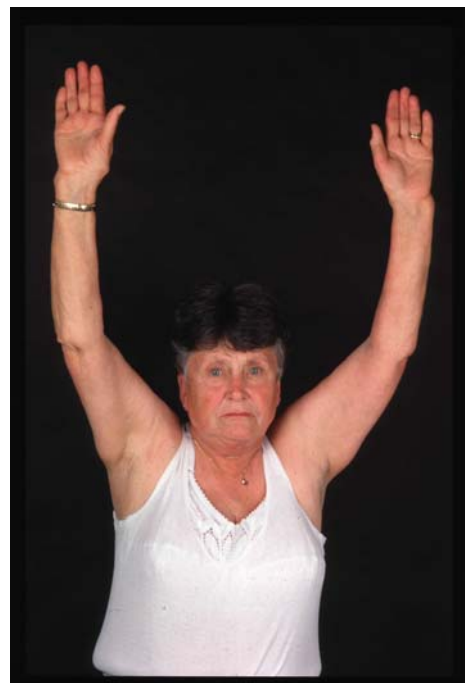
### 2.2.1 Klinische Untersuchung

Die klinische Untersuchung wurde bei entkleidetem Oberkörper durchgeführt. Die Schultern wurden inspiziert, wobei besonders auf Asymmetrien, sichtbare Muskelatrophien, Rötungen und die Narbe geachtet wurde. Anschließend wurde die Schulter palpiert. Dabei wurde vor allem auf Überwärmung und Druckschmerzhaftigkeit geachtet.

Die Überprüfung der aktiven Funktion im Schultergelenk erfolgte am stehenden Patienten (Abbildungen 3 und 4). Die Patienten wurden aufgefordert, den Arm unter Anleitung des Untersuchers in Abduktions- und Flexionsstellung zu führen und in der maximal möglichen Gelenkstellung zu halten. Mit der Führung des Armes in den Schürzengriff wurde die kombinierte Innenrotation festgestellt, mit dem Nackengriff die kombinierte Außenrotation. Die passive Beweglichkeit wurde in Rückenlage ermittelt. Hier wurde der Arm vom Untersucher abduziert, flektiert, innen- und außenrotiert.



**Abbildung 3: Klinische Verlaufskontrolle einer Aequalis TEP rechts mit 3 Jahren Follow up (Außenrotation)**



**Abbildung 4: Klinische Verlaufskontrolle einer Aequalis TEP rechts (Flexion)**

## 2.2.2 Erhebung der klinischen Scores

### 2.2.2.1 Score nach Constant und Murley

Eine weit verbreitete Möglichkeit zur Erfassung der Schulterfunktion stellt der von *Constant und Murley im Jahr 1987* vorgestellte Score dar. Dieser Score ist als Standardscore von der Europäischen Schulter- und Ellenbogengesellschaft SECEC und der Deutschen Vereinigung für Schulter- und Ellenbogenchirurgie DVSE anerkannt und wird im folgenden als Constant Score bezeichnet. Die maximal erreichbare Punktzahl ist 100. Zudem existieren alters- und geschlechtsspezifische Normalwerte, mit deren Hilfe der alterskorrigierte Score in Prozent des Normwertes errechnet werden kann (Tabelle 2).

Alter	Männer	Frauen
21-30 Jahre	98 Punkte	97 Punkte
31-40 Jahre	93 Punkte	90 Punkte
41-50 Jahre	92 Punkte	80 Punkte
51-60 Jahre	90 Punkte	73 Punkte
61-70 Jahre	83 Punkte	70 Punkte
71-80 Jahre	75 Punkte	69 Punkte
81-90 Jahre	66 Punkte	64 Punkte
91-99 Jahre	56 Punkte	52 Punkte

**Tabelle 2: Altersabhängige Normalwerte des Constant Scores**

Dieses Bewertungsschema beinhaltet zwei subjektiv vom Patienten zu beantwortende Kriterien, wobei beim Kriterium Schmerzen bis zu 15 Punkte vergeben werden können, und bei den Alltagsaktivitäten bis zu 20 Punkte. Die beiden weiteren Kriterien können objektiv bestimmt werden. Hier sind bei der aktiven schmerzfreien Bewegung maximal 40 Punkte und bei der Kraft maximal 25 Punkte erreichbar.

Ein für den Patienten sehr wichtiges Kriterium ist die Schmerzfreiheit, die mit 15 Punkten bewertet wird. Unterschieden werden außerdem leichte (10 Punkte), mäßige (5 Punkte) und starke Schmerzen (0 Punkte).

Die Einschätzung der möglichen Aktivitäten im täglichen Leben wird vom Patienten vorgenommen. Es werden normale Arbeiten und Freizeitaktivitäten unterschieden, wobei jeweils maximal 4 Punkte für die uneingeschränkte Aktivität vergeben werden können. Für den Schlaf ohne Störungen durch die Schulter werden maximal zwei Punkte vergeben. Außerdem soll der Patient abschätzen, bis zu welcher Höhe er die Hand der betroffenen Schulter aktiv einsetzen kann. Hier wird differenziert zwischen „über dem Kopf“

(10 Punkte), „Höhe des Scheitels“ (8 Punkte), „Höhe des Nackens“ (6 Punkte), „Höhe des Xiphoids“ (4 Punkte) und „Höhe der Taille“ (2 Punkte).

Für die Bewertung der Schulterfunktion wird die aktive schmerzfreie Bewegung des Armes gemessen. Jeweils maximal 10 Punkte können vergeben werden für die Flexion, die Abduktion, die kombinierte Innen- und die kombinierte Außenrotation (Tabellen 3 und 4).

aktive Bewegung	Flexion	Abduktion	Handrücken bis	Innenrotation
151-180°	10 Punkte	10 Punkte	Interscapularregion	10 Punkte
121-150°	8 Punkte	8 Punkte	Th 12	8 Punkte
91-120°	6 Punkte	6 Punkte	L3	6 Punkte
61-90°	4 Punkte	4 Punkte	Lumbosakraler Übergang	4 Punkte
31-60°	2 Punkte	2 Punkte	Glutealregion	2 Punkte
0-30°	0 Punkte	0 Punkte	Oberschenkel	0 Punkte

**Tabelle 3: Bewertung von Flexion, Abduktion und Innenrotation im Constant Score**

Außenrotation		möglich	nicht möglich
Hand am Hinterkopf	Ellenbogen vorne	2 Punkte	0 Punkte
	Ellenbogen seitlich	2 Punkte	0 Punkte
Hand auf dem Scheitel	Ellenbogen vorne	2 Punkte	0 Punkte
	Ellenbogen seitlich	2 Punkte	0 Punkte
Nackengriff bis Th 3/4	Ellenbogen seitlich	2 Punkte	0 Punkte

**Tabelle 4: Bewertung der Außenrotation im Constant Score**

Als letztes Kriterium geht die Kraft in den Score ein. Hier wird die isometrische Schulterkraft in 90° Abduktion gemessen. Die Kraft wird mit einer Federwaage ermittelt, die der Patient in der Hand hält und gegen den Zug des Untersuchers nach unten in der Abduktionsstellung halten soll. Hierbei können 12kp als Normalwert eines jungen Mannes angesehen werden, die der maximal möglichen Punktzahl von 25 entsprechen. Die ermittelten Kraftwerte werden anhand einer Tabelle in Punkte umgerechnet (Tabelle 5).

<b>Kraft in kp</b>	12	11	10,5	10	9,5	9	8,5	8	7,5	7	6,5	6	5	4	3	2	1
<b>Punkte</b>	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	14	13	11	9	6,5	4,5	2

**Tabelle 5: Bewertung der Kraft im Constant Score**

### 2.2.2.2 Score nach Wülker

Das von *Wülker im Jahr 1991* in einer Übersichtsarbeit vorgestellte ausführliche Bewertungsschema der Orthopädie der Medizinischen Hochschule Hannover wird im folgenden als Wülker Score bezeichnet. Auch in diesem klinischen Bewertungsschema kann eine maximale Punktzahl von 100 erreicht werden.

In diesen klinischen Score gehen als subjektive Kriterien der Schmerz und die Funktion mit jeweils maximal 20 erreichbaren Punkten ein. Außerdem werden mit der Kraft (15 Punkte) und dem Bewegungsausmaß (30 Punkte) zwei objektive Kriterien und der Stabilität (15 Punkte) ein zusätzliches Kriterium untersucht.

Für Schmerzfreiheit dürfen maximal 20 Punkte vergeben werden. Die Patienten können beim Kriterium Schmerz unterscheiden zwischen Schmerzen nur bei schwerer Arbeit (16 Punkte), schon bei leichter Arbeit (12 Punkte), bereits in Ruhe (8 Punkte) und in Ruhe und nachts (4 Punkte). Ein wegen der Schmerzen gebrauchsunfähiger Arm wird mit 0 Punkten beurteilt.

Die Kraft wird durch Halten eines 1kg schweren Gewichts in 90°-Abduktionsstellung ermittelt. Für das Halten länger als 10 Sekunden werden 15 Punkte vergeben, für länger als 5 Sekunden 10 Punkte und mehr als zwei Sekunden 5 Punkte. Wenn das Halten nicht möglich ist oder die 90°-Abduktionsstellung nicht erreicht wird, werden 0 Punkte vergeben.

Die Schulterfunktion wird durch zehn definierte Aktivitäten des Armes ermittelt. Als solche zählen: Haare kämmen, hinter dem Rücken kneten, mit der Hand den Mund erreichen, die gegenüber liegende Axilla erreichen, ein Regal in Kopfhöhe erreichen, auf der betroffenen Schulter schlafen, die gegenüberliegende Seitentasche im Jackett erreichen, die gleichseitige Gesäßtasche erreichen, sich selbständig be- und entkleiden und selbständig waschen. Für jede dieser Aktivitäten werden zwei Punkte vergeben, wenn sie möglich sind, oder 0 Punkte, wenn sie nicht ausgeführt werden können.

Zur Bewertung der Beweglichkeit im Schultergelenk werden für Abduktion und Flexion jeweils maximal 8 Punkte und für die kombinierte Außen- und Innenrotation mit dem Nacken- und Schürzengriff jeweils maximal 7 Punkte vergeben (Tabelle 6).

aktive Bewegung	Flexion	Abduktion
mehr als 150°	8 Punkte	8 Punkte
mehr als 120°	6 Punkte	6 Punkte
mehr als 90°	4 Punkte	4 Punkte
mehr als 60°	2 Punkte	2 Punkte
mehr als 30°	1 Punkte	1 Punkte
mehr als 0°	0 Punkte	0 Punkte

Punkte	Außenrotation Nackengriff	Innenrotation Schürzengriff
7	bis Th7	bis Th7
5	bis C7	bis Th12
3	bis zum Nacken	bis L5
1	bis zum Ohr	bis zum Gesäß
0	Kopf nicht erreicht	Gesäß nicht erreicht

**Tabelle 6: Bewertung von Flexion, Abduktion und Rotation im Wülker Score**

Ein weiteres Kriterium dieses Scores ist die Bewertung der Schulterstabilität durch den Untersucher und den Patienten. Wenn keine Instabilität vorliegt, werden 15 Punkte vergeben. Hat der Patient ein Subluxationsgefühl, ist aber keine klinische Instabilität



vorhanden, werden 10 Punkte vergeben. Die Feststellung einer klinischen Instabilität bzw. einer vollständigen Luxation des Gelenks wird mit 5 bzw. 0 Punkten bewertet.

## **2.2.3 Radiologische Untersuchung**

### **2.2.3.1 Bewertung der präoperativen Röntgenbilder**

#### **2.2.3.1.1 Beurteilung des Arthrosegrads**

Der Arthrosegrad des Glenohumeralgelenks bei primären und posttraumatischen Omarthrosen wurde nach einer Einteilung von *Samilson et al (1983)* vorgenommen. In diesem Schema wird unterschieden zwischen keiner, leichter, mäßiger bzw. schwerer Arthrose des Glenohumeralgelenks. Bewertet werden die Exostosenbildung an Humeruskopf und Glenoid, die glenohumerale Annäherung und die subchondrale Sklerose. Eine leichte Arthrose liegt vor bei vorhandenen Exostosen von weniger als 3mm Größe. Von einer mäßigen Arthrose geht man bei vorhandenen Exostosen von 3 bis 7mm Größe und leichten glenohumeralen Unregelmäßigkeiten aus. Sind auf dem Röntgenbild Exostosen von mehr als 7mm, eine glenohumerale Annäherung und eine subchondrale Sklerose erkennbar, liegt eine schwere Arthrose vor.

#### **2.2.3.1.2 Beurteilung des Nekrosegrads**

Der Grad der Nekrose bei den Humeruskopfnekrosen erfolgte anhand der Röntgenaufnahmen nach der Klassifikation von *Cruess (1978)* bzw. *Ficat und Arlet (1980)*. In dieser Klassifikation werden 5 Stadien unterschieden, wobei Grad 1 ein normales Gelenk mit allenfalls diskreten Veränderungen im Nativröntgen bedeutet.

Ist in der Röntgenaufnahme ein sklerotisches Segment im subchondralen Knochen des Humeruskopfes erkennbar, liegt Grad 2 vor. In Grad 3 kommt es zudem zu einer Fraktur des subchondralen Knochens im sklerotischen Bereich. Infolgedessen stellt man bei Grad 4 eine Impression der humeralen Gelenkfläche fest. Der Humeruskopf stellt sich radiologisch entrundet und abgeflacht dar. Ist zusätzlich zu der Zerstörung des Humeruskopfes auch die glenoidale Gelenkfläche betroffen, liegt Grad 5 vor.

#### **2.2.3.1.3 Beurteilung der arthritischen Gelenkszerstörung**

Das Ausmaß der Gelenkszerstörung bei den Rheumatikern wurde nach der Einteilung von *Larsen et al (1977)* bestimmt. Anhand der Röntgenaufnahmen werden die pathologischen

Veränderungen in fünf Stadien eingeteilt, wobei Stadium 0 den Normalzustand ohne arthritische Veränderungen beschreibt.

Im Stadium I sind diskrete Abweichungen vom Normalbefund wie gelenknahe Weichteilschwellung, gelenknahe Osteoporose und leichte Verschmälerung des Gelenkspalts vorhanden. Eindeutige Frühveränderungen wie Erosionen und deutliche Gelenkspaltverschmälerung zeigen sich im Stadium II und nehmen im Stadium III (mittelgradige destruierende Gelenksveränderung) an Intensität zu. Das Stadium IV bedeutet eine schwere destruktive Veränderung der Gelenke mit Deformierungen. Im Stadium V kommt es schließlich zu Mutilationen. Im Röntgenbild ist ein Schwund der ursprünglichen Gelenkflächen und eine massive Deformierung des Gelenks zu sehen.

### **2.2.3.2 Bewertung der Glenoidmorphologie im CT/MRT**

Der Schweregrad der Gelenkszerstörung kann auch an der Glenoidmorphologie in axialen CT- oder MRT-Schnitten beurteilt werden. Nach *Walch et al (1999)* können 5 unterschiedliche Typen der Glenoidabnutzung unterschieden werden. Dabei stellt Typ A ein Glenoid mit zentrischer Kopfposition in der Pfanne dar, was in mehr als der Hälfte der Fälle vorliegt. Unterschieden wird weiter in Typ A1 mit geringem zentralen Pfannenverbrauch und Typ A2 mit deutlicher zentraler Pfannenvertiefung. Glenoid Typ B mit posteriorer statischer Dezentrierung des Humeruskopfes liegt in mehr als ein Drittel der Fälle vor, mit exzentrischem posterioren Pfannenverbrauch und Retroversion der Pfanne um mehr als  $10^\circ$  (Typ B1) oder bikonkaver posteriorer Pfannendeformität (Typ B2). Bei Glenoid Typ C zeigt sich eine dysplastische Pfanne mit Retroversion von mehr als  $25^\circ$ .

### **2.2.3.3 Bewertung der postoperativen Röntgenbilder**

#### **2.2.3.3.1 Einteilung nach Sperling**

Die radiologische Beurteilung der implantierten Schulterprothesen erfolgte anhand eines von *Sperling et al (1998)* beschriebenen Bewertungsschemas. Hierbei wurden die Röntgenaufnahmen im Hinblick auf Aufhellungslinien zwischen Knochen und Zement, glenohumerale Subluxation, Komponenten-Shift und einer Erosion des Glenoidimplantats bei Totalendoprothesen ausgewertet.

Die Grenzflächen zwischen Knochen und Zement der Humerusimplantate und der zementierten Glenoidimplantate wurden nach Aufhellungs- bzw. Resorptionslinien untersucht und in ein Schema mit 5 Schweregraden eingeteilt, wobei bei Grad 0 keine Resorptionslinien vorhanden sind.

Findet man eine Resorptionslinie von weniger als 1mm, so liegt Grad 1 vor, wenn nicht die gesamte Grenzfläche betroffen ist, d.h. die Linie ist inkomplett. Grad 2 bedeutet eine komplette Linie, d.h. die gesamte Grenzfläche ist betroffen. Ist auf dem Röntgenbild eine Linie von mehr als 1,5mm Breite erkennbar, liegt Grad 3 bei einer inkompletten bzw. Grad 4 bei einer kompletten Resorptionslinie vor. Ab 2mm Breite geht man von Grad 5 aus.

Als glenohumerale Subluxation wird die Translation der Mittelpunkte von Prothesenkopf und Glenoidkrümmung bezeichnet. Die Subluxation wird als gering bewertet, wenn sie weniger als 25% beträgt. Von einer mäßigen Subluxation spricht man bei einer Translation von weniger als 50%. Ist die Translation größer, wird die Subluxation als schwer bezeichnet.

Der Komponenten-Shift kann im Vergleich von Aufnahmen zu verschiedenen Zeitpunkten bewertet werden. Ist eine Erosion der Glenoidimplantate bei Totalendoprothesen vorhanden, kann sie gering oder mäßig ausgeprägt sein.

#### **2.2.3.3.2 RLL Score nach Molé**

Ein weiteres Beurteilungskriterium für die radiologischen Aufhellungslinien am zementierten Glenoid und ihre klinische Relevanz stellt der von *Molé et al (1999)* eingeführte Radiographic Lucent Lines Score (RLL Score) dar. Hierbei werden am Glenoidimplantat 6 Zonen unterschieden, in denen das Vorhandensein eines Aufhellungssaums bewertet wird. Ist kein Aufhellungssaum vorhanden, werden 0 Punkte vergeben. Ein Aufhellungssaum mit weniger als 1mm Breite bekommt 1 Punkt, bei 1-2mm 2 Punkte und bei mehr als 2mm Breite 3 Punkte. Die Summe der 6 Zonen ergibt einen Scorewert von 0-18 Punkten. Nach *Pfahler et al (2001)* muß bei einem RLL Score von mehr als 12 Punkten von einem gelockerten Glenoid ausgegangen werden.

## **2.3 Statistische Auswertung**

Die erhobenen Daten wurden in einer Microsoft Access<sup>®</sup> Datenbank erfaßt und mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS für Windows<sup>®</sup> (Version 11.5 deutsch) ausgewertet.

### **2.3.1 Vergleich von Untersuchungsergebnissen**

#### **2.3.1.1 Deskriptive Auswertung**

Zur deskriptiven Auswertung wählten wir die grafische Darstellung der Mittelwerte mit ihren 95%-Konfidenzintervall. Dieses Verfahren diente zum Vergleich der prä- und postoperativen Untersuchungsergebnisse und der Ergebnisse der verschiedenen Untergruppen. Es ließ sich auch bei kleinen Stichproben anwenden.

Berechnet man zur mittleren Differenz zweier verbundener Stichproben, in diesem Fall die erhobenen Werte post- bzw. präoperativ, das 95%-Konfidenzintervall, so schließt dieses den Erwartungswert dieser Differenz – unter Berücksichtigung der Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% – mit ein. Enthält der Vertrauensbereich den Nullpunkt nicht, so unterscheiden sich die Grundgesamtheiten beider Stichproben voneinander, da der Erwartungswert sich von 0 unterscheidet. Andernfalls sind die beiden Grundgesamtheiten nicht unterschiedlich. Veranschaulichen läßt sich dieses Verfahren in einem Diagramm, in dem die Mittelwerte als Balken und ihre 95%-Konfidenzintervalle als Fehlerbalken dargestellt werden.

Betrachtet man die Mittelwerte zweier Stichproben und ihre Vertrauensbereiche, so lassen sich mit der Irrtumswahrscheinlichkeit  $\alpha$ , in diesem Fall 5%, folgende Aussagen machen. Überschneiden sich die beiden Intervalle nicht, so sind die Grundgesamtheiten der beiden Stichproben unterschiedlich. Bei einer Überschneidung der Konfidenzintervalle muß man von gleicher Grundgesamtheit ausgehen.

Die Größe des Vertrauensbereiches und damit die Genauigkeit der Vorhersage des Erwartungswertes hängt ab von der Fallzahl und der Spannweite der Stichprobe. Eine große Spannweite bewirkt ebenso ein großes Konfidenzintervall wie eine geringe Fallzahl.

#### **2.3.1.2 Statistische Testung**

Zum Vergleich der Ergebnisse unterschiedlicher Untersuchungszeitpunkte wurde der t-Test für verbundene Stichproben angewendet ( $p \leq 0,05$ ). Aufgrund der geringen Fallzahl der Studie sind die Interpretierung der Testergebnisse und die Verwendung des Begriffs

der Signifikanz nur mit Vorsicht möglich. Aus diesem Grund wurde der t-Test nur für den Vergleich der Ergebnisse aller Patienten verwendet.

### **2.3.2 Erfassung von Einflußfaktoren**

Die Erfassung möglicher Einflußfaktoren auf die Untersuchungsergebnisse erfolgte mit Hilfe der linearen Regression und der einfaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA). Die Abschätzung der Güte der Anpassung des Regressionsmodells an die vorhandenen Daten erfolgte mit der Korrelationsanalyse und dem Bestimmtheitsmaß.

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Allgemeine Daten

#### 3.1.1 Verwendete Implantate

##### 3.1.1.1 Humeruskopfersatz

Bei den 45 durchgeführten Operationen wurde in 5 Fällen ein Prothesenschaft der Größe 6mm, in 25 Fällen ein Schaft der Größe 9mm und in 11 Fällen der Größe 12mm verwendet. In 4 Fällen kam ein Langschaft der Größe 9mm zum Einsatz.

Als Winkeladapter wurde in 16 Fällen die Größe 125° gewählt, in 22 Fällen die Größe 130° und in 7 Fällen die Größe 135°.

Die Prothesenkalotte wurde in einem Fall in der Größe 39x14, in vier Fällen in 41x15, in 7 Fällen in 43x16, in 12 Fällen in 46x17, in 15 Fällen in 48x18, und in jeweils drei Fällen in den Größen 50x16 und 50x19 implantiert.

Abbildung 5 zeigt die Komponenten der Aequalis Humeruskopfprothese.



