

Aus der ATOS Klinik Heidelberg
Zentrum für Schulter- und Ellenbogenchirurgie
Prof. Dr. med. Peter Habermeyer

**Klinische Ergebnisse der
Schulterendoprothetik mit einer neuen
zementfrei verankerten Glenoidkomponente**

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

vorgelegt von
Florian Mathias Feier
aus Heidelberg
2012

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. Peter Habermeyer

Mitberichterstatter: Priv. Doz. Dr. Matthias Pietschmann

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter: Dr. med. P. Magosch

Dekan: Prof. Dr. med. Dr. h.c. M. Reiser, FACR, FRCR

Tag der mündlichen Prüfung: 26.07.2012

INHALTSVERZEICHNIS

SEITE

1. <u>EINLEITUNG</u>	1
2. <u>ALLGEMEINER TEIL</u>	2
2.1. <u>PROTHESENTYPEN</u>	2
2.1.1. Erste bis vierte Generation der Schulterprothesen	2
2.2. <u>DER PFANNERSATZ</u>	2
2.2.1. Allgemeine Konstruktionsmerkmale	2
2.2.2. Zementierte Systeme	4
2.2.3. Zementfreie Systeme	4
2.2.4. Das Hohlschraubenprinzip	5
2.3. <u>INDIKATIONEN ZUM SCHULTERGELENKERSATZ</u>	7
2.3.1. Allgemeine Überlegungen	7
2.3.2. Indikationen	7
2.3.3. Kontraindikationen	8
2.4. <u>DIE OMARTHROSE</u>	8
3. <u>MATERIAL UND METHODE</u>	10
3.1. <u>PATIENTENGUT UND ALLGEMEINE PATIENTENDATEN</u>	10
3.2. <u>OPERATIONSTECHNIK</u>	10
3.3. <u>POSTOPERATIVE BEHANDLUNG</u>	14
3.4. <u>UNTERSUCHUNGEN</u>	15
3.4.1. Klinische Untersuchung	15
3.4.2. Algofunktionaler Schultertest nach Constant & Murley	15
3.4.3. Radiologische Diagnostik	16
3.4.4. Glenoidaler Inklinationswinkel	18
3.4.5. Klassifikation der Glenoidmorphologie nach Walch	18
3.4.6. Zoneneinteilung der Glenoidkomponente	19
3.4.7. Höhenposition der Pfanne	20
3.4.8. Humeruskopfposition	21
3.5. <u>STATISTISCHE AUSWERTUNG</u>	22
4. <u>ERGEBNISSE</u>	23
4.1. <u>FUNKTIONELLE ERGEBNISSE</u>	23
4.1.1. Verlaufsanalyse aller Studienteilnehmer	23
4.1.1.1. Klinische Untersuchung	23
4.1.1.2. Constant Score	23
4.1.2. Verlaufsanalyse in Abhängigkeit von der Grunderkrankung	24
4.1.2.1. Klinische Untersuchung	24
4.1.2.2. Constant Score	27
4.1.3. Patienten mit Voroperationen an der betroffenen Schulter	30
4.1.3.1. Klinische Untersuchung	30
4.1.3.2. Constant Score	33

4.1.4. Verlaufsanalyse in Abhängigkeit von der Glenoidmorphologie	36
4.1.4.1. Klinische Untersuchung.....	36
4.1.4.2. Constant Score.....	39
4.1.5. Verlaufsanalyse in Abhängigkeit von Zusatzeingriffen	42
4.1.5.1. Klinische Untersuchung.....	42
4.1.5.2. Constant Score.....	45
4.2. <u>RADIOLOGISCHE ERGEBNISSE</u>	49
4.2.1. Glenoidaler Inklinationswinkel.....	49
4.2.2. Höhenposition der Pfanne	50
4.2.3. Radiologische Lockerungssäume der Glenoidkomponente	50
4.2.4. Akromiohumeraler Abstand	51
4.2.5. Humeruskopfposition und glenohumerales Impingement.....	52
4.3. <u>KOMPLIKATIONEN</u>	52
5. <u>DISKUSSION</u>	54
5.1. <u>FUNKTIONELLE ERGEBNISSE</u>	54
5.1.1. Gesamtergebnisse	54
5.1.2. Idiopathische Omarthrose.....	55
5.1.3. Posttraumatische Omarthose	57
5.1.4. Instabilitätsarthrose	57
5.1.5. Voroperationen und Zusatzeingriffe der betroffenen Schulter	58
5.2. <u>RADIOLOGISCHE ERGEBNISSE</u>	59
5.2.1. Glenoidmorphologie nach Walch.....	59
5.2.2. Radiologische Lockerungssäume der Glenoidkomponente	59
5.3. <u>KOMPLIKATIONEN</u>	61
6. <u>ZUSAMMENFASSUNG</u>	64
7. <u>LITERATURÜBERSICHT</u>	66
8. <u>ANHANG</u>	70
8.1. <u>NACHUNTERSUCHUNGSPROTOKOLL</u>	70
8.2. <u>CONSTANT SCORE</u>	74
9. <u>LEBENS LAUF</u>	75
10. <u>DANKSAGUNG</u>	76

VERWENDETE ABKÜRZUNGEN

Abb.:	Abbildung
Abd.:	Abduktion
ADL:	Activity of Daily Living – Alltagsaktivitäten
AHA:	Acromio Humeraler Abstand
ARO:	Außenrotation
A.P.:	Anterior Posterior Aufnahme
Bzw.:	Beziehungsweise
Ca.:	Circa
Cm:	Zentimeter
CT:	Computer Tomographie
Engl.:	Englisch
Fa.:	Firma
FBL:	Funktionelle Bewegungslehre
Flex:	Flexion
Intraop:	Intraoperativ
ITN:	Intubationsnarkose
IRO:	Innenrotation
Kg:	Kilogramm
KI:	Konfidenzintervall
LBS:	Lange Bizeps Sehne
LWS:	Lendenwirbelsäule
M.:	Musculus
Max:	Maximal
Mm:	Millimeter
Mo:	Monate
MRT:	Magnet Resonanz Tomographie
OP:	Operation
O.g.:	Oben genannten
PE:	Polyethylen
Pkt.:	Punkte
PNF:	Propriozeptive neuromuskuläre Faszilitation
Rek.:	Rekonstruktion
RM:	Rotatorenmanschette
ROM:	Range of Movement – Bewegungsausmaße
Sek.:	Sekundär
Th 12:	12. Thorakaler Wirbelkörper
Vs	Versus
Wo:	Wochen
Y:	Y- View Aufnahme
Z.n.:	Zustand nach

1. EINLEITUNG

Die Schultergelenkendoprothetik hat in den letzten Jahren zunehmend große Fortschritte gemacht. Bei der schmerzhaften Zerstörung des Schultergelenkes durch Arthrose, der rheumatoiden Arthritis, der Oberarmkopfnekrose, der Oberarmkopffraktur oder durch instabilitätsassoziierte, neoplastische oder neurogene Ursachen, ist es heute Standard die Gelenkflächen durch Prothesen ersetzen zu können.

Mit dem Ziel den Bewegungsumfang zu verbessern sowie Schmerzfreiheit zu erreichen hat die moderne Schulterendoprothetik mittlerweile einen gleichwertigen Platz neben der Hüft- und Knieprothetik eingenommen. Bei dem totalen Schultergelenkersatz liegen gute Langzeitergebnisse im Bereich der Schaftverankerung vor. Probleme zeigen sich vorrangig noch bei der Pfannenverankerung, wobei zur Zeit der zementierte Glenoidersatz als Standard gilt. Aufgrund des hohen Knochenverlustes zementierter Glenoide wurden bereits verschiedene zementfreie Systeme entwickelt, welche das subchondrale Pfannenlager so gut wie möglich erhalten sollen.

Da das Patientenkontingent im Schnitt 10 Jahre jünger ist als Patienten mit Indikation für Hüft- und Knieprothesen [35, 37], wird deutlich, dass die Haltbarkeit und Revisionsmöglichkeiten der Schulterendoprothese von besonderer Bedeutung sind.

In dieser Arbeit wurden Patienten untersucht welche einen zementfreien Pfannenersatz Typ UniversTM der Firma Arthrex erhalten haben. Die zementlose Pfannenverankerung erfolgt hier mit einer selbstschneidenden Hohlschraube zur Fixierung des Metallträgers.

Die Analyse der Ergebnisse erfolgte hinsichtlich der Gelenkfunktion, Prothesenlockerungen sowie Auftreten von Lysesäumen. Darüber hinaus sollen folgende Fragen beantwortet werden:

- Wie sind die funktionellen Ergebnisse des zementfreien Glenoidersatz mit Hohlschrauben-Fixierung?
- Welchen Einfluss haben die Pfannenhöhe, der glenoidale Inklinationswinkel sowie zusätzliche Eingriffe wie z. B. die Rotatorenmanschetten- Rekonstruktion auf die funktionellen Ergebnisse?
- Ist die Komplikationsrate der Vorliegenden Ergebnisse vergleichbar mit der Literatur?

2. ALLGEMEINER TEIL

2.1. PROTHESENTYPEN

2.1.1. Erste bis vierte Generation der Schulterprothesen

Die erste Schulterprothese wurde durch den französischen Chirurgen J. P. Pean im Jahre 1893 bei einem Patienten mit einer tuberkulösen Gelenkdestruktion implantiert. Hierbei kam es zu einer der wichtigsten Komplikationen der Endprothetik, der Infektproblematik, weshalb die Prothese entfernt werden musste. Der Beginn der modernen Prothetik wurde 1951 von Charles S. Neer mit der Versorgung von Kopftrümmerfrakturen eingeleitet [26, 27]. Die Weiterentwicklung davon Anfang der 70er Jahre (sog. „NEER II“ – System) zeigte eine Anpassbarkeit der Prothese durch unterschiedliche Schaftlängen, Schaftdicken und Kopfgrößen. Hierzu wurde eine formschlüssige, zementierte Glenoidkomponente aus Polyethylen entwickelt.

Modelle der zweiten Generation welche Anfang der 90er Jahre eingesetzt wurden zeichneten sich durch ihr modulares Konzept aus. Hierbei konnten verschiedene Schaft- und Kopfkomponenten in Abhängigkeit der anatomischen Verhältnisse kombiniert werden. Zusätzlich konnte der von der „NEER II“- Prothese formschlüssige Glenoidersatz verlassen werden. Durch einen relativ größeren Kurvenradius der Glenoidkomponente im Vergleich zum Prothesenkopf wurde ein nicht- formschlüssiges System eingeführt. Dies lässt einen Roll- Gleitmechanismus zu und verringert die Gefahr einer frühzeitigen Pfannenlockerung. Im Laufe der 90er Jahre entwickelten dann P. Boileau und G. Walch [8] die dritte Generation der Schulterprothesen (Aequalis[®], Fa. Tornier). Als Besonderheit wurde hier weiterführend die anatomische Anpassbarkeit des proximalen Humerus verbessert. Erreicht wurde dies zum einen durch eine variable Einstellbarkeit des Inklinationswinkel (Winkel zwischen Kopf und Schaft in der Koronarebene) und der Möglichkeit einer exzentrischen Positionierung des Prothesenkopfs. Hiermit war es nun möglich den ursprünglichen Drehpunkt des Schultergelenks zu rekonstruieren und eine exzentrische Pfannenbelastung zu vermeiden. Mit Systemen von Gerber (Anatomica[™], Fa. Sulzer) und Habermeyer (Univers[™]; Fa. Arthrex) wurde 1997 die vierte Prothesengeneration eingeführt. Nachdem die Prothesen der dritten Generation mit variabler Inklination und Kopfxentrität in zwei Dimensionen Verstellbar war, konnte nun durch eine variable Einstellbarkeit der Ante- und Retroversion die fehlende dritte Ebene ergänzt werden. Hiermit war nun eine anatomische Anpassbarkeit der Prothesenkalotte möglich.

Neben diesen Standardschaftprothesen wurden noch weitere Systeme entwickelt. Zum einen der humerale Oberflächenersatz als sog. „Cup- Prothese“, die „Bipolar- oder auch Duokopfprothese“ welche mit einem doppelt gelagertem Kopf arbeitet, und die „inverse Schultertotalprothese nach Grammont“ welche bei stark geschädigter Rotatorenmanschette zur Lateralisierung des Drehzentrums verwendet wird.

2.2. DER PFANNERSATZ

2.2.1. Allgemeine Konstruktionsmerkmale

Die Pfannenlockerung stellt eine häufige Langzeitkomplikation bei der totalen Schulterendoprothese dar. Aus diesem Grund steht hier der Pfannenersatz im Mittelpunkt unserer Untersuchungen.

Der Anfang des modernen Glenoidersatz begann mit einem formschlüssigen, zementierten Implantat aus Polyethylen, welches zum o.g. „NEER II“- System entwickelte wurde. Die Formschlüssigkeit wird dadurch erreicht, dass die Glenoidkomponente den gleichen Krümmungsradius wie der Humeruskopf aufweist. Diese Gelenkkonformität führt zu einem verbesserten Gelenkschluss, was im Gegenzug jedoch zu einer verminderten glenohumeralen Beweglichkeit [7] und einer erhöhten Polyethylenabrieb führt [2]. Unter dynamischen Bedingungen führt jede vermehrte Translation des Prothesenkopfes, sei es als horizontale oder vertikale Subluxation, zu einer exzentrischen Belastung der Gelenkpfanne. An der gegenüberliegenden Seite des exzentrisch belasteten Pfannenrandes ist das Risiko für Auftreten einer Lockerung erhöht. Dieser Effekt wurde erstmals von Matsen als „rocking horse“- Phänomen beschrieben [2] (Abb. 2-1).

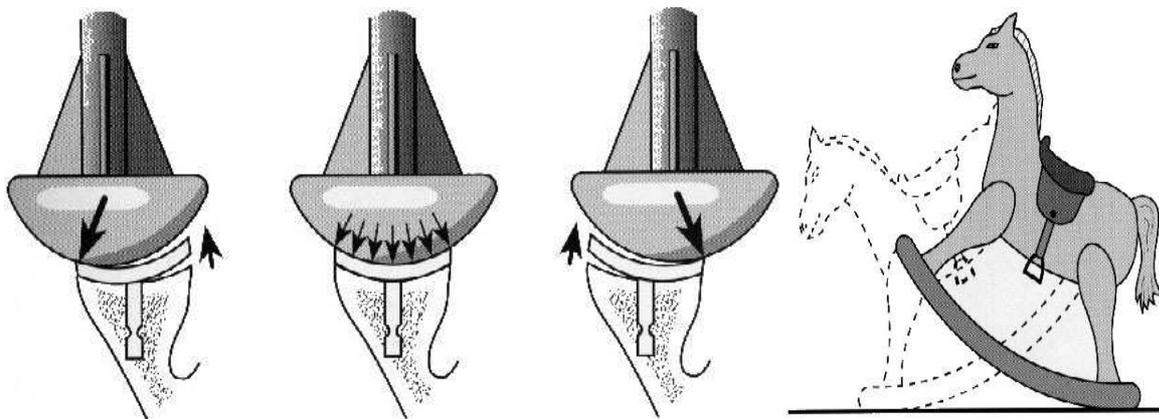


Abb. 2-1 Rocking-horse Phänomen nach Matsen et al. [2]

Die beginnende Lockerung an der gegenüberliegenden Seite des belasteten Pfannenrandes zeigt sich radiologisch durch sog. Aufhellungslinien (engl. radio lucent lines). Ebenso führt dieses exzentrische Belastung zu einem asymmetrischen Polyethylenabrieb.

Nicht konforme Systeme (engl. non-constrained) wiederum weisen eine flachere Gelenkpfanne mit einem im Verhältnis zum Prothesenkopf größeren Kurvenradius auf. Dies erlaubt den physiologischen Roll- Gleitmechanismus und verhindert eine frühzeitige Pfannenlockerung [1].

Ein weiteres Konstruktionsmerkmal bildet die Pfannerrückfläche, welche als konvexe und plane Ausführungen angefertigt wurden. Die meist verwendete konvexe Form orientiert sich an der natürlich vorliegenden Form des Glenoids. Dies hat den Vorteil möglichst knochensparend zu arbeiten und im Vergleich zur planen Ausführung eine größere Kontaktfläche mit entsprechend gleichmäßigeren Kraftverteilung zu erhalten.

Ebenso wichtig wie die Form der Rückfläche ist, dass nach Abschluss der Pfannenpräparation eine möglichst deckungsgleiche Passform des Pfannenlagers mit der Rückfläche der Glenoidkomponente vorliegt. Je genauer die Bearbeitung desto mehr kann eine Formstabilität erreicht werden und das Risiko für eine frühzeitige Pfannenlockerung wird verringert [13]. Insbesondere bei dorsalen Pfannendefekten (z.B.: bei Instabilitäten oder bei der Omarthrose mit hinterer Subluxation des Humeruskopfes), wird ein geeignetes Instrumentarium für die Präparation notwendig. Bei ausgeprägten Defekten die mit der sphärischen Fräsung nicht ausgeglichen werden können, kann eine sog. Span- Plastik durchgeführt werden. Hierbei wird ein Knochenspan aus dem resezierten Humeruskopf entnommen und dorsal zwischen präparierter Pfanne und Metallträger („metal-back“) eingebracht [28].

Zur Verbesserung der Knochenverankerung wurden bereits verschiedene Techniken entwickelt. Zum einen besteht die Möglichkeit der Oberflächenbearbeitung durch eine Raustrahlung der Metallteile. Neben dieser Strukturbildung kann durch die Einarbeitung von Riefen eine Vergrößerung der Oberfläche erreicht werden.

Andere Systeme verwenden eine aufgetragene Hydroxylapatit- Beschichtung. Diese Hydroxylapatit- Beschichtung von metallischen Prothesenteilen soll durch sein Knochenwachstum förderndes Potential die Osteointegration verbessern. Gemeinsames Ziel ist es eine gute Knochenverankerung mit hoher Stabilität und geringem Migrationsverhalten zu erreichen. Die in dieser Arbeit verwendeten Metallträger wurden im Korund-Strahl-Verfahren oberflächenbearbeitet.

2.2.2. Zementierte Systeme

Die von Neer eingeführte zementierte Pfanne verfügt über ein trianguläres Kiel- Design zur Verankerung des Implantates und gilt bisher noch als „Gold- Standard“ des prothetischem Glenoidersatz (Abb. 2-2).

Alternativ dazu wurden Pfannensysteme mit Verankerungszapfen (sog. Pegs) entwickelt (Global[®], Fa. DePuy; Anatomica[™], Fa. Zimmer) (Abb. 2-3).

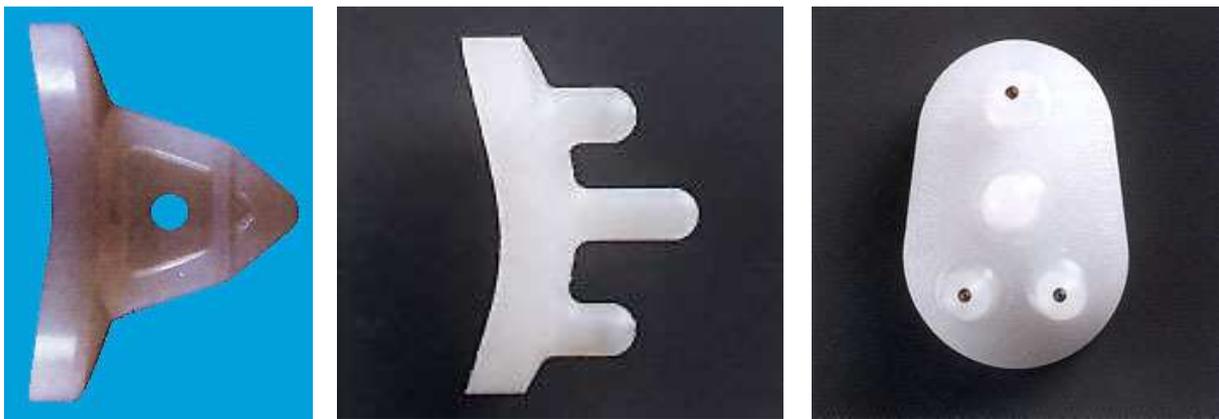


Abb. 2-2 links: Kiel-Pfanne (nach Bigliani / Flatow; Fa. Zimmer)

Abb. 2-3 mitte, rechts: Peg-Pfanne (Anatomica[™], Fa. Zimmer)

Nachteil dieser Systeme bleibt der in der Regel durch aufwändiges Auffräsen resultierende Substanzverlust des ohnehin nur 19 mm dicken subchondralen Pfannelagers [21]. Die Peg Pfannen konnten die Aufnahmefläche für den Zement verbessern und durch mehrere kleine Pegs eine bessere Kraftverteilung erreichen. Bei mehreren kleinen Pegs besteht jedoch die Gefahr das Pfannenlager zu fragmentieren. Darüber hinaus bleibt der Nachteil dieser Systeme der nekrotisierende Hitzeeffekt des Zementes, sowie Gefahr der Zementlockerung oder Zementbruch bei fehlerhafter Anwendung bzw. ausbleibender Bluttrockenheit.

2.2.3. Zementfreie Systeme

Der erste zementfreier Glenoidersatz wurde 1976 von English und Macnab entwickelt, welcher aus einem PE- Einsatz sowie einem Metallträger mit Schraubenfixierung bestand. Weiterführend verwendete Cofield ein System mit einem zentralen Zapfen am Metallträger, der in das Pfannenlager geätzt wird und zusätzlich mit zwei Schrauben verankert wird [12].

Nachteile lagen zu Beginn noch in der hohen Bauhöhe des Glenoidersatzes, was eine Lateralisierung des Drehzentrums zur Folge hat. Diese Lateralisierung führt wiederum zu einer hohen Vorspannung des Weichteilschlusses und der damit verbundenen Bewegungseinschränkung und frühzeitiger Glenoidlockerung. Ein weiterer Schwachpunkt stellt der Übergang vom PE-Inlay zum Metallträger dar. PE-Dissoziationen wurden bisher jedoch selten berichtet.



Abb. 2-4 links: zementfreie Schraubpfanne (Randelli, Fa. Spectromed)
 Abb. 2-5 mitte, rechts: zementfreie Schraubpfanne (Richards 1; Fa. Cofield)

Neben zementierten und zementfreien Systemen wurden neben Hybrid-Modellen (Epoca, Firma Argomedical) auch Pfannen mit Press-fit Design (Copeland™, Firma Biomet) entwickelt. Wegen hohen Lockerungsraten wurde die Pressfit Pfanne mittlerweile wieder vom Markt genommen.