**Abbildung 5: Die Aequalis Prothese: Schaft, Winkeladapter sowie Kopf mit exzentrischem Drehscheibensystem zur Einstellung des medialen und posterioren Offset**

### 3.1.1.2 Glenoidersatz

Eine Spreizdübelpfanne als Glenoidersatz (flaches, zementfreies metall back Glenoid mit Polyäthyleninsert als Gleitfläche) wurde bei 5 der 8 Totalendoprothesen verwendet, bei den anderen drei Fällen eine zementierte Polyäthylenpfanne (plan, mit Kiel). Zweimal wurde ein kleines Glenoidimplantat implantiert, viermal ein mittleres und zweimal ein großes Implantat. Abbildung 6 zeigt verschiedene Modelle des zementierten Aequalis Glenoidersatz.



**Abbildung 6: Die Aequalis-Prothese: verschiedene zementierte Glenoidkomponenten**

## **3.2 Bildgebende Diagnostik**

### **3.2.1 Präoperative Aufnahmen**

Bei der Durchsicht der präoperativen Röntgenaufnahmen wurde bei allen 14 Patienten mit Omarthrose und bei den drei Patienten mit posttraumatischer Omarthrose die Diagnose schwere Omarthrose nach der Einteilung von Samilson gestellt.

Bei den fünf Fällen einer Humeruskopfnekrose handelte es sich in allen Fällen um eine Nekrose Grad 4 nach Cruess. Die vier Patienten mit rheumatoider Arthritis befanden sich alle im Stadium 5 nach Larsen.

### **3.2.2 Aufnahmen der Nachuntersuchung**

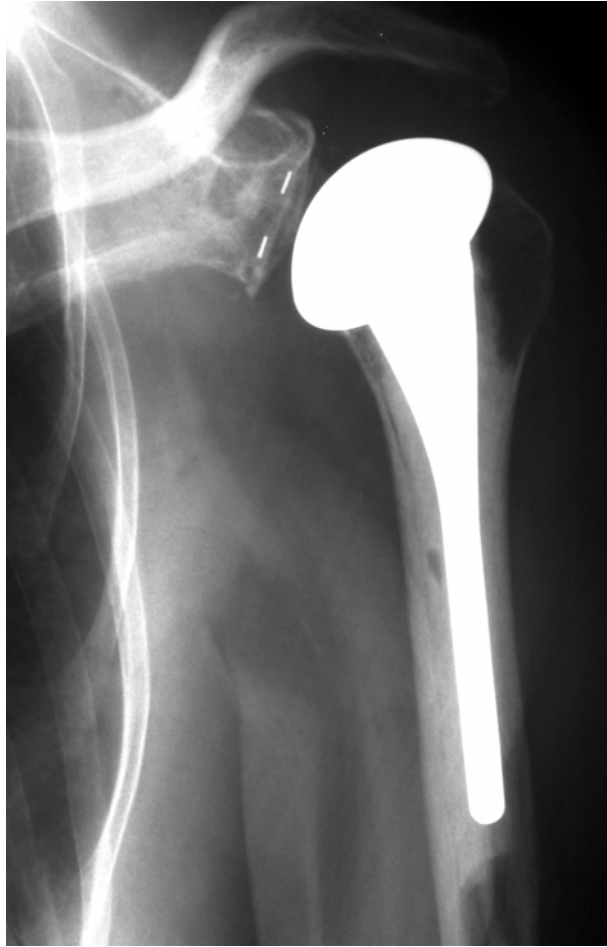
Die Röntgenbilder der Nachuntersuchung wurden nach Aufhellungslinien am Prothesenschaft und am Glenoidimplantat untersucht. Die Abbildungen 7 und 8 zeigen das Beispiel einer regelrechten radiologischen Verlaufskontrolle 2 Jahre postoperativ.

In 23 Fällen (57,5%) war keine Aufhellungslinie am Prothesenschaft vorhanden; es lag Grad 0 nach Sperling vor. In 16 Fällen (40%) wurde eine inkomplette Aufhellungslinie von weniger als 1mm Breite (Grad 1) festgestellt. Bei einem Patienten (2,5%) war eine komplette Aufhellungslinie von 1mm Breite (Grad 2) zu sehen. Bei den 7 Fällen mit totalem Gelenkersatz wurde am Glenoidimplantat fünfmal Grad 0 (71,4%) und zweimal Grad 1 (28,6%) diagnostiziert. Grad 1 lag in beiden Fällen bei einem zementierten Glenoid vor.

Außerdem wurde die Subluxation des Prothesenkopfes beurteilt. Eine Subluxation im Glenohumeralgelenk geringen Ausmaßes wurde in zwei Fällen (5%) festgestellt. Dreimal zeigte sich eine mäßige und einmal eine schwere Subluxation (7,5 und 2,5 %). Bei den 34 anderen Fällen (85%) war keine Subluxation vorhanden.

Bei einem Patienten war eine Zementfraktur an der Prothesenspitze zu sehen. Diese war auf den Voraufnahmen nicht erkennbar. Der Untersuchungsbefund war jedoch unverändert.





**Abbildung 7: Radiologische Verlaufskontrolle einer Aequalis TEP (2 Jahre postoperativ)**



**Abbildung 8: Radiologische Verlaufskontrolle einer Aequalis TEP (2 Jahre postoperativ)**

### 3.3 Klinische Untersuchung und Scores

#### 3.3.1 Verlaufsanalyse aller 40 Studienteilnehmer

##### 3.3.1.1 Bewegungsausmaß im Schultergelenk

Der Mittelwert der aktiven Abduktion im Schultergelenk betrug präoperativ 57,5° und verbesserte sich zur Nachuntersuchung um 39,0° auf durchschnittlich 96,5°. Auch bei der aktiven Flexion kam es zu einem Anstieg um 42,4° von 70,0° auf 112,4° (Abbildungen 9 und 10). In beiden Fällen war eine signifikante Zunahme festzustellen ( $p < 0,001$ ).

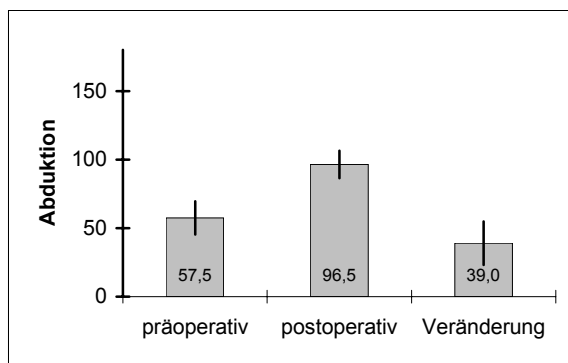


Abbildung 9: aktive Abduktion (in °), N=40,  $p < 0,001$

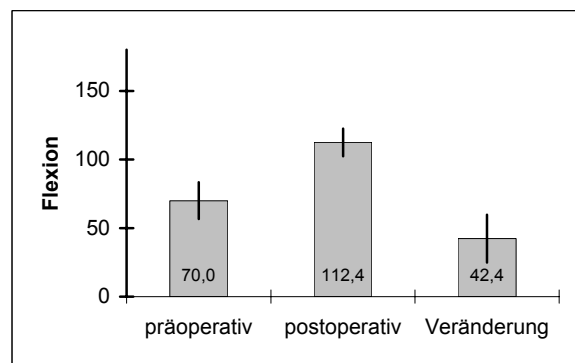


Abbildung 10: aktive Flexion (in °), N=40,  $p < 0,001$

Die passive Beweglichkeit im Schultergelenk war signifikant besser als die aktive. So wurden bei der passiven Abduktion durchschnittlich 107,9° erzielt, bei der passiven Flexion 123,8°.

##### 3.3.1.2 Constant Score

Der Gesamtwert des Constant Score nahm von durchschnittlich 26,2 Punkten vor der Operation auf 56,4 Punkte signifikant zu ( $p < 0,001$ ). Auch beim alterskorrigierten

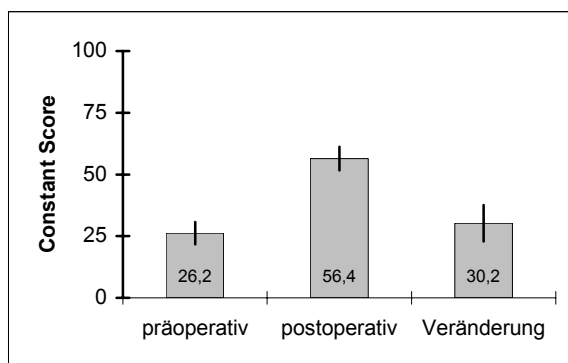


Abbildung 11: Constant Score (Gesamtwert in Punkten), N=40,  $p < 0,001$

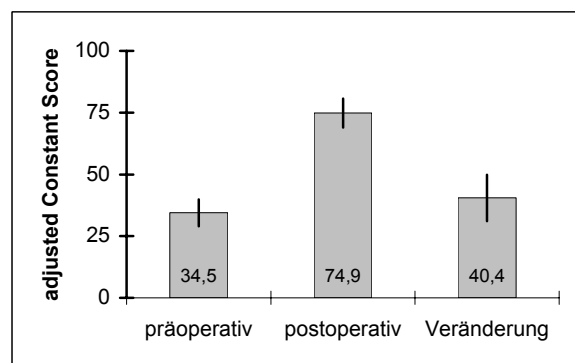
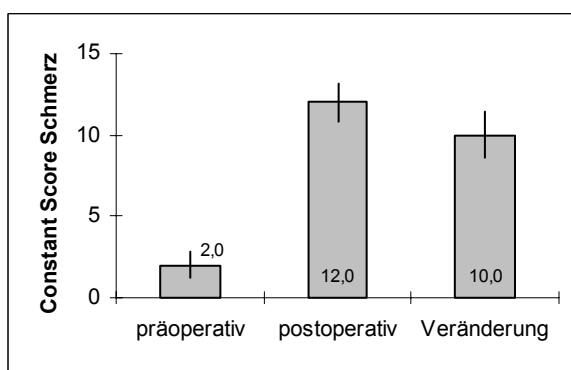


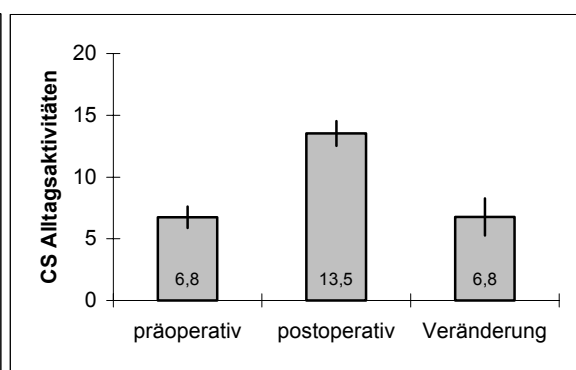
Abbildung 12: alterskorrigierter Constant Score (in %), N=40,  $p < 0,001$

Scorewert wurde eine signifikante Verbesserung von 34,5% auf 74,9% verzeichnet ( $p < 0,001$ ) (Abbildungen 11 und 12).

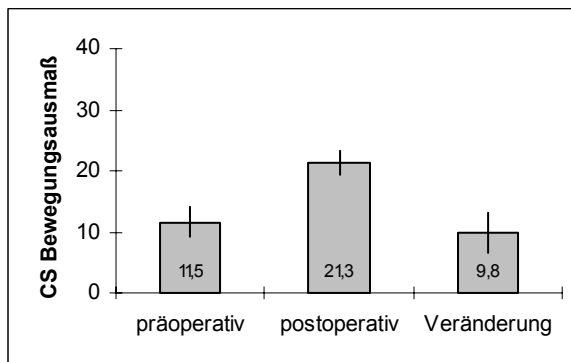
In den vier Kriterien des Scores wurden ebenfalls jeweils signifikante Veränderungen erzielt. So gaben die Patienten bei den Schmerzen präoperativ durchschnittlich 2,0 Punkte an, bei der Nachuntersuchung dagegen 12,0 Punkte ( $p < 0,001$ ). Die Beurteilung der Alltagsaktivitäten verbesserte sich von 6,8 auf 13,5 Punkte ( $p < 0,001$ ). Der Wert für das Bewegungsausmaß nahm von 11,5 auf 21,3 Punkte zu ( $p < 0,001$ ). Die Kraft wurde präoperativ mit durchschnittlich 5,9 und postoperativ mit 9,4 Punkten bewertet ( $p = 0,005$ ) (Abbildungen 13-16).



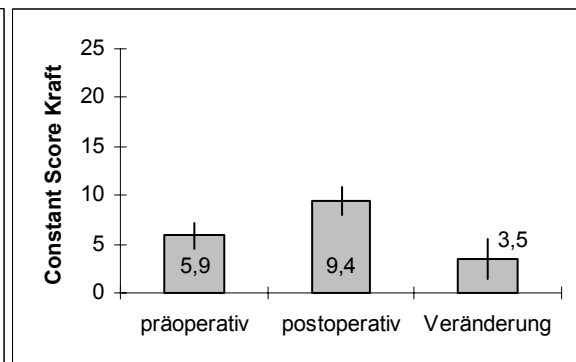
**Abbildung 13: Kriterium Schmerz im Constant Score, N=40,  $p < 0,001$**



**Abbildung 14: Kriterium Alltagsaktivitäten im Constant Score, N=40,  $p < 0,001$**



**Abbildung 15: Kriterium Bewegungsausmaß im Constant Score, N=40,  $p < 0,001$**



**Abbildung 16: Kriterium Kraft im Constant Score, N=40,  $p = 0,005$**

### 3.3.1.3 Wülker Score

Der Gesamtwert des Wülker Scores stieg von durchschnittlich 34,9 Punkten präoperativ auf 66,5 Punkte nach der Operation signifikant an ( $p < 0,001$ ) (Abbildung 17).

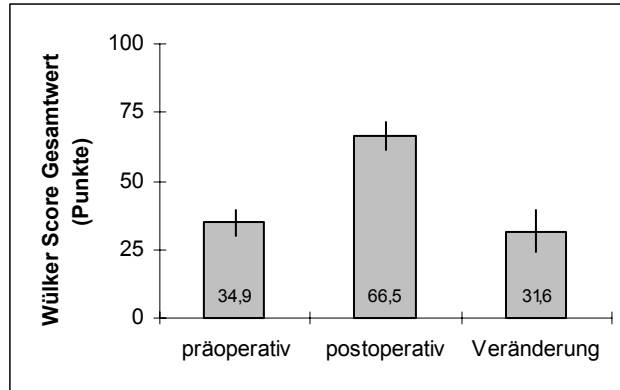


Abbildung 17: Gesamtwert Wülker Score, N=40,  $p < 0,001$

In den vier folgenden Kriterien wurden jeweils signifikante Veränderungen festgestellt ( $p < 0,001$ ). Die Bewertung der Schmerzen stieg von durchschnittlich 4,9 auf 14,8 Punkte an, bei der Kraftmessung war eine Zunahme von 1,1 auf 5,4 Punkte zu verzeichnen. Die Funktion im Schultergelenk verbesserte sich von 7,5 Punkten auf 15,7 Punkte. Für das Bewegungsausmaß wurden präoperativ durchschnittlich 7,8 Punkte vergeben, postoperativ wurden 15,4 Punkte erreicht (Abbildungen 18-21).

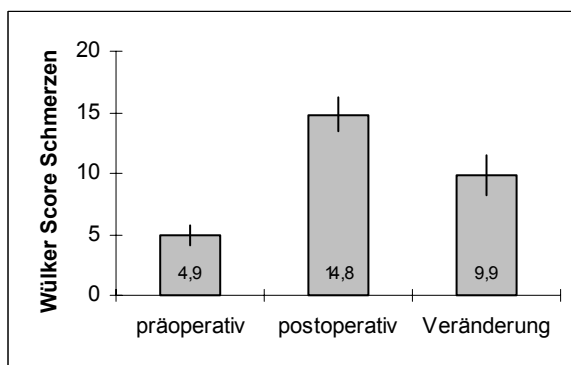


Abbildung 18: Kriterium Schmerzen im Wülker Score, N=40,  $p < 0,001$

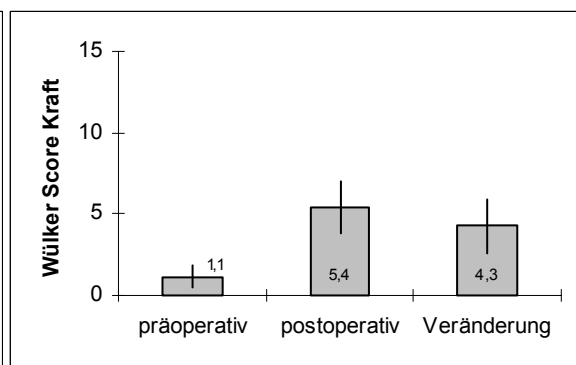
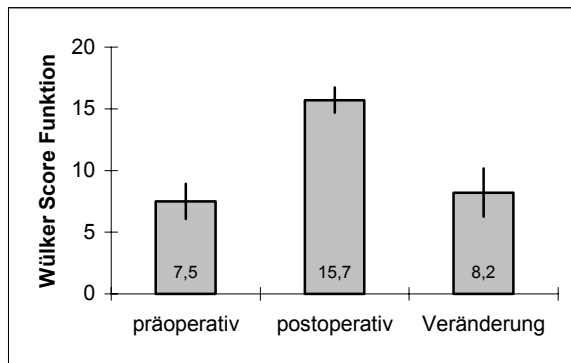
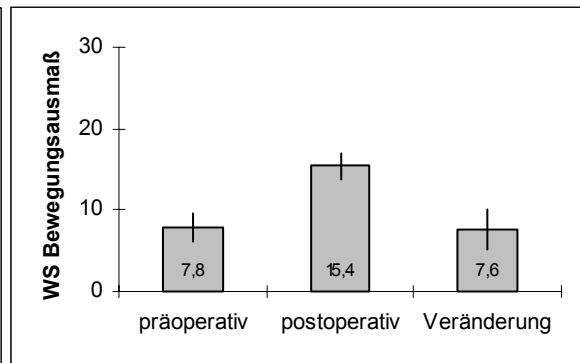


Abbildung 19: Kriterium Kraft im Wülker Score, N=40,  $p < 0,001$



**Abbildung 20: Kriterium Funktion im Wülker Score, N=40, p<0,001**



**Abbildung 21: Kriterium Bewegungsmaß im Wülker Score, N=40, p<0,001**

Bei der Stabilität hingegen erzielten vor der Operation 36 Patienten 15 und 4 Patienten 0 Punkte. Bei diesen 4 Patienten handelte es sich um die Patienten mit einer frischen Fraktur, bei denen die Stabilitätsprüfung nicht möglich war. Bei der Nachuntersuchung wurde bei stabilem Gelenk in allen Fällen 15 Punkte vergeben. Auf eine weitere Auswertung dieses Kriteriums wurde verzichtet.

## 3.3.2 Vergleich von Hemi- und Totalendoprothesen

### 3.3.2.1 Bewegungsausmaß im Schultergelenk

Die mittlere aktive Abduktion im Schultergelenk verbesserte sich in der Gruppe der Hemiprothesen signifikant von präoperativ 53,3° auf 98,2° bei der Nachuntersuchung ( $p < 0,05$ ). Auch bei der aktiven Flexion konnte eine signifikante Zunahme von 65,3° auf 111,8° verzeichnet werden ( $p < 0,05$ ). In der Gruppe der Totalendoprothesen verbesserte sich die aktive Abduktion geringfügig von durchschnittlich 77,1° auf 88,6° und die aktive Flexion von 92,1° auf 115,0°. Diese Veränderungen waren jedoch nicht signifikant (Abbildungen 22 und 23).

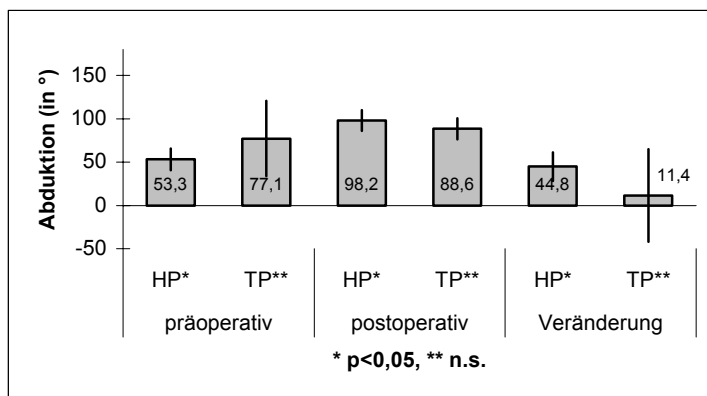


Abbildung 22: aktive Abduktion (in °) bei Hemi- und Totalendoprothesen

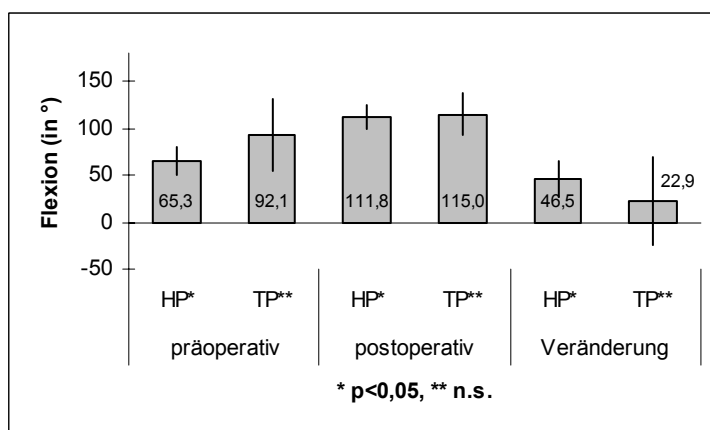


Abbildung 23: aktive Flexion (in °) bei Hemi- und Totalendoprothesen

Die passive Beweglichkeit im Schultergelenk war in beiden Gruppen postoperativ besser als die aktive ( $p < 0,05$ ). So wurden in der Abduktionsbewegung durchschnittlich 106,4° bei den Hemi- bzw. 115,0° bei den Totalendoprothesen gemessen. In der Flexion konnten passiv 121,5° bzw. 134,3° erzielt werden.

### 3.3.2.2 Constant Score

Die Gruppe der Hemiprothesen erreichte eine Verbesserung des Gesamtwerts von 24,3 Punkten präoperativ auf 56,0 Punkte bei der Nachuntersuchung. Auch der alterskorrigierte Scorewert stieg von 32,5% auf 74,5%. In der Gruppe der Totalendoprothesen kam es zu einer Zunahme von 35,1 Punkten bzw. 43,9% auf 58,4 Punkte bzw. 76,6% im Constant Score und im alterskorrigierten Score. Die Veränderungen des absoluten Constant Score sind nur in der Gruppe der Hemiprothesen signifikant, die des alterskorrigierten Wertes jedoch in beiden Gruppen (Abbildungen 24 und 25).