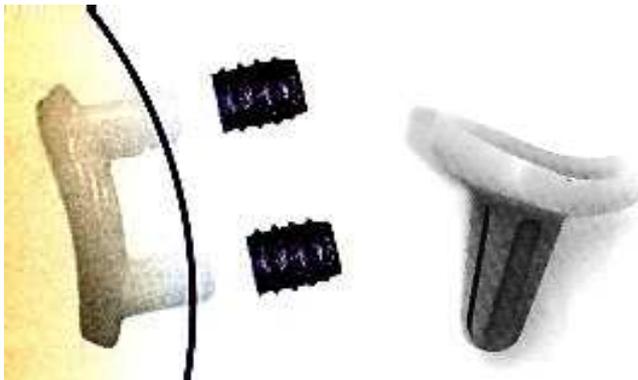


Abb. 2-6 links: Hybrid- Pfanne: zementfreie Verankerung der Schrauben, zementiertes PE- Inlay (Epoca; Fa. Argomedical)
 Abb. 2-7 rechts: zementfreie Pfanne mit Press-fit Design (Copeland™, Fa. Biomet)

2.2.4. Das Hohlschraubenprinzip

Für die Fixierung des Metallträgers wurde bei diesem System (Univers™; Fa. Arthrex) eine Selbstschneidende 13 mm starke und 12 mm lange Hohlschraube (engl. Cage screw) verwendet. Zur Verhinderung einer Rotation werden zwei Pin's ohne Vorbohrung eingeschlagen. Durch diese Maßnahmen wird auf ein aufwändiges Auffräsen oder Setzen von

Bohrkanälen verzichtet und damit das subchondrale Pfannlager geschont. Der Knochenzylinder im Zentrum der Hohlschraube bleibt erhalten und bietet zusätzlichen Halt. Der Metallträger besteht aus einer Titan- Legierung mit einer Oberflächenbearbeitung im Korund-Strahl-Verfahren zur Verbesserung der Osteointegration. Die Rückfläche ist zur Vergrößerung der Kontaktfläche konvex geformt. Mittels Snap-In- Technik wird der 4 bis 6 mm starke PE- Einsatz spielfrei mit dem „metal back“ verbunden. Dabei wird eine Gesamtbauhöhe von 6 bis 8 mm erreicht. Die zementfreie Glenoidkomponente ist in drei Größen S, M und L verfügbar (Abb. 2-8).

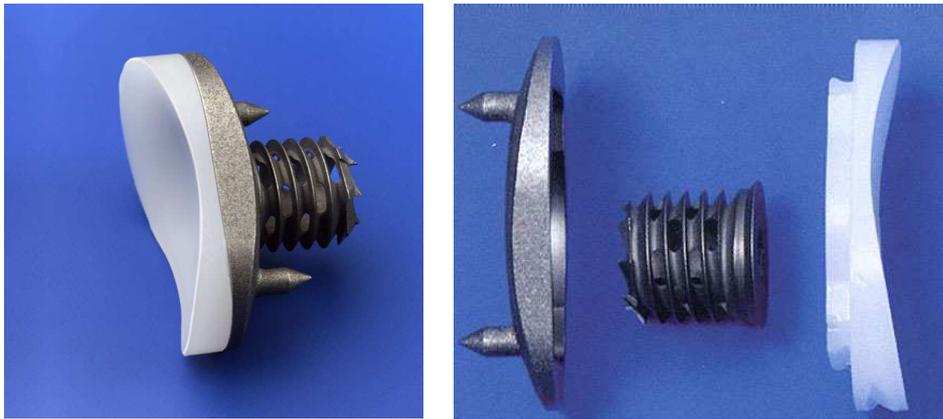


Abb. 2-8 Zementfreie Schraubfanne (Hohlschraubenprinzip)(Univers™; Fa. Arthrex)

In einer anatomischen Studie [22] konnte beim zementfreien Glenoid mit Hohlschraube ein Knochenverlust von 315 mm³ und für ein zementiertes Kiel- Glenoid von 2690 mm³ ermittelt werden. Hierbei ergibt sich ein ca. achtfach höherer Knochenverlust für ein zementiertes Kiel- Glenoid (Abb. 2-9).

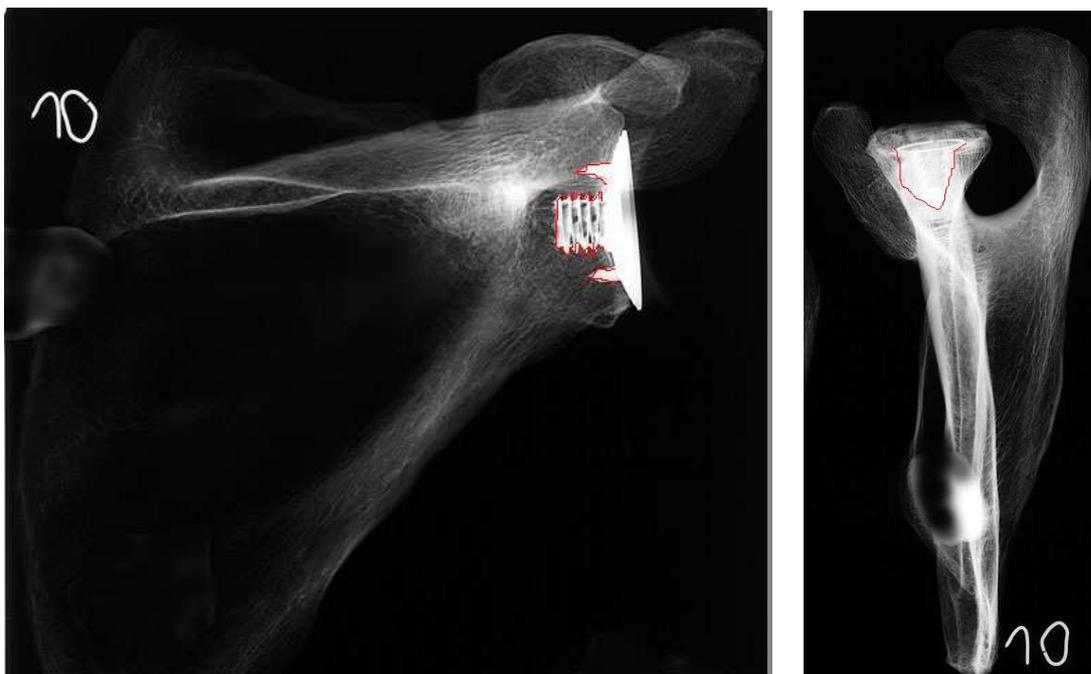


Abb. 2-9: Links: unzementiertes Glenoid mit Hohlschraube, Knochenverlust: 315 mm³; Rechts: zementiertes Kiel- Glenoid, Knochenverlust: 2690 mm³ [22].

Die Konzeptionsmerkmale beruhen hiermit auf drei wesentlichen Merkmalen mit zementfreier Verankerung, Verwendung einer Hohlschraube zur Fixierung des Metallträgers sowie der geringere Knochenverbrauch des subchondralen Pfannenlagers. Darüber hinaus werden mittels Raustrahlung der metallischen Oberfläche und der konvexen Wölbung der Rückfläche bewährte Prinzipien zur Verbesserung Osteointegration verwendet.

2.3.INDIKATIONEN ZUM SCHULTERGELENKERSATZ

2.3.1. Allgemeine Überlegungen

Neben der Anamnese und der körperlichen Untersuchung kommen bildgebende Verfahren zur weiteren Diagnostik zum Einsatz. Bei degenerativen Veränderungen stehen jedoch die Beschwerden im Sinne einer eingeschränkten Beweglichkeit sowie der therapieresistente Schmerz im Vordergrund und nicht der durch die apparative Diagnostik ermittelte Arthrosegrad. Neben konservativen Therapiemöglichkeiten besteht bei generalisierter Omarthrose die Möglichkeit zum arthroskopischem Gelenkdebridement. Diese Methode ist bei vorhandenem Gelenkspalt mit konzentrischer Arthrose ohne Vorliegen von Osteophyten möglich. Weinstein et al. [43] zeigten, das bei frühen Arthrosestadien eine deutliche Schmerzlinderung erreicht werden kann, nicht jedoch bei fortgeschrittenen Stadien. Für den Erfolg eines endoprothetischen Gelenkersatzes spielen ein geübtes Operationsteam sowie eine adäquate Rehabilitation eine wesentliche Rolle. Dies setzt einen informierten und motivierten Patienten voraus, so dass eine ausführliche Beratung über Ausmaß und Dauer der Operation sowie der anschließenden Rehabilitation erfolgen sollte.

Einige Patienten weisen einen langjährigen Leidensweg auf, bevor letztendlich ein endoprothetischer Gelenkersatz in Betracht gezogen wird. Im Verlauf kommt es mit der Osteophytenbildung zu einer vermehrten Vorspannung der Kapsel mit nachfolgender Muskelkontraktur und Muskeldegeneration. Daher zeigt sich bei entsprechend langer Anamnese neben dem objektivem Gelenkschaden eine eingeschränkte Gelenkbeweglichkeit, welche das operative Vorgehen erschweren und den postoperative Erfolg verringern. Bei rheumatoider Arthritis werden im späteren Stadium konsekutive Rotatorenmanschettenläsionen beobachtet, welche berücksichtigt werden müssen. Ebenso sollte bei der posttraumatischen Omarthrose der operative Eingriff vor Auftreten eines exzentrischen Glenoidverbrauchs geplant werden.

2.3.2. Indikationen

Die Indikation zum endoprothetischem Gelenkersatz besteht zum einen bei primärer oder sekundärer Omarthrose mit schmerzhaftem, durch Schmerzmittel nicht mehr beherrschbarem Verschleiß der glenohumeralen Gelenkflächen. Bei intakter glenoidaler Gelenkfläche wird ein Koppersatz unter Erhaltung der Pfanne angestrebt. Der Pfannenersatz erfolgt bei Verlust der glenoidalen Knorpelfläche mit bikonkavem Pfannenverbrauch mit und ohne Humerskopfdezentrierung. Orientiert man sich an der Glenoidmorphologie nach Walch (siehe Kapitel 3.4.5.), so wird lediglich bei Typ A1 eine Hemiprothese und bei A2, B1 und B2 eine Totalendoprothese implantiert. Ein Pfannentyp C nach Walch (Glenoiddysplasie von mehr als 25° Retroversion) stellt eine Kontraindikation zur Pfannenimplantation dar, da hierbei frühe Lockerungsraten durch das bereits erwähnte Rocking-horse Phänomen beobachtet werden.

Bei idiopathischen oder sekundären Humeruskopfnekrosen in den Stadien III und IV nach Cruess [17] erfolgt ebenfalls die Implantation einer isolierten Humeruskopfprothese. Eine Totalendoprothese sollte bei sekundärer Schädigung der glenoidalen Gelenkfläche (Stadium V) verwendet werden.

Hingegen spielen bei der chronischen Polyarthrit mit Zerstörung der Gelenkflächen zwei besondere Aspekte eine Rolle. Zum einen muss für eine Totalendoprothese noch genügend Knochenmasse zur Verankerung der glenoidalen Prothesenkomponente vorhanden sein und die Rotatorenmanschette intakt oder rekonstruierbar sein. Ist die Funktion der Rotatorenmanschette unsicher oder bietet die zerstörte Gelenkpfanne nicht genügend Knochensubstanz, sollte nur der Humeruskopf ersetzt werden während die Pfanne kongruent gefräst wird.

Eine relative Indikation zur Hemiprothesenimplantation zeigt sich bei Defektarthropathie als Folge einer seit langem bestehenden Ruptur der Rotatorenmanschette mit Dezentrierung des Humeruskopfs. Die fixierte Kranialisierung des Humeruskopfs bei nicht rekonstruierbarer Rotatorenmanschette verbietet die Implantation einer glenoidalen Komponente eines anatomischen Prothesensystems.

2.3.3. Kontraindikationen

Kontraindikationen zum Schultergelenkersatz sind ein florider oder chronischer Schultergelenkinfekt. Die oberen Plexusschädigungen mit irreversibler Parese der Rotatorenmanschette und des M. deltoideus. Eine irreversible Läsion des Nervus axillaris. Die neurogene Gelenkzerstörung mit Verlust der Propriozeption. Sowie darüber hinaus internistische Erkrankungen mit erhöhtem Narkoserisiko oder fehlende Einsicht und Mitarbeit des Patienten.

2.4.DIE OMARTHROSE

Die Entstehung der Arthrose ist bisher noch nicht endgültig geklärt, wobei ein multifaktorielles Geschehen mit genetischen und mechanischen Aspekten eine wichtige Rolle spielt. Die Initialphase beginnt mit einer Schädigung der Knorpeloberfläche, welche als Barrierschicht fungiert. Dies führt zu einem Verlust der Permeabilität, wobei die Chondrozyten und die intrazelluläre Matrix noch vital bleiben. Im Weiteren kommt es zu einer Veränderung der Matrix und zu einer verminderten Syntheseleistung der Chondrozyten. Es entstehen Fibrillationen und Risse im Knorpel. Durch diese strukturellen und permeabilitätsbedingten Veränderungen steigt der Wassergehalt, und die Proteoglykankonzentration nimmt ab. Es kommt zum Austritt von Matrixmolekülen und – Fragmente in die synoviale Gelenkflüssigkeit. Ferner ist die Konzentration an katabolen Knorpelmarkern (Glykosaminoglykane, Keratansulfat, etc.) erhöht, welche bei Omarthrosepatienten vermehrt gefunden wurden [32]. Im Weiteren nehmen Knorpeldicke und Knorpelvolumen ab, was zu einer verminderten Belastbarkeit des Knorpels führt. Im weiteren Verlauf folgt die Chondromalazie. Mit zunehmender Ausdünnung des Knorpels kommt es dann zu einem Freiliegen des subchondralen Knochens. Dieser wird nun vermehrt belastet und reagiert mit Sklerosierung und Osteophytenbildung, was im Röntgenbild neben der Gelenkspaltverschmälerung Anzeichen einer Arthrose sind. Osteophyten finden sich vor allem am Humeruskopf und sind am Glenoid seltener. Die schmerzbedingte Schonhaltung unterstützt die Verkürzung und Kontrakturen der Gelenkkapsel und der anterioren Weichteile

(Kapsel und M. subscapularis). Je nach Abnutzungsform des Glenoids werden nach Walch (siehe Kapitel 3.4.5.) verschiedene Pfannentypen unterschieden.

Neben der primären Omarthrose, bei der definitionsgemäß keine mögliche Ursache zu eruieren ist, gibt es die sekundären Formen. Hierunter fallen zum einen Patienten, die über viele Jahre unter einer chronischen Instabilität leiden. Zusätzlich können Operationen im Rahmen der Instabilität (z.B.: Lange, Eden-Hybinette, Putti-Platt) die Arthroseentstehung begünstigen. Weiterhin kommt es bei Patienten mit lang bestehenden Rotatorenmanschettendefekten, aufgrund der gestörten Gelenkzentrierung zu Fehlstellungen und im Weiteren zur Abnutzung der Gelenkflächen.

Durch Frakturen von Humeruskopf oder des Glenoids kann es durch Fehlstellungen und Stufenbildungen zur Schädigung der Gelenkflächen führen. Auch eine Kopfnekrose im Rahmen von Frakturen oder anderer Ursachen, führt zu einer Deformierung mit inkongruenten Gelenkflächen.

Darüber hinaus können auch chronisch entzündliche Erkrankungen mit Gelenkmanifestation, wie die rheumatoide Arthritis Ursache einer Arthrose sein. Zusätzlich kommt es bei diesen entzündlichen Formen zu einer Mitbeteiligung der Synovialis und der Rotatorenmanschette, welches die Therapie erheblich beeinflusst.

3. MATERIAL UND METHODE

3.1. PATIENTENGUT UND ALLGEMEINE PATIENTENDATEN

Im Zeitraum von 1997 bis 2001 wurden 50 Patienten welche in der ATOS Klinik Heidelberg eine Schulterprothese mit Glenoidersatz erhalten haben nachuntersucht. Insgesamt wurden in diesem Zeitraum 191 Prothesen mit 44 Hemiendoprothesen (HEP) und 147 Totalendoprothesen (TEP) implantiert.

In die Auswertung der Ergebnisse wurden nur Patienten mit zementfreiem Glenoid eingeschlossen. Hemiendoprothesen ohne Glenoidersatz sowie zementierte oder andere Pfannenverankerungen wurden nicht berücksichtigt. Bei der Auswertung der Ergebnisse wurde ein minimaler Beobachtungszeitraum von mindestens 12 Monaten festgelegt. Im Durchschnitt lag der Nachbeobachtungszeitraum bei 39,3 Monaten (range, 12-72 Monate). Unter den Patienten waren 28 weibliche und 22 männliche Patienten, wobei in 32 Fällen die rechte Schulter und in 18 die linke Schulter betroffen waren. Das Patientenalter lag im Mittel bei 63,5 Jahren (range, 45-79 Jahre). Unter den 50 implantierten Schulterendoprothesen wurde 28x die Pfannengröße M, 17x Größe L und 5x Größe S verwendet.

Die Indikationen (Abb. 3-1) für den prothetischen Gelenkersatz waren eine idiopathische Omarthrose (64%; n=32), posttraumatische Arthrose (16%; n=8), Instabilitätsarthrose (14%; n=7), Humeruskopfnekrose (4%; n=2) und die rheumatoide Arthritis (2%; n=1).

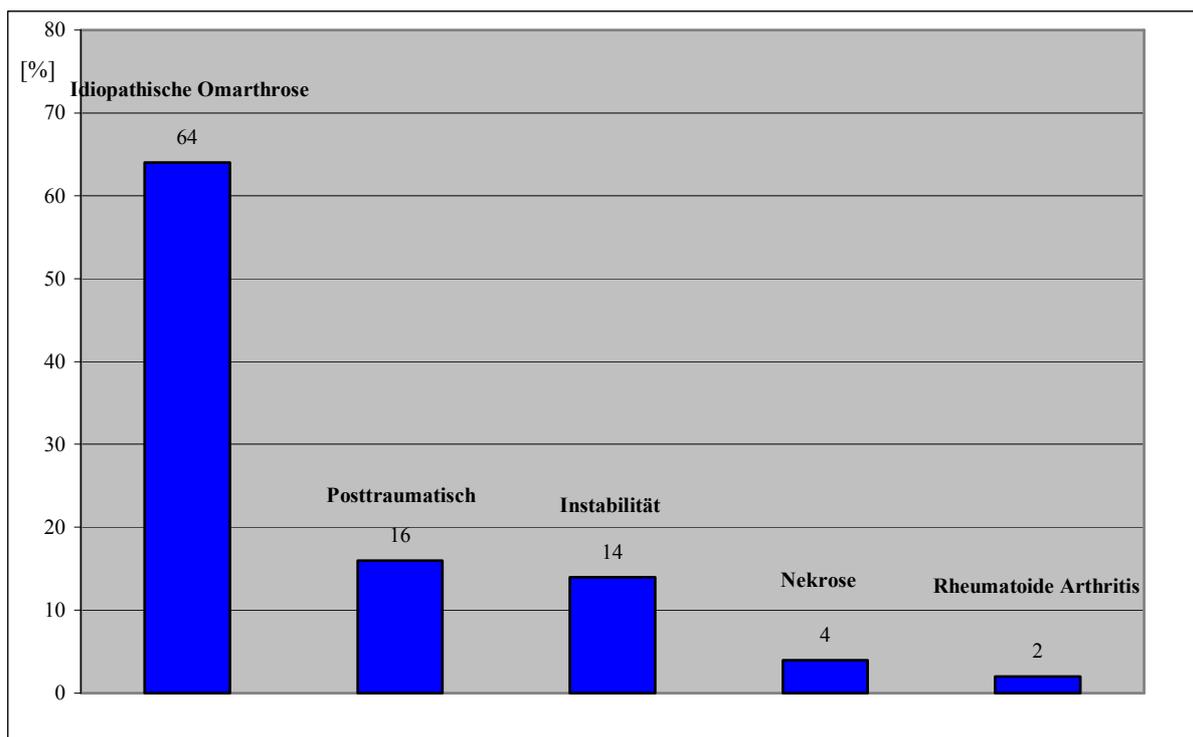


Abbildung 3-1: Indikationen zum endoprothetischem Schultergelenkersatz, Angaben in Prozent (v.l.n.r.): idiopathische Omarthrose (64%), posttraumatische Arthrose (16%), Instabilitätsarthrose (14%), Humeruskopfnekrose (4%) und die rheumatoide Arthritis (2%).

Die Erhebung der Daten erfolgte mit der Hilfe eines prospektiven Nachuntersuchungsprotokolls. Hierbei wurden wie im Anhang (Anhang 1) dargestellt alle Nachuntersuchungsintervalle und Untersuchungsergebnisse dokumentiert.

3.2.OPERATIONSTECHNIK

Die Lagerung erfolgt halbsitzend mit ca. 45° aufgerichtetem Oberkörper in der sog. Beach-Chair-Position mit Beistelltisch (Abb. 3-2). Nach steriler und zirkulärer Abdeckung folgt die Einzeichnung der knöchernen Landmarken sowie der geplanten Schnitfführung für den deltoideo-pectoralen Zugang (Abb. 3-3).

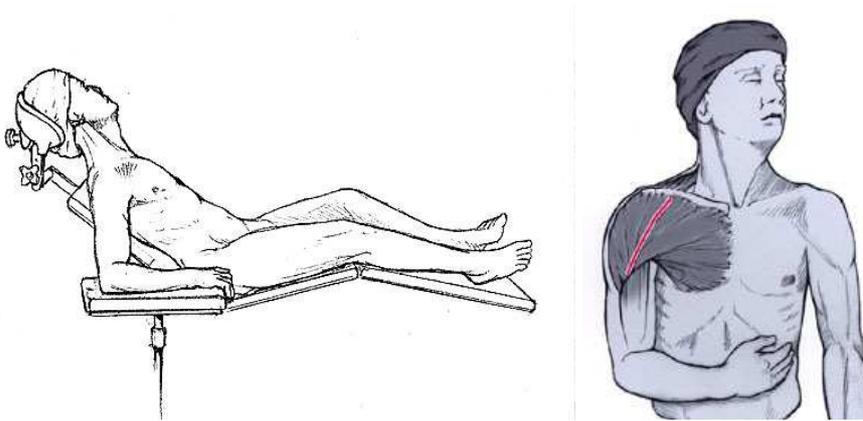


Abb. 3-2: Links: Lagerung des Patienten in der Beach-Chair-Position mit sterilem abgedecktem Beistelltisch.

Abb. 3-3: Rechts: Deltoideo-pectoraler Zugang

Neben der Allgemeinnarkose (Intubationsnarkose - ITN) wurde eine Plexusanästhesie (Winnie-Block) durchgeführt und für ca. 48 Stunden zur postoperativen Schmerztherapie belassen. Mit Narkoseeinleitung erfolgt eine perioperative Antibiotikaphylaxe mit einem Cephalosporin und einem Aminoglycosid- Antibiotikum für 24 Stunden.

Entsprechend der eingezeichneten knöchernen Landmarken erfolgt die Schnitfführung in einer geraden Linie bei 30° Abduktion und Neutralrotation. Die Inzision mit ca. 15 cm Länge verläuft beginnend am lateralen Drittel der Klavikula, über die Spitze des Processus coracoideus bis zum Humerusschaft auf Höhe des Ansatzes des M. deltoideus. Als nächstes wird die Vena cephalica in der Mohrenheimschen Grube (Fossa infraclavicularis) aufgesucht und der Sulcus deltoideopectoralis von proximal nach distal präpariert. Im Weiteren werden die Vena cephalica und der M. deltoideus nach lateral und der M. pectoralis nach medial gehalten. Unter Schonung der in der Tiefe verlaufenden langen Bizepssehne werden die oberen 2-3 cm des Ansatzes des M. pectoralis major scharf an der Crista humeri abgetrennt und mit Haltefäden markiert. Als nächstes folgt die Spaltung der klavipektoralen Faszie entlang dem lateralen Verlauf der gemeinsamen Sehne des M. biceps brachii caput breve und des M. coracobrachialis. Die Präparation erfolgt bis zum Ligamentum coracoacromiale, welches bei sehr kontrakten Verhältnissen partiell inzidiert werden kann. Die beiden Mm. biceps brachii caput breve und coracobrachialis werden stumpf digital nach medial Präpariert. Dadurch wird der Nervus musculocutaneus welcher in den M. coracobrachialis eintritt geschont. Als nächstes wird der M. subscapularis dargestellt mit dem im kaudalen Drittel verlaufenden Gefäßbündel der Arteria und Vena circumflexae humeri anteriores. Palpatorische Kontrolle des Nervus axillaris, welcher in der Tiefe über den Musculus subscapularis und über der distalen Gelenkkapsel durch die laterale Achsellücke zieht (Abb. 3-4). Für die Ablösung der Subskapularissehne bestehen in Abhängigkeit von der passiven Außenrotationsfähigkeit zwei Vorgehensweisen. Bei nur geringem Außenrotationsdefizit (ARO >20°) erfolgt die Ablösung 5–10 mm medial ihres Ansatzes am Tuberculum minus.

Liegt jedoch eine Außenrotationskontraktur (ARO 0-20°) wird eine direkte Ablösung der Subskapularissehne vom Tuberculum minus durchgeführt, um durch eine spätere Medialisierung des Sehnenansatzes zusätzliche Länge zu gewinnen [33]. Die weitere Mobilisierung der Subskapularissehne wird durch eine 360°-Umschneidung in der Technik nach Matsen, mit juxtaglenoidaler Kapsulotomie und subperiostaler Ablösung vom Scapula-hals, ermöglicht [14].

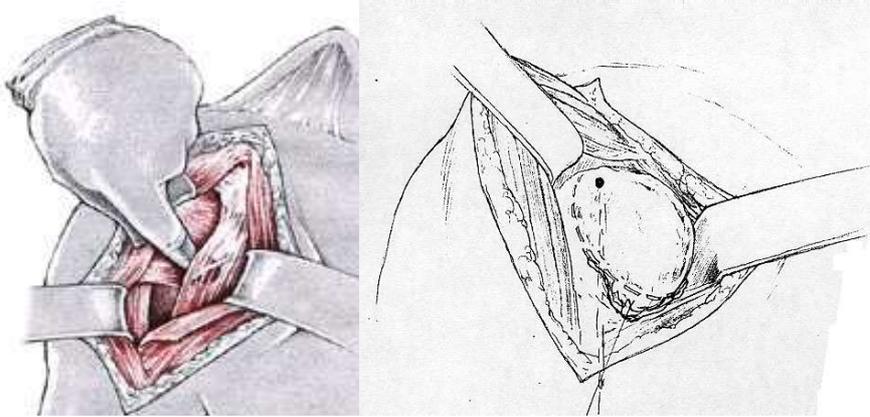


Abb. 3-4: Links: Stumpfe Präparation und Aufsuchen des N. axilaris.
Abb. 3-5: Rechts: Humeruskopfexposition und Planung der Resektionsebene.

Nach nun sorgfältiger Präparation wird der Humeruskopf unter vorsichtiger Außenrotation, Adduktion und Extension luxiert. Nach Abtragung von Osteophyten erfolgt die Resektion des Humeruskopfes am Collum anatomicum. Für die Resektion wird zusätzlich eine Resektionsschablone zur Einstellung der Inklination entsprechend dem anatomischen Hals, sowie der Retrotorsion von ca. 25-30° verwendet. Hierbei werden Kirschner- Drähte zur Hilfe genommen welche die Resektionsebene schienen und ein Abkippen beim resezieren der Kalotte nach dorsal und einen folglich zu großen Retrotorsionswinkel verhindern. Die Eröffnung des Markraumes erfolgt mit der Rundraspel wenige Millimeter unterhalb des höchsten Punktes der Resektionsebene (Abb. 3-6). Die weitere Präparation des Markkanals und Halsbereich erfolgt mit Hilfe einer Führungslehre mit den Geradschaftraspeln mit Finne (Abb. 3-7). Zur Kontrolle der Schaftposition wird eine Probeprotthese verwendet.

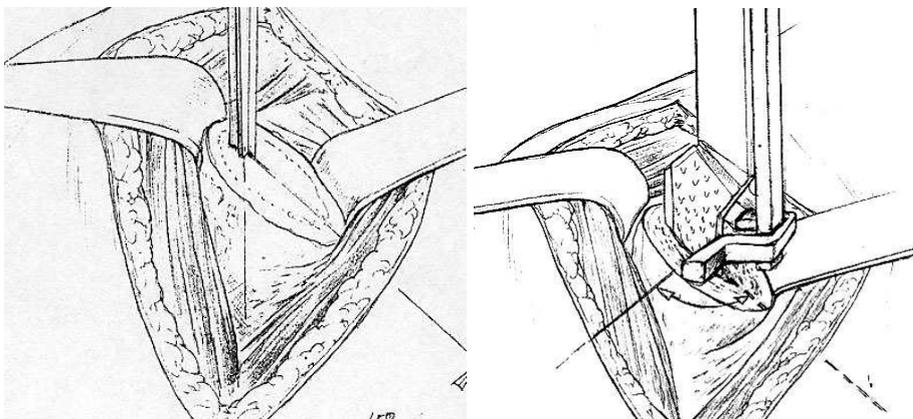


Abb. 3-6: Links: Eröffnung des Markraumes erfolgt mit der Rundraspel.
Abb. 3-7: Rechts: Markraumpräparation mit Rafelführung

Anschließend erfolgt die Implantation der Humeruskopfprothese. Die Prothese findet beim Implantieren automatisch den richtigen Inklinationswinkel sobald der Kalottenträger der Resektionsfläche plan aufliegt.

Zur Auswahl einer Probierkalotte wird die resezierte Humeruskalotte vermessen und auf eine gute Kongruenz mit der Resektionsfläche geachtet.

Mit einer geeigneten Probierkalotte folgt eine Reposition zur Prüfung des Gelenkspiels sowie der Luxationsneigung. Für die anschließende glenoidale Phase wird die Probierkalotte entfernt und ein Resektionsschoner aufgesetzt.

Nach weiterer Präparation zur Darstellung der Pfanne, wird mittels Kürettage der gesamte Gelenkknorpel mit einem scharfem Löffel entfernt. Die nun freiliegende subchondrale Schicht wird inspiziert und mit der Motorfräse für das „metal-back“ präpariert. Bei dorsalen Pfannendefekten, welche mit einer späherischen Fräsung nicht ausgeglichen werden können, besteht die Möglichkeit einer Spanplastik mittels Knochenspan aus dem resezierten Humeruskopf zur dorsalen Pfannenaugmentation [28].

Für die Zylinderhohlschraube wird mit Hilfe der Schablone ein Gewinde vorgeschritten (Abb. 3-8).

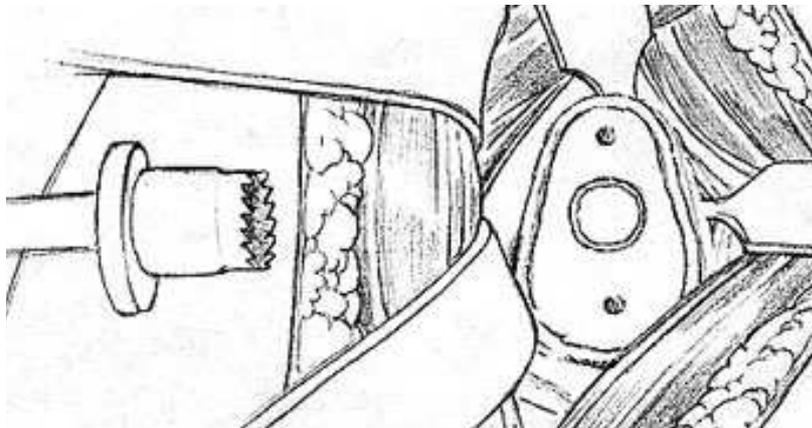


Abb. 3-8: Vorschneidung des kortikalen Pfannenlagers zur Aufnahme der Hohlschraube.

Nach Spülung der debridierten Gelenkfläche wird die Titanpfanne mit den beiden Fixationsstiften mit dem Setz-Instrument eingesetzt und impaktiert. Anschließend wird die Zylinderhohlschraube durch die Aussparung der Titanpfanne eingeführt und als selbstschneidende Schraube absolut fest und bündig gegen das Pfannenlager verschraubt. Hierdurch kommt es zu einer absolut stabilen Primärfestigkeit der Titanpfanne. Im Weiteren wird nach Einsetzen der Polyethylenkomponente die definitive Chrom-Kobalt-Kalotte auf der Humeruskomponente impaktiert. Die Subskapularisrefixation erfolgt nun in Abhängigkeit des präoperativen Außenrotationsdefizites. Abschließend wird vor dem schrittweisen Wundverschluss das „joint-play“ und die Luxationstendenz erneut geprüft.

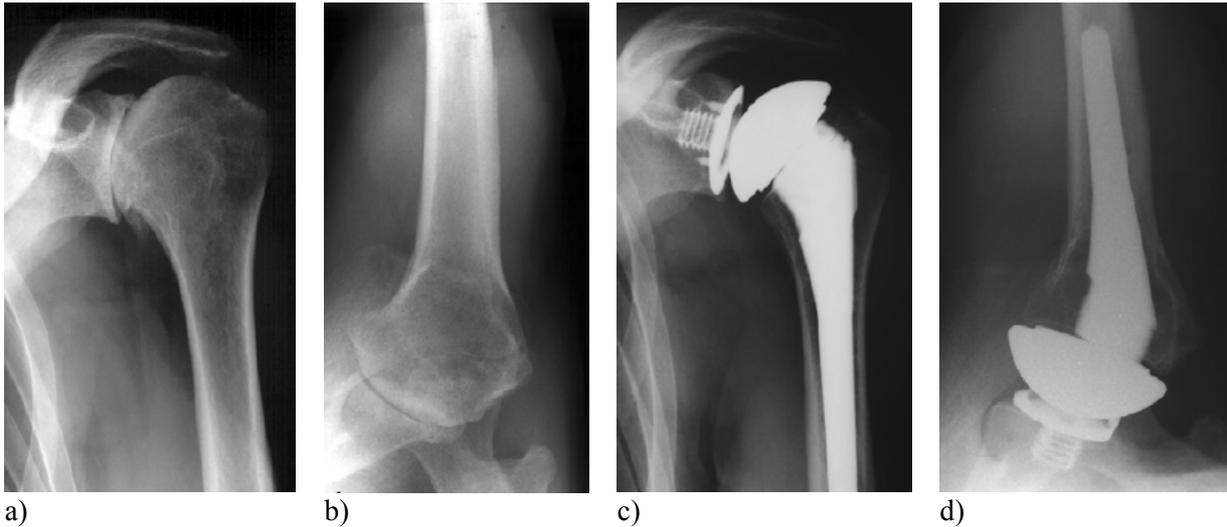


Abb. 3-9: a) A.p. Aufnahme bei Omarthrose b) Axiale Aufnahme bei Omarthrose c) A.p. Aufnahme nach Implantation einer zementfreien Totalendoprothese Typ Univers d) Axiale Aufnahme nach Implantation.

3.3. POSTOPERATIVE BEHANDLUNG

Die Nachbehandlung wird bereits am ersten postoperativen Tag begonnen und nach einem einheitlichen, im Folgenden dargestellten Schema durchgeführt:

Die primäre Ruhigstellung erfolgte für 48 Stunden in Gilchristbandage mit anschließender Anlage eines Abduktionskissens mit ca. 20° Abduktion für 2 Wochen. Die frühfunktionelle Nachbehandlung beginnt ab dem ersten postoperativen Tag. Hierbei werden unter absoluter Schmerzfreiheit rein passive Bewegungen mit Flexion/Abduktion/ARO limitiert auf 30°-30°-0° durchgeführt. Darüber hinaus manuelle Therapie Stufe I und Einsatz des Schlingentisch. Die IRO erfolgt passiv schmerzfrei vor die Oberkörperlängsachse. Weitere Übungen erfolgen mittels Scapulapattern aus Seitlage und detonisierende Maßnahmen wie z. B. funktionelle Weichteilbehandlung für M. pectoralis major, M. levator scapulae, M. trapezius und M. biceps brachii. Ab der 3. Woche Erweiterung der passiven-assistiven Bewegungsausmaße unter Schmerzfreiheit auf Flexion/Abduktion/ARO - 60°-60°-0°. Steigerung der Schlingentischarbeit ohne Schwerkrafteinwirkung. Die IRO wird weiter passiv vor der Oberkörperlängsachse ohne Widerstand geübt. Die Scapulafixatoren werden beübt: M. serratus anterior, M. rhomboidei und Pars descendens M. trapezius. Bewegungsbäder werden vorsichtig begonnen. Ab der 5. Woche wird die aktiv-assistive Bewegung für die Flexion/Abduktion/ARO unter Schmerzfreiheit nun limitiert auf 90°-90°-0°. Die IRO erfolgt aktiv-assistiv vor der Oberkörperlängsachse ohne Widerstand. Darüber hinaus erfolgt der Einsatz von PNF (Propriozeptive Neuromuskuläre Fazilitation).

Ab der 7. Woche werden die Bewegungen allmählich freigegeben. Die freie Flexion und Rotation wird erarbeitet. Der Führungswiderstand wird dosiert gesteigert. Es wird nun begonnen Bewegungen gegen die Schwerkraft ohne Widerstand durchzuführen. Nun auch Beginn mit konzentrischem Training der Rotatorenmanschette und des Deltoideus. Exzentrisches Training gegen Widerstand mit langen Hebeln wird vermieden. Nach Erreichen der freien Beweglichkeit wird die Belastung in allen Ebenen dosiert gesteigert. Ab der 12. Woche wird die Belastung weiter gesteigert mit Training der rumpf- und intrascapulären Muskulatur. Der Vierfüßlerstand (M. serratus anterior) sowie der M. biceps und trizeps brachii werden zur Humeruskopfzentrierung auftrainiert. Weiter auch Training der

Rotatorenmanschette und Koordinationsübungen mit PNF, rhythmische Stabilisation, FBL und Schultergürtelkontrolle.

Anzumerken bleibt, dass die Zeitangaben als grobe Orientierung gedacht sind und nicht zu einer forcierten Behandlung anregen sollen. Es müssen immer die individuellen Möglichkeiten des Patienten und eine Schmerzfreiheit beachtet werden!

3.4.UNTERSUCHUNGEN

3.4.1. Klinische Untersuchung

Die klinische Untersuchung umfasst sowohl die passiven und aktiven Bewegungsausmaße und wurden bei entkleideten Oberkörper durchgeführt. Neben dem Bewegungsausmaß wurden beide Schultergelenke inspektorisch und palpatorisch auf Asymmetrien, sichtbaren Muskelatrophien und Reizungen der Gelenke oder der Narbe hinsichtlich Schwellung, Rötung und Übererwärmung geprüft.

Darüber hinaus erfolgt die routinemäßige Beurteilung der Stabilität und Zustand der Rotatorenmanschette.

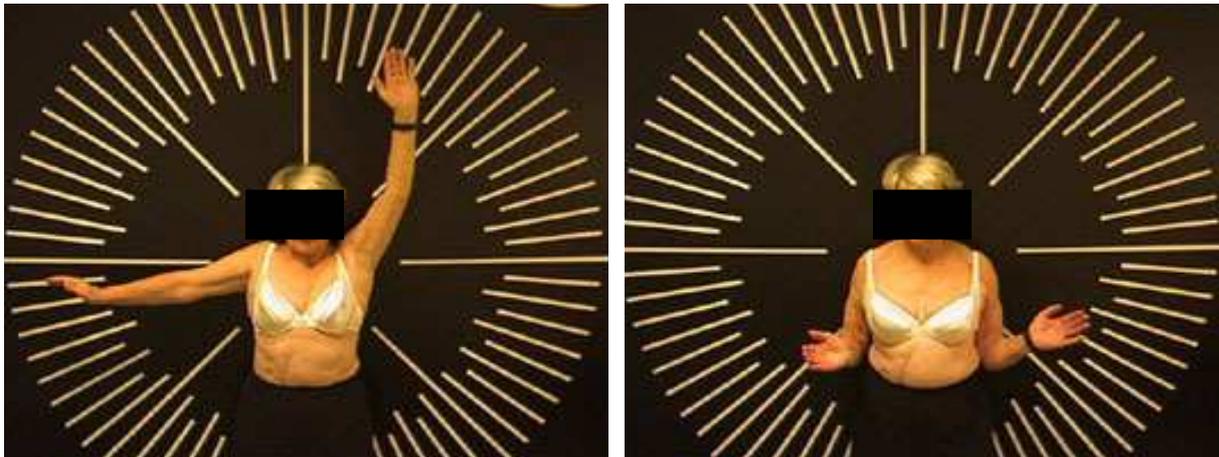


Abb. 3-10: Klinische Untersuchung der Bewegungsausmaße an der Gradwand.

3.4.2. Algofunktionaler Schultertest nach Constant & Murley

Die klinischen Ergebnisse wurden entsprechend dem 1987 vorgestellten Score nach Constant & Murley [15] dokumentiert und ausgewertet. Dieser hier im Weiteren als Constant-Score bezeichnete Test berücksichtigt die Parameter Schmerz, tägliche Aktivitäten, Bewegungsausmaß und Kraft (Anhang 2). Die Gesamtpunktzahl wurde zusätzlich zur weiteren Einschätzung zum Patientenalter und Geschlecht korreliert, da theoretisch nur ein 25-jähriger einen Score von 100 Punkten erreichen kann. Hierfür wurde die Umrechnungstabelle von Constant (Tabelle 3-1) verwendet.

Alter in Jahren	Männlich	Weiblich
21-30	98	97
31-40	93	90
41-50	92	80
51-60	90	73
61-70	83	70
71-80	75	69
81-90	66	64
91-100	56	52

Tabelle 3-1: Umrechnungstabelle für den alters- und geschlechtskorrelierten Constant Score [16].

Für die Berechnung wird die Gesamtpunktzahl vom Constant Score durch den abgelesenen Wert aus der Tabelle dividiert und das Ergebnis mit 100 multipliziert.

Rechenbeispiel für eine 52-jährige Frau mit einer Gesamtpunktzahl von 64 Punkten und einem abgelesenen Wert aus Tabelle 3-1 von 73: $64/73 \times 100 = 87,7\%$.

3.4.3. Radiologische Diagnostik

Die radiologische Auswertung beinhaltet die präoperativ durchgeführten Röntgenaufnahmen, die Aufnahmen 2 Tage nach OP sowie minimal die 12 Monats-Kontrolle. Die standardisiert durchgeführten Röntgenkontrollen erfolgten in den Einstellungen „true-a.p.“, axial und der Skapulatangentialaufnahme („y-view“). Um eine Überlagerung von Kopf und Pfanne zu verhindern liegt bei der anterior- posterior Aufnahme die Skapula der Röntgenplatte an und die Gegenseite wird um ca. 30° nach vorne gedreht (Abb. 3-11). Dies macht eine Überlagerungsfreie Projektion von Kopf und Pfanne möglich und erlaubt eine Beurteilung des Gelenkspaltes. Diese Aufnahmetechnik wird im Allgemeinen als „true a.p.“- Projektion bezeichnet. Darüber hinaus sollte der zentrale Strahlengang um 20° kraniokaudal gesenkt werden, um das Schulterdach einsehen zu können. Der Arm wird bei der Standardprojektion leicht außenrotiert gehalten. Damit wird das Tuberkulum majus lateral konturbildend.

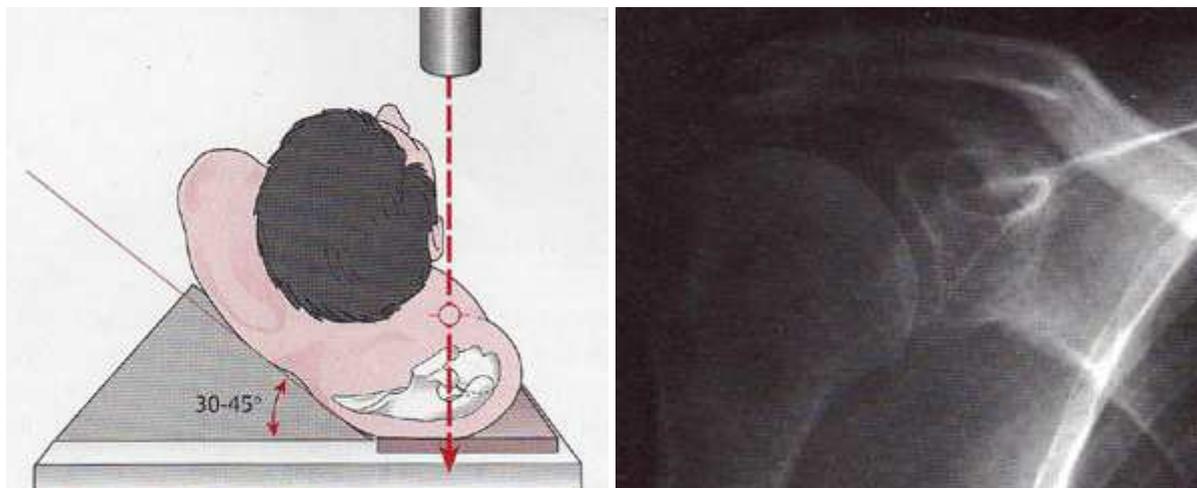


Abb. 3-11: Einstellungsschema für die „true a. p.“- Projektion; aus Echtermeyer, Sangmeister [18].

Für die axiale Röntgenaufnahme der Schulter wird der Arm beim auf dem Rücken liegenden Patienten mäßig außenrotiert und abduziert gehalten. Der Zentralstrahl trifft von kaudal genau in die Axilla (Abb. 3-12). Die Gelenkpfanne und der Humeruskopf werden hierbei in einem rechten Winkel gegenüber der a.p.- Aufnahme dargestellt. Das Tuberculum minus ist hier ventral konturbildend.

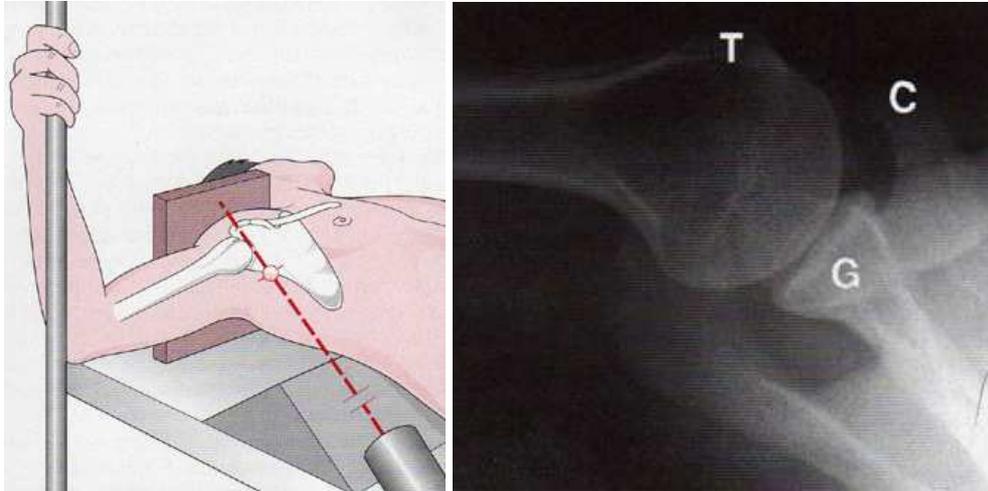


Abb. 3-12: Einstellungsschema für die axiale Aufnahme (T= Tuberkulum minus, C= Processus coracoideus, G= Glenoid); aus Echtermeyer, Sangmeister [18].