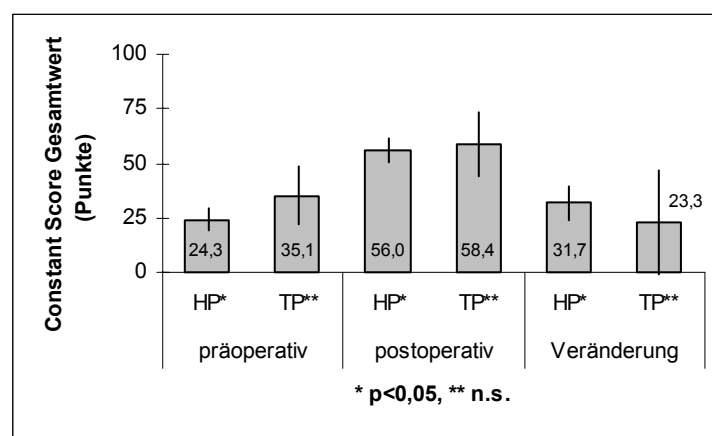


Abbildung 24: Gesamtwert Constant Score bei Hemi- und Totalendoprothesen

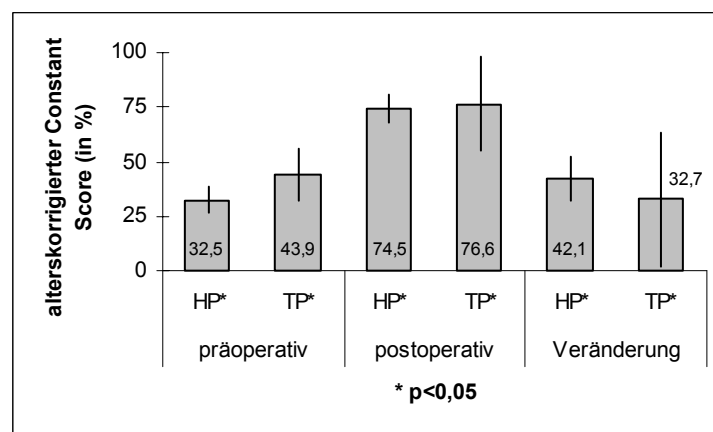


Abbildung 25: alterskorrigierter Constant Score bei Hemi- und Totalendoprothesen

Die Bewertung der Schmerzen verbesserte sich von 2,0 bzw. 2,1 Punkten auf 12,1 Punkte bei den Hemi- und 11,4 Punkte bei den Totalendoprothesen. Auch die Alltagsaktivitäten wurden mit 13,5 bzw. 13,4 Punkten bei der Nachuntersuchung besser beurteilt als präoperativ mit 6,5 bzw. 7,7 Punkten. Aufgrund der Konfidenzintervalle sind diese Veränderungen in beiden Gruppen signifikant (Abbildungen 26 und 27).

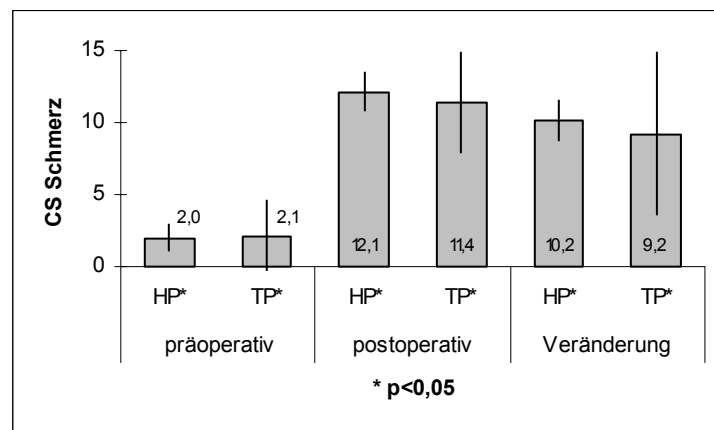


Abbildung 26: Kriterium Schmerz im Constant Score, Vergleich HP-TP, p<0,05

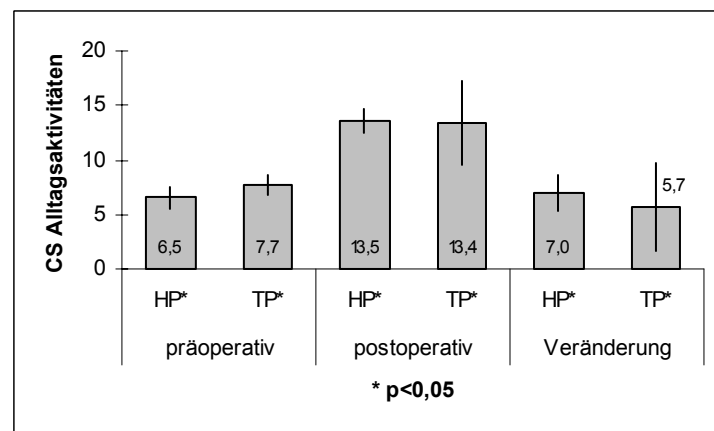


Abbildung 27: Kriterium Alltagsaktivitäten im Constant Score, Vergleich HP-TP, p<0,05



Im Bewegungsausmaß erreichten die Patienten mit einer Totalendoprothese eine Zunahme von durchschnittlich 10,6 auf 21,1 Punkte. Bei den Totalendoprothesen ist ein Anstieg von 15,7 auf 22,3 Punkte zu verzeichnen. Die Kraftmessung ergab eine Verbesserung von 5,1 auf 8,9 Punkte bei den Hemi- und von 9,6 auf 11,3 Punkte bei den Totalendoprothesen. Eine signifikante Veränderung der Werte ist jeweils in der Gruppe der Hemiprothesen nachweisbar (Abbildungen 28 und 29).

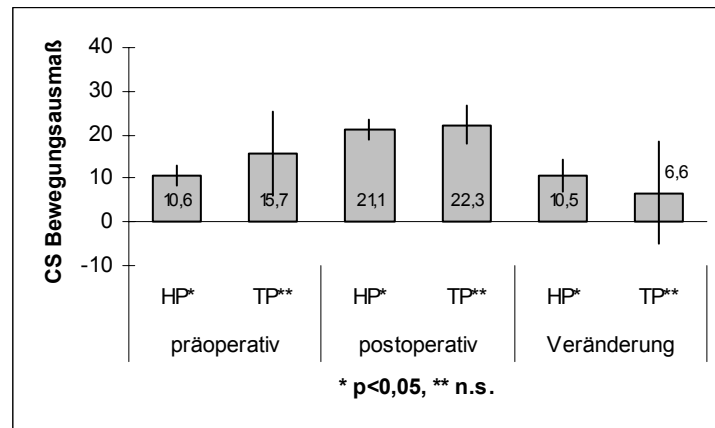


Abbildung 28: Kriterium Bewegungsausmaß im Constant Score, Vergleich HP-TP

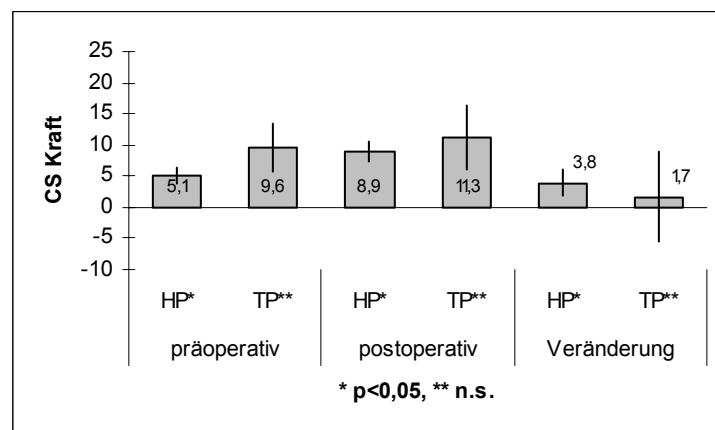


Abbildung 29: Kriterium Kraft im Constant Score, Vergleich HP-TP

### 3.3.2.3 Wülker Score

Im Wülker Score wurde unter den Hemiprothesen ein Anstieg der Punktsumme von durchschnittlich 33,0 auf 66,2 Punkte erzielt. Ebenso wurde bei den Fällen mit einer Totalendoprothese eine Verbesserung von 43,4 auf 67,9 Punkte festgestellt. Die Veränderungen sind für beide Gruppen signifikant (Abbildung 30).

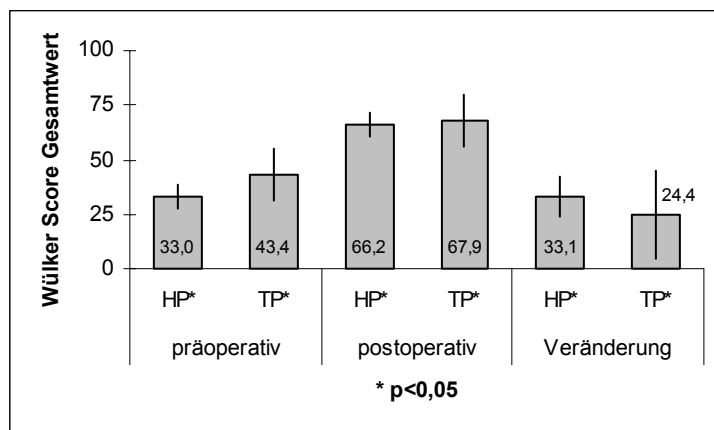


Abbildung 30: Gesamtwert Wülker Score bei Hemi- und Totalendoprothesen,  $p<0,05$

Eine signifikante Verbesserung der Schmerzen und der Schulterfunktion wurde in beiden Gruppen erreicht (Abbildungen 31 und 32). So kam es bei den Hemiprothesen zu einem Anstieg der Mittelwerte von 4,7 auf 14,7 Punkte im Kriterium Schmerzen und von 7,0 auf 15,7 Punkte bei der Funktion. Die Fälle mit einer Totalendoprothese erzielten eine Zunahme von 5,7 auf 15,4 Punkte bei den Schmerzen und von 10,0 auf 15,7 Punkte in der Funktion.

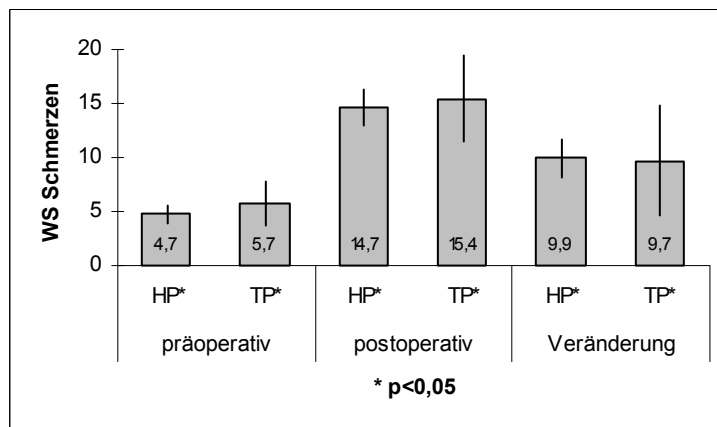
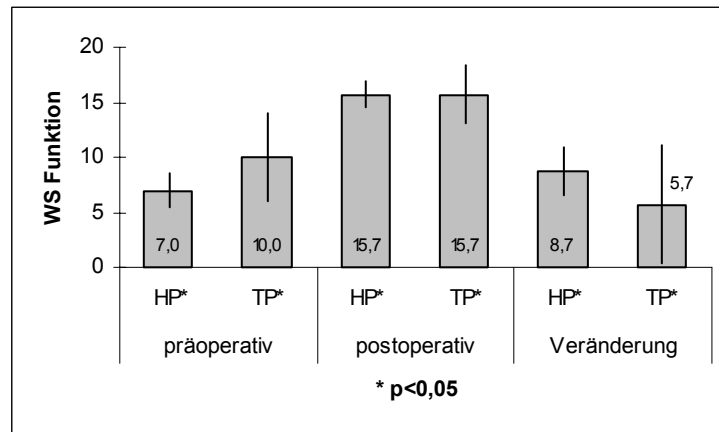


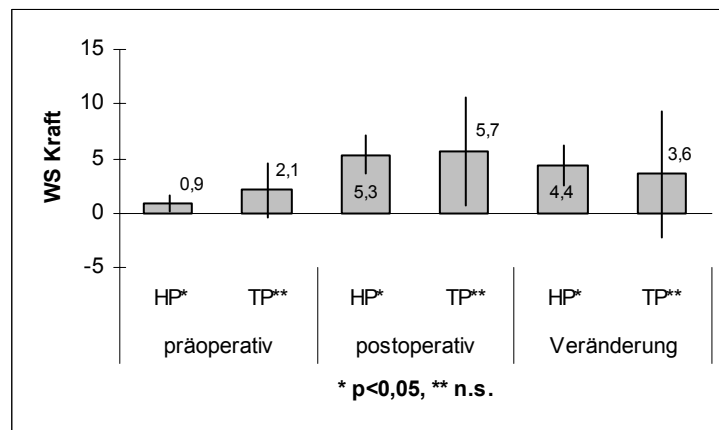
Abbildung 31: Kriterium Schmerzen im Wülker Score, Vergleich HP-TP,  $p<0,05$



**Abbildung 32: Kriterium Funktion im Wülker Score, Vergleich HP-TP, p<0,05**

Die Kraftmessung ergab einen Anstieg von 0,9 auf 5,3 Punkte bei den Hemi- und von 2,1 auf 5,7 Punkte bei den Totalendoprothesen. Das Bewegungsausmaß verbesserte sich von 7,2 bzw. 10,6 Punkten präoperativ auf 15,3 bzw. 15,7 Punkte nach der Operation. Eine signifikante Veränderung war bei diesen beiden Kriterien jeweils für die Gruppe der Hemiprothesen vorhanden (Abbildungen 33 und 34).

Auf die Auswertung der Stabilität wurde wie auch im Kapitel 3.3.1.3 verzichtet.



**Abbildung 33: Kriterium Kraft im Wülker Score, Vergleich HP-TP**

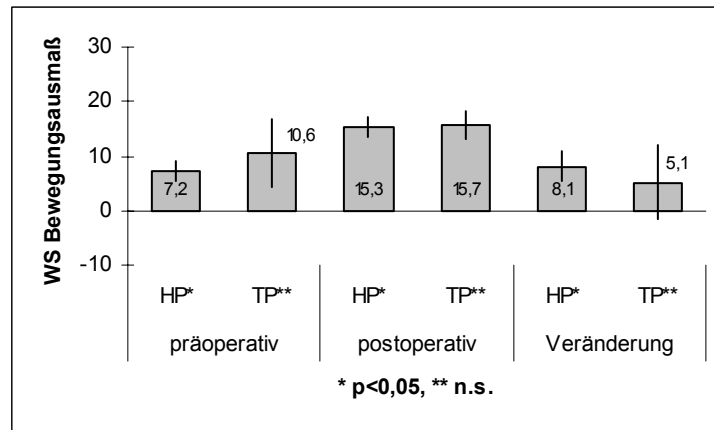


Abbildung 34: Kriterium Bewegungsausmaß im Wülker Score, Vergleich HP-TP

### 3.3.3 Ergebnisse der akuten Traumen und Frakturfolgen

#### 3.3.3.1 Bewegungsausmaß im Schultergelenk

Die Patienten, die eine akute Fraktur im Bereich des proximalen Humerus erlitten hatten, kamen bei der Nachuntersuchung auf eine mittlere Abduktion im Schultergelenk von 130,0° und auf eine mittlere Flexion von 150,0°. Auf einen Mittelwert von 75,9° bei der Abduktion und 90,0° bei der Flexion kamen die Patienten mit einem veraltetem Trauma. Die Zunahme der Bewegung ist in beiden Gruppen signifikant. Das Ergebnis akuter Frakturen ist in beiden Bewegungsrichtungen besser als das der veralteten Traumen (Abbildungen 35 und 36).

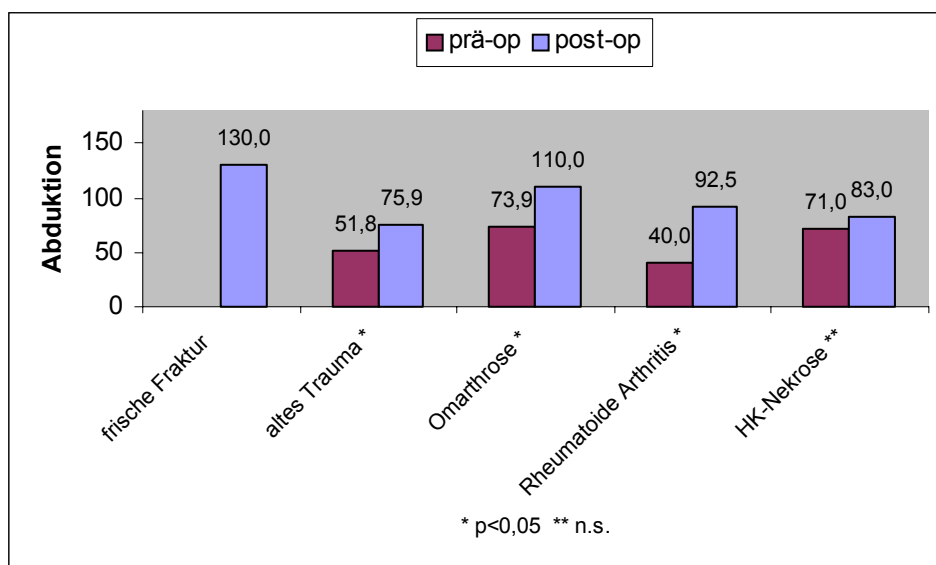


Abbildung 35: aktive Abduktion, Unterscheidung nach der Ätiologie

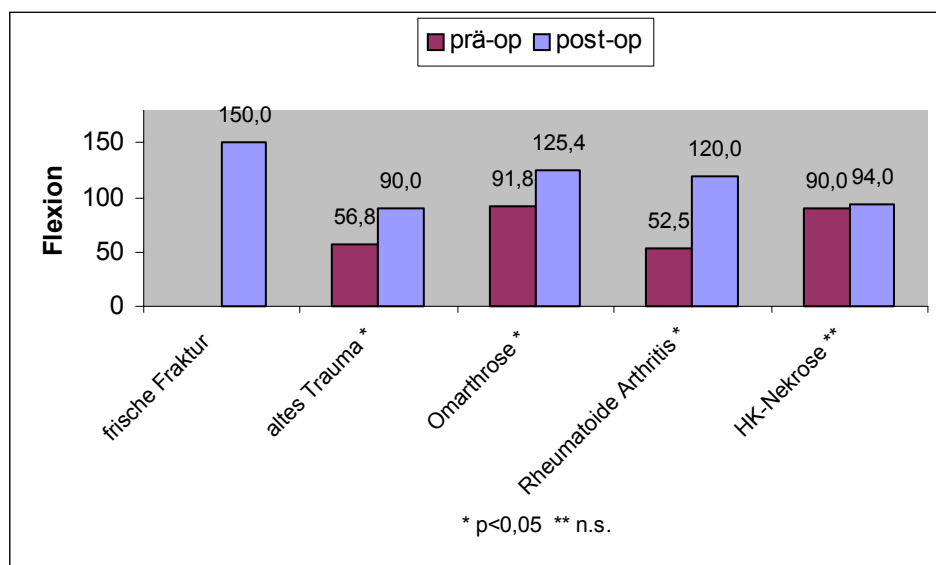


Abbildung 36: aktive Flexion, Unterscheidung nach der Ätiologie

### 3.3.3.2 Constant Score

Im Constant Score und im alterskorrigierten Score erzielten die Patienten mit einer frischen Fraktur bei der Nachuntersuchung 73,8 Punkte bzw. 93,3%. Dagegen erreichten die Patienten mit veraltetem Trauma im Durchschnitt lediglich 52,1 Punkte bzw. 67,7% (Abbildungen 37 und 38).

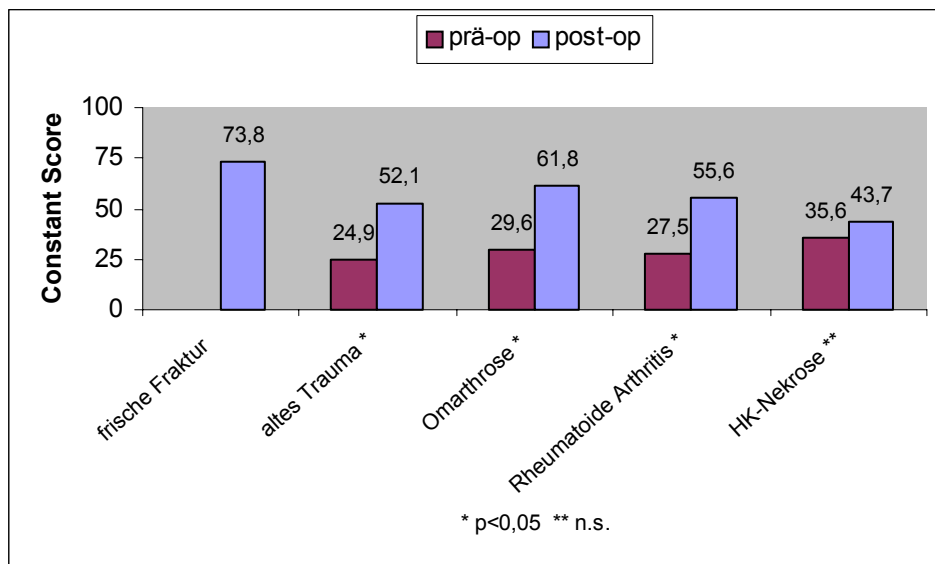


Abbildung 37: Constant Score Gesamtwert (in Punkten), Unterscheidung nach der Ätiologie

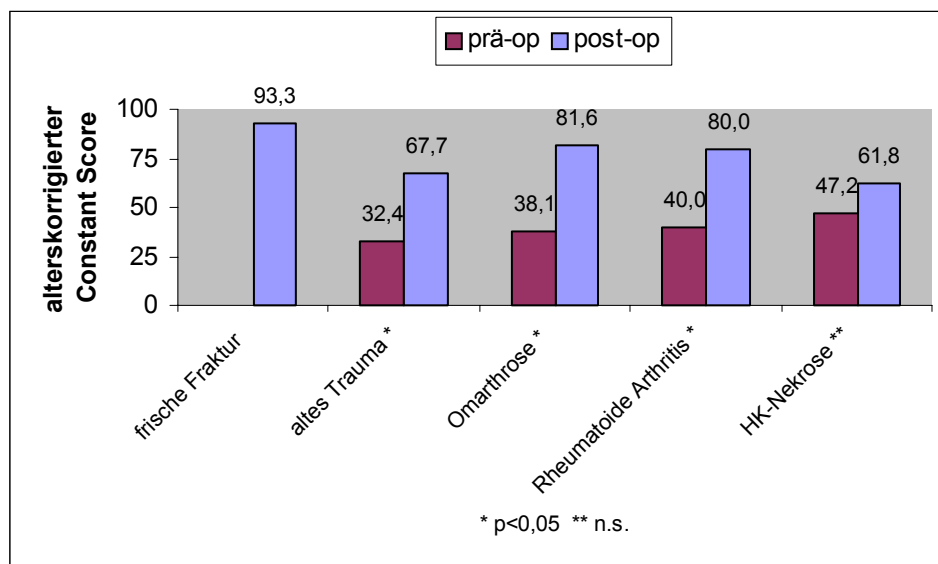


Abbildung 38: alterskorrigierter Constant Score (in %), Vergleich nach der Ätiologie

Die Schulterschmerzen wurden mit durchschnittlich 15,0 Punkten bei den frischen Frakturen und 11,8 Punkten bei den veralteten Traumen bewertet, die Alltagsaktivitäten mit 16,8 und 12,9 Punkten (Abbildungen 39 und 40).