Für die Einstellung der Skapulatangentialaufnahme (auch „y-view“) steht der Patient nahezu seitlich zur Röntgenkassette mit einem ventral offenen Winkel von 60° (Abb. 3-13). Hierbei wird die Skapula tangential getroffen und der Corpus scapulae bildet zusammen mit dem Processus coracoideus und dem Akromion ein charakteristisches „Y“. Der Humeruskopf projiziert sich hierbei etwa auf die Kreuzungsstelle der drei „Y“- Schenkel. Etwas kaudal von diesem Schnittpunkt bildet sich die Fläche der Schulterpfanne ab.

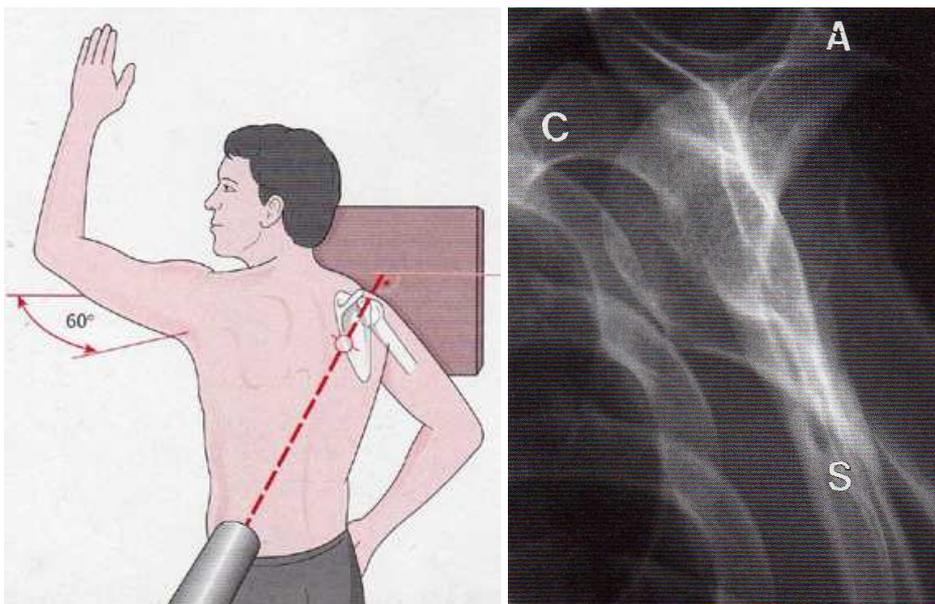


Abb. 3-13: Einstellungsschema für die Skapulatangentialaufnahme im stehen (sog. „y- view“; C= Processus coracoideus, A= Akromion, S= Corpus Scapulae); aus Echtermeyer, Sangmeister [18].

3.4.4. Glenoidaler Inklinationswinkel

Für die Bestimmung des glenoidalen Inklinationswinkel wurde ein optimales Bild in a-p Projektion ohne wesentliche Verkippung der Skapula ausgesucht. Hierzu wurde die Aufnahme 6 Wochen nach OP gewählt. Zunächst wird wie in Abbildung 3-14 a) dargestellt eine senkrechte Linie durch den oberen Glenoidpol konstruiert und im nächsten Schritt eine Verbindungslinie der Glenoidpole angefertigt. Der durch die beiden Linien entstandene Winkel α (siehe auch Abb. 3-14 b) ergibt den glenoidalen Inklinationswinkel. Dieser Winkel entspricht der Pfannenneigung in der Frontalebene und liegt zwischen -5° bis $+5^\circ$. Ein negativer Inklinationswinkel beschreibt damit eine Neigung der Pfanne nach unten (wie in Abb. 3-14). Bei einer kranialen Abnutzung der Gelenkfläche (z. B. bei chronischer Polyarthrit) kommt es zu einer Neigung nach oben mit entsprechender Verschmälerung des Subacromialraumes.

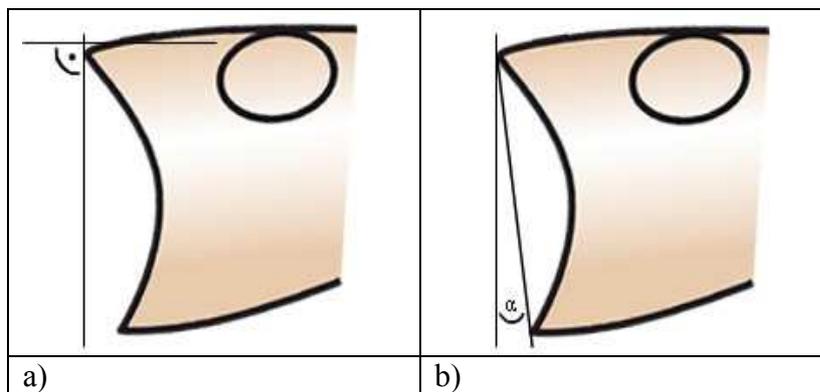


Abb. 3-14 Schematische Darstellung der Konstruktion des glenoidalen Inklinationswinkel in der a. p. Aufnahme.

3.4.5. Klassifikation der Glenoidmorphologie nach Walch

Zur weiteren Einschätzung der Gelenkzerstörung wurde in der Regel auch eine Schnittbilddiagnostik mittels CT oder MRT durchgeführt. Nach *Walch et al* [41] erfolgte die Einteilung der Glenoidmorphologie in fünf Typen (Abb. 3-15).

Bei Typ A zeigt sich ein konzentrischer Glenoidverbrauch. Hierbei werden zwei weitere Unterscheidungen mit Typ A1 bei keinem oder nur geringem zentralem Pfannenverbrauch und Typ A2 mit deutlicher zentraler Pfannenvertiefung mit Kopfprotrusion untergliedert. Bei Typ B liegt ein Glenoid mit exzentrischer Kopfposition bei posteriorer Subluxation vor. Auch hier erfolgt eine Unterteilung in zwei Unterformen mit Typ B1 bei posteriorem Pfannenverbrauch und Typ B2 bei bikonkaver Pfannendeformität. Glenoid Typ C liegt bei dysplastischer Pfanne mit einer Retroversion von mehr als 25° vor.

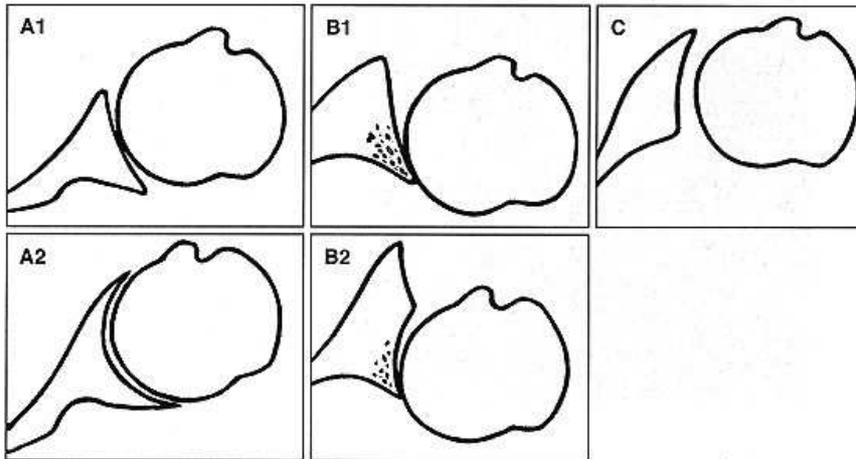


Abb. 3-15 Glenoidmorphologie nach Walch et al. [41]

Anhand der CT oder MRT- Bilder konnten wir in 39 Fällen ein Glenoidtyp ermitteln. Diese verteilten sich auf 6 Patienten mit Typ A1, 6 Patienten mit Typ A2, 11 Patienten mit Typ B1 und den größten Anteil mit 16 Patienten mit B2 Glenoid. Ein Pfannentyp C wurde bei unserem Patientenkollektiv nicht beobachtet.

3.4.6. Zoneneinteilung der Glenoidkomponente

Die Glenoidkomponente wurde in der a.p. Aufnahme in fünf Zonen und in der axialen Aufnahme in drei Zonen eingeteilt. Die Untersuchung erfolgte hinsichtlich einer möglichen Migration sowie Auftreten von Aufhellungslinien (engl. radio lucent lines) (Abb. 3-16).

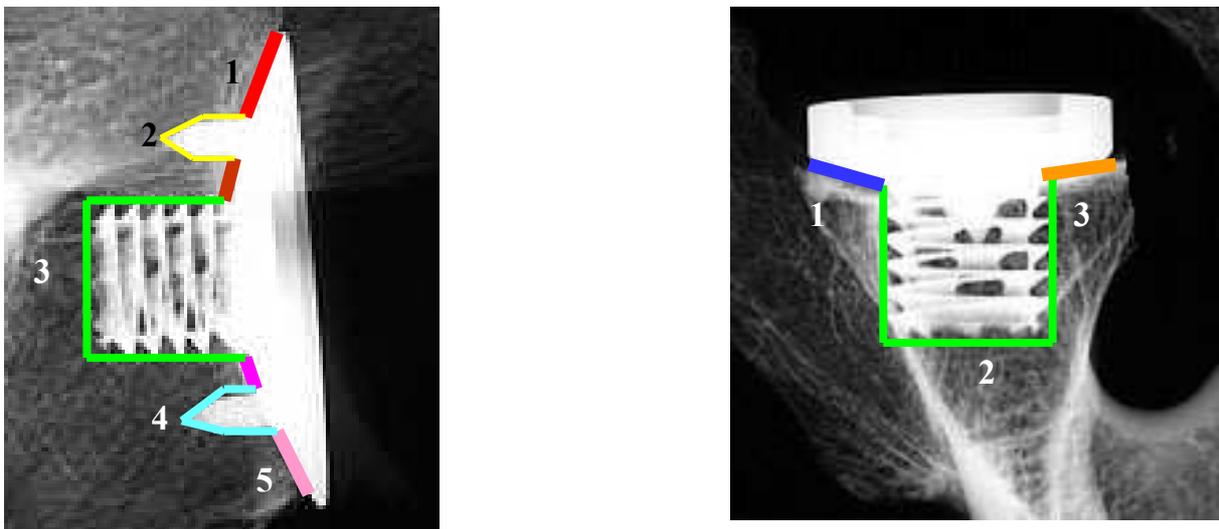


Abb. 3-16: Zoneneinteilung der Glenoidkomponente; links: a.p. Aufnahme mit Zonen 1-5; rechts: axiale Aufnahme mit Zonen 1-3.

In Anlehnung an vorangegangene Arbeiten von *Mole et al* [25], erfolgte die Einteilung der radiologischen Aufhellungslinien in drei Schweregrade mit: Grad 1 (< 1 mm), Grad 2 (zwischen 1 und 2 mm) und Grad 3 (> 2 mm).

Zusätzlich wurde aufgrund dem Auftreten von radiologischen Aufhellungslinien in mehreren Zonen ein radio-lucent line (RLL)- Score bestimmt. Pro Zone gab es für eine < 1 mm messende RLL je einen Punkt, für 1-2 mm zwei Punkte und für > 2mm jeweils 3 Punkte. Da sich bei uns wie im Ergebnis- Teil dargestellt nur in jeweils einer Zone eine radiologischen Aufhellungslinien zeigte wurde keine Einteilung in ein Punktesystem vorgenommen.

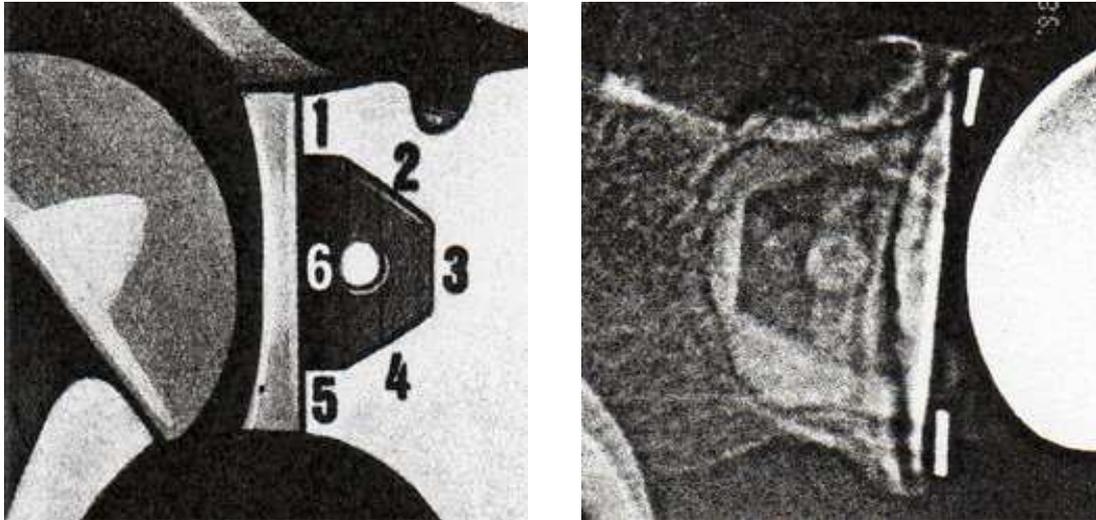


Abb. 3-17: Links: Zoneneinteilung der Glenoidkomponente in der a.p. Aufnahme. Rechts: Radio-lucent line um die komplette Glenoidkomponente aus Mole et al [25].

3.4.7. Höhenposition der Pfanne

Zur Bestimmung der Höhenposition der Pfanne wurden in den AP- Aufnahmen eine Verschiebung nach kranial und kaudal in mm ausgemessen (siehe auch Abb. 3-18). Für einen Überstand der Prothese in kranialer Richtung wurde ein positives Vorzeichen verwendet (Pfeil 1 in Abb. 3-18). Steht der Oberrand der Prothese kranial unter der oberen Knochengrenze so wurde ein negatives Vorzeichen verwendet (Pfeil 3 in Abb. 3-18). Entsprechend wurde für den Prothesenunterrand bei Überstand unter dem Knochen ein positives Vorzeichen (Pfeil 4 in Abb. 3-18) und bei Prothesenunterkante unter dem Knochenunterrand ein negatives Vorzeichen verwendet (Pfeil 2 in Abb. 3-18). Ein signifikanter Hochstand wurde dabei ab + 4 mm kranial und/oder – 4mm kaudal definiert. Ein Tiefstand entsprechend ab -4 mm kranial und/oder +4mm kaudal.

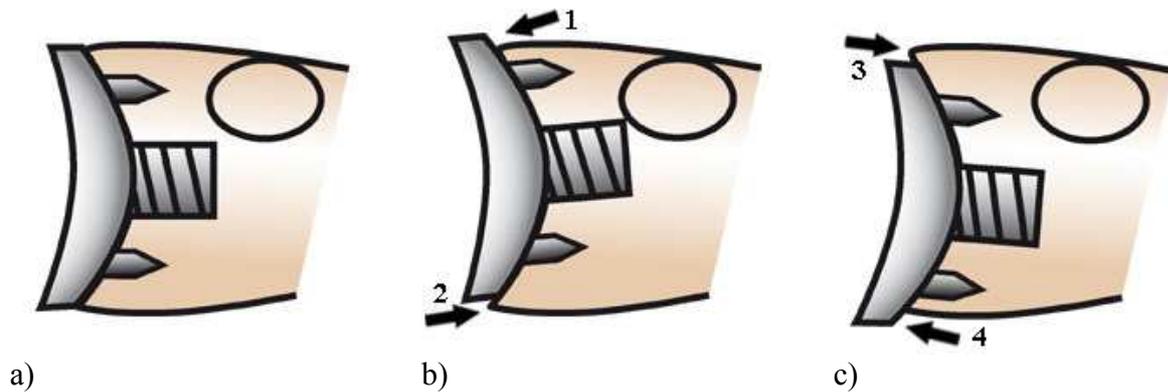


Abb. 3-18 Schematische Darstellung der Höhenposition der Pfanne. a) Normale Pfannenposition b) Hohe Pfannenposition c) Niedrige Pfannenposition. Pfeile: Ausmessung der Abweichung in mm; Pfeil 1 und 4: Positives Vorzeichen für Überstand der Prothese über Knochenrand; Pfeil 2 und 3: Negatives Vorzeichen: Knochenrand ragt über Prothesenende.

3.4.8. Humeruskopfposition

Für die Beurteilung der Humeruskopfposition wurden die Röntgenbilder in a. p.- Projektion, die axiale und Skapulatangentialaufnahme ausgewertet. Die Einstelltechniken sind bereits im Kapitel 3.4.3. erläutert worden. Abbildung 3-19 zeigt mögliche Hilfslinien für die Beurteilung der Kopfposition. Die Abbildung 3-19a zeigt eine a. p.- Aufnahme mit Darstellung einer Linie entlang der unteren Corticalislinie der Scapula und des medialen Humerus. Diese Linie bildet bei guter Humeruskopfposition einen harmonischen Bogen (Pfeil in Abb. 3-19a). Zusätzlich kann in der gleichen Aufnahme eine gerade Linie durch das Zentrum des Glenoids konstruiert werden, welche im Verhältnis zum Humeruskopf beurteilt wird (gerade Linie in Abb. 3-19a). Die gleiche Linie wurde in Abbildung 3-19b für die axiale Aufnahme eingezeichnet. Darüberhinaus kann die Skapultangentialaufnahme (Abb. 3-19c) zur Beurteilung der Kopfposition herangezogen werden. In Abbildung 3-19c wurde hierbei das charakteristische Y, welches sich durch das Akromion (A), Coracoid (C) und den Corpus Scapulea (S) bildet eingezeichnet. Der Humeruskopf projiziert sich bei guter Position zwischen Akromion und Coracoid wobei sich die Kopfmitte etwa auf den Schnittpunkt des Y abbildet. Eine anteriore Subluxation würde die Kopfmitte weiter Richtung Coracoid projizieren und eine mögliche Subscapularisinsuffizienz anzeigen.

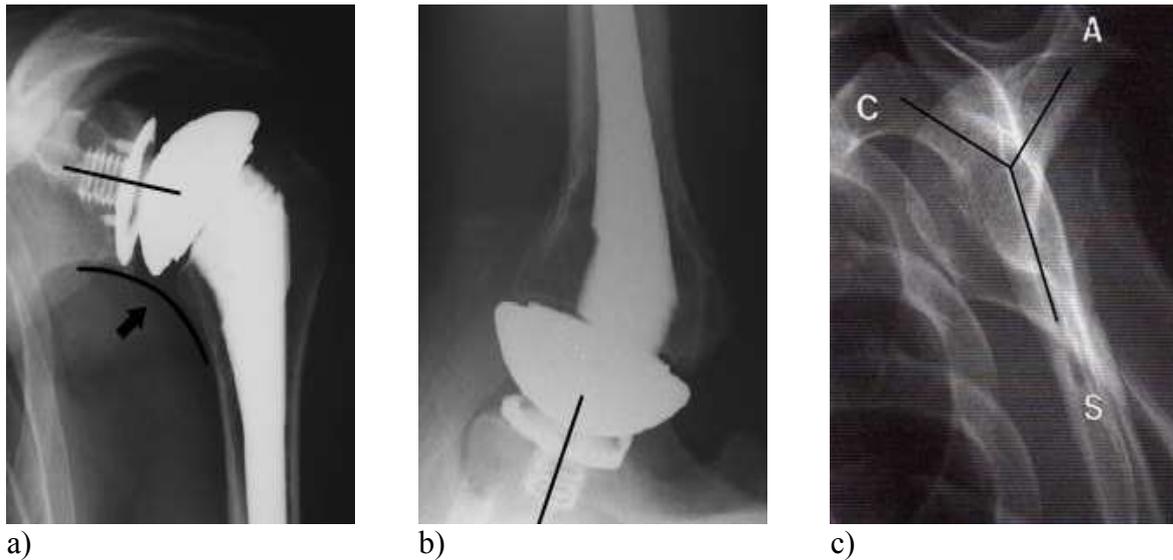


Abb. 3-19 Hilfslinien zur Beurteilung der Humeruskopfposition; a) a. p.- Aufnahme; b) axiale und c) Skapulatangentialaufnahme. Konstruktionsbeschreibung im Text.

3.5.STATISTISCHE AUSWERTUNG

Für die Datenerfassung und Auswertung wurden die numerisch codierten Daten mit dem Datenverwaltungsprogramm SPSS[®] für Windows verwaltet.

Die Untersuchung der metrischen Daten wie z.B. der Ergebnisse im Constant Score oder der Bewegungsausmaße erfolgte jeweils mit einem t-Test für gepaarte Stichproben.

Für kleinere Umfänge wurde der Wilcoxon Rangsummen- Test für verbundene Stichproben verwendet. Beim Vergleich der Ergebnisse unterschiedlicher Gruppen wurde der Mann-Whitney-U-Test für unverbundene Stichproben angewandt. Als Signifikanzniveau wurde für alle Analysen ein p-Wert von < 0.05 festgelegt.

Aufgrund der Gruppeneinteilungen mit niedrigen Fallzahlen wurde für einen p- Wert zwischen 0.09 - 0.05 ein Trend zur Verbesserung / Verschlechterung angegeben.

4. ERGEBNISSE

4.1. FUNKTIONELLE ERGEBNISSE

4.1.1. Verlaufsanalyse aller Studienteilnehmer

4.1.1.1. Klinische Untersuchung

In der Gesamtgruppe besserte sich die aktive Abduktion im Schultergelenk im Mittelwert von präoperativ 67,5° (range, 0°-120°) um 89% auf durchschnittlich 127,6° (range, 30°-180°) in der Nachuntersuchung. Auch in der aktiven Flexion konnte eine Verbesserung von 91,5° (range, 10°-160°) um 57 % auf 143,3° (range, 30°-180°) beobachtet werden. Für die Außenrotation zeigte sich eine Zunahme von 14,9° (range, -20°-50°) um 175% auf 41° postoperativ (Abb. 4-1). Für alle Bewegungsausmaße war eine signifikante Zunahme festzustellen ($p < 0,0001$).

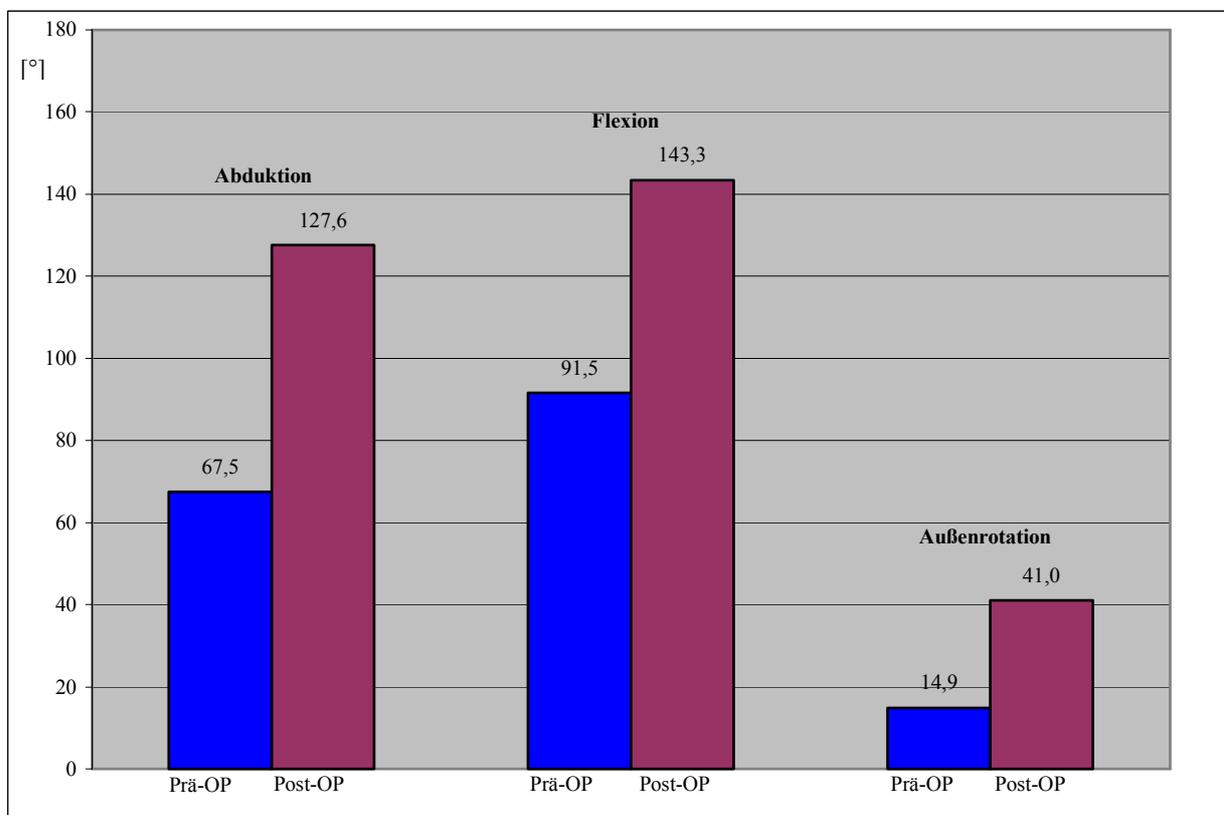


Abb. 4-1: Entwicklung der postoperativen Bewegungsausmaße für Abduktion, Flexion und Außenrotation.

4.1.1.2. Constant Score

Die Betrachtung der Gesamtergebnisse des Constant Score zeigt eine signifikante Zunahme von 33,3 Punkten vor der Operation auf 67,3 Punkte ($p < 0,0001$). Im alters- und geschlechtskorrelierten Score zeigt sich ebenfalls eine signifikante Verbesserung von 42,8 % auf 89 % ($p < 0,0001$). Auch die Aufschlüsselung des Constant Score in die vier Einzelkriterien zeigt jeweils eine signifikante Verbesserung der Werte. Im Kriterium Schmerz

kam es zu einer Zunahme von präoperativ 6 Punkten auf 13,8 Punkte ($p < 0,0001$). Die Alltagsaktivitäten verbesserten sich von 8,7 auf 16,7 Punkte ($p < 0,0001$). Die Beweglichkeit besserte sich von 16,3 auf 30,6 Punkte ($p < 0,0001$). Die Bewertung der Kraft entwickelte sich von präoperativ durchschnittlich 2,3 Punkten auf 6,2 Punkte ($p < 0,0001$) (Abb. 4-2).

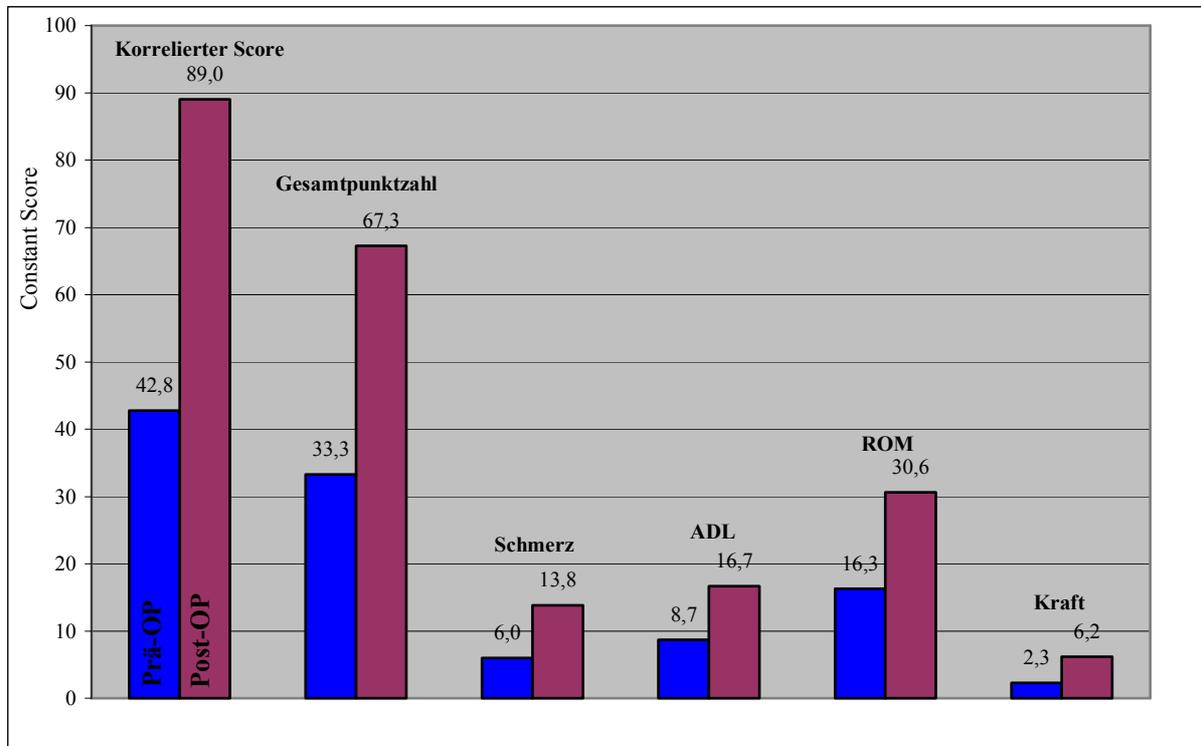


Abb. 4-2: Entwicklung des postoperativen Constant Score. V.l.n.r.: Alters- und Geschlechtskorrelierter Score, Gesamtpunktzahl und die Einzelkriterien mit Schmerz, Alltagsaktivitäten (ADL – Activity of Daily Living), Bewegungsausmaße (ROM – Range Of Movement) und Kraft.

4.1.2. Verlaufsanalyse in Abhängigkeit von der Grunderkrankung

4.1.2.1. Klinische Untersuchung

Wie bereits aufgeführt (Kapitel 3.1.) waren im vorliegendem Patientengut 32 Patienten mit idiopathischer Omarthrose, 8 Patienten mit posttraumatische Arthrose, 7 Patienten mit Instabilitätsarthrose, 2 Patienten mit Humeruskopfnekrose und ein Patient mit rheumatoider Arthritis. Die Analyse der Ergebnisse in Abhängigkeit von der Ätiologie zeigt bei den Patienten mit idiopathischer Omarthrose ($n=32$) eine Zunahme der mittlere Abduktion von $74,1^\circ$ (20° - 120°) auf $128,1^\circ$ (30° - 180°), der Flexion von $91,8^\circ$ (range, 10° - 160°) auf $144,7^\circ$ (range, 30° - 180°) und der mittleren Außenrotation von 16° (range, -10° - 50°) auf $41,4^\circ$ (range, 10° - 80°).

Für die Indikationsgruppe mit einer Instabilitätsarthrose ($n=7$) zeigte sich ebenfalls eine signifikante Zunahme der Bewegungsausmaße; hierunter für die Abduktion von $69,2^\circ$ (range, 40° - 120°) auf 150° (range, 90° - 180°), für die Flexion von 110° (range, 90° - 160°) auf 160° (range, 140° - 180°), sowie für die Außenrotation von 21° (range, -10° - 45°) auf $40,7^\circ$ (range, 20° - 90°). Die Patienten mit posttraumatisch entstandener Arthrose ($n=8$) erzielten eine nichtsignifikante ($p=0,066$) Besserung für die Abduktion von 46° (range, 0° - 90°) auf $105,6^\circ$ (range, 45° - 180°) und für die Flexion ebenfalls nichtsignifikant ($p=0,109$) von 76° (range,

30°-90°) auf 129,4° (range, 45°-180°). Die Ergebnisse für die Außenrotation zeigte sich signifikant ($p=0,039$) gebessert von 1° (range, -20°-15°) auf 39,4° (range, 10°-55°). Aufgeführt werden hier alle Indikationen welche mindestens 5 oder mehr Fälle aufweisen (Abb. 4-3 bis Abb. 4-5).

Innerhalb der verschiedenen Indikationsgruppen konnten keine signifikanten Unterschiede für die Ergebnisse in den Bewegungsausmaßen festgestellt werden (p - Werte jeweils $> 0,05$).

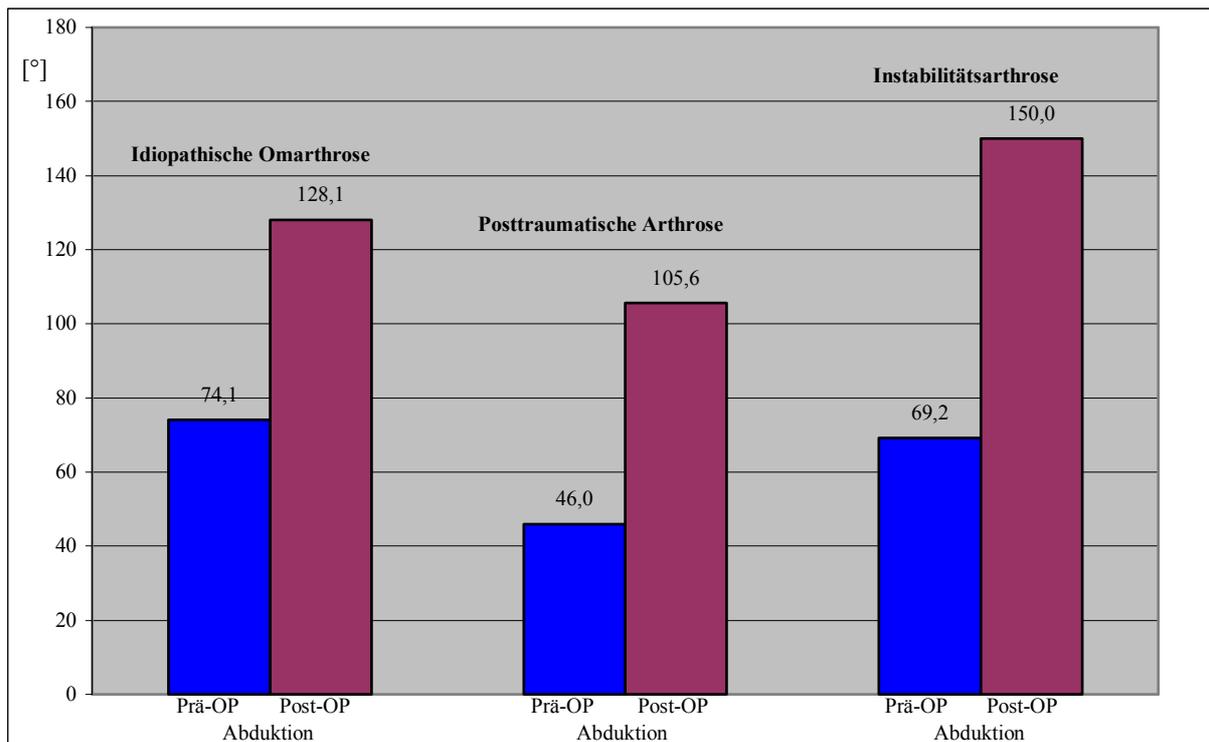


Abb. 4-3: Ergebnisse der Abduktion in Abhängigkeit von der Indikation. Links: Omarthrose (n=32). Mitte: posttraumatische Arthrose (n=8). Rechts: Instabilitätsarthrose (n=7).

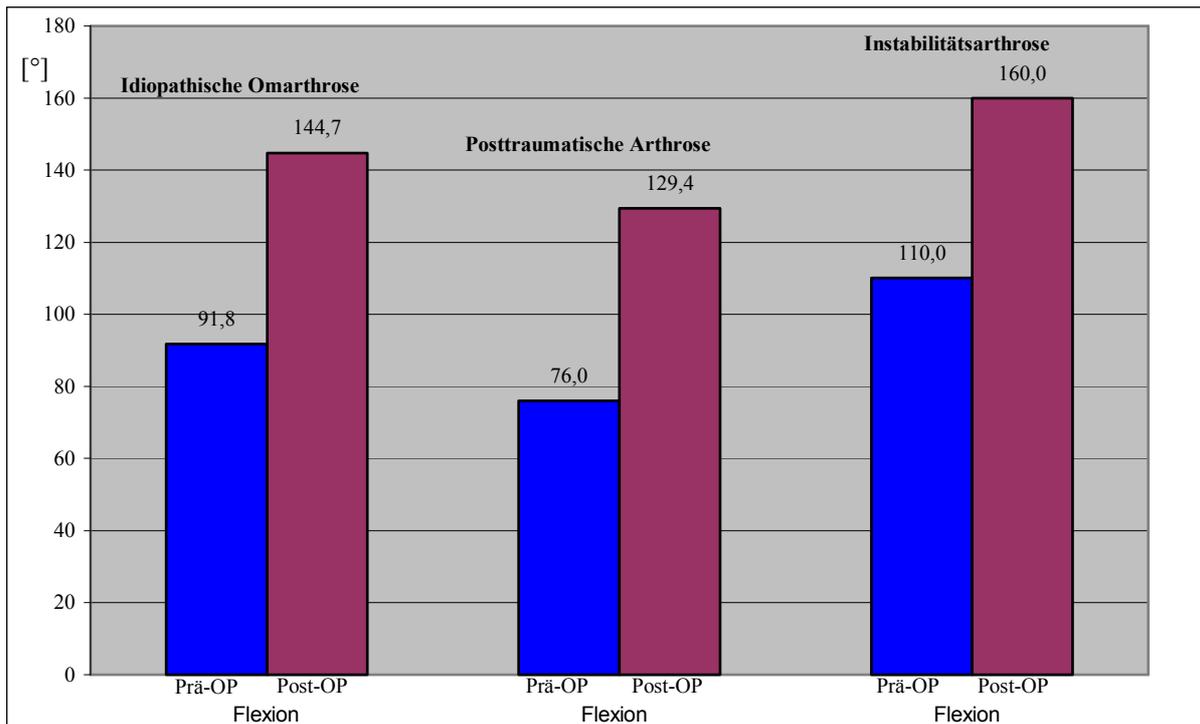


Abb. 4-4: Ergebnisse der Flexion in Abhängigkeit von der Indikation. Links: Omarthrose (n=32). Mitte: posttraumatische Arthrose (n=8). Rechts: Instabilitätsarthrose (n=7).

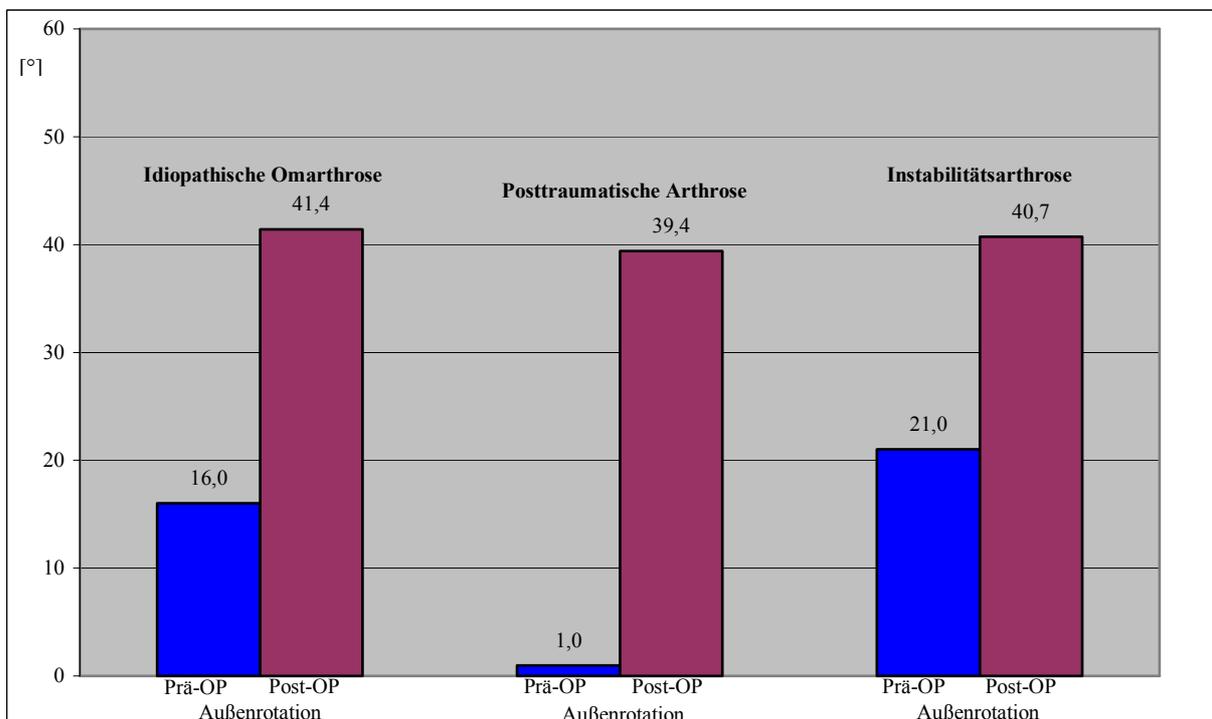


Abb. 4-5: Ergebnisse der Außenrotation in Abhängigkeit von der Indikation. Links: Omarthrose (n=32). Mitte: posttraumatische Arthrose (n=8). Rechts: Instabilitätsarthrose (n=7).

4.1.2.2.Constant Score

Auch in den Ergebnissen im Constant Score zeigte sich für die verschiedenen Indikationsgruppen eine signifikante Zunahme der Werte. In der statistischen Auswertung ergaben sich für die Indikationsgruppen mit idiopathischer Omarthrose im Vergleich zu den Patienten mit Instabilitätsarthrose keine signifikanten Unterschiede.

Vergleich man die Ergebnisse mit den posttraumatischen Patienten zeigten sich für die Patienten mit idiopathischer Omarthrose oder Instabilitätsarthrose signifikant bessere Werte im Constant Score. Im Einzelnen ergab sich im Vergleich zwischen idiopathischer Omarthrose und den posttraumatischen Patienten signifikant bessere Werte in der Gesamtpunktzahl ($p=0,03$), im alters- und geschlechtskorrelierten Score ($p=0,01$) sowie im Einzelkriterium Schmerz ($p=0,04$).

Die Gruppe mit Instabilitätsarthrose zeigte ebenfalls im Vergleich mit den posttraumatischen Arthrosen signifikant bessere Ergebnisse für die Gesamtpunktzahl ($p=0,024$), dem alters- und geschlechtskorrelierten Score ($p=0,037$) sowie im Einzelkriterium Bewegungsausmaß ($p=0,019$). Siehe auch Abbildungen 4-6 bis 4-11.

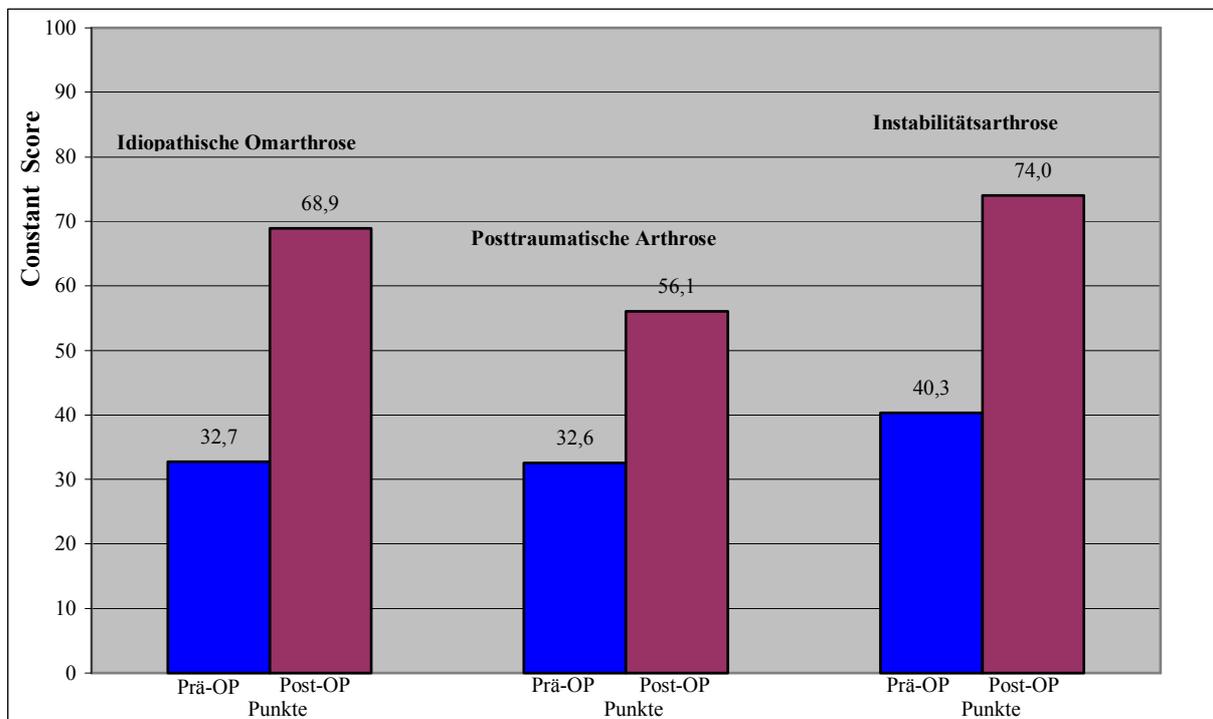


Abb. 4-6: Ergebnisse im Constant Score (Punkte) in Abhängigkeit von der Indikation. Links: Omarthrose (n=32). Mitte: posttraumatische Arthrose (n=8). Rechts: Instabilitätsarthrose (n=7).