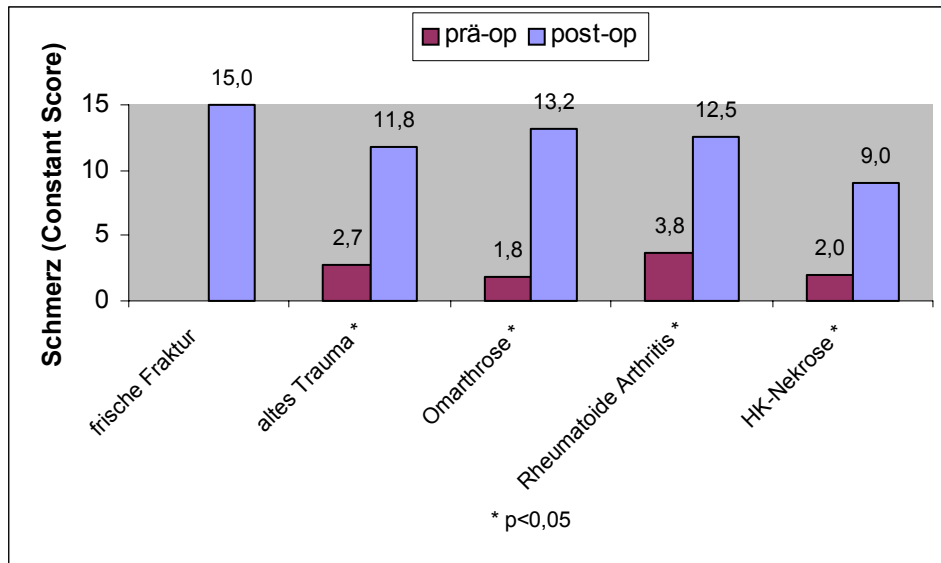


Abbildung 39: Kriterium Schmerz im Constant Score, Unterscheidung nach der Ätiologie

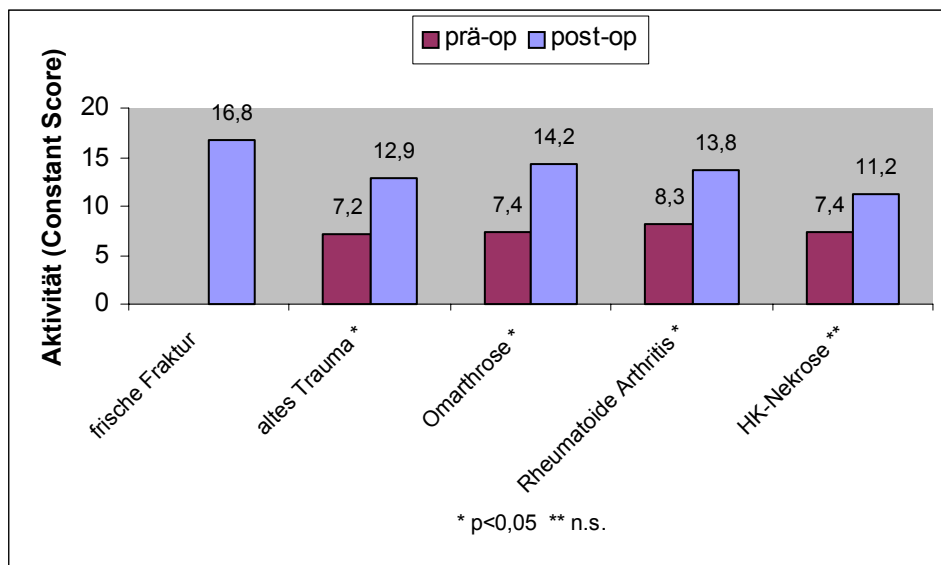


Abbildung 40: Kriterium Aktivität im Constant Score, Unterscheidung nach der Ätiologie

Im Bewegungsausmaß wurden Mittelwerte von 28,0 und 17,8 Punkten erzielt. Die Kraftmessung ergab Werte von durchschnittlich 14,0 und 8,8 Punkten (Abbildungen 41 und 42). Sowohl im Gesamtwert als auch bei den einzelnen Kriterien wurde eine signifikante Zunahme der Werte bei der Nachuntersuchung erzielt.

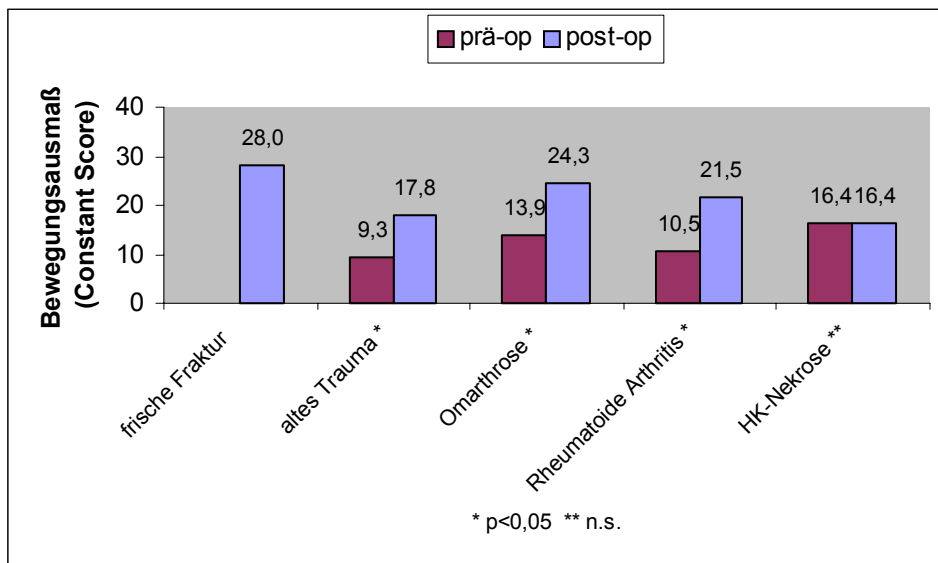


Abbildung 41: Kriterium Bewegungsausmaß im Constant Score, Unterscheidung nach der Ätiologie

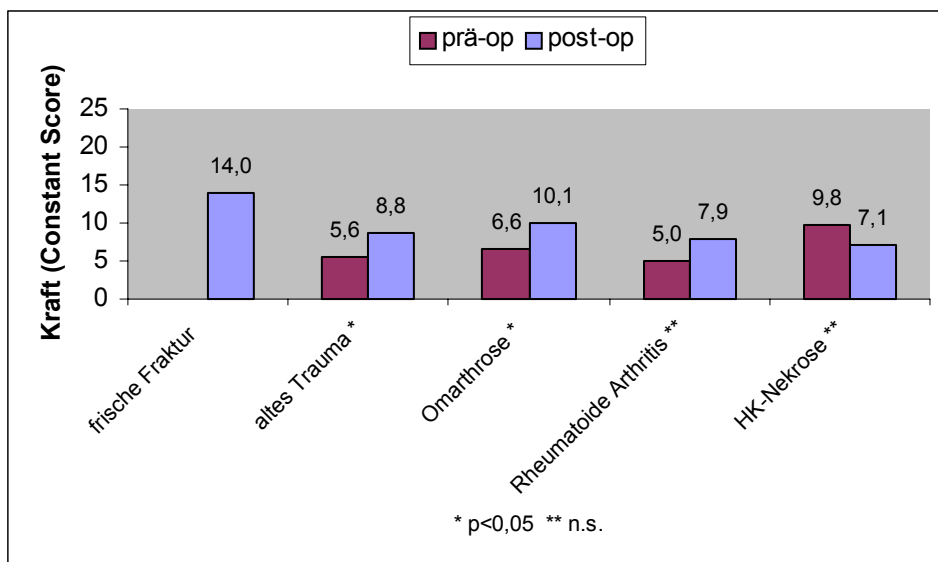


Abbildung 42: Kriterium Kraft im Constant Score, Unterscheidung nach der Ätiologie

Bei allen 6 Kategorien war der Mittelwert der frischen Frakturen größer als der der veralteten Traumen. Ein signifikanter Unterschied der Ergebnisse von Hemi- und Totalendoprothesen konnte beim Gesamtwert, beim alterskorrigierten Score und beim Bewegungsausmaß nachgewiesen werden.



### 3.3.3.3 Wülker Score

Einen postoperativen Gesamtwert von 85,3 bzw. 61,3 Punkten erzielten die Patienten mit akuten bzw. veralteten Traumen im Wülker Score (Abbildung 43).

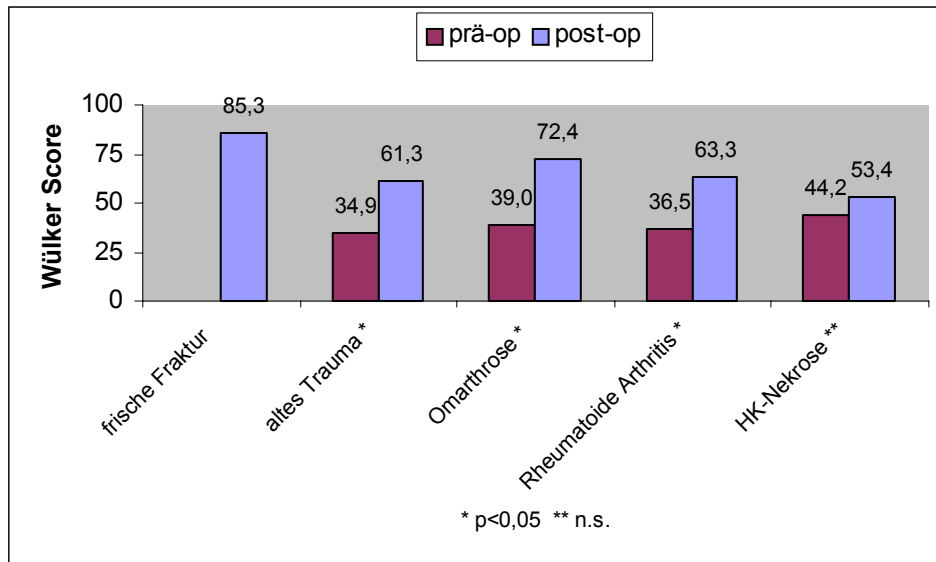


Abbildung 43: Gesamtwert Wülker Score, Unterscheidung nach der Ätiologie

Die Schmerzen bewerteten die Patienten mit durchschnittlich 18,0 Punkten bei den frischen Frakturen und 14,2 Punkten bei den veralteten Traumen, bei der Kraftmessung wurden 10,0 und 4,1 Punkte erreicht. Für die Schulterfunktion wurden 19,5 bzw. 15,1 Punkte vergeben, für das Bewegungsausmaß 22,0 und 12,5 Punkte. Auf die Auswertung der Stabilität wurde verzichtet. Beim Gesamtwert und den Kriterien Schmerz, Kraft, Funktion und Bewegungsausmaß zeigte sich eine signifikante Zunahme der Werte (Abbildungen 44-47).

Auch in diesem Score lagen die Mittelwerte der Patienten mit frischer Fraktur in allen Kategorien über denen der veralteten Traumen. Ein signifikant besseres Ergebnis der frischen Frakturen konnte beim Score-Gesamtwert, bei der Funktion und beim Bewegungsausmaß nachgewiesen werden.

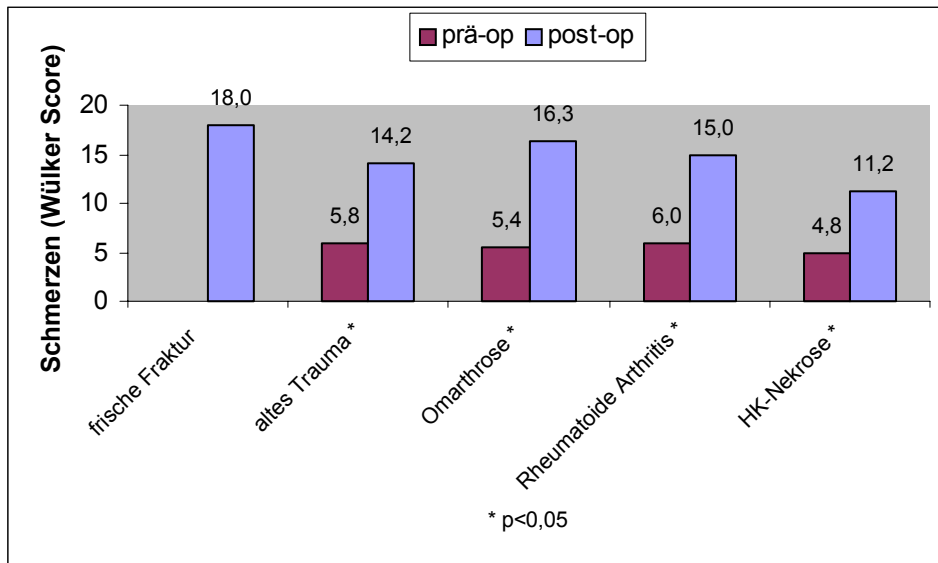


Abbildung 44: Kriterium Schmerzen im Wülker Score, Unterscheidung nach der Ätiologie

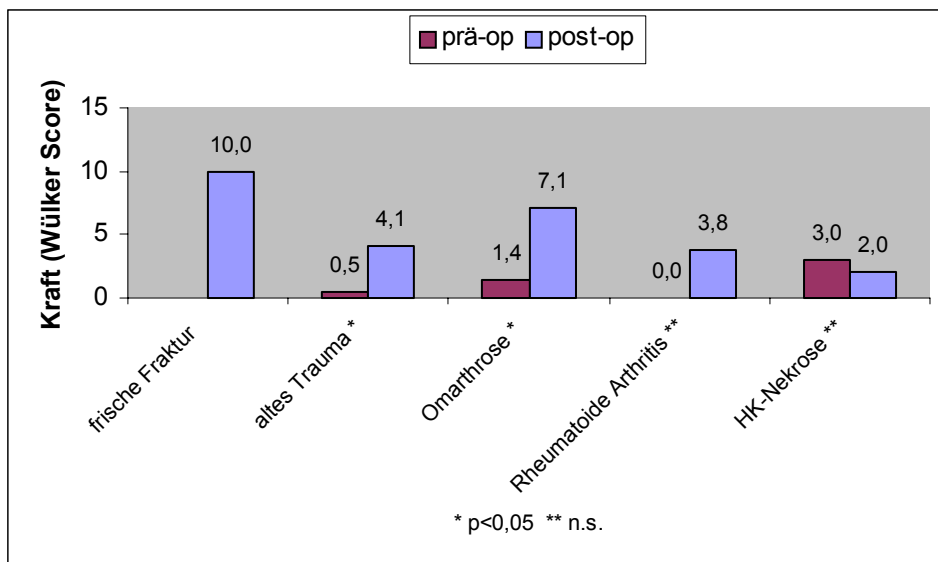


Abbildung 45: Kriterium Kraft im Wülker Score, Unterscheidung nach der Ätiologie

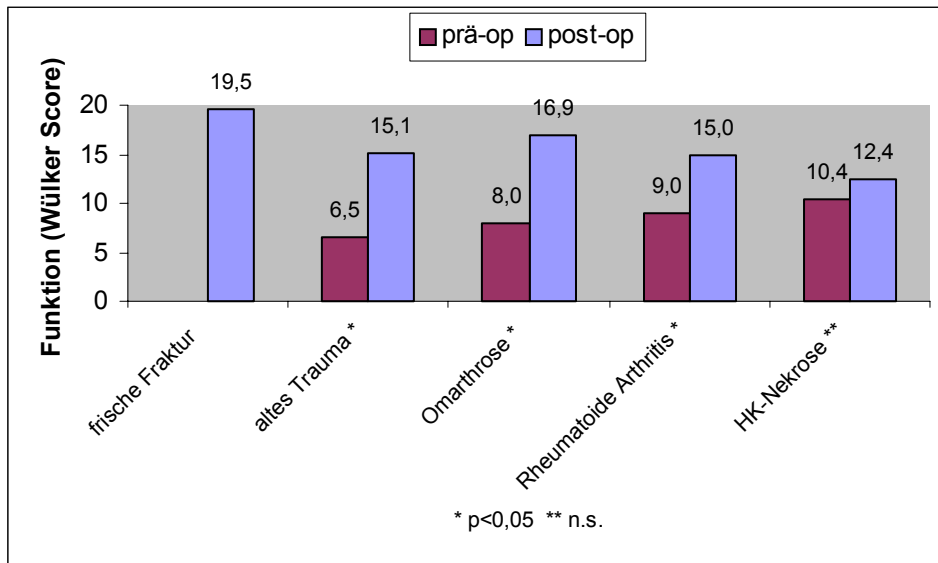


Abbildung 46: Kriterium Funktion im Wülker Score, Unterscheidung nach der Ätiologie

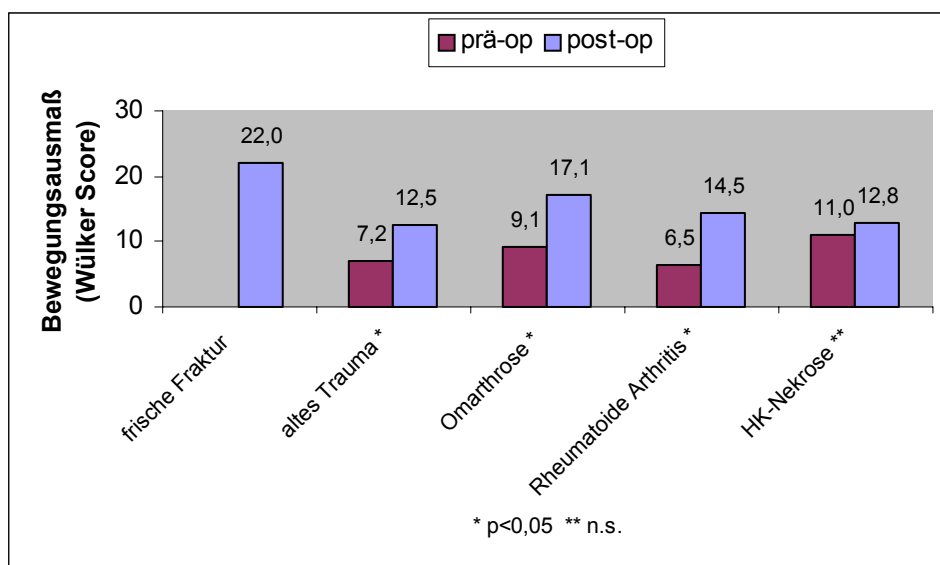


Abbildung 47: Kriterium Bewegungsausmaß im Wülker Score, Unterscheidung nach der Ätiologie

## **3.3.4 Ergebnisse der nichttraumatischen Grunderkrankungen**

### **3.3.4.1 Bewegungsausmaß im Schultergelenk**

Die Patienten mit einer Omarthrose erzielten bei der Nachuntersuchung eine mittlere Abduktion von 110,0° und eine mittlere Flexion von 125,4°. Die Patienten mit rheumatoider Arthritis kamen mit durchschnittlich 92,5° auf eine geringere Abduktion. Bei der Flexion erreichten sie mit 120,0° ein annähernd gutes Ergebnis. Mit 83,0° in der Abduktion und 94,0° in der Flexion kamen die Patienten mit einer Humeruskopfnekrose auf etwas geringere Werte.

Eine signifikante Steigerung der mittleren Beweglichkeit im Schultergelenk war in der Gruppe der Omarthrosen und der Rheumatiker festzustellen, nicht jedoch bei den Humeruskopfnekrosen. Trotz der Unterschiede in den Mittelwerten unterscheiden sich die Gruppen in diesen beiden Kriterien nicht voneinander (Abbildungen 35 und 36).

### **3.3.4.2 Constant Score**

Mit durchschnittlich 61,8 und 55,6 Punkten erzielten die Patienten mit einer Omarthrose bzw. mit rheumatoider Arthritis die besten Gesamtwerte im Constant Score. Im alterskorrigierten Score-Wert unterschieden sich die beiden Gruppen mit 81,6% und 80,0% nur geringfügig. Deutlich darunter lagen die Patienten mit einer Nekrose des Humeruskopfes, die 43,7 Punkte bzw. 61,8% erreichten (Abbildungen 37 und 38).

Auch in den 4 Kriterien des Scores lagen die Mittelwerte von Omarthrosen und Rheumatikern in etwa auf gleichem Niveau, die der Humeruskopfnekrosen dagegen deutlich darunter. So wurden bei den Schulterschmerzen 13,2 und 12,5 Punkte von den Patienten mit Omarthrose bzw. mit rheumatoider Arthritis angegeben, von den Patienten mit Nekrose dagegen nur 9,0 Punkte. Die Alltagsaktivitäten wurden mit 14,2 und 13,8 Punkten bzw. 11,2 Punkten bewertet, das Bewegungsausmaß mit 24,3 und 21,5 Punkten bzw. 16,4 Punkten. Bei der Kraftmessung ergaben sich schließlich Mittelwerte von 10,1 und 7,9 Punkte bzw. 7,1 Punkte (Abbildungen 39-42).

Die Veränderungen in den Score-Werten waren jeweils für die Gruppen der Omarthrosen und der Rheumatiker signifikant. In der Gruppe der Humeruskopfnekrosen und bei der Kraft der Rheumatiker konnte dagegen keine signifikante Veränderung nachgewiesen werden, obwohl auch hier eine Zunahme der Mittelwerte festzustellen war. Trotz der vorhandenen Unterschiede in den Mittelwerten der drei Gruppen konnte anhand der Daten in keinem der Kriterien ein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden.

### 3.3.4.3 Wülker Score

Im Gesamtwert des Wülker Scores erreichten die Patienten mit Omarthrose bzw. rheumatoider Arthritis Mittelwerte von 72,4 und 63,3 Punkten. Mit durchschnittlich 53,4 Punkten kamen die Patienten mit einer Nekrose des Humeruskopfes auf eine geringere Summe (Abbildung 43).