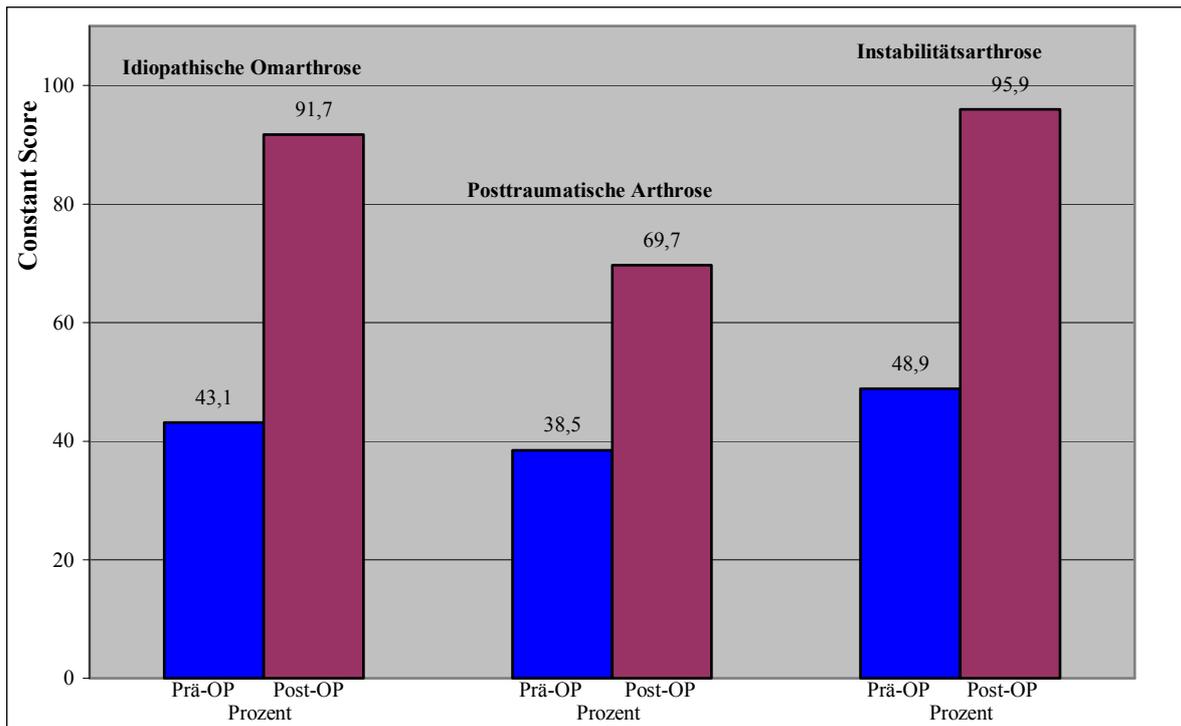


Abb. 4-7: Ergebnisse im alters- und geschlechtskorrelierten Constant Score (%) in Abhängigkeit von der Indikation. Links: Omarthrose (n=32). Mitte: posttraumatische Arthrose (n=8). Rechts: Instabilitätsarthrose (n=7).

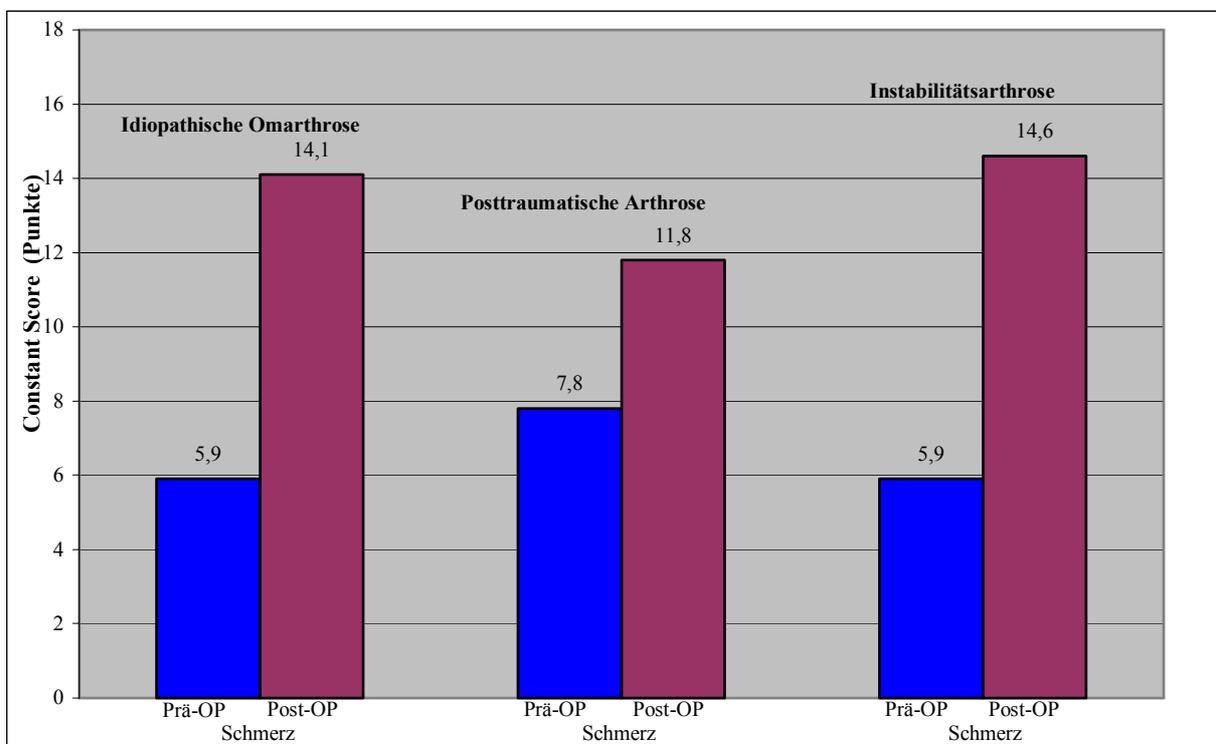


Abb. 4-8: Ergebnisse im Kriterium Schmerz in Abhängigkeit von der Indikation. Links: Omarthrose (n=32). Mitte: posttraumatische Arthrose (n=8). Rechts: Instabilitätsarthrose (n=7).

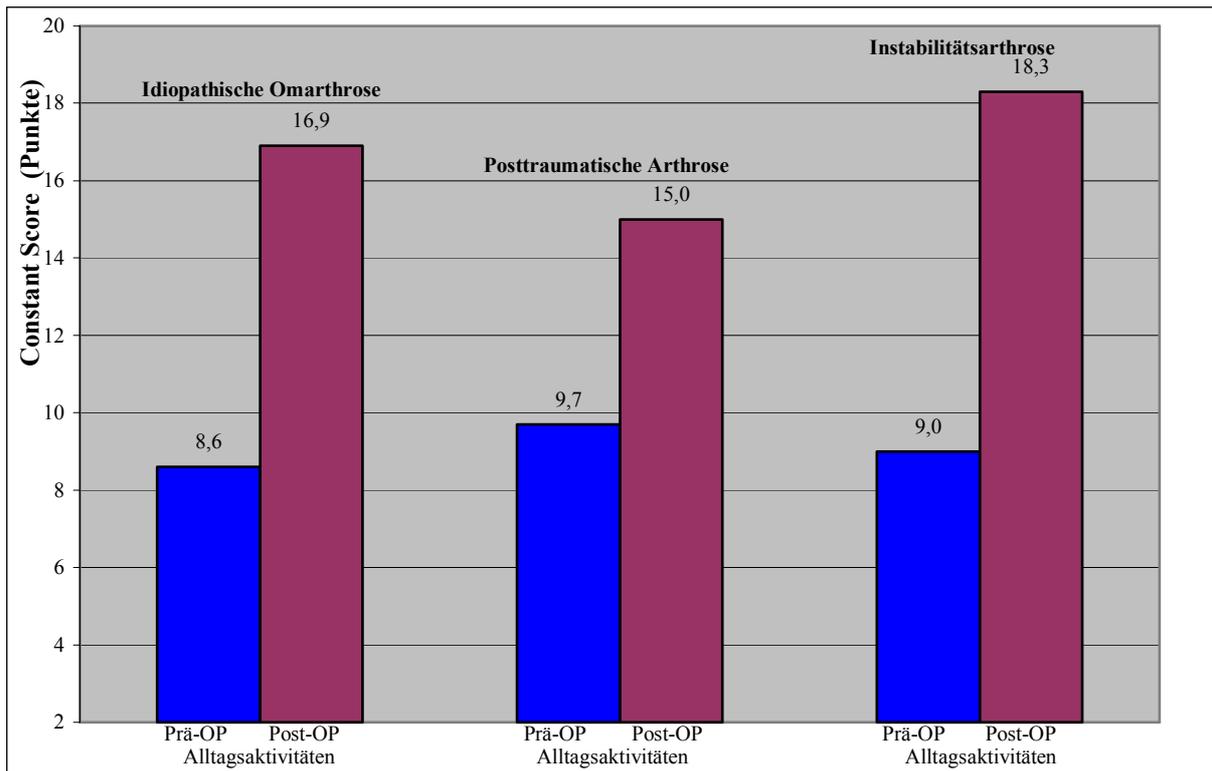


Abb. 4-9: Ergebnisse im Kriterium Alltagsaktivitäten in Abhängigkeit von der Indikation. Links: Omarthrose (n=32). Mitte: posttraumatische Arthrose (n=8). Rechts: Instabilitätsarthrose (n=7).

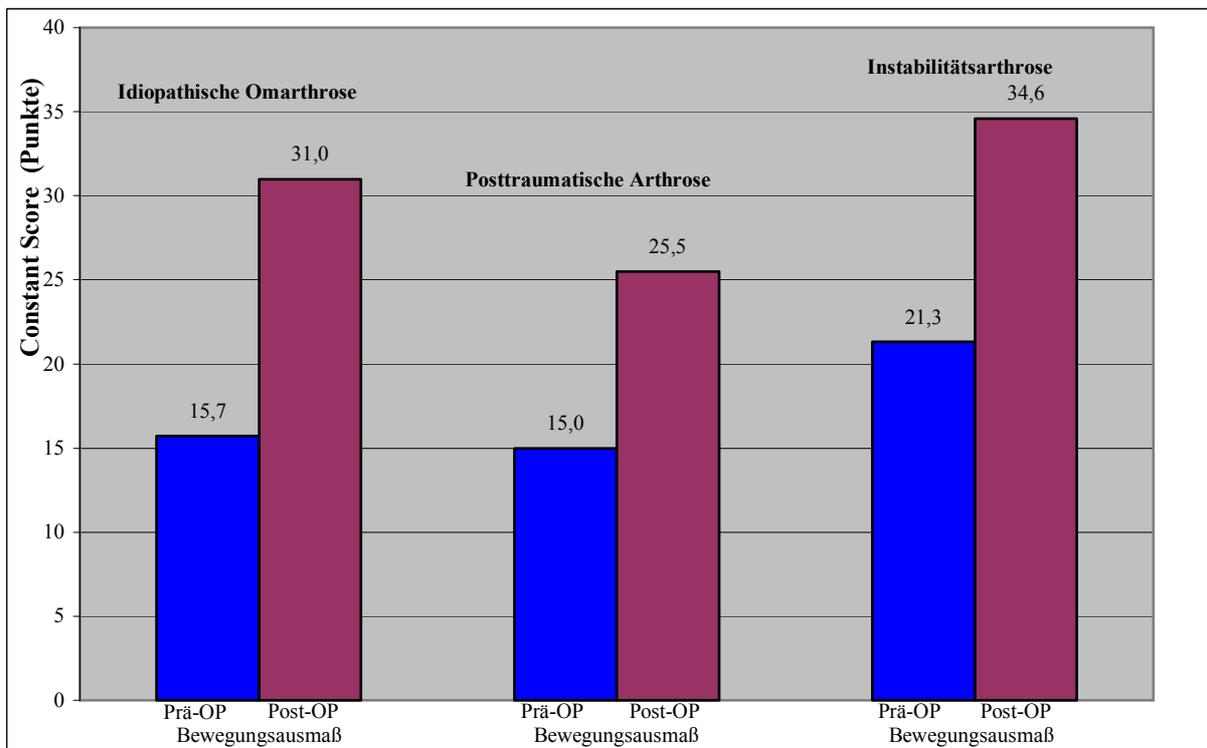


Abb. 4-10: Ergebnisse im Kriterium Bewegungsmaß in Abhängigkeit von der Indikation. Links: Omarthrose (n=32). Mitte: posttraumatische Arthrose (n=8). Rechts: Instabilitätsarthrose (n=7).

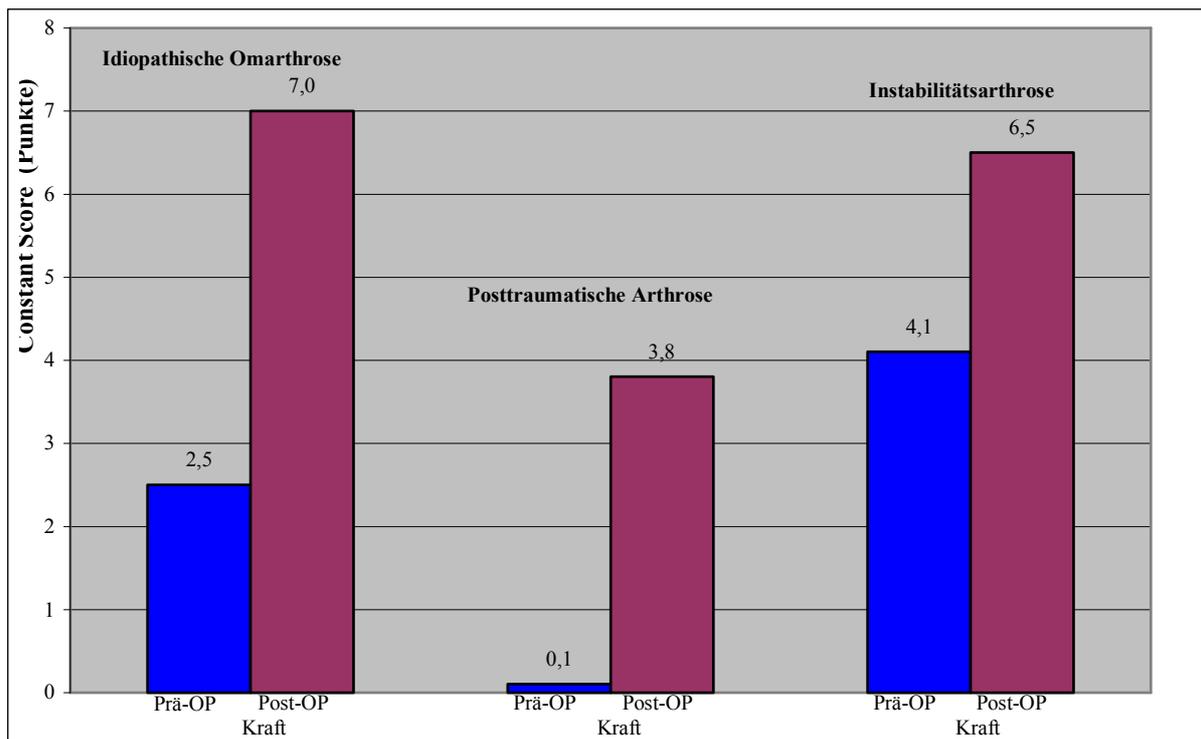


Abb. 4-11: Ergebnisse im Kriterium Kraft in Abhängigkeit von der Indikation. Links: Omarthrose (n=32). Mitte: posttraumatische Arthrose (n=8). Rechts: Instabilitätsarthrose (n=7).

4.1.3. Patienten mit Voroperationen an der betroffenen Schulter

4.1.3.1. Klinische Untersuchung

Die Untersuchungsergebnisse wurde hinsichtlich von stattgefundenen Voroperationen weiter untergliedert. Insgesamt waren bei 18 Patienten Voroperationen an der betroffenen Schulter erfolgt. Zunächst wurden Patienten mit sekundärer Glenoid- Implantation weiter betrachtet. Hierbei wurde bei sechs Patienten nach initialer Hemiendoprothese, sekundär ein zementfreier Glenoidersatz mit Hohlschraube implantiert. Die restlichen 12 Patienten mit Voroperationen verteilten sich auf drei Patientin mit Z.n. arthroskopischem Debridement, drei Patienten mit einer Voroperation wegen Humeruskopffraktur, zwei Patienten mit einer Voroperation wegen Rotatorenmanschettenruptur, zwei Patienten mit Z. n. Akromioplastik, ein Patient mit Operation bei Instabilität (OP nach Eden- Hybinette) sowie ein Patient mit einer Voroperation wegen Glenoidfraktur.

Von den 18 Patienten mit Voroperationen an der betroffenen Schulter betrug der Nachbeobachtungszeitraum 39,7 Monate (range, 12-70 Monate) und das Durchschnittsalter lag bei 59,5 Jahre (range, 45-79 Jahre). Unter diesen 18 Patienten waren sechs Patienten welche einen sekundären Glenoidersatz erhalten haben. Betrachtet man diese sechs Patienten separat so betrug der Nachbeobachtungszeitraum hier 39,5 Monate (range, 12-60 Monate) und das Durchschnittsalter lag bei 67,3 Jahre (range, 58-79 Jahre).

Die Patienten ohne Voroperationen an der betroffenen Schulter (n=32) erreichten eine Zunahme der Abduktion von 70° (range, 20°-120°) auf 138,9° (range, 30°-180°), während die Gesamtgruppe mit Voroperationen (n=18) eine Verbesserung von 63,2° (range, 0°-120°) auf 107,5° (range, 40°-180°) zeigte. Die Subgruppe mit sekundärem Glenoidersatz erzielte für die Abduktion eine Verbesserung von 83,3° (range, 40°-120°) auf 95° (range, 60°-160°) und

damit signifikant schlechtere Werte gegenüber der nicht voroperierten Patientengruppe ($p=0,023$). Hier gegenüber konnte die Subgruppe mit sonstigen Operationen ($n=12$) eine Besserung von $55,6^\circ$ (range, 0° - 90°) auf $113,8^\circ$ (range, 40° - 180°) erreichen ohne signifikanten Unterschied im Vergleich zu den anderen Gruppen (p -Werte jeweils $> 0,05$). Bei den Ergebnissen für die Flexion und Außenrotation konnten ebenfalls keine signifikanten Unterschiede verzeichnet werden (Abb. 4-12 bis 4-14).

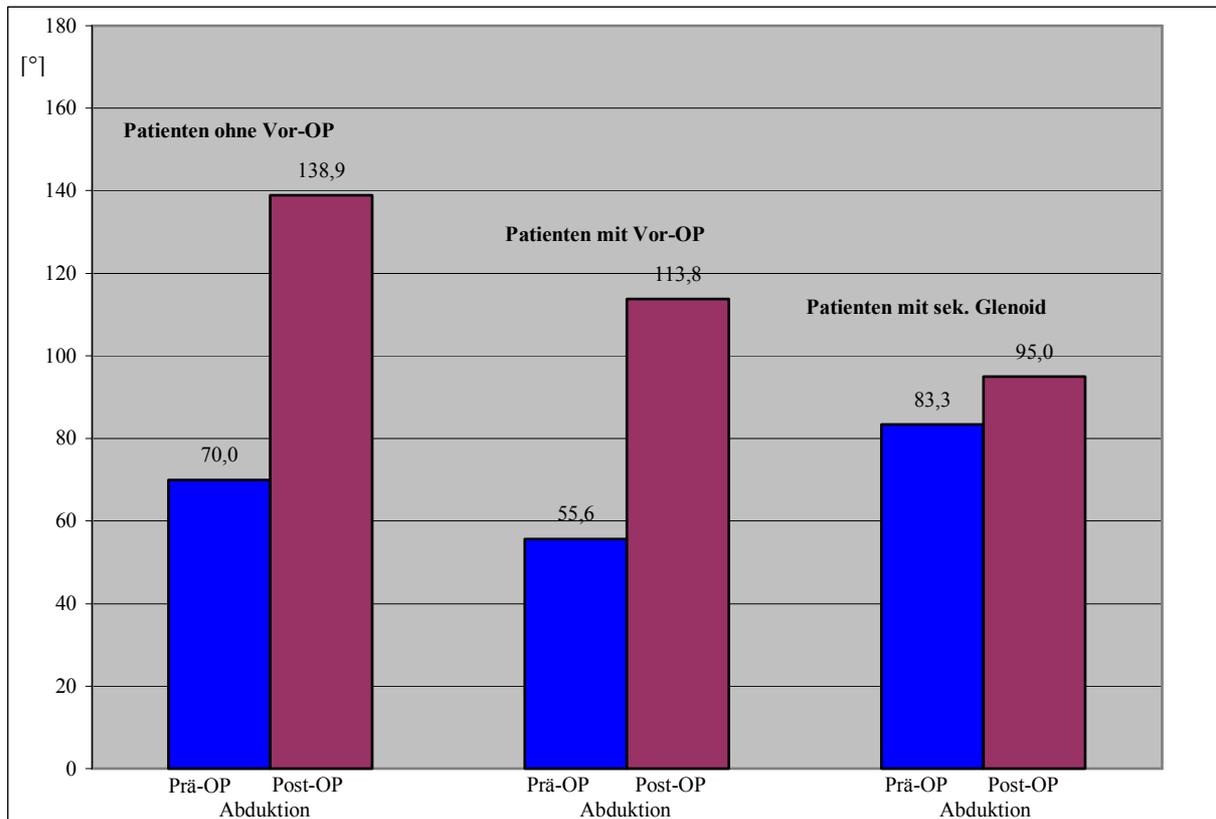


Abb. 4-12: Ergebnisse der Abduktion in Abhängigkeit von Voroperationen an der betroffenen Schulter. Links: Patienten ohne Voroperationen an der betroffenen Schulter ($n=32$). Mitte: Patienten mit Voroperation ($n=12$). Rechts: Patienten mit sekundärer Glenoidimplantation ($n=6$).

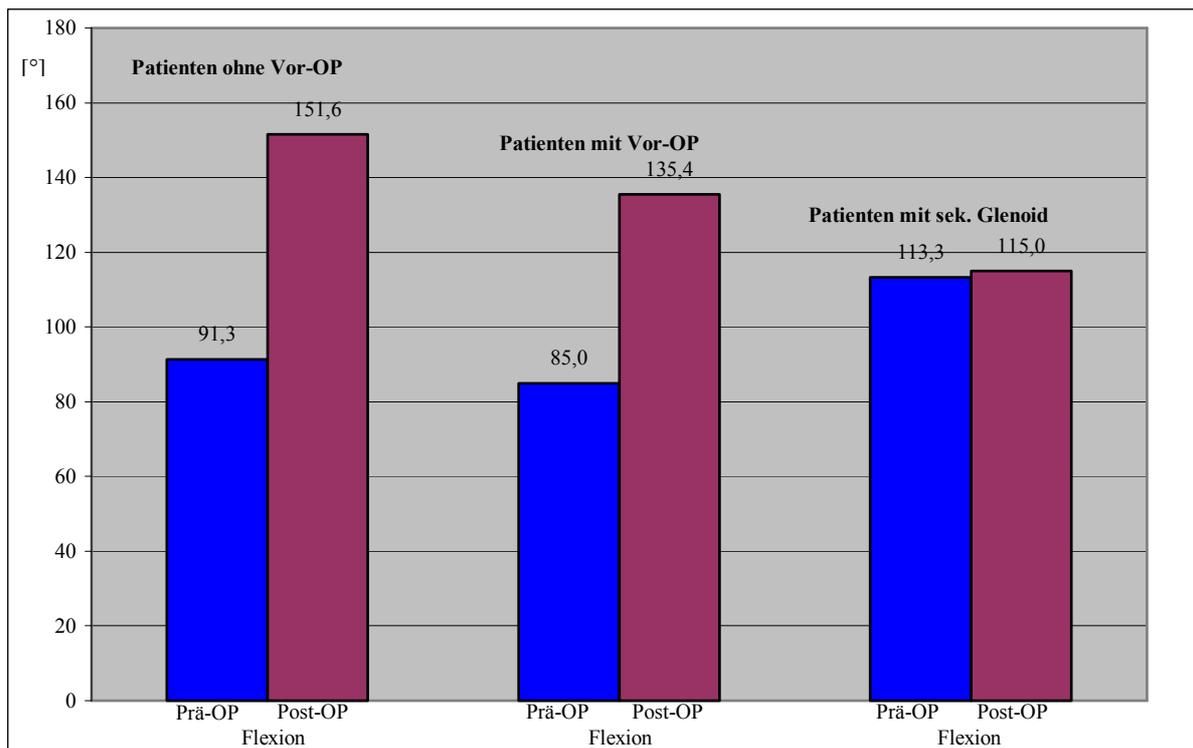


Abb. 4-13: Ergebnisse der Flexion in Abhängigkeit von Voroperationen an der betroffenen Schulter. Links: Patienten ohne Voroperationen an der betroffenen Schulter (n=32). Mitte: Patienten mit Voroperation (n=12). Rechts: Patienten mit sekundärer Glenoidimplantation (n=6).