Auch in den Kriterien des Wülker Scores erreichten die Patienten mit Omarthrose oder rheumatoider Arthritis höhere Werte als die Patienten mit Humeruskopfnekrose. So wurden die Schulterschmerzen von den Omarthrosen und den Rheumatikern mit durchschnittlich 16,3 und 15,0 Punkten bewertet, dagegen von den Patienten mit Nekrose nur mit 11,2 Punkten. Die Schulterfunktion wurde mit 16,9 und 15,0 Punkten bzw. 12,4 Punkten eingeschätzt. Die Kraftmessung erbrachte einen Mittelwert von 7,1 Punkten bei den Omarthrosen. Hier erzielten die Rheumatiker 3,8 und die Patienten mit Humeruskopfnekrose 2,0 Punkte. Die Bewertung des Bewegungsausmaßes ergab 17,1 Punkte für die Patienten mit Omarthrose. Wie bereits bei der Kraft kamen hier Rheumatiker und Nekrosen auf etwas geringere Werte von 14,5 und 12,8 Punkte.

Eine signifikante Steigerung der Score-Werte wurde für die Gruppen der Omarthrosen und der Rheumatiker ermittelt (Abbildungen 44-47). Im Score-Gesamtwert sowie in den Kriterien Schmerzen und Funktion erreichten die Patienten mit Omarthrose ein signifikant besseres Ergebnis als die Patienten mit einer Humeruskopfnekrose. In den übrigen Kriterien unterscheiden sich die Gruppen trotz der Unterschiede in den Mittelwerten nicht voneinander.

## 3.4 Untersuchung möglicher Einflußfaktoren

### 3.4.1 Patientenalter

Der Einfluß des Patientenalters auf die erhobenen Daten wurde untersucht. Die Patienten wurden in zwei Untergruppen eingeteilt. 18 Patienten waren 65 Jahre oder jünger und bildeten die Gruppe „jung“, 22 Patienten waren 66 Jahre oder älter und wurden in der Gruppe „alt“ zusammengefaßt.

#### 3.4.1.1 Bewegungsausmaß im Schultergelenk

Die Abduktion verbesserte sich bei den jungen Patienten von präoperativ 60,6° auf 108,3° postoperativ. Bei den alten Patienten kam es zu einer Zunahme von 55,0° auf 86,8°. Die Zunahme der Abduktion war in beiden Gruppen signifikant. Ein signifikant besseres Ergebnis der jungen Patienten war nicht festzustellen (Abbildung 48).

Die Flexion verbesserte sich von einem präoperativen Ausgangswert von 70° in beiden Gruppen auf 121,9° bei den jungen und 104,5° bei den alten Patienten. Die Verbesserung war in beiden Gruppen signifikant. Das postoperative Ergebnis der jungen Patienten war zwar besser als das der alten, ein signifikanter Unterschied beider Gruppen konnte nicht nachgewiesen werden (Abbildung 49).

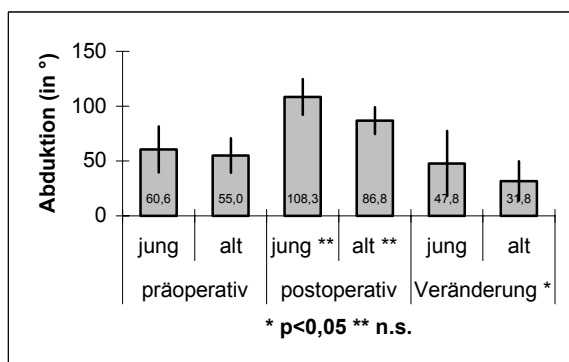


Abbildung 48: Vergleich der Abduktion alter und junger Patienten

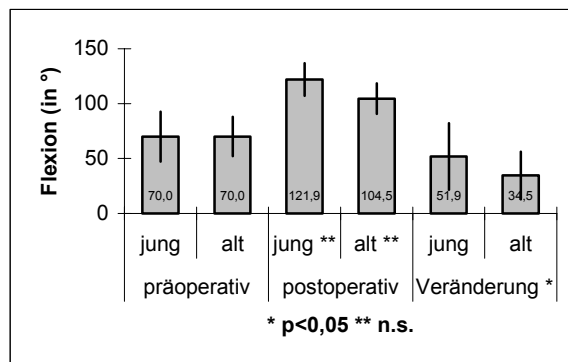


Abbildung 49: Vergleich der Flexion alter und junger Patienten

#### 3.4.1.2 Constant Score

Der Gesamtwert des Constant Score nahm von 27,7 Punkten bei den jungen bzw. 24,9 Punkten bei den alten Patienten auf 62,1 bzw. 51,8 Punkte zu. Auch der alterskorrigierte Score steigerte sich von 33,2% bei den jungen bzw. 35,2% bei den alten Patienten auf

75,9% bzw. 74,0%. Die Zunahme war jeweils signifikant. Ein signifikanter Unterschied der postoperativen Ergebnisse war jedoch nicht festzustellen (Abbildung 50 und 51).

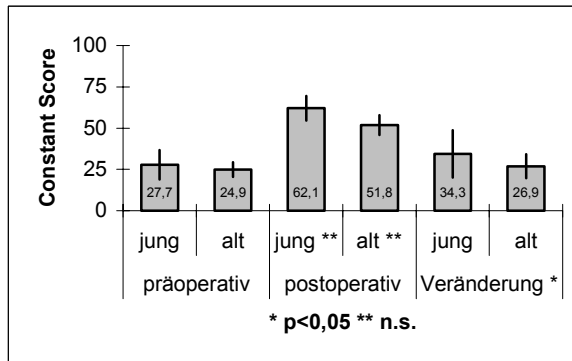


Abbildung 50: Vergleich des Constant Scores alter und junger Patienten

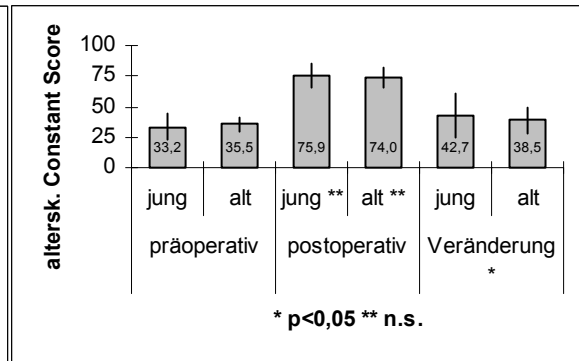


Abbildung 51: Vergleich des alterskorrigierten Constant Score alter und junger Patienten

In den 4 Unterkriterien des Constant Scores kam es jeweils zu einer signifikanten Verbesserung sowohl bei den jungen als auch bei den alten Patienten. Das postoperative Ergebnis der jungen Patienten war zwar jeweils besser als das der alten, ein signifikanter Unterschied war jedoch nicht nachzuweisen (Abbildungen 52-55).

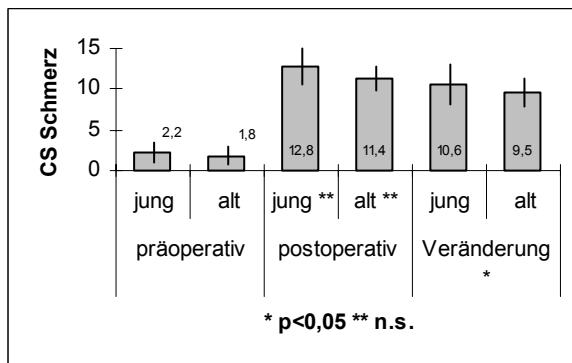


Abbildung 52: Kriterium Schmerz im Constant Score bei alten und jungen Patienten

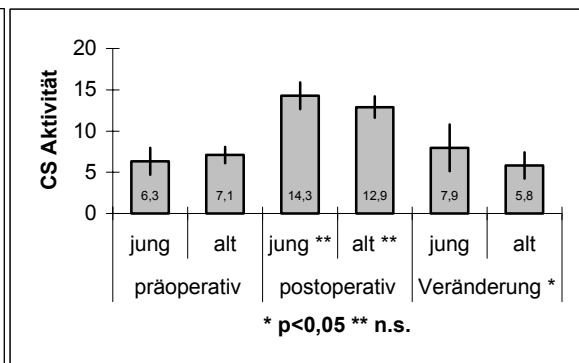


Abbildung 53: Kriterium Aktivität im Constant Score bei alten und jungen Patienten

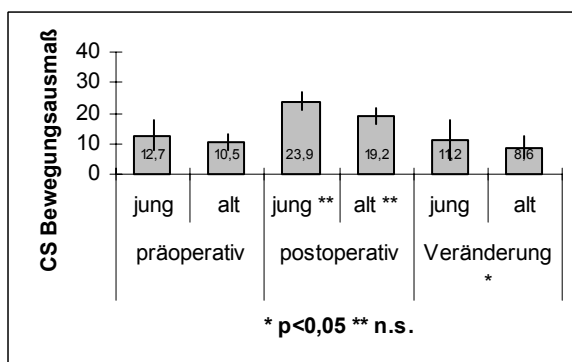


Abbildung 54: Kriterium Bewegungsausmaß im Constant Score bei jungen und alten Patienten

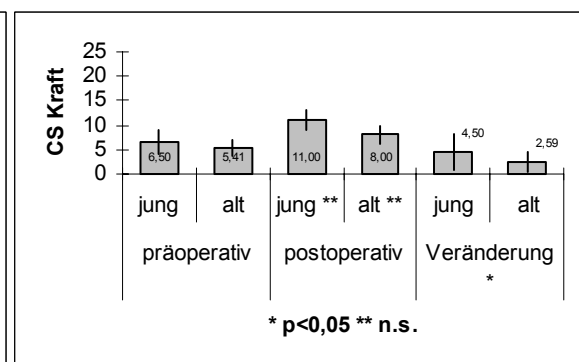


Abbildung 55: Kriterium Kraft im Constant Score bei jungen und alten Patienten

### 3.4.1.3 Wülker Score

Im Wülker Score konnte eine signifikante Zunahme des durchschnittlichen Gesamtwertes von 35,3 Punkten bei den jungen und 34,5 Punkten bei den alten Patienten auf 73,4 Punkte bzw. 60,7 Punkte gezeigt werden. Die jungen Patienten kamen auf ein signifikant besseres Ergebnis als die alten (Abbildung 56).

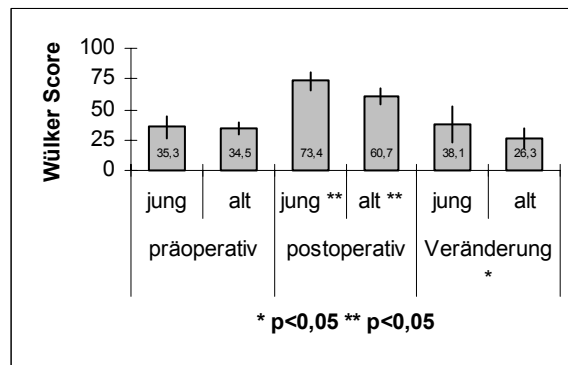


Abbildung 56: Vergleich des Wülker Scores alter und junger Patienten

Auch in den 4 Unterkriterien des Wülker Scores konnte postoperativ ein signifikant besseres Ergebnis sowohl bei den jungen als auch bei den alten Patienten nachgewiesen werden. In allen Kriterien konnten die jungen Patienten ein besseres Ergebnis erzielen als die alten, in den Kriterien Kraft und Bewegungsausmaß war der Unterschied signifikant (Abbildungen 57-60).

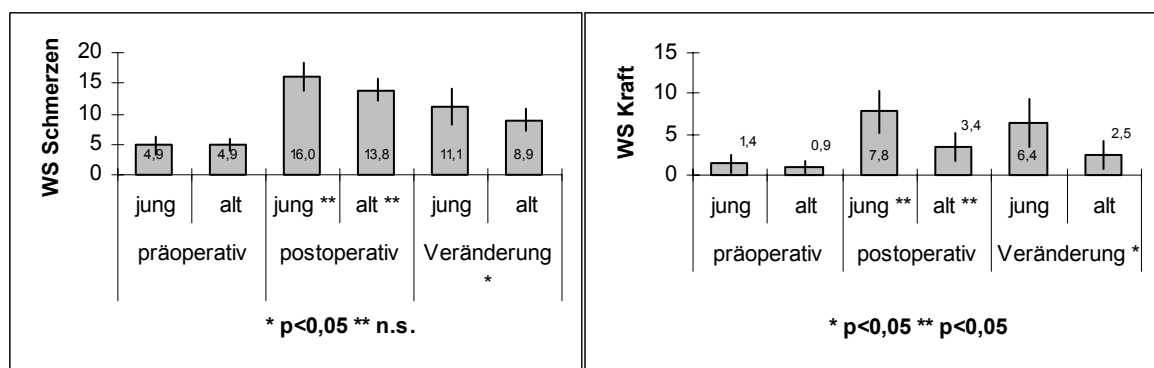


Abbildung 57: Kriterium Schmerzen im Wülker Score alter und junger Patienten

Abbildung 58: Kriterium Kraft im Wülker Score alter und junger Patienten



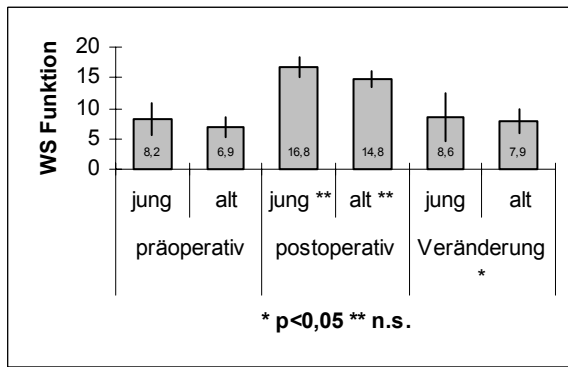


Abbildung 59: Kriterium Funktion im Wülker Score alter und junger Patienten

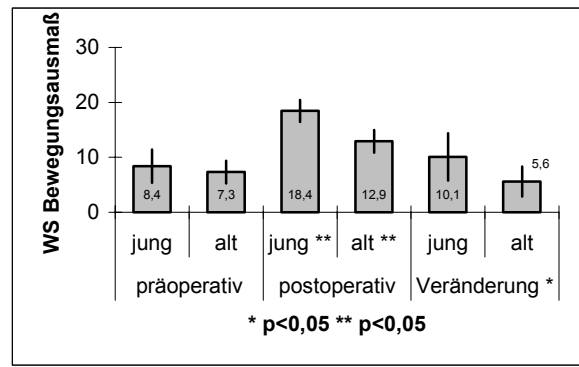


Abbildung 60: Kriterium Bewegungsausmaß im Wülker Score alter und junger Patienten

### 3.4.2 Follow up

Um den Einfluß des Follow up auf die Ergebnisse zu untersuchen, wurden die Patienten nach ihrem Follow up in zwei Gruppen eingeteilt. Die 14 Patienten mit einem Follow up von bis zu 24 Monaten wurden der Gruppe „kurz“ zugeteilt, die übrigen 26 Patienten mit einem Follow up von mehr als 24 Monaten wurden in der Gruppe „lang“ zusammengefaßt.

#### 3.4.2.1 Bewegungsausmaß im Schultergelenk

Die Abduktion verbesserte sich von 61,1° bei den Patienten mit kurzem Follow up und 55,6° bei den Patienten mit langem Follow up signifikant auf 83,9° bzw. 103,3° postoperativ. Die Gruppe mit langem Follow up erzielte zwar ein besseres Ergebnis, der Unterschied war allerdings nicht signifikant (Abbildung 61).

Bei der Untersuchung der Flexion wurde eine signifikante Zunahme von 74,6° bei den Patienten mit kurzem und 67,5° bei den Patienten mit langem Follow up auf 104,3° bzw. 116,7° festgestellt. Auch hier konnte die Gruppe mit langem Follow up ein besseres Ergebnis erzielen, ein signifikanter Unterschied war jedoch nicht nachzuweisen (Abbildung 62).

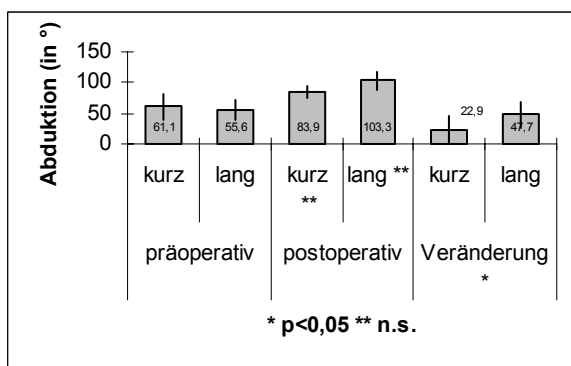


Abbildung 61: Vergleich der Abduktion bei kurzem und langem Follow up

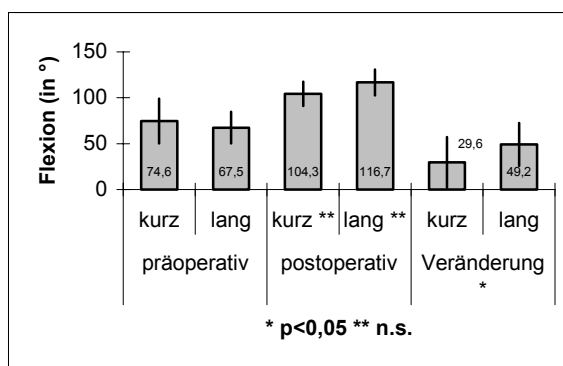


Abbildung 62: Vergleich der Flexion bei kurzem und langem Follow up

#### 3.4.2.2 Constant Score

Der Constant Score verbesserte sich signifikant von 27,2 bzw. 25,6 Punkten bei den Patienten mit kurzem bzw. langem Follow up auf 50,3 bzw. 59,7 Punkte postoperativ. Beim alterskorrigierten Constant Score kam es ebenfalls in beiden Gruppen zu einer signifikanten Zunahme. Bei beiden Scorewerten erzielten die Patienten mit langem Follow up ein besseres Ergebnis. Der Unterschied der beiden Gruppen war jedoch nicht signifikant (Abbildungen 63 und 64). In allen 4 Unterkriterien des Constant Scores kam es ebenfalls

zu einer signifikanten Zunahme. Die Patienten mit langem Follow up erzielten des jeweils bessere Ergebnis. Ein signifikanter Unterschied beider Gruppen konnte in keinem der Kriterien nachgewiesen werden (Abbildung 65-68).

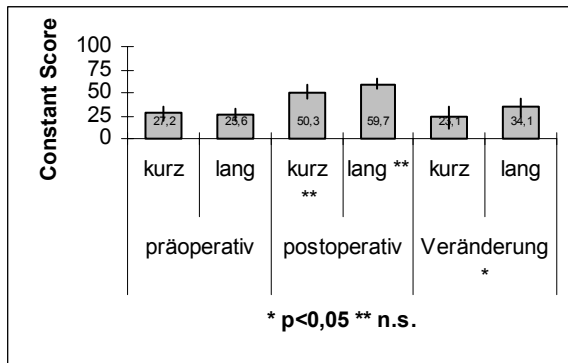


Abbildung 63: Vergleich des Constant Scores bei kurzem und langem Follow up

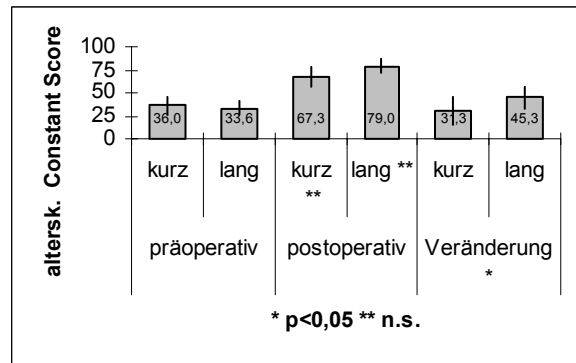


Abbildung 64: Vergleich des alterskorrigierten Constant Scores bei kurzem und langem Follow up

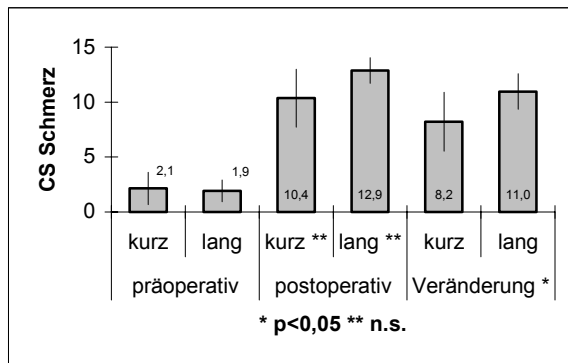


Abbildung 65: Vergleich des Kriteriums Schmerz im Constant Score bei kurzem und langem Follow up

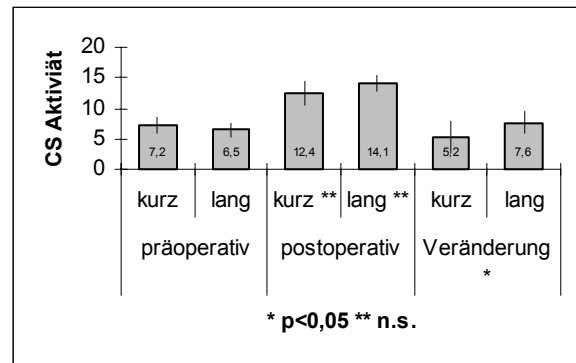


Abbildung 66: Vergleich des Kriteriums Aktivität im Constant Score bei kurzem und langem Follow up

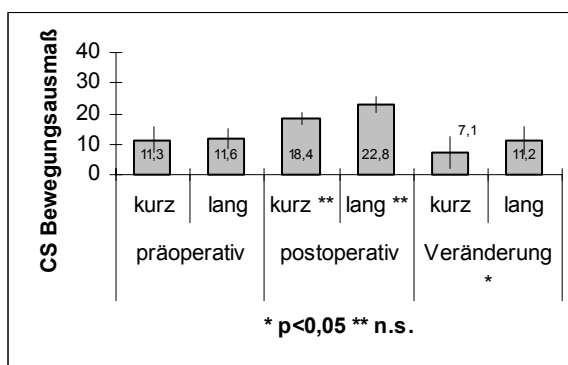


Abbildung 67: Vergleich des Kriteriums Bewegungsausmaß im Constant Score bei kurzem und langem Follow up

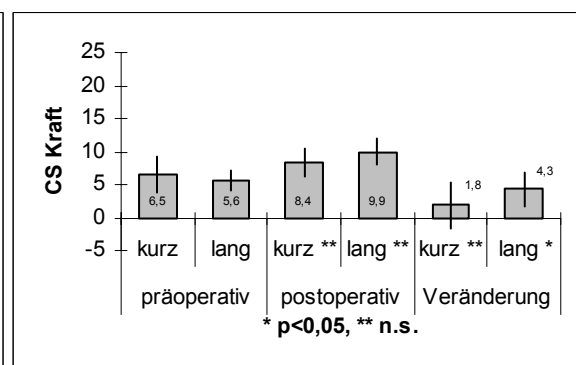


Abbildung 68: Vergleich des Kriteriums Kraft im Constant Score bei kurzem und langem Follow up

### 3.4.2.3 Wülker Score

Beim Wülker Score wurde eine signifikante Verbesserung von präoperativ 36,4 bzw. 34,0 Punkten in der Gruppe mit kurzem bzw. langem Follow up auf 59,4 bzw. 70,2 Punkte nachgewiesen. Ein signifikanter Unterschied beider Gruppen war nicht nachzuweisen (Abbildung 69).

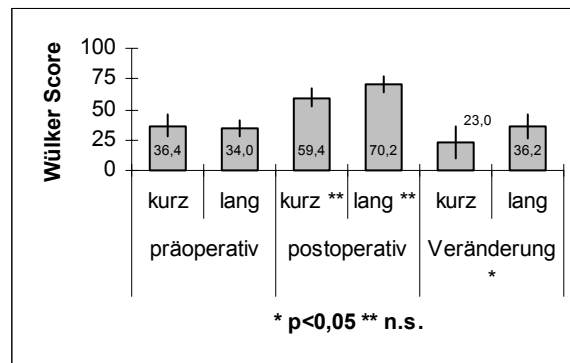


Abbildung 69: Vergleich des Wülker Scores bei kurzem und langem Follow up

Auch in allen 4 Unterkriterien des Wülker Scores kam es zu einer signifikanten Zunahme sowohl bei langem als auch bei kurzem Follow up. Die Patienten mit langem Follow up erzielten jeweils ein besseres Ergebnis, ein signifikanter Unterschied war aber nicht festzustellen (Abbildungen 70-73).

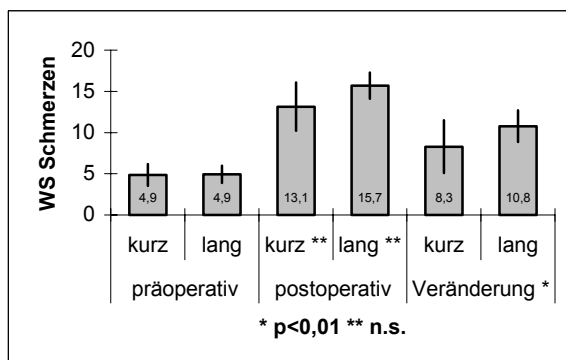


Abbildung 70: Vergleich des Kriteriums Schmerzen im Wülker Score bei kurzem und langem Follow up

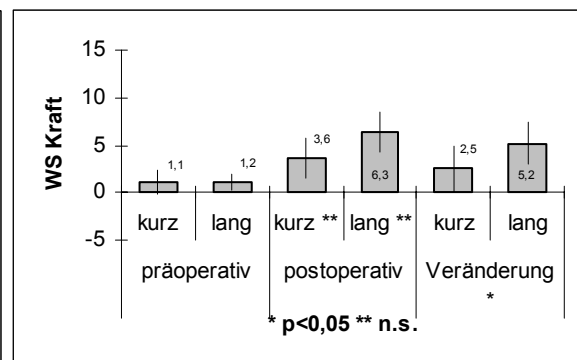
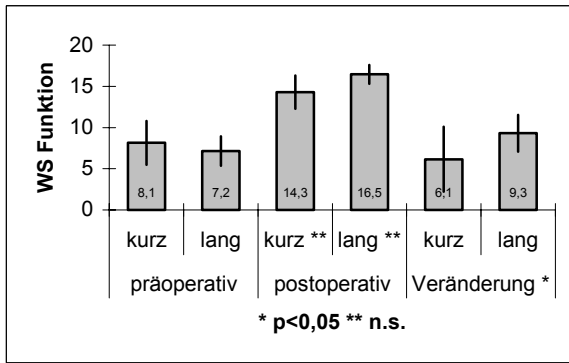
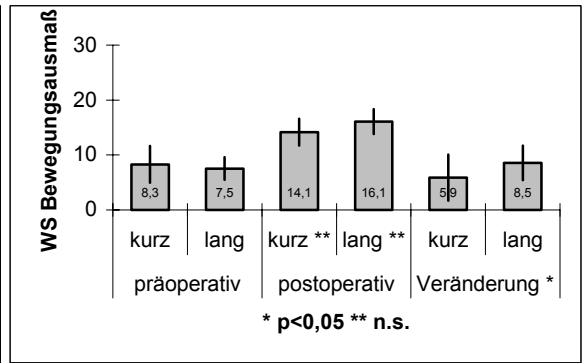


Abbildung 71: Vergleich des Kriteriums Kraft im Wülker Score bei kurzem und langem Follow up



**Abbildung 72: Vergleich des Kriteriums Funktion im Wülker Score bei kurzem und langem Follow up**



**Abbildung 73: Vergleich des Kriteriums Bewegungsmaß im Wülker Score bei kurzem und langem Follow up**

### **3.4.3 Radiologische Befunde**

#### **3.4.3.1 Glenohumerale Subluxation**

Der Einfluß der glenohumeralen Subluxation am postoperativen Röntgenbild auf die Untersuchungsergebnisse wurde untersucht. Mit zunehmender Subluxation kam es zu einer Abnahme der Kriterien Abduktion ( $r=-0,150$ ), Elevation ( $r=-0,278$ ), Constant Score ( $r=-0,382$ ), alterskorrigiertem Constant Score ( $r=-0,358$ ) und Wülker Score ( $r=-0,399$ ). Beim Constant Score und seinem alterskorrigierten Wert sowie beim Wülker Score war der Einfluß der glenohumeralen Subluxation signifikant ( $p<0,05$ ).

#### **3.4.3.2 Aufhellungslinien am Schaft**

Ein Einfluß der gefundenen radiologischen Lockerungszeichen im Schaftbereich auf die Ergebnisse konnte anhand der vorliegenden Daten nicht gefunden werden.

#### **3.4.3.3 Aufhellungslinien am Glenoidimplantat**

Aufgrund der geringen Fallzahl bei der Untergruppe der Totalendoprothesen wurde auf eine statistische Auswertung des Einflusses von Aufhellungslinien am Glenoid auf das Ergebnis verzichtet. In einem Fall wurde am Glenoidimplantat eine Aufhellungslinie vom Grad 1 entdeckt.

Vergleicht man die Untersuchungsergebnisse dieser Patientin mit dem Mittelwerten der Gruppe der Totalendoprothesen, stellt man fest, daß sie in allen Kriterien in Höhe des Durchschnitts oder sogar darüber liegen. Ein negativer Einfluß des radiologischen Befundes auf die Ergebnisse dieser Patientin besteht nicht.

## **3.5 Komplikationen**

### **3.5.1 Intraoperative Komplikationen**

In einem Fall (Patient Nr. 40) kam es intraoperativ bei der Reposition des Armes mit der Probeprotese aus ungeklärten Gründen zu einer Torsionsfraktur des Humerusschaftes, die mit einer Platte übungsstabil osteosynthetisch versorgt wurde. Weitere intraoperative Komplikationen traten nicht auf.

### **3.5.2 Postoperative Komplikationen**

Ein Patient (Nr. 17) litt an einem leichten postoperativen Durchgangssyndrom und bewegte den operierten Arm mehr als im Nachbehandlungsschema erlaubt ist. In einem Fall (Nr. 40) kam es zu einer Refraktur des bereits osteosynthetisch versorgten Humerusschaftes, die operativ versorgt werden mußte. Bei einer Patientin (Nr. 21) trat nach der Operation eine Sudeck'sche Dystrophie am operierten Arm auf.

Nach einem Sturz 3 Jahre postoperativ wurde bei einer Patientin (Nr. 7) eine verhakte Luxation der Prothese mit Dislokation des Glenoidimplantats festgestellt, die zweimal operativ revidiert werden mußte.

In einem Fall (Nr. 4) wurde 3 Jahre postoperativ eine bakterielle Infektion des prothetisch versorgten Schultergelenks diagnostiziert. Aufgrund dieser Spätinfektion wurde die Prothese zunächst entfernt und nach Abklingen der Infektion durch ein neues Implantat ersetzt.

## 4 Diskussion

Bei unserer Studie handelt es sich um eine prospektive Studie. Alle Patienten wurden vom gleichen OP-Team unter ausschließlicher Verwendung von Prothesen des Typs Aequalis durchgeführt. Postoperativ wurden die Patienten nach einem einheitlichen Nachbehandlungsschema behandelt. Die Patienten wurden regelmäßig zu klinischen und radiologischen Nachuntersuchungen einbestellt, welche standardisiert durchgeführt wurden. Zur Erhebung des Operationsergebnisses wurden neben der klinischen Prüfung des Bewegungsumfanges auch die Scores nach Constant und nach Wülker verwendet. Beide Scores, insbesondere der Constant Score, sind klinisch etabliert. Der Vergleich der Ergebnisse in beiden Scores zeigt im Wesentlichen Übereinstimmungen, so daß auf eine große Aussagekraft dieser Bewertungsmaßstäbe geschlossen werden muß.

Die Verwendung des Constant Scores zur Bewertung des Operationsergebnisses bei Schultereingriffen hat sich in den vergangenen Jahren vor allem in der europäischen Literatur als Standard etabliert. Daher ist ein direkter Vergleich der Ergebnisse angloamerikanischer Arbeiten über die älteren Prothesenmodelle mit der aktuellen Literatur nur bedingt möglich.

Im Vergleich zur Literatur ist die Fallzahl mit 40 Patienten relativ gering, und auch der Nachuntersuchungszeitraum ist mit durchschnittlich 30,8 Monaten kurz. Dies ist sicherlich darauf zurückzuführen, daß ein modernes Prothesensystem verwendet wurde, welches erst seit 1994 auf dem deutschen Markt ist. Arbeiten mit längerem Follow up sowie großen Fallzahlen sind in der Regel Multicenterstudien, bei denen meistens ältere Prothesenmodelle verwendet werden. Die aktuellste und umfassendste Untersuchung ist sicherlich die europäische Multicenterstudie mit mehr als 2000 Aequalis-Schulterendoprothesen, deren Ergebnisse 2001 in Nizza vorgestellt wurden. Die vorliegenden Daten unserer Untersuchung sind als mittelfristige Ergebnisse zu werten, Rückschlüsse auf mögliche Langzeitergebnisse sind daraus nicht möglich.

Das Durchschnittsalter unserer Patienten ist mit 64,8 Jahren im Vergleich zur Literatur auffällig hoch. Das hohe Alter der Patienten hatte sicherlich Auswirkungen auf die Studie. So konnten 5 von 45 Fällen (11%) nicht ausgewertet werden, da aufgrund von Tod oder schwerer Allgemeinerkrankung der Patienten eine Nachuntersuchung mit einem ausreichend langem Follow up von mehr als 6 Monaten nicht möglich war. Ob sich das Alter der Patienten auch auf die Ergebnisse auswirkt, wird nachfolgend noch diskutiert werden.



Betrachtet man das Gesamtergebnis aller 40 untersuchten Fälle, kommt man auf den ersten Blick unweigerlich zu der Feststellung: „Die Schulterendoprothetik ist ein voller Erfolg!“ Im untersuchten Patientengut konnte eine signifikante Steigerung der aktiven Flexion und Abduktion nachgewiesen werden. Bei der Betrachtung der klinischen Scores zeigt sich ein ebenso klares Bild. Sowohl im Constant Score als auch im Wülker Score kam es zu einer signifikanten Verbesserung sowohl des Gesamtergebnisses als auch aller jeweiligen Einzelkriterien. Sucht man jedoch in der Literatur nach vergleichbaren Zahlen, wird man jedoch nicht fündig. Daher müssen weitere Unterscheidungskriterien gefunden werden.

## 4.1 Hemi- und Totalendoprothesen

Ein naheliegendes und übliches Kriterium zur Differenzierung ist der Prothesentyp. Zwar bieten nur wenige Arbeiten einen direkten Vergleich von Hemi- und Totalendoprothesen. Zahlreiche Autoren jedoch berichten über die Ergebnisse von Hemi- oder Totalendoprothesen.

In einer Untersuchung von *Sperling et al (1998)* wurden 78 Hemi- und 36 Totalendoprothesen über einen Zeitraum von durchschnittlich 12,3 Jahren betreut. Die Indikationen für die Schulterendoprothese waren v.a. Omarthrose, rheumatoide Arthritis und posttraumatische Zustände. Sowohl bei den Hemi- als auch bei den Totalendoprothesen konnte eine signifikante Verbesserung des Schmerzes erzielt werden; ein Unterschied beider Gruppen lag aber nicht vor. Im Bewegungsausmaß wurde ein signifikanter Anstieg aller Werte erzielt; das Ergebnis der Hemiprothesen war in der Abduktion besser, in der Innen- und Außenrotation wurde kein Unterschied der beiden Gruppen gefunden. In einer Analyse der Überlebensraten wurde nach 5 Jahren 92% bei den Hemi- und 97% bei den Totalendoprothesen festgestellt, nach 10 Jahren 83 bzw. 97% und nach 15 Jahren 73 bzw. 84%. Dieser Unterschied war aber nicht signifikant.

*Boyd et al (1990)* untersuchten 64 Hemi- und 146 Totalendoprothesen mit einem mittleren Follow up von 44 Monaten. Die Indikationen waren hauptsächlich rheumatoide Arthritis und Omarthrose. Er konnte keinen signifikanten Unterschied zwischen den Hemi- und Totalendoprothesen feststellen. 47% der Hemi- und 55% der Totalendoprothesen hatten nach der Operation keinen Schmerz; leichten oder moderaten Schmerz hatten 45 bzw. 38%. Ein sehr gutes Gesamtergebnis wurde in 92% der Hemi- und 93% der Totalendoprothesen erreicht.

Dagegen stellten *Bell et al (1986)* in ihrer Arbeit bei 29% der Hemi-, aber nur bei 9% der Totalendoprothesen starke Schmerzen nach der Operation fest. Er untersuchte 17 Hemi- und 11 Totalendoprothesen bei Patienten mit Omarthrose oder rheumatoider Arthritis über durchschnittlich 16 Monate. In der Abduktion erzielten die Patienten mit Totalendoprothese ein signifikant besseres Ergebnis. Die Autoren werteten die klinischen Ergebnisse der Totalendoprothesen insgesamt als besser.

*Cofield et al (1984, 1995)* untersuchte in zwei verschiedenen Arbeiten die Ergebnisse von Hemi- und Totalendoprothesen. In einer Studie wurden 35 arthrotische und 32 rheumatische Schultern mit einer Hemiprothese versorgt und über durchschnittlich 9,3 Jahre betreut, in einer anderen 29 arthritische, 24 rheumatische und 12 posttraumatische

Schultern über 3,8 Jahre; diese wurden totalendoprothetisch versorgt. Er stellte bei den Patienten mit einer Hemiprothese eine auffällige Streuung der Ergebnisse bezüglich des Schmerzes fest, außerdem eine Zunahme der Schmerzen mit der Fortdauer des Follow ups. Insgesamt schätzte er die Schmerzreduktion bei den Hemiprothesen als sehr unberechenbar ein. Auch der Zugewinn des Bewegungsumfanges war bei den Hemiprothesen geringer als gewöhnlich bei den Totalendoprothesen. In jeweils 50% der Fälle beider Diagnosegruppen stufte er das Ergebnis des alleinigen Humeruskopfersatzes als nicht zufriedenstellend ein; mit dem Ergebnis des totalen Gelenkersatzes war er dagegen nur in 25% unzufrieden. 18% der Patienten mit Hemiprothese mußten wegen progredienter Schmerzen revidiert werden; von den Patienten mit einer Totalendoprothese wurden 7% revidiert.

Die Ergebnisse der Aequalis Schulterendoprothese wurden in einer europaweiten Multicenterstudie untersucht und im Jahr 2001 im Rahmen eines Kongresses in Nizza veröffentlicht. Alle erdenklichen Indikationsgruppen zum endoprothetischen Ersatz der Schulter wurden separat untersucht und ausgewertet.

Die Gruppe der Omarthrosen wurde von *Lafosse et al (2001)* vorgestellt. Innerhalb dieser Gruppe wurden 102 Hemiprothesen und 664 Totalendoprothesen nach durchschnittlich 3,6 Jahren untersucht, welche einem direkten Vergleich unterzogen wurden. Die Patienten, die mit einer Hemiprothese versorgt wurden, erreichten bei der Nachuntersuchung einen durchschnittlichen Wert von 66,1 Punkten im Constant Score bzw. 88,1% im alterskorrigierten Constant Score. Die Gruppe der Totalendoprothesen erzielten jedoch mit 71,1 Punkten bzw. 97,3% ein signifikant besseres Ergebnis.

Im Vergleich zu den Hemiprothesen zeigen auch *Loehr und Lévigne (2001)* in einem Kollektiv von Rheumatikern ein signifikant besseres Ergebnis der Totalendoprothesen. In ihrer Untersuchung unterscheiden sie auch nach der Länge des Follow ups, und stellen eine Abnahme des Constant Scores mit zunehmendem Follow up in der Gruppe der Totalendoprothesen fest, während die Ergebnisse der Hemiprothesen auf etwas niedrigerem Niveau konstant blieben. Die Bedeutung dieses Befundes sollte sicherlich in Studien mit längerem Follow up geklärt werden.

Einen weiteren Vergleich von Hemi- und Totalendoprothesen des Typs Aequalis bietet die Arbeit von *Pfahler et al (2001)*, in der Ergebnisse des zementierten Glenoidersatz bei allen Ätiologiegruppen durchleuchtet werden. Die Untersuchung von 469 Aequalis Hemiprothesen im Vergleich mit 705 zementierten Aequalis Totalendoprothesen zeigte die signifikante Überlegenheit der Totalendoprothesen im klinischen Ergebnis, unabhängig vom Patientenalter, vom Zustand der Rotatorenmanschette und vom Follow up. Auffällig

war im Zusammenhang mit dem Follow up jedoch auch in dieser Untersuchung ein mit steigendem Follow up konstantes klinisches Ergebnis im Constant Score, während sich bei den Totalendoprothesen eine statistisch allerdings nicht signifikante Verschlechterung des Constant Score zeigte.

In unserem Patientengut konnte kein signifikanter Unterschied der Ergebnisse von Patienten mit Hemi- und Totalendoprothese nachgewiesen werden. Es kam zu einer signifikanten Verbesserung nahezu aller untersuchten Parameter, woraus für die Patienten ein Gewinn an Lebensqualität abgeleitet werden kann. Weder aus unserem Ergebnis noch aus der Literatur kann eine eindeutige Empfehlung bzgl. Hemi- oder Totalendoprothese abgeleitet werden. Prinzipiell scheinen – vor allem nach der jüngeren Literatur über die Prothesen der dritten Generation – die mittelfristigen Ergebnisse der Totalendoprothetik denen des alleinigen Humeruskopfersatzes, vor allem bei Omarthrosen, überlegen zu sein. In einer aktuellen Übersichtsarbeit stellen *Habermeyer et al (2004)* lediglich für Patienten mit frühen Stadien der Gelenkszerstörung, d.h. Pfannentyp A1 nach Walch, Gelenkspaltbreite >3mm und Arthrosegrad II – III nach Samilson, die Indikation zur Hemiendoprothetik. Bei fortgeschrittenen Stadien stellen die Autoren frühzeitig die Indikation zur Totalendoprothetik, so daß für ca. 85% der Patienten nur eine Totalendoprothese in Frage kommt. Beide Formen haben jedoch ihre Anwendungsgebiete, und die Indikation muß für jeden Patienten individuell geprüft werden.

## 4.2 Verletzungen des proximalen Humerus

Die Patienten müssen jedoch auch nach ihren Grunderkrankungen unterschieden werden. Eine große Anzahl von Patienten sind von akuten Traumata bzw. posttraumatischen Zuständen der Schulter betroffen. Die Bedeutung dieser Problematik spiegelt sich in der Zahl der zu diesem Thema verfügbaren Artikel wieder. Vielfach diskutiert wird insbesondere die Frage nach dem Zeitpunkt der endoprothetischen Versorgung.

In der Untersuchung von *Bosch et al (1998)* wurden insgesamt 39 Patienten aufgrund einer 3- oder 4-Fragmentfraktur des proximalen Humerus mit einer Neer II Prothese versorgt, davon 22 primär innerhalb von 4 Wochen nach dem Trauma, und 17 sekundär nach anderweitigen Therapiemaßnahmen mehr als 4 Wochen nach dem Unfall. Es konnte gezeigt werden, daß die primär endoprothetisch versorgten Patienten mit durchschnittlich 65,6 Punkten im Constant Score ein signifikant besseres Ergebnis erzielten als die sekundär versorgten Patienten mit 45,4 Punkten. Die Autoren kommen zu dem Schluß, die endoprothetische Versorgung möglichst frühzeitig durchzuführen.

Auch *Göbel et al (1999)* werteten eine prospektive Serie von 9 primär und 13 sekundär mit einer Humeruskopfprothese versorgten Patienten aus. Sie erreichten im Gesamtkollektiv eine signifikante Verbesserung des Constant Score von 27 auf 55 Punkte, wobei die Gruppe der primär endoprothetisch versorgten Patienten besser abschnitt. Insgesamt kommen die Autoren zu dem Fazit, eine primäre Versorgung mit einer Humeruskopfprothese einer sekundären vorzuziehen.

In der 1999 von *Boss et al* veröffentlichten Arbeit wurden 26 Patienten nach einer Humeruskopffraktur primär mit Neer II Schulterprothese versorgt. Nach einem durchschnittlichen Nachuntersuchungszeitraum von 32,5 Monaten erreichten die Patienten mit 52 Punkten im Constant Score ein signifikant schlechteres Ergebnis als die gesunde Gegenseite mit 80 Punkten. Ebenso konnten bei der Bewegungsprüfung mit 99° aktiver Flexion und 90° aktiver Abduktion das Ergebnis der gesunden Seite nicht erreicht werden. Dennoch werten die Autoren die primäre Humeruskopfprothese bei schweren proximalen Humerusfrakturen aufgrund der subjektiven Zufriedenheit der Patienten als erfolgreiche Therapieoption.

Im eigenen Patientengut konnten 4 Patienten, die primär endoprothetisch versorgt wurden, sowie 11 Patienten mit sekundärer Versorgung mit einer Humeruskopfprothese ausgewertet werden. Die Ergebnisse bestätigen die Erfahrungen anderer Autoren. Die Gruppe der primär versorgten Patienten erreichte sowohl in der Abduktion mit 130°, als

auch in der Flexion mit 150° ein signifikant besseres Bewegungsausmaß als die Gruppe der sekundär versorgten Patienten (76° bzw. 90°). Im Constant Score erzielten die primär versorgten Patienten mit 73,8 Punkten ein besseres Ergebnis als die sekundär operierten mit 52,1 Punkten, ebenso das Ergebnis im Wülker Score.

Zahlreiche weitere Arbeiten berichten über erfolgversprechende Ergebnisse der Humeruskopfprothese bei Frakturen; *Neumann et al (1992)* und auch *Norris et al (1995)* zeigen in ihren Artikeln die Überlegenheit der primären gegenüber der sekundären Versorgung auf, wohingegen *Hoellen et al (1997)* in einer randomisierten Studie das bessere Abschneiden der primären Humeruskopfprothese im Vergleich mit der Minimalosteosynthese feststellen.