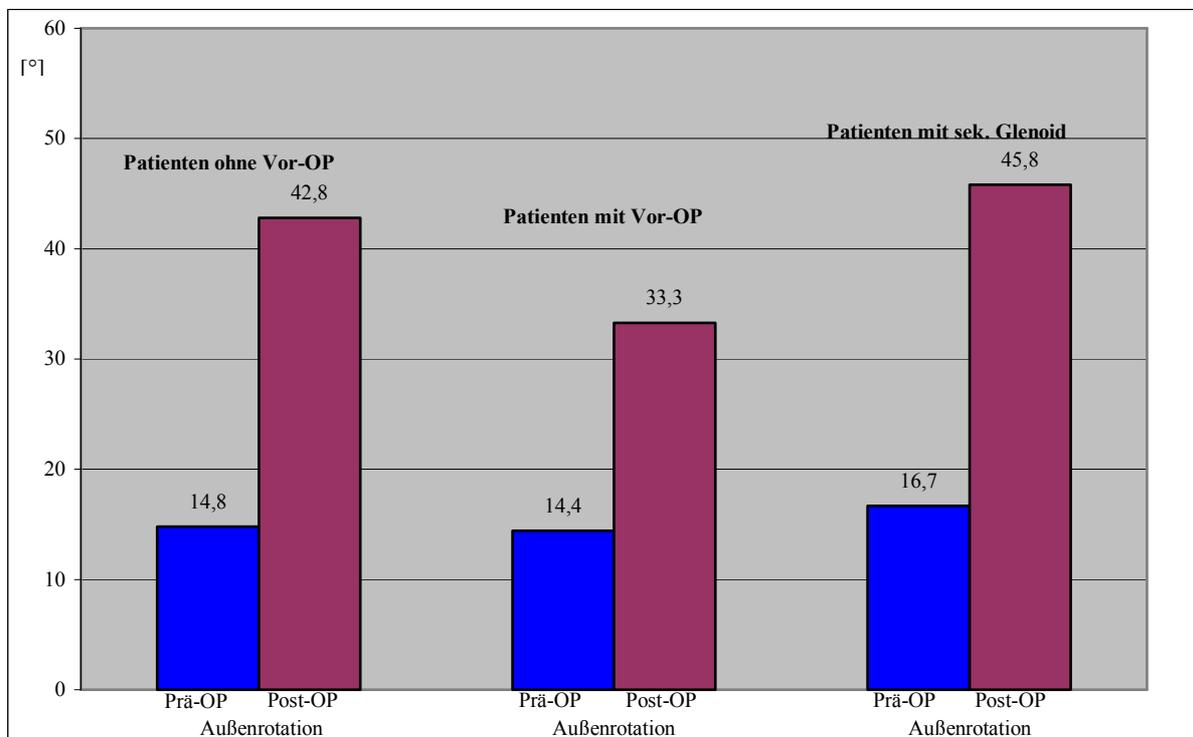


Abb. 4-14: Ergebnisse der Außenrotation in Abhängigkeit von Voroperationen an der betroffenen Schulter. Links: Patienten ohne Voroperationen an der betroffenen Schulter (n=32). Mitte: Patienten mit Voroperation (n=12). Rechts: Patienten mit sekundärer Glenoidimplantation (n=6).

4.1.3.2.Constant Score

Im Constant Score zeigte sich für die beiden Hauptgruppen mit und ohne Voroperationen jeweils eine signifikante Verbesserung der Werte ($p < 0,0001$).

In Analogie zu den Ergebnissen für die Bewegungsausmaße zeigten sich für die Patienten mit sekundärem Glenoideinbau im Vergleich zu der Gruppe ohne Voroperationen im Constant Score signifikant schlechtere Werte für die Einzelbereiche: Alltagsaktivitäten ($p = 0,018$), Kraft in Punkten ($p = 0,026$) sowie die Gesamtpunktzahl ($p = 0,037$). Der alters- und geschlechtskorrelierte Constant Score zeigte mit einem p- Wert zwischen 0,05 und 0,09 ($p = 0,066$) zumindest einen Trend zu einem signifikant schlechterem Ergebnis. Siehe auch Abb. 4-15 bis 4-20.

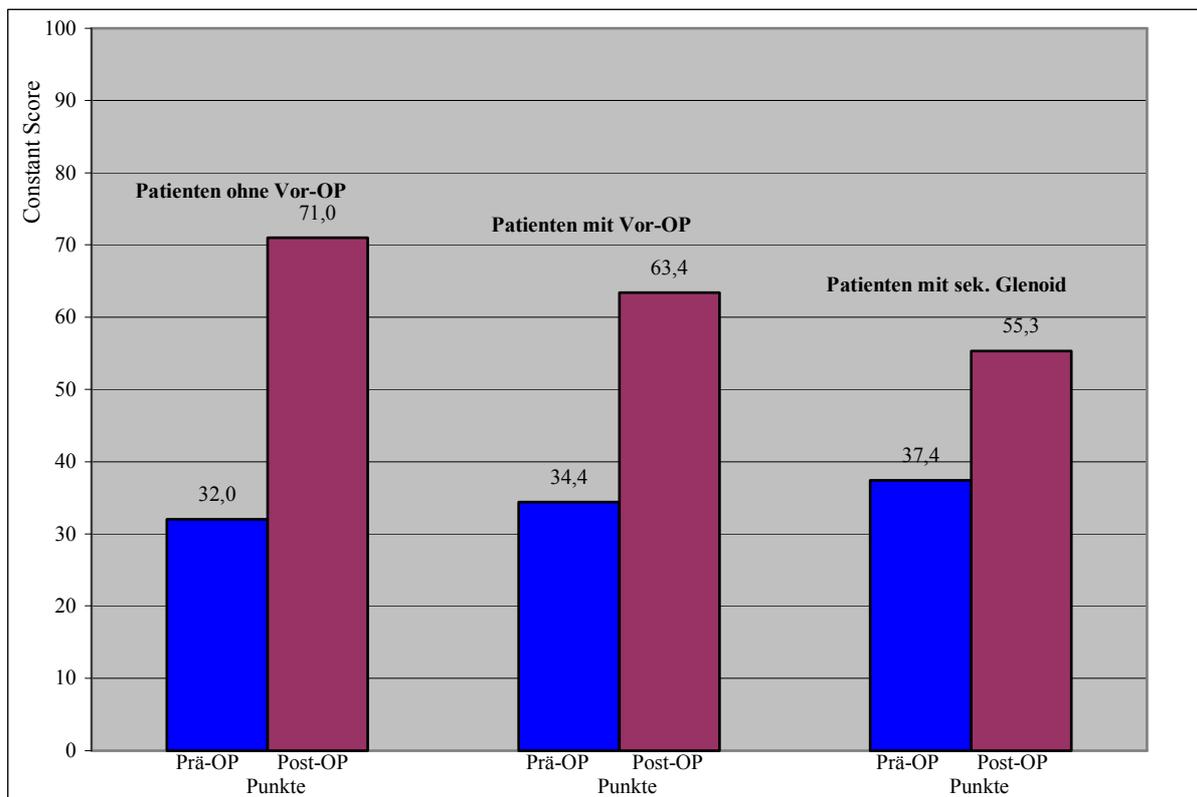


Abb. 4-15: Ergebnisse im Constant Score (Punkte) in Abhängigkeit von Voroperationen an der betroffenen Schulter. Links: Patienten ohne Voroperationen (n=32). Mitte: Patienten mit Voroperation (n=12). Rechts: Patienten mit sekundärer Glenoidimplantation (n=6).

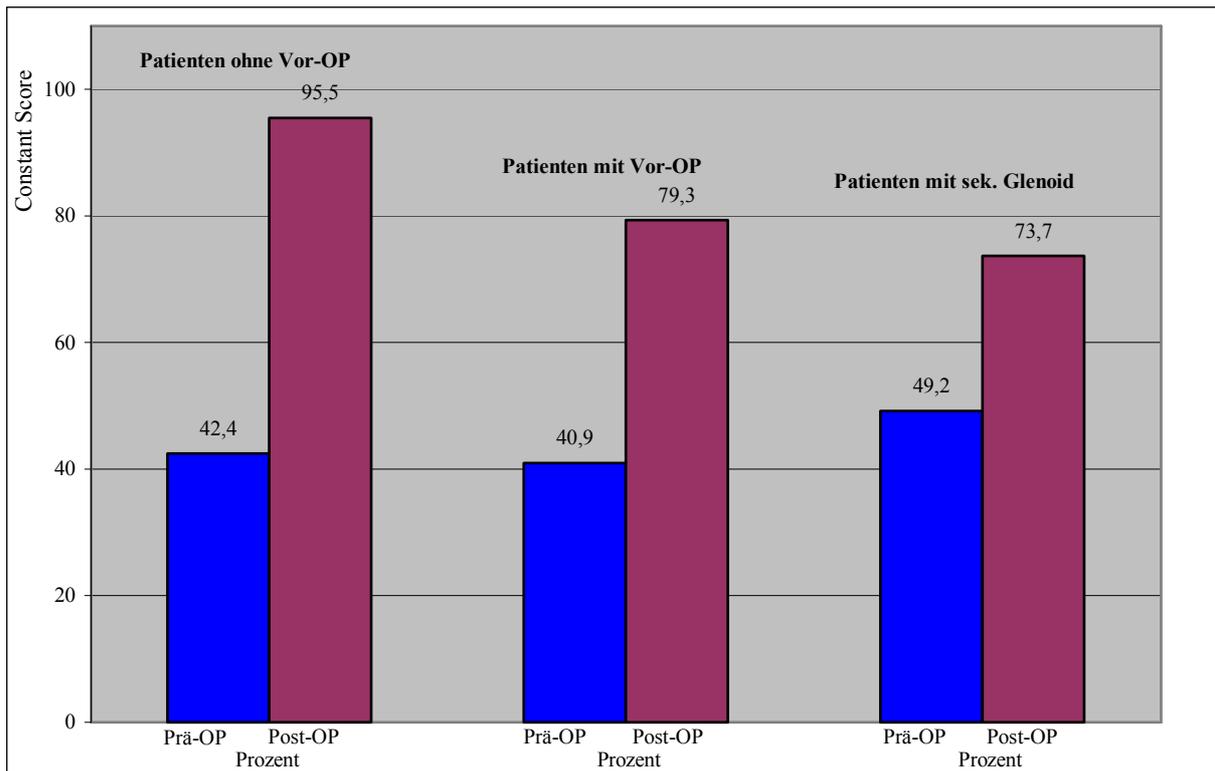


Abb. 4-16: Ergebnisse im alters- und geschlechtskorrelierten Constant Score (%) in Abhängigkeit von Voroperationen an der betroffenen Schulter. Links: Patienten ohne Voroperationen (n=32). Mitte: Patienten mit Voroperation (n=12). Rechts: Patienten mit sekundärer Glenoidimplantation (n=6).

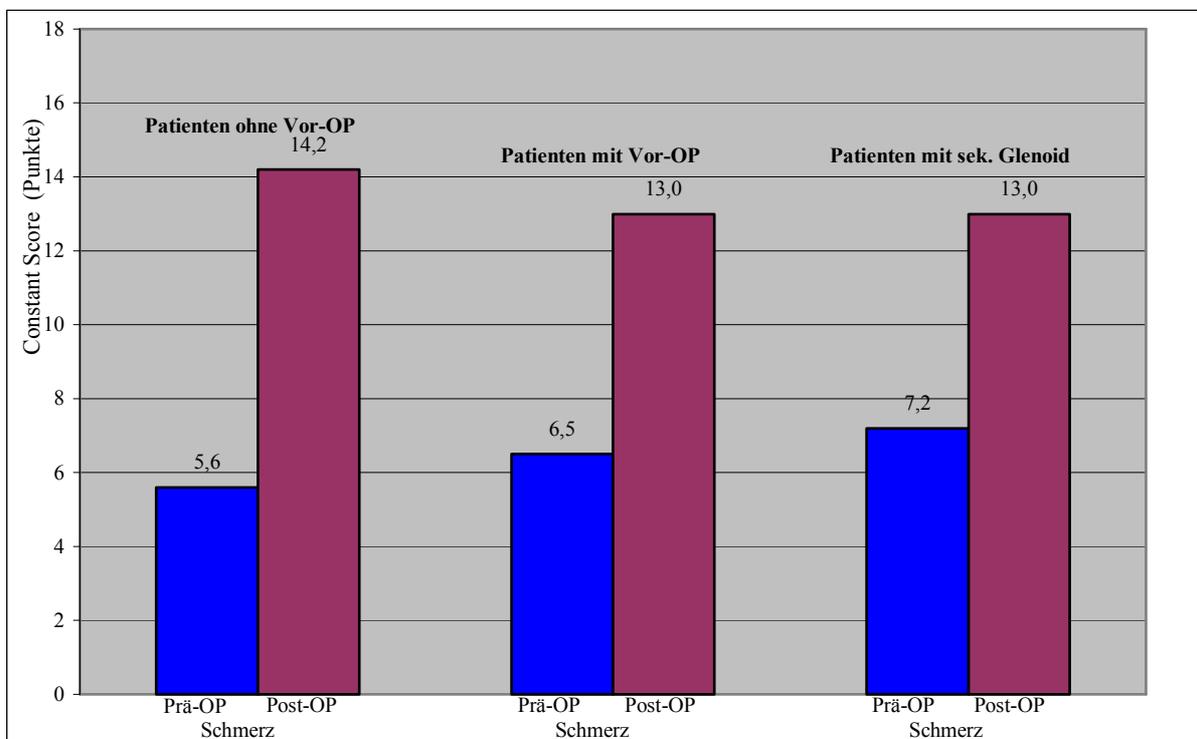


Abb. 4-17: Ergebnisse im Kriterium Schmerz in Abhängigkeit von Voroperationen an der betroffenen Schulter. Links: Patienten ohne Voroperationen (n=32). Mitte: Patienten mit Voroperation (n=12). Rechts: Patienten mit sekundärer Glenoidimplantation (n=6).

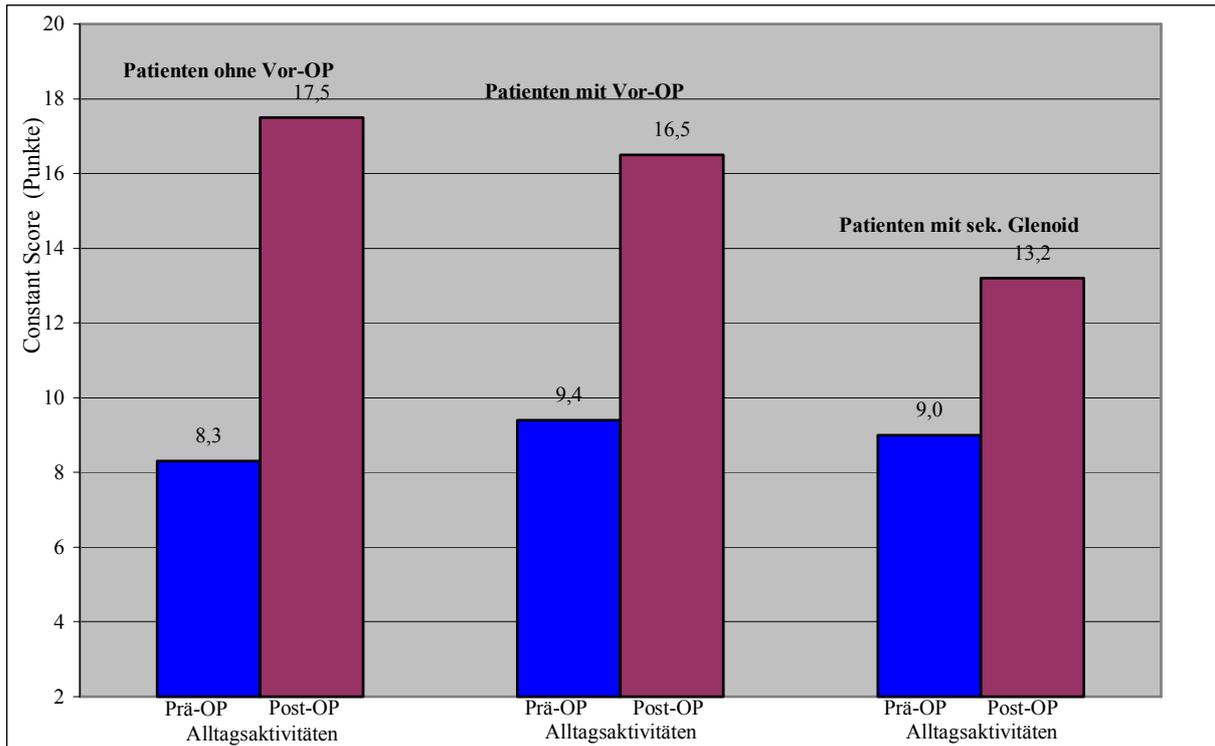


Abb. 4-18: Ergebnisse im Kriterium Alltagsaktivitäten in Abhängigkeit von Voroperationen an der betroffenen Schulter. Links: Patienten ohne Voroperationen (n=32). Mitte: Patienten mit Voroperation (n=12). Rechts: Patienten mit sekundärer Glenoidimplantation (n=6).

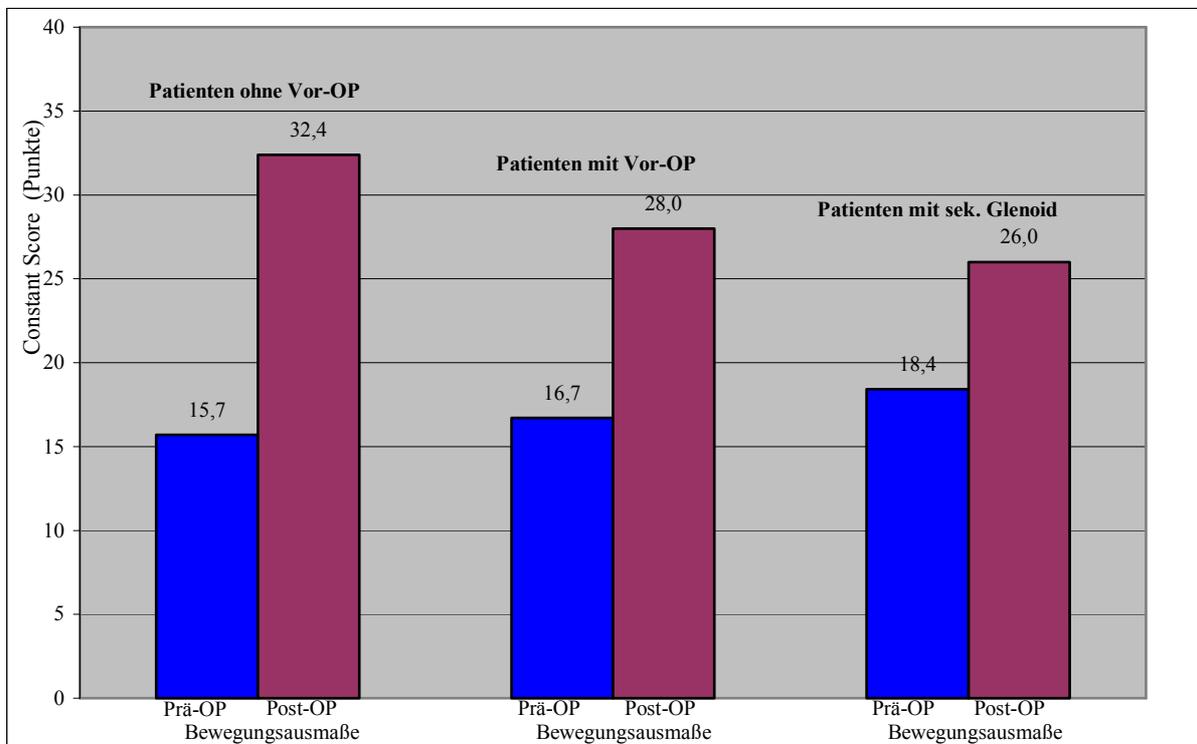


Abb. 4-19: Ergebnisse im Kriterium Bewegungsausmaße in Abhängigkeit von Voroperationen an der betroffenen Schulter. Links: Patienten ohne Voroperationen (n=32). Mitte: Patienten mit Voroperation (n=12). Rechts: Patienten mit sekundärer Glenoidimplantation (n=6).

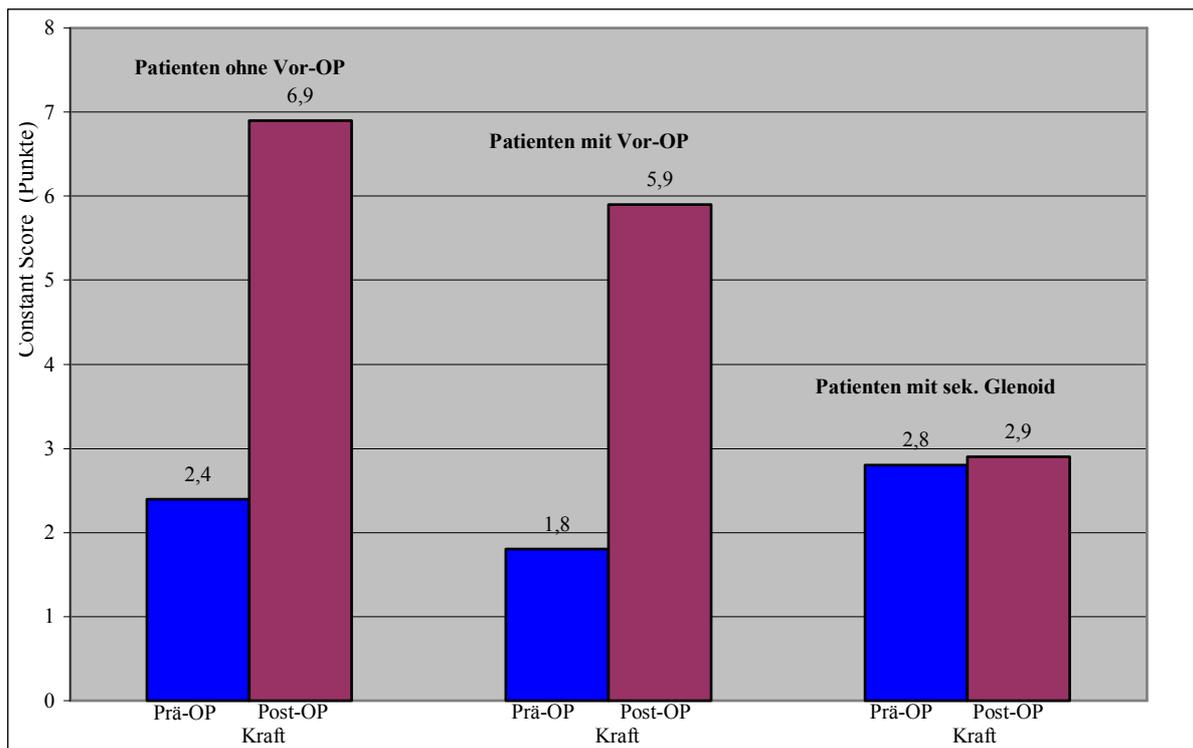


Abb. 4-20: Ergebnisse im Kriterium Kraft in Abhängigkeit von Voroperationen an der betroffenen Schulter. Links: Patienten ohne Voroperationen (n=32). Mitte: Patienten mit Voroperation (n=12). Rechts: Patienten mit sekundärer Glenoidimplantation (n=6).