Dagegen stellten *Tanner und Cofield (1983)* unter den Patienten mit sekundärer Hemiarthroplastik ein besseres Bewegungsausmaß als unter jenen mit primär endoprothetischer Versorgung fest, bei in beiden Kollektiven zuverlässiger Schmerzreduktion. Aufgrund einer deutlich höheren Komplikationsrate bei den Patienten mit sekundärer Versorgung favorisieren auch diese Autoren einen primären Gelenkersatz.

Weniger erfolgversprechende Ergebnisse in ihren Studien fanden *Goldman et al (1995)*, *Wretenberg et al (1997)* sowie *Movin et al (1998)*, die zwar eine zuverlässige Schmerzreduktion bei der endoprothetischen Versorgung von akuten Humeruskopffrakturen erzielten, sich jedoch enttäuscht über die funktionellen Ergebnisse zeigten. Gänzlich enttäuschend in Bezug auf Schmerzen und Funktion bewerten *Zyto et al (1998)* ihre Ergebnisse.

Für die Versorgung von Frakturen des proximalen Humerus stehen eine Vielzahl von Prothesen zur Verfügung. Auch das Aequalis-System bietet neben der Standardprothese weitere spezielle Frakturprothesen an. Die Ergebnisse der Gruppe der frischen Frakturen wurden daher in der Aequalis Multicenterstudie nach den verwendeten Prothesentypen unterschieden. Am weitesten verbreitet ist sicherlich die Verwendung der Standardprothese, da nicht alle Kliniken über die speziellen Frakturoprothesen verfügen. Die Ergebnisse der Standard Aequalis-Prothese bei frischen Frakturen des proximalen Humerus stellten *Hubert und Dayez (2001)* vor. Insgesamt wurden 300 Prothesen mit einem durchschnittlichen Follow up von 48 Monaten untersucht. Die Patienten erzielten postoperativ einen durchschnittlichen Constant Score von 53,7 Punkten oder 73,5% im alterskorrigierten Constant Score sowie eine Elevation von durchschnittlich 120°. Über 80% der Patienten waren mit dem Operationsergebnis zufrieden.

Über die Verwendung der speziellen Frakturendoprothesen im Rahmen der Aequalis Multicenterstudie berichteten *Boileau et al (2001)*, indem sie die Ergebnisse der Standardprothese aus dem Bericht von *Hubert und Dayez (2001)* den Ergebnissen der Frakturendoprothese und der „offenen“ Aequalis-Prothese gegenüberstellten. Der Vorteil der Frakturendoprothesen zeigte sich in der etwas besseren anatomischen Rekonstruktion der Tuberkula, was sich in einer geringeren Rate an Fehlpositionierung oder Migration des Tuberkulum majus äußerte. Allerdings unterschieden sich weder die funktionellen klinischen Ergebnisse noch der Constant Score der Frakturendoprothesen signifikant von den Werten der Standardprothese, was auf das deutlich geringere Follow up der Gruppe der Frakturendoprothesen von durchschnittlich 6 Monaten sowie die häufig lange postoperative Immobilisation zurückgeführt wurde. Das Alter und das Geschlecht der Patienten hatte ebenso wenig Auswirkung auf das Ergebnis wie die Zeitspanne zwischen Unfall und Operation. Dagegen konnte die Fehlpositionierung oder Migration des Tuberkulum majus als schlechter prognostischer Faktor ausgemacht werden, die postoperative Ruhigstellung der operierten oberen Extremität bewirkt eine signifikant niedrigere Rate an Migration des Tuberkulum majus.

Die Gruppe der veralteten Frakturen und Frakturfolgen der europäischen Aequalis Multicenterstudie wurden von *Trojani et al (2001)* vorgestellt. Es wurden insgesamt 221 Patienten mit einem mittleren Follow up von 42 Monaten untersucht. Die Patienten wurden nach anatomischen Gesichtspunkten in 4 Gruppen unterteilt. Im Gesamtpatientengut konnte eine Zunahme der Elevation von durchschnittlich 80° präoperativ auf 112° bei der Nachuntersuchung festgestellt werden, die Außenrotation nahm von 2° auf 30° zu. Der Constant Score verbesserte sich von präoperativ 27 auf 57 Punkte.

Knöcherner Verletzungen am proximalen Humerus stellen in jedem Alter eine schwere Verletzung dar, die – unabhängig von der Art der Therapie – in den meisten Fällen mit einem Funktionsdefizit ausheilt. Daran kann, wie der Blick in die Literatur bestätigt, auch die Schulterendoprothetik nichts ändern. Bei jeder Art der Versorgung besteht jedoch der Grundsatz, die Anatomie – insbesondere die Tuberkula mit dem Ansatz der Rotatorenmanschette – möglichst exakt zu erhalten. Hierzu kann die Schulterendoprothetik bei sorgfältiger Prüfung der Indikation einen entscheidenden Beitrag leisten. Die Entscheidung zur Prothese sollte – durch die Literatur einhellig bestätigt – möglichst frühzeitig und als primäre Therapie fallen. Auch wenn die Schulterfunktion durch die Schulterprothese nicht komplett wiederhergestellt werden kann, erzielen vor allem primär

operierte Patienten gute funktionelle Ergebnisse. Eine Schmerzausschaltung kann ebenso regelhaft erreicht werden.

Der Vergleich der Ergebnisse der modernen Prothesenmodelle der dritten Generation mit den Untersuchungen über ältere Modelle zeigt keine objektivierbaren Vor- oder Nachteile eines Prothesensystems. Die vielseitigen Möglichkeiten der Adaption moderner Prothesen zur exakten Rekonstruktion der Anatomie erscheint in der Theorie sehr vielversprechend. In der Praxis bedarf es jedoch gerade bei dieser Indikation zum einen einer großen Erfahrung des Operateurs mit dem Prothesensystem, das er verwendet, zum anderen aber auch des Heilungspotentials des Patienten, das dafür sorgen muß, daß das Operationsergebnis mit seiner Rekonstruktion der Anatomie dauerhaft erhalten bleibt.



### 4.3 Omarthrosen und rheumatoide Arthritis

Ein weiteres, weit verbreitetes Anwendungsgebiet der Schulterendoprothetik sind Omarthrosen sowie die rheumatoide Arthritis. Obwohl der kleinste gemeinsame Nenner dieser beiden ätiologisch völlig unterschiedlichen Erkrankungen lediglich die zunehmende Zerstörung der Gelenke ist, werden jedoch, wohl aus Mangel an Fallzahlen, die beiden Ätiologien gemeinsam behandelt oder gar vermischt. Aber gerade die exakte, individuelle präoperative Planung unter Berücksichtigung der Ätiologie scheint, wie u.a. *Smith und Matsen (1998)* und *Habermeyer (1999 und 2004)* in ihren Übersichtsarbeiten feststellen, der Schlüssel zur Wahl des Prothesentyps und damit auch zum Erfolg der Schulterendoprothetik zu sein.

Im eigenen Patientengut konnten 14 Patienten mit Omarthrose sowie 4 Rheumatiker nachuntersucht werden. Sowohl Rheumatiker (3 von 4 Patienten) als auch Omarthrotiker (10 von 14) wurden überwiegend mit einer Hemiprothese versorgt. Aufgrund der geringen Fallzahl konnte auch hier der Unterschied zwischen Hemi- und Totalendoprothese innerhalb der ätiologischen Untergruppe nicht näher ausgewertet werden. Sowohl bei den Omarthrosen als auch bei den Rheumatikern konnte mit postoperativ 125° bzw. 120° eine verbesserte Flexion und mit 110° bzw. 93° auch eine bessere Abduktion erzielt werden. Beim Constant Score verbesserten sich die beiden Gruppen auf 61,8 bzw. 55,6 Punkte und im Wülker Score auf 72,4 bzw. 63,3 Punkte.

In der bereits zuvor zitierten Arbeit von *Sperling et al (1998)* wurde ein Patientenkollektiv von hauptsächlich Omarthrosen und rheumatischen Erkrankungen untersucht, in dem sich zwischen Hemi- und Totalendoprothesen kein Unterschied in Funktion und Überlebenszeit fand. Eine Unterscheidung von Omarthrose und rheumatoider Arthritis fand in dieser Arbeit nicht statt.

*Cofield (1984)* sowie die Arbeitsgruppe von *Barrett (1987)* untersuchten jeweils ein großes Patientenkollektiv, das mit Neer II Totalendoprothesen versorgt wurde. Bei der Auswertung wurde hier jedoch auch zwischen den ätiologischen Untergruppen, hauptsächlich Omarthrosen und rheumatoide Arthritiden, unterschieden. In beiden Kollektiven konnte eine nahezu vollständige Schmerzfreiheit erzielt werden. Nur 8% bzw. 12% der Patienten hatten persistierende Schmerzen. Auch der Bewegungsumfang der operierten Schultern konnte gesteigert werden. Es wurden 141° bzw. 117° Elevation in der Gruppe der Omarthrosen sowie 103° bzw. 100° bei den Rheumatikern erreicht. Die Steigerung des Bewegungsumfanges sowie die Schmerzreduktion führten in beiden

Arbeiten zu einer Steigerung der Alltagstauglichkeit der operierten Schultern und zu einer großen Patientenzufriedenheit.

Mit dem alleinigen Humeruskopfersatz beschäftigten sich die Arbeiten von *Cofield et al (1995)* sowie *Levine et al (1997)*. Cofield untersuchte ein Kollektiv von Omarthrosen und Rheumatikern, welche postoperativ eine Elevation von 124° bei Omarthrosen und 97° bei rheumatoider Arthritis erzielten. Jedoch waren 51% der Patienten mit Omarthrose sowie 50% der Rheumatiker mit dem Ergebnis subjektiv unzufrieden, in 26% bzw. 9% wurde wegen persistierender Schmerzen das Glenoid nachträglich ersetzt.

Die Studie von Levine untersuchte Patienten mit primärer und sekundärer Omarthrose, die postoperativ einen Constant Score von 78 bzw. 73 Punkten und eine aktive Elevation von 139° bzw. 138° erzielten; jeweils mehr als 70% der Patienten waren mit dem Ergebnis subjektiv zufrieden. Unterschieden wurde auch zwischen konzentrisch bzw. exzentrisch verbrauchtem Glenoid; es zeigte sich ein deutlich besseres Abschneiden der Patienten mit konzentrisch verbrauchtem Glenoid im Constant Score, bei der subjektivem Zufriedenheit sowie im Bewegungsausmaß, während eine Verbesserung der Schmerzsymptomatik unabhängig von der Form des Glenoids regelhaft erzielt werden konnte.

Die Arbeitsgruppe von *Gartsman (2000)* veröffentlichte eine Untersuchung von 51 Schultern mit Omarthrose, welche nach dem Zufallsprinzip entweder mit einer Hemi- oder einer Totalendoprothese versorgt wurden. Alle Patienten litten vor der Operation an einer schmerzhaften Omarthrose, hatten eine intakte Rotatorenmanschette und eine konzentrische Abnutzung des Glenoid. Die Gruppe der Totalendoprothesen konnte postoperativ die besseren klinischen Ergebnisse erzielen, der Unterschied war allerdings nicht signifikant. Lediglich im Kriterium Schmerzen war die Überlegenheit der Totalendoprothesen signifikant. Als Nachteile der Totalendoprothese wurden in dieser Arbeit auch die deutlich höheren Kosten, eine längere Operationsdauer und der damit verbundene höhere Blutverlust genannt.

In der großen Aequalis-Multicenterstudie wurden unter anderem auch Omarthrosen und rheumatische Schultern untersucht. Die Ergebnisse bei Omarthrosen wurden von *Lafosse et al (2001)* vorgestellt. Untersucht wurden 664 omarthrotische Schultern, die mit einer Aequalis Totalendoprothese versorgt wurden, und 102 Schultern, die mit einer Aequalis Hemiprothese versorgt wurden. Die Untersuchung aller Patienten zeigte eine signifikante Zunahme des Constant Score von 31,4 Punkten (bzw. 42,7% im alterskorrigiertem Score) auf 70,5 Punkte (bzw. 96,2%) beim letzten Follow up nach durchschnittlich 3,6 Jahren. Die mögliche aktive Elevation stieg von präoperativ 92° auf 142° postoperativ. Wie zuvor

bereits erwähnt, zeigte der Vergleich von Hemi- und Totalendoprothesen eine signifikante Überlegenheit der Ergebnisse der Totalendoprothesen im Constant Score. Untersucht wurde bei diesen Patienten auch der Einfluß des Follow ups auf die Ergebnisse. Es zeigte sich ein signifikant schlechteres Abschneiden der Patienten mit dem längsten Follow up. Ob dieses Ergebnis jedoch auf lange Sicht gegen die Verwendung von Totalendoprothesen spricht, muß in Langzeitstudien untersucht werden. Ein Einfluß des Alters oder des Geschlechts auf das klinische Ergebnis wurde nicht festgestellt, jedoch konnte ein eindeutiger Zusammenhang zwischen der präoperativen Mobilität der Schulter und dem postoperativen Ergebnis nachgewiesen werden.

Bei Patienten mit Omarthrose besteht aus heutiger Sicht ganz klar die Indikation zur Implantation einer Totalendoprothese. Dies läßt sich als Fazit aus der Vielzahl der veröffentlichten Arbeiten ableiten. Mit dem Humeruskopfersatz werden zwar teilweise zufriedenstellende Ergebnisse erzielt, wie der Blick in unsere eigenen Ergebnisse zeigt. Die größere Patientenzufriedenheit und die deutlich besseren klinischen Ergebnisse lassen sich jedoch mit der Verwendung von Totalendoprothesen erreichen. Ein zentraler Punkt der Diskussion stellt jedoch der Glenoidersatz dar, wie im nachfolgenden Kapitel noch gezeigt werden wird. Es muß Inhalt weiterer Untersuchungen sein, inwieweit der heutige Glenoidersatz langfristig gute klinische Ergebnisse und somit Patientenzufriedenheit sicherstellen kann.

Mehrere Arbeiten beschäftigen sich mit der rheumatischen Schulter. So untersuchte die Arbeitsgruppe um *Koorevaar (1997)* ein Kollektiv von Rheumatikern, die mit einer Hemiprothese versorgt wurden. Sie konnten eine zuverlässige Schmerzreduktion nach Implantation der Hemiprothese nachweisen, welche nicht mit einer beobachteten zunehmenden Glenoiderosion korrelierte. Im Constant Score erzielten die Patienten durchschnittlich 37 Punkte zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

Mit einem relativ langen Follow up von durchschnittlich 9,5 Jahren untersuchte *Kelly (1994)* seine Gruppe von 36 Rheumatikern nach, welche alle mit einer Neer Totalendoprothese versorgt wurden. Auch er konnte in seinem Kollektiv eine zuverlässige Schmerzreduktion erzielen. Zudem beobachtete er eine Zunahme der aktiven Elevation um durchschnittlich 35° nach 2 Jahren Follow up. Zum Zeitpunkt der letzten Nachuntersuchung ging der Gewinn an Bewegungsausmaß allerdings auf 23° zurück. 80% der Patienten konnten mit dem operierten Arm auf Schulterhöhe arbeiten.

In einer weiteren Arbeit stellten *Stewart und Kelly (1997)* ihre Ergebnisse von 37 Rheumatikern vor, die mit einer Neer II Totalendoprothese versorgt wurden. Sie

berichteten über Schmerzfreiheit bei 29 der 37 Patienten (78%). Die Schulterfunktion konnte signifikant verbessert werden, so nahm die aktive Elevation auf 75° zu.

Die skandinavische Arbeitsgruppe um *Søbjerg (1999)* untersuchte 62 rheumatische Schultern, bei welchen eine Neer Totalendoprothese implantiert wurde. Auch in diesem Kollektiv konnte eine zuverlässige Schmerzreduktion (89%) verzeichnet werden. Das Bewegungsausmaß konnte ebenfalls auf niedrigem Niveau signifikant verbessert werden. Die aktive Elevation stieg von präoperativ durchschnittlich 44° auf 75° postoperativ.

Während die bisher genannten Studien über die Ergebnisse der Totalendoprothetik berichten, geht die Arbeit von *Schmidt et al (2001)* einen anderen Weg. Aufbauend auf der Erfahrung der Autoren, daß bei Rheumatikern eine hohe Lockerungsrate insbesondere der Glenoidkomponente zu verzeichnen ist, werden bei dieser Untersuchung 9 Schultern mit gestielter Hemiprothesen und 15 mit Cuparthroplastik untersucht. Nach einem sehr kurzen Follow up von 10 bzw. 6 Monaten war in der Gruppe mit gestielter Hemiprothese eine Zunahme des Constant Score von 22 auf 31 Punkte zu verzeichnen, während das Bewegungsausmaß allerdings abnahm. In der Gruppe der Cuparthroplastik kam es ebenfalls zu einem Anstieg des Constant Scores von 28 auf 48 Punkte. Zudem kam es hier zu einer Verbesserung des Bewegungsumfangs. Eine Schmerzreduktion konnte in beiden Gruppen erzielt werden.

Die Ergebnisse der 172 Rheumatiker in der Aequalis-Multicenterstudie mit einem Follow up von durchschnittlich 46 Monaten wurden von *Gohlke (2001)* vorgestellt. Der überwiegende Anteil der Patienten erhielt eine Totalendoprothese (73%). Bei der Nachuntersuchung zeigte sich eine deutliche Verbesserung der Elevation von 79° präoperativ auf 120° postoperativ. Der durchschnittliche Constant Score nahm von 26 Punkten präoperativ (34% im alterskorrigiertem Score) auf 56 Punkte (73%) bei der Nachuntersuchung zu. 90% der Patienten waren zufrieden mit dem Ergebnis der Operation. Die Kategorie Schmerz im Constant Score nahm von 3 Punkten präoperativ auf 12 Punkte zu. Der Vergleich von Hemi- und Totalendoprothesen in diesem Kollektiv wurde von *Loehr und Lévine (2001)* vorgestellt. Hier zeigte sich, wie bereits zuvor dargelegt, ein signifikant besseres Ergebnis der Patienten mit einer Totalendoprothese. Ein Einfluß des Zustandes der Rotatorenmanschette auf das Ergebnis von Hemi- und Totalendoprothetik konnte nicht festgestellt werden.

Der Überblick über die Literatur zeigt auf, daß die Schulterendoprothetik auch bei rheumatisch veränderten Schultergelenken gute und für die Patienten zufriedenstellende Ergebnisse liefert. In den unterschiedlichen Studien wird jedoch deutlich, daß die

klinischen Ergebnisse im Vergleich mit anderen Ätiologien, insbesondere im Vergleich mit den Omarthrosen, deutlich schlechter ausfallen. Eine sichere Schmerzreduktion und eine – wenn auch geringere – Verbesserung des Bewegungsumfanges können regelhaft erreicht werden. Die Ergebnisse der verschiedenen Studien weisen auch für die Gruppe der Rheumatiker auf eine Überlegenheit des totalen Gelenkersatz im Vergleich mit dem alleinigen Humeruskopfersatz hin.

Der klinische Vergleich älterer Prothesenmodelle mit den modernen Implantaten ist auch bei diesen Indikationsgruppen nur bedingt möglich. Die Autoren aus dem angloamerikanischen Raum verfügen über langjährige Erfahrungen mit ihren bewährten Implantaten, was sich in Studien mit guten klinischen Ergebnissen, hoher Patientenzufriedenheit und langen Nachuntersuchungszeiträumen äußert. Diese Langzeiterfahrung können die Verfechter moderner Prothesensysteme naturgemäß nicht aufweisen. Dennoch sprechen gerade die exzellenten klinischen Ergebnisse der europäischen Aequalis Multicenterstudie für die Verwendung der modernen Implantate. Neue Untersuchungen mit weiter steigenden Fallzahlen und längeren Prothesenstandzeiten werden auch diesbezüglich weitere Erkenntnisse bringen.

## 4.4 Komplikationen

In unserem Patientengut traten bei 5 von 40 Patienten (12,5%) peri- und postoperative Komplikationen auf. Neben allgemeinen Operationskomplikationen mit einem Spätinfekt (2,5%) und einem postoperativen Durchgangssyndrom (2,5%) kam es in drei Fällen zu eingriffsspezifischen Komplikationen. In jeweils einem Fall (jeweils 2,5%) kam es zu einer intraoperativen Humerusschaftfraktur, einer Sudeck'schen Dystrophie des operierten Armes und einer traumatischen Glenoiddislokation. Aufgrund der relativ geringen Fallzahl unserer Untersuchung sind die Prozentzahlen natürlich nur bedingt repräsentativ, und nach den Regeln der Wahrscheinlichkeit können in unserem Kollektiv auch nicht alle möglichen Komplikationen vorkommen.

Ein Blick in die Literatur zeigt jedoch durchaus vergleichbare Komplikationsraten. So geben *Barret et al (1987)* bei Totalendoprothesen eine Komplikationshäufigkeit von 16% an, *Kempf et al (1999)* berichten in ihrer Untersuchung bei Omarthrosen über Komplikationen in 10 von 155 Fällen (6,5%). In der gleichen Arbeit wird die Rate der intraoperativen Humerusschaftfrakturen mit 2% angegeben. In der Aequalis Multicenterstudie kam es laut *Trojani et al (2001)* in 1,7% bei Primärimplantation sowie in 6% bei Wechseloperationen zu dieser Komplikation. *Bartels et al (2001)* berichten über 1,7% neurologische Komplikationen bei dieser großen Studie, wobei es sich hierbei hauptsächlich um Läsionen des Plexus brachialis oder des N. axillaris handelte. In einem Fall (0,1%) wurde ein M. Sudeck beschrieben. Die Rate der Infektionen nach Schulterendoprothesen in der Aequalisstudie wird nach *Coste et al (2001)* mit 1,8% bei Primäroperationen und 4% bei Wechseloperationen angegeben.

In allen Veröffentlichungen über die Schulterendoprothetik ist jedoch auch beim Thema Komplikationen die kontroverse Diskussion um den Glenoidersatz, den radiologischen Verlauf und die vorzeitige Lockerung des Glenoids zu finden. Bei unseren eigenen Patienten konnten wir in 28% der Totalendoprothesen einen radiologischen Lysesaum am Glenoid feststellen. Eine klinisch manifeste Lockerung des Glenoids wurde nicht beobachtet.

Der Blick in die Literatur zeigt eine sehr große Spannweite der Raten von radiologischen Lysesäumen. Nach einer Metaanalyse von *Hedtmann und Heers (2001)* variieren die Angaben in der Literatur zwischen 12% und 100%, *Wirth und Rockwood (1994)* berichten in ihrer Arbeit über Komplikationen der Schulterendoprothetik über Literaturangaben zwischen 30% und 96% radiologischer Aufhellungslinien am Glenoid. In der

Aequalisstudie wurden nach *Pfahler et al (2001)* bei 68% der zementierten Glenoide ein Lysesaum gefunden. Die Angaben über klinisch manifeste Lockerungen variieren ebenso, jedoch in deutlich geringerer Dimension zwischen 0% und 44%. In der europäischen Aequalis Multicenterstudie wurden 11% der zementierten Glenoide als gelockert bewertet. Die große Diskrepanz der Angaben über radiologische und klinische Befunde wird erklärt durch die Tatsache, daß die radiologische Saumbildung um den Zementmantel in vielen Fällen klinisch asymptomatisch bleibt. *Brems (1993)* bezweifelt in einer Metaanalyse die klinische Relevanz der Lysesäume. Eine Erklärung für die hohe Rate an röntgenologischen Auffälligkeiten sei demnach eine unzureichende Zementierungstechnik, da viele der Auffälligkeiten am Röntgenbild bereits unmittelbar postoperativ vorhanden seien. In ihrer klinischen Untersuchung konnten *Molé et al (1999)* zwar keinen Einfluß der radiologischen Befunde auf das klinische Ergebnis nachweisen, dennoch stellten sie in einer radiologischen Verlaufsanalyse bei 31% ihrer Patienten mit radiologischem Aufhellungssaum am Glenoid eine Zunahme des Befundes mit der Zeit fest. Dieses Fortschreiten des röntgenologischen Befundes war assoziiert mit einem schlechteren klinischen Ergebnis. Zu einem weiteren Schluß kamen *Pfahler et al (2001)* nach Analyse der zementierten Glenoide aus der Aequalisstudie. Sie stellten in ihrem Kollektiv einerseits eine Zunahme des RLL Scores zur Bewertung radiologischer Lysesäume am Glenoid mit zunehmendem Follow up fest. Andererseits zeigten sie erstmals die Abhängigkeit des Constant Score als Maß für das klinische Ergebnis vom RLL Score. Daher werteten sie einen radiologischen Score-Wert ab einer definierten Höhe als klinisch manifeste Lockerung.

Einige Studien untersuchten auch die Überlebensrate der Implantate. So fanden *Torchia et al (1997)* nach 10 Jahren eine Überlebensrate ihrer Neer Totalendoprothesen von 93% und nach 15 Jahren von 87%. In einer weiteren Studie stellten *Sperling et al (1998)* bei Neer Totalendoprothesen eine Überlebensrate von 97% nach 5 und 10 Jahren sowie von 93% nach 15 Jahren fest. Die entsprechenden Überlebensraten nach Humeruskopfersatz waren mit 93%, 85% und 75% zwar niedriger, allerdings ohne statistische Relevanz. Somit weisen Schulterendoprothesen im Vergleich mit künstlichen Hüft- oder Kniegelenken vergleichbar lange Überlebensraten auf.

Die Ergebnisse der Literatur zusammenfassend bleibt festzustellen, daß ein Großteil der Komplikationen der Schulterendoprothetik den Glenoidersatz betreffen. Hier scheint angesichts der hohen Zahl an Komplikationen das optimale Implantat auch bei modernen Prothesensystemen noch nicht gefunden zu sein, auch wenn die Überlebenszeiten

vergleichbar mit der Endoprothetik anderer Gelenke sind. Dies zeigen auch die zahlreichen neuen Glenoidimplantate am Markt mit ihren unterschiedlichen Lösungsansätzen. Es muß Gegenstand weiterer Studien sein, diese Neuerungen in der Praxis zu testen und das optimale Implantat zu finden.



## 5 Zusammenfassung

Die vorliegende Untersuchung stellt eine prospektive Bestandsaufnahme der ersten 4 Jahre der Verwendung einer modernen Schulterendoprothese der dritten Generation an der Orthopädischen Klinik des Universitätsklinikums Großhadern dar. Die zu Beginn gestellten Fragen wurden eingehend diskutiert und können fundiert beantwortet werden.

Die Ergebnisse unserer Studie halten dem Vergleich mit der zahlreich vorhandenen Literatur durchaus stand. So konnten vor allem in der Indikationsgruppe der Verletzungen des proximalen Humerus bei frischen Frakturen und auch bei den Frakturfolgen überdurchschnittlich gute Werte erzielt werden. Auch unsere Patienten mit den degenerativen Erkrankungen Omarthrose und rheumatoider Arthritis konnten mit der Literatur vergleichbare Ergebnisse erreichen. Dennoch wurden mit dem selben Prothesentyp vor allem mit Totalendoprothesen bei Omarthrosen teilweise deutlich bessere klinische Resultate erzielt.

Die zentrale Frage scheint die Verwendung eines Glenoidimplantats zu sein. Die neuesten Studienergebnisse ermutigen geradezu zur großzügigen Indikationsstellung zum totalen Gelenkersatz vor allem bei Omarthrose und auch bei rheumatoider Arthritis. Auch an unserer Klinik sollte aufgrund der Datenlage die Indikation zum Glenoidersatz weniger restriktiv als in der Vergangenheit gestellt werden.

Der Vergleich der Literatur kann die Überlegenheit moderner Implantate gegenüber den etablierten Systemen nicht eindeutig beweisen. Hier stehen den teilweise exzellenten klinischen Ergebnissen der Prothesen der dritten Generation in den neuesten Studien die guten klinischen Resultate sowie die exzellenten Überlebensraten und Prothesenstandzeiten vor allem des Neer Systems gegenüber. Dennoch gehört gerade im Bereich des Humeruskopfersatzes die Zukunft den modernen Implantaten, die ihre Standfestigkeit jedoch noch unter Beweis stellen müssen.

Die Betrachtung der Komplikationen der Schulterendoprothetik zeigt vor allem einen Innovationsbedarf im Bereich der Verankerung des Glenoidersatzes auf. Allen Untersuchungen gemeinsam ist eine beunruhigend hohe Rate an radiologischen Auffälligkeiten und nachfolgenden Problemen im Bereich des Glenoids. Auch unsere eigenen Ergebnisse machen hier keine Ausnahme. Auch bei Implantaten der dritten Generation wie der Aequalis Prothese ist die Verankerung des Glenoidersatzes mit Zement heute noch Standard. Am Markt befinden sich zahlreiche weitere Lösungsansätze mit zementfreier Verankerung des Glenoids, die sich klinisch jedoch erst noch bewähren

müssen. Das meiste Verbesserungspotential der Schulterendoprothetik scheint im Bereich des Glenoidersatzes zu liegen, so daß dieses Thema auch zukünftig ein Kernthema weiterer wissenschaftlicher Arbeit sein wird.

## 6 Anhang

### 6.1 Nachbehandlungsschema

Die Patienten wurden nach folgendem Schema einheitlich nachbehandelt:

- Ruhigstellung der operierten Schulter für insgesamt 4 Wochen postoperativ
- Beginn der Physiotherapie ab dem 1. postoperativen Tag
- ab dem 1. Tag aktive Beübung von Handgelenk und Finger im Gilchristverband
- ab dem 3. Tag temporäres Abnehmen des Gilchristverbandes zur Physiotherapie, passive Bewegungsübungen bis maximal 90° Flexion und Abduktion, strikte Vermeidung der Außenrotation, Innenrotation frei.
- ab dem 15. Tag Steigerung des Bewegungsumfanges sowie Beginn aktiv assistierter Beübung, strikte Vermeidung der Außenrotation.
- ab der 6. Woche Beginn mit aktiven Übungen sowie Rotationsbewegungen innerhalb der Schmerzgrenze.
- freie Beweglichkeit nach 8-10 Wochen als Behandlungsziel
- Durchführung einer Anschlußheilbehandlung nach Abschluß der Wundheilung, Weitergabe des Nachbehandlungsschemas an die weiterbehandelnde Klinik.

## 7 Literaturübersicht

*Barrett WP, Franklin JL, Jackins SE, Wyss CR, Matsen FA:* Total Shoulder Arthroplasty  
The Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume), 69-A (1987), S. 865-872

*Bartels A-M, Boileau P, Trojani C, Coste J-S:* Neurological Complications after Shoulder Arthroplasty

In: 2000 Prothèses d'Epaule... recul de 2 à 10 ans, 2001, Sauramps Medical, S 349-357

*Bell SN, Gschwendt N:* Clinical Experience with total arthroplasty and hemiarthroplasty of the shoulder using the Neer prosthesis

International Orthopedics, 10 (1986), S. 217-222

*Boileau P, Coste J-S, Ahrens P-M, Staccini P:* Prosthetic Shoulder Replacement for Fracture: Results of the Multicenter Study

In: 2000 Prothèses d'Epaule... recul de 2 à 10 ans, 2001, Sauramps Medical, S 561-578

*Boileau P, Walch G:* The Three-Dimensional Geometry of the Proximal Humerus – Implications for Surgical Technique and Prosthetic Design

The Journal of Bone and Joint Surgery (British Volume), 79-B (1997), S. 857-865

*Bosch U, Skutec M, Fremerey RW, Tscherne H:* Outcome after primary and secondary Hemiarthroplasty in elderly patients with fractures of the proximal humerus

The Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 7 (1998), S. 479-484

*Boss A, Hintermann B:* Primary endoprosthesis in comminuted humeral head fractures in patients over 60 years of age

International Orthopaedics, 23 (1999), S. 172-174

*Boyd AD, Thomas WH, Scott RD, Sledge CB, Thornhill TS:* Total Shoulder Arthroplasty Versus Hemiarthroplasty - Indications for Glenoid Resurfacing

Journal of Arthroplasty, 5 (1990), S. 329-336

*Brems J*: The Glenoid Component in Total Shoulder Arthroplasty

The Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 2 (1993), S. 47-54

*Cofield RH*: Total Shoulder Arthroplasty with the Neer Prosthesis

The Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume), 66-A (1984), S. 889-906

*Cofield RH, Frankle MA, Zuckerman JD*: Humeral Head Replacement for Glenohumeral Arthritis

Seminars in Arthroplasty, 6 (1995), S. 214-221

*Constant CR, Murley HG*: A Clinical Method of Functional Assessment of the Shoulder

Clinical Orthopaedics and Related Research; 214 (1987); S. 160-164

*Coste J-S, Reig S, Boileau P, Trojani C, Bernard E*: Les Infektions après Prothèse d'Épaule

In: 2000 Prothèses d'Épaule... recul de 2 à 10 ans, 2001, Sauramps Medical, S. 405-415

*Cruess RL*: Experience with steroid-induced avascular necrosis of the shoulder and etiologic considerations regarding osteonecrosis of the hip

Clin Othop, 130 (1978), S. 86-93

*Ficat P, Arlet J*: Necrosis of the femoral head

In: Ischemia and Bone Necrosis, William&Wilkins, Baltimore 1980, S. 53-75

*Gartsman GM, Roddey TS, Hammerman SM*: Shoulder Arthroplasty with or without Resurfacing of the Glenoid in Patients who have Osteoarthritis

The Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume), 82-A (2000), S. 26-34

*Göbel F, Wuthe Th, Reichel H*: Ergebnisse der Humeruskopfprothese bei akuten und veralteten Frakturen des proximalen Humerus

Z. Orthop., 137 (1999), S. 25-30

*Gohlke F*: Clinical and Radiographic Results of Shoulder Arthroplasty in Rheumatoid Arthritis

In: 2000 Prothèses d'Épaule... recul de 2 à 10 ans, 2001, Sauramps Medical, S. 163-170

*Goldman RT, Koval KJ, Cuomo F, Gallagher MA, Zuckerman JD*: Functional outcome after humeral head replacement for acute three- und four-part proximal humeral fractures  
The Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 4 (1995), S. 81-86

*Habermeyer P, Ebert T*: Aktueller Entwicklungsstand und Perspektiven der Schulterendoprothetik

Der Unfallchirurg, 102 (1999), S. 668-683

*Habermeyer P, Lichtenberg S, Magosch P*: Schulterendoprothetik – Operatives Management

Der Unfallchirurg, 107 (2004), S. 1008-1025

*Hedtmann A, Heers G*: Prinzipien der Schulterendoprothetik

Der Orthopäde, 30 (2001), S 354-362

*Hoellen IP, Bauer G, Holbein O*: der prothetische Humeruskopfersatz bei der dislozierten Humerusmehrfragmentfraktur des alten Menschen – Eine Alternative zur Minimalosteosynthese?

Zentralblatt für Chirurgie, 122 (1997), S. 994-1001

*Hubert L, Dayez J*: Results of the Standard Aequalis Prosthesis for Proximal Humeral Fractures – The Entire Series

In: 2000 Prothèses d'Épaule... recul de 2 à 10 ans, 2001, Sauramps Medical, S. 527-529

*Kelly IG*: Unconstrained Shoulder Arthroplasty in Rheumatoid Arthritis

Clinical Orthopaedics and Related Research; 307 (1994), S. 94-102

*Kempf JF, Walch G, Lacaze F*: Results of Shoulder Arthroplasty in Primary Glenohumeral Osteoarthritis

In: Shoulder Arthroplasty, 1999, Springer, S. 203- 210

*Koorevaar RC, Merkies ND, De Waal Malefijt MC, Teeuwen M, van den Hoogen FH:*  
Shoulder hemiarthroplasty in rheumatoid arthritis  
*Acta Orthop Scand*, 68 (1997), S. 243-248

*Lafosse L, Kempf JF:* Omarthrose primitive: Résultats cliniques et radiologiques  
In: 2000 Prothèses d'Epaule... recul de 2 à 10 ans, 2001, Sauramps Medical, S. 73-86

*Larsen A, Dale K, Eek M:* Radiographic evaluation of rheumatic arthritis and related conditions by standard reference films  
*Acta Radiol Diag*; 18 (1977); S. 481-491

*Levine WN, Djurasovic M, Glasson JM, Pollock RG, Flatow EL, Bigliani LU:*  
Hemiarthroplasty for Glenohumeral Osteoarthritis: Results Correlated to Degree of Glenoid Wear  
*The Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 6 (1997), S. 449-454

*Loehr J, Lévine CH:* Shoulder Arthroplasty in Rheumatoid Arthritis: Influence of the Glenoid on the Results  
In: 2000 Prothèses d'Epaule... recul de 2 à 10 ans, 2001, Sauramps Medical, S. 171-176

*Matsen III FA:* Early Effectiveness of Shoulder Arthroplasty for Patients who have Primary Glenohumeral Joint Disease  
*The Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume)*, 78-A (1996), S. 260-264

*Molé D, Roche O, Riand N, Lévine C, Walch G:* Cemented Glenoid Component: Results in Osteoarthritis and Rheumatoid Arthritis  
In: *Shoulder Arthroplasty*, 1999, Springer, S. 163-171.

*Movin T, Sjöden G, Ahrengart L:* Poor function after shoulder replacement in fracture patients  
*Acta Orthop Scand*, 69 (1998), S. 392-396

*Neer II CS:* Articular replacement of the humeral head  
*The Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume)*, 37 (1955), S. 215-228

*Neer II CS: Displaced Proximal Humeral Fractures*

The Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume), 52-A (1970), S. 1077-1103)

*Neer II CS: Replacement arthroplasty for glenohumeral osteoarthritis*

The Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume), 56A (1974), S. 1-13

*Neer CS II, Watson KC, Stanton FJ: Recent Experience in Total Shoulder Replacement*

The Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume), 64-A (1982), S. 319-337

*Neumann K, Muhr G, Breitfuß H: Primärer Kopfersatz der dislozierten*

Oberarmkopffraktur

Der Orthopäde, 21 (1992), S. 140-147

*Norris TR, Green A, McGuigan FX: Late prosthetic shoulder arthroplasty for displaced proximal humerus fractures*

The Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 4 (1995), S. 271-280

*Pfahler M, Neyton L, Molé D: Results of the Cemented Polyethylene Glenoid Components – Comparison Hemi vs. Total Shoulder Arthroplasty*

In: 2000 Prothèses d'Épaule... recul de 2 à 10 ans, 2001, Sauramps Medical, S 457-467

*Samilson RL, Prieto V: Dislocation Arthropathy of the Shoulder*

The Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume); 65-A (1983); S. 456-460

*Schmidt K, Willburger RE, Grosser S: Endoprothetik der rheumatischen Schulter*

Der Orthopäde, 30 (2001), S. 370-378

*Smith KL, Matsen III FA: Total Shoulder Arthroplasty versus Hemiarthroplasty - Current Trends*

Orthopedic Clinics of North America, 29 (1998), S. 491-506

*Søjbjerg JO, Frich LH, Johannsen HV, Sneppen O: Late Results of Total Shoulder Replacement in Patients with Rheumatoid Arthritis*

Clinical Orthopaedics and Related Research; 366 (1999), S. 39-45



*Sperling JW, Cofield RH, Rowland CM: Neer Hemiarthroplasty and Neer Total Shoulder Arthroplasty in Patients Fifty Years Old or Less*

The Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume), 80-A (1998), S. 464-473

*Stewart MPM, Kelly IG: Total Shoulder Replacement in Rheumatoid Disease - 7- to 13-Year Follow-up of 37 Joints*

The Journal of Bone and Joint Surgery (British Edition), 79-B (1997), S. 68-72

*Tanner MW, Cofield RH: Prosthetic Arthroplasty for Fractures and Fracture-Dislocations of the Proximal Humerus*

Clinical Orthopaedics and Related Research, 179 (1983), S. 116-128

*Torchia ME, Cofield RH, Settergren CR: Total Shoulder Arthroplasty with the Neer Prosthesis: Long-Term Results*

The Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 6 (1997), S. 495-505

*Trojani C, Boileau P, Benchik el Fegoun K, Coste J-S: Intraoperative Humeral Fractures in Shoulder Arthroplasty*

In: 2000 Prothèses d'Epaule... recul de 2 à 10 ans, 2001, Sauramps Medical, S 327-335

*Walch G, Boileau P: Prosthetic adaptability: A new concept for shoulder arthroplasty*

The Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 8 (1999), S. 443-451

*Walch G, Boulahia A, Badet R, Riand N, Kempf JF: Primary Glenohumeral Osteoarthritis: Clinical and Radiographic Classification*

In: Shoulder Arthroplasty, 1999, Springer, S. 195-201

*Wirth MA, Rockwood CA: Complications of Shoulder Arthroplasty*

Clinical Orthopaedics and Related Research, 307 (1994), S. 47-69

*Wirth MA, Rockwood CA: Current Concepts Review - Complications of Total Shoulder-Replacement Arthroplasty*

The Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume), 78-A (1996), S. 603-616

*Wretenberg P, Ekelund A: Acute hemiarthroplasty after proximal humerus fracture in old patients*

Acta Orthop Scand, 68 (1997), S. 121-123

*Wülker N, Kohn D, Grimm C: Bewertung der Schulterfunktionen mit unterschiedlichen Scores*

Orthopädische Praxis; 12 (1991); S. 750–754

*Zyto K, Wallace WA, Frostick SP, Preston BJ: Outcome after hemiarthroplasty for three- and four-part fractures of the proximal humerus*

The Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 7 (1998), S. 85-89

## 8 Lebenslauf

Florian Jena

geb. am 4. März 1975 in Rosenheim

als erster Sohn von Dr. Horst Jena, StD, und Barbara Jena, Lehrerin

verheiratet mit Simone Jena, geb. Fichtl, Sonderschullehrerin

### **Schulische Ausbildung:**

*September 1981 bis Juli 1985*

Besuch der Grundschule Rimsting

*September 1985 bis Juni 1994*

Besuch des Ludwig-Thoma-Gymnasiums Prien am Chiemsee

Abschluß der schulischen Ausbildung mit dem Abitur

### **Studium der Medizin:**

*November 1994*

Beginn des Studiums der Medizin an der LMU München

*September 1996*

Abschluß des vorklinischen Studiums mit der ärztlichen Vorprüfung

*September 1997*

Erstes Staatsexamen

*April 2000*

Zweites Staatsexamen

*April 2000 bis März 2001*

Praktisches Jahr

Orthopädie (Klinikum Großhadern, Orthopädische Klinik und Poliklinik, Chefarzt Prof. Refior)

Chirurgie (Städtisches Krankenhaus Rosenheim, Allgemein-, Thorax- und Gefäßchirurgie, Chefarzt Prof. Wagner)

Innere Medizin (Städtisches Krankenhaus München-Schwabing, 1. Med. Klinik, Chefarzt Prof. Nerl)

*Mai 2001*

Abschluß des Medizinstudiums mit dem dritten Staatsexamen

### **Famulaturen:**

*Oktober 1996*

Kreiskrankenhaus Prien am Chiemsee, Chirurgie, Chefarzt Dr. Porzner

*März 1997*

Simssee-Klinik Bad Endorf, Orthopädie, Chefarzt Dr. Hämel

*September 1997*

Städtisches Krankenhaus München-Bogenhausen, Orthopädie, Chefarzt Prof. Keyl

*September 1998*

Praxis Dr. Steiner, Prien am Chiemsee, Allgemeinmedizin

**Fort- und Weiterbildung:**

*Juli 2001 bis Dezember 2002*

AiP der Orthopädischen Klinik und Poliklinik im Klinikum Großhadern, Chefarzt Prof. Refior

*April 2002*

Grundkurs im Strahlenschutz, GSF, Neuherberg

*November 2002*

Spezialkurs im Strahlenschutz, GSF, Neuherberg

*Januar 2003*

Approbation

Erwerb der Fachkunde im Strahlenschutz für Notfalldiagnostik, Röntgendiagnostik des Thorax und Röntgendiagnostik der Extremitäten

*Januar 2003 bis April 2005*

Assistenzarzt der Chirurgie, Kreiskrankenhaus Wasserburg am Inn, Chefarzt Prof. Roder

*April 2003*

Ultraschallseminar Abdomen, Retroperitoneum und Schilddrüse, Grundkurs, Dr. Bergholtz, Kreiskrankenhaus München-Perlach

*Juni 2003*

Kompaktkurs Notfallmedizin der Bayerischen Landesärztekammer, Garmisch-Partenkirchen

*Juli 2004*

Erwerb des Fachkundenachweis Rettungsdienst

*Oktober 2004*

AO-Kurs Prinzipien der Operativen Frakturbehandlung, Salzburg

*ab November 2004*

Teilnahme am Notarztdienst, Notarztstandort Wasserburg am Inn

*Februar und März 2005*

Arthroskopiekurse Knie und Schulter, Aesculap-Akademie, Tuttlingen

*ab Mai 2005*

Assistenzarzt der Orthopädie, Kliniken Harthausen, Bad Aibling, Chefarzt Dr. Leidinger

## **9 Danksagung**

Mein Dank gilt zuerst Herrn Priv.-Doz. Dr. med. M. Pfahler für die Überlassung des Themas und für die jederzeit gewährte engagierte Unterstützung.

Mein besonderer Dank gilt meinen Eltern für ihre Geduld und ihre uneingeschränkte Unterstützung während meiner Ausbildung.

Zuletzt gilt mein Dank meiner Frau Simone, die mein Leben unendlich bereichert.