4.1.4. Verlaufsanalyse in Abhängigkeit von der Glenoidmorphologie

4.1.4.1. Klinische Untersuchung

Die Analyse der Ergebnisse in Abhängigkeit von der Glenoidmorphologie nach Walch (siehe auch Kap. 3.4.5.), erfolgte in die Gesamtgruppen A mit konzentrischem Glenoidverbrauch und B mit exzentrischem Typ. Neben den beiden Gesamtgruppen erfolgte die weitere Aufschlüsselung in die Untergruppen A1, A2, B1 und B2. Ein Pfanntyp C wurde bei dem vorliegendem Patientenkollektiv nicht beobachtet.

Für die Gesamtgruppe mit Glenoid- Typ A zeigte sich hierbei für die Bewegungsausmaße eine signifikante Zunahme für die Abduktion ($p=0,042$) und Flexion ($p=0,028$). Die Ergebnisse sind unter den Abbildungen 4-21 und 4-22 dargestellt. Für die Außenrotation zeigte sich mit einem p- Wert $p=0,079$ zumindest einen Trend zur signifikanten Zunahme für die postoperativen Werte. Die Betrachtung der Gesamtgruppe mit Typ B- Glenoid zeigte für die Flexion ($p=0,001$), Abduktion ($p=0,001$) und Außenrotation ($p<0,001$) eine signifikante Verbesserung der Bewegungsausmaße. Im Einzelnen zeigten sich hierbei für die Gesamtgruppe mit Glenoidmorphologie A für die Abduktion eine Zunahme von 60° (range, 20° - 90°) auf $117,5^\circ$ (range, 60° - 180°), und für die Gesamtgruppe mit Typ B- Glenoid eine Verbesserung von $71,6^\circ$ (range, 0° - 120°) auf $131,9^\circ$ (range, 30° - 180°).

Für die Flexion ergab sich für die Gruppe mit Glenoid- Typ A eine Verbesserung von $92,9^\circ$ (range, 10° - 140°) auf $143,3^\circ$ (range, 70° - 180°), sowie für die Gesamtgruppe mit Typ B- Glenoid von $98,3^\circ$ (range, 50° - 160°) auf $142,2^\circ$ (range, 30° - 180°). In der Außenrotation zeigten sich für die Gruppe mit Typ A- Glenoid Werte von $16,9^\circ$ (range, -10° - 50°) auf $37,1^\circ$ (range, 10° - 60°), und für alle Patienten mit Typ B- Glenoid von $14,1^\circ$ (range, -20° - 50°) auf

42,0° (range, 10°-90°). Bei Betrachtung der Untergruppen zeigte sich sowohl für die Gruppe mit Typ A1- Glenoid (n=6) als auch für die Gruppe mit Typ A2- Glenoid (n=6) keine signifikante Zunahme der Bewegungsausmaße (p –Werte jeweils > 0,05). Die Einzelbetrachtung für die Gruppe mit Typ B1- Glenoid (n=11) zeigte eine signifikante Zunahme der postoperativen Ergebnisse für die Flexion (p=0,034) und Außenrotation (p=0,011), nicht jedoch für die Abduktion (p=0,09). Die Gruppe mit Typ B2 (n=16) zeigte hingegen die besten Ergebnisse mit signifikanter Zunahme aller Bewegungsausmaße (p- Werte jeweils < 0,05).

In der statistischen Auswertung konnte für die einzelnen Haupt- und Untergruppen Untereinander kein signifikanter Unterschied für die postoperativen Bewegungsausmaße festgestellt werden (A vs B; A1 vs A2; A1 vs B1; A1 vs B2; A2 vs B1; A2 vs B2; B1 vs B2; p- Werte jeweils > 0,05). Siehe auch Abb. 4-21 bis 4-23.

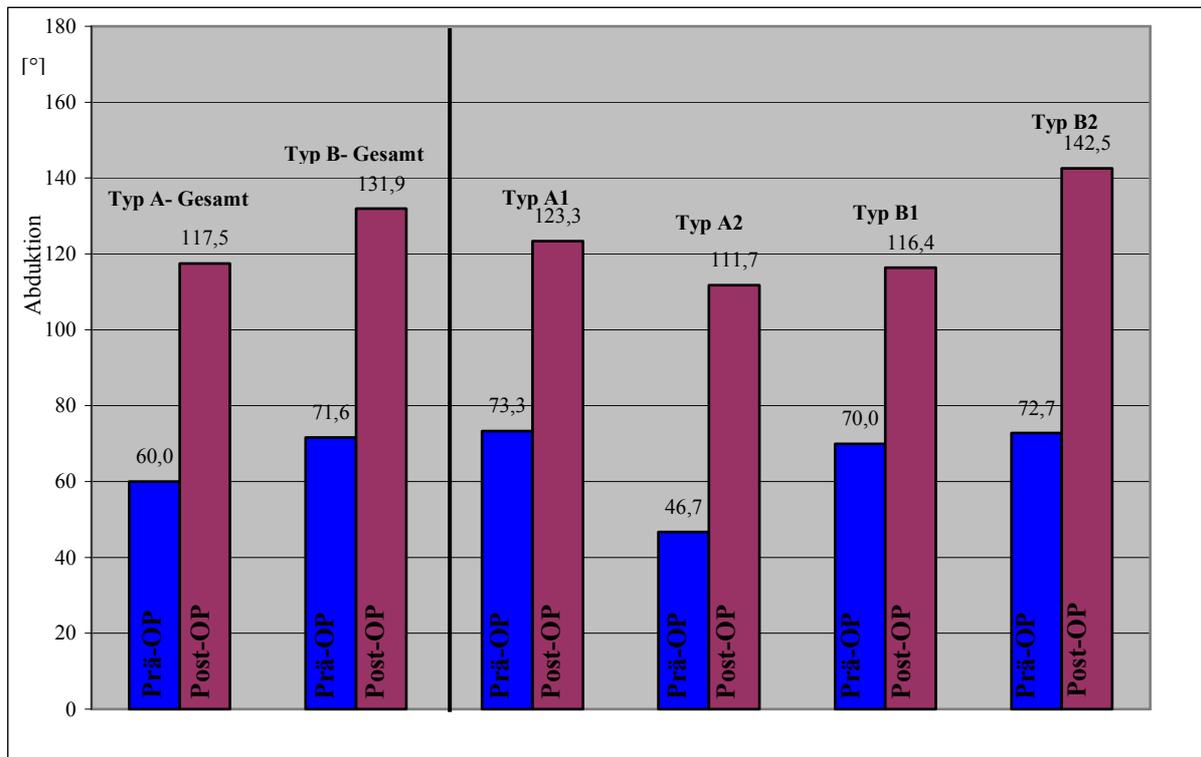


Abb. 4-21: Ergebnisse der Abduktion in Abhängigkeit von der Glenoidmorphologie nach Walch (siehe auch Kap. 3.4.5.).

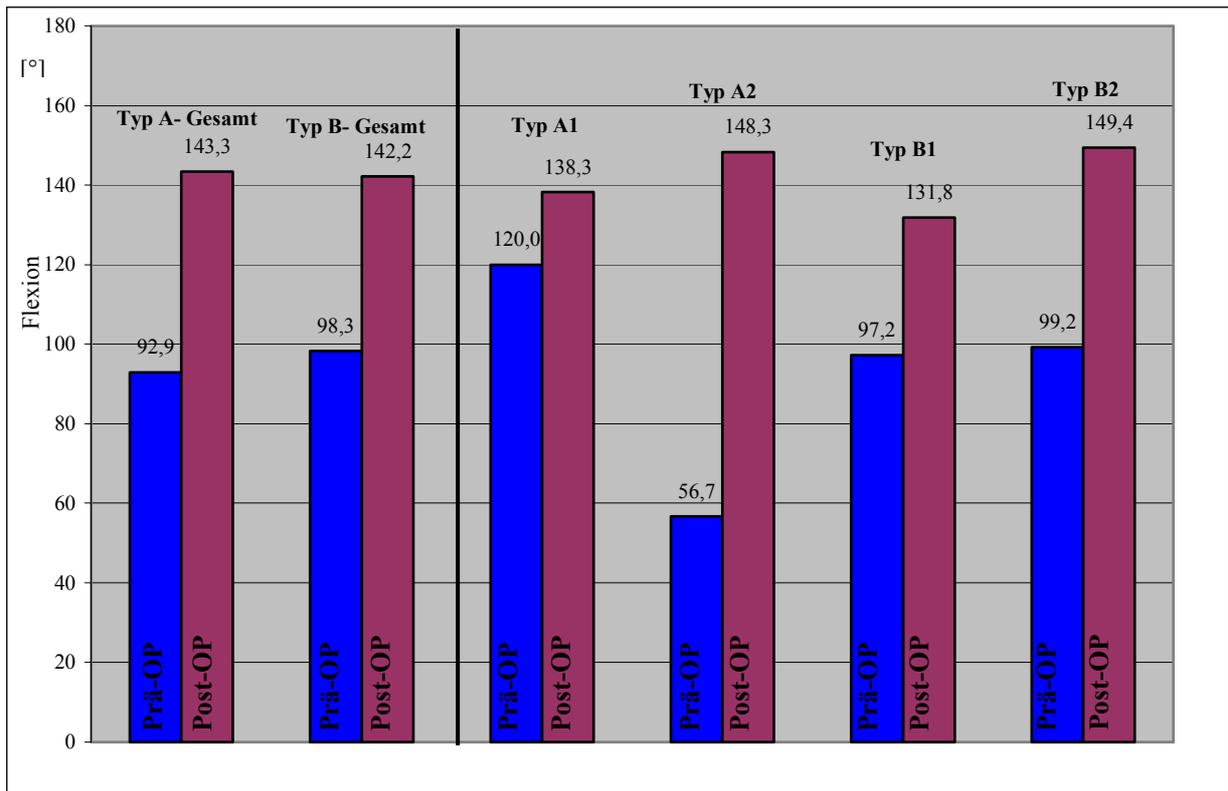


Abb. 4-22: Ergebnisse der Flexion in Abhängigkeit von der Glenoidmorphologie nach Walch (siehe auch Kap. 3.4.5.).

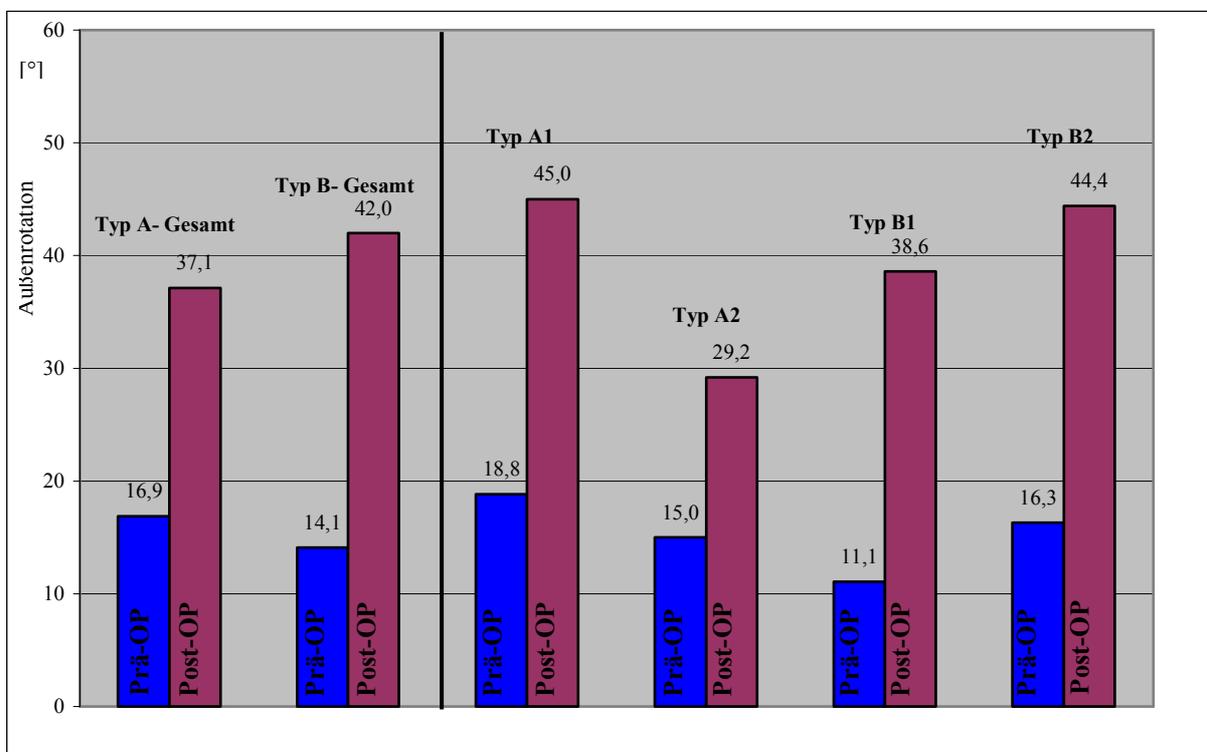


Abb. 4-23: Ergebnisse der Außenrotation in Abhängigkeit von der Glenoidmorphologie nach Walch (siehe auch Kap. 3.4.5.).

4.1.4.2.Constant Score

Die Betrachtung der Ergebnisse im Constant Score zeigte für die beiden Hauptgruppen mit Glenoid Typ A und B jeweils eine signifikante Verbesserung der Werte (p- Werte jeweils < 0,05). Die Aufschlüsselung in die einzelnen Untergruppierungen zeigt hier für die Gruppe mit A1- Glenoid keine signifikante Verbesserung der Werte im Constant Score inklusive der Einzelkriterien, der Gesamtpunktzahl und dem alters- und geschlechtskorrelierten Score (p- Werte jeweils >0,05). Für die Patienten mit A2- Glenoid zeigten sich signifikant gebesserte Werte für die Gesamtpunktzahl (p=0,043), den alters- und geschlechtskorrelierten Score (p=0,043) sowie für die Einzelkriterien Schmerz (p=0,039) und Alltagsaktivitäten (p=0,042), nicht jedoch für die Kraft in Punkten (p=0,225). Die Bewegungsausmaße zeigten mit einem p- Wert von p=0,078 einen Trend zur signifikanten Zunahme der Ergebnisse.

Die Gruppe mit B1- Glenoid zeigte signifikant gebesserte Werte für die Gesamtpunktzahl (p=0,022), den alters- und geschlechtskorrelierten Score (p=0,022) sowie für die Einzelkriterien Schmerz (p=0,01), Alltagsaktivitäten (p=0,025) und Bewegungsausmaße (p=0,047), nicht jedoch für die Kraft in Punkten (p=0,285). Die Patienten mit B2- Glenoiden schneiden am besten ab und zeigen eine signifikante Zunahme der Gesamtpunktzahl, dem alters- und geschlechtskorrelierten Score und allen Einzelkriterien (p- Werte jeweils < 0,05). Erneut wurden die Haupt- und Untergruppen hinsichtlich signifikanter Abweichungen statistisch ausgewertet (A vs B; A1 vs A2; A1 vs B1; A1 vs B2; A2 vs B1; A2 vs B2; B1 vs B2). Hierbei zeigte sich im Einzelkriterium Bewegungsausmaße signifikant bessere Werte für die Gruppe mit B2- Glenoid gegenüber den A2- Glenoide (p=0,032). Im Weiteren konnten keine weiteren signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Insbesondere für die Gesamtpunktzahl und den alters- und geschlechtskorrelierten Score konnten keine signifikanten Unterschiede beobachtet werden (Abb. 4-24 bis 4-29).

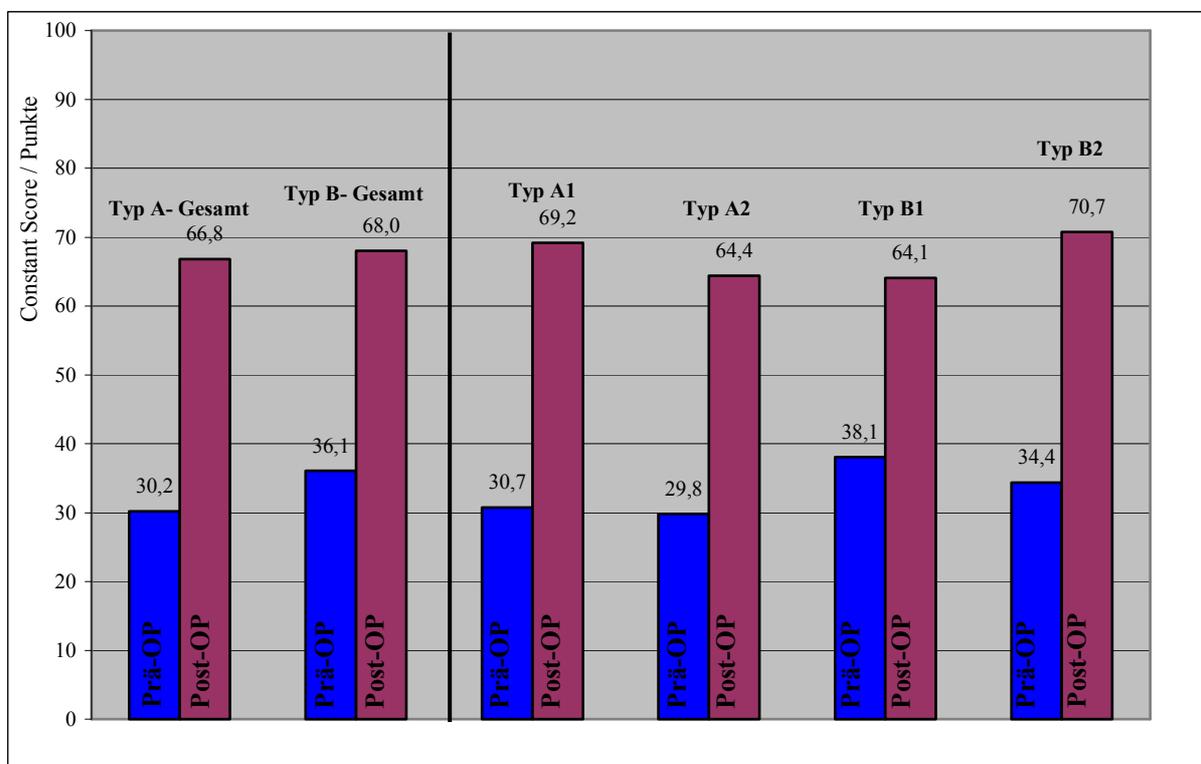


Abb. 4-24: Ergebnisse im Constant Score (Punkte) in Abhängigkeit von der Glenoidmorphologie nach Walch (siehe auch Kap. 3.4.5.).

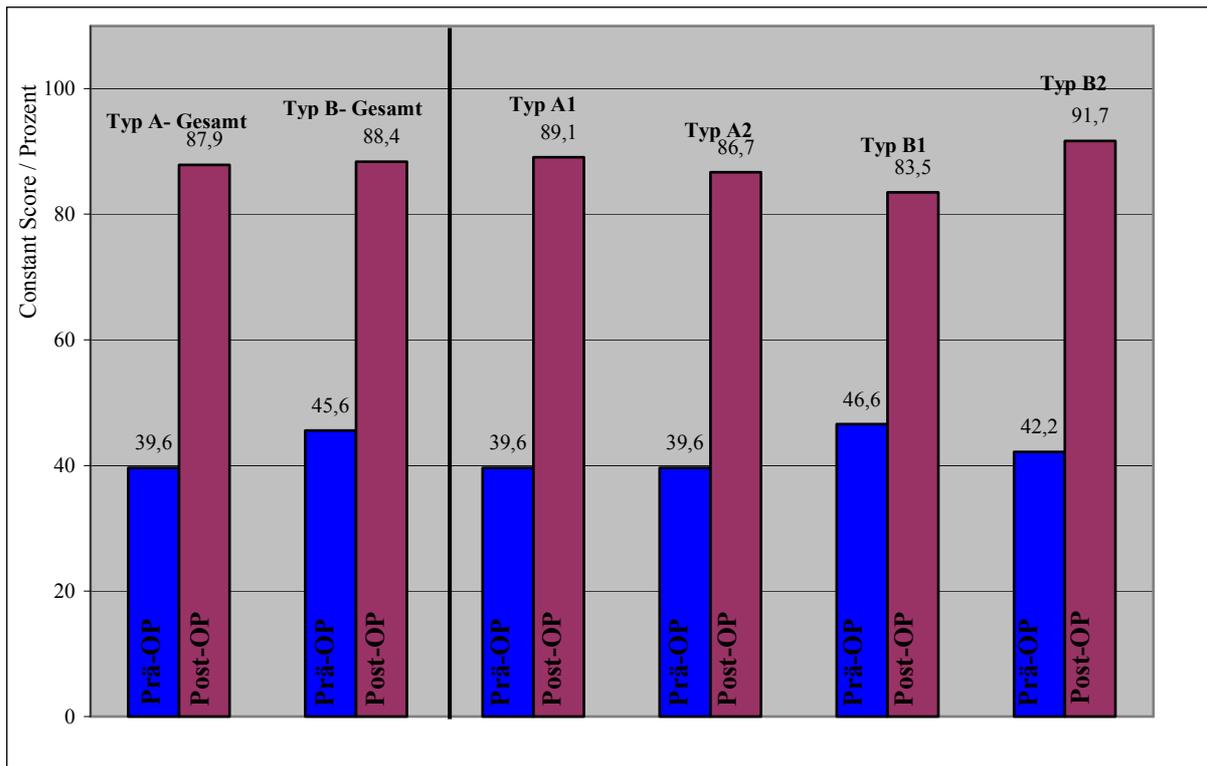


Abb. 4-25: Ergebnisse im alters- und geschlechtskorrelierten Constant Score (%) in Abhängigkeit von der Glenoidmorphologie nach Walch (siehe auch Kap. 3.4.5.).

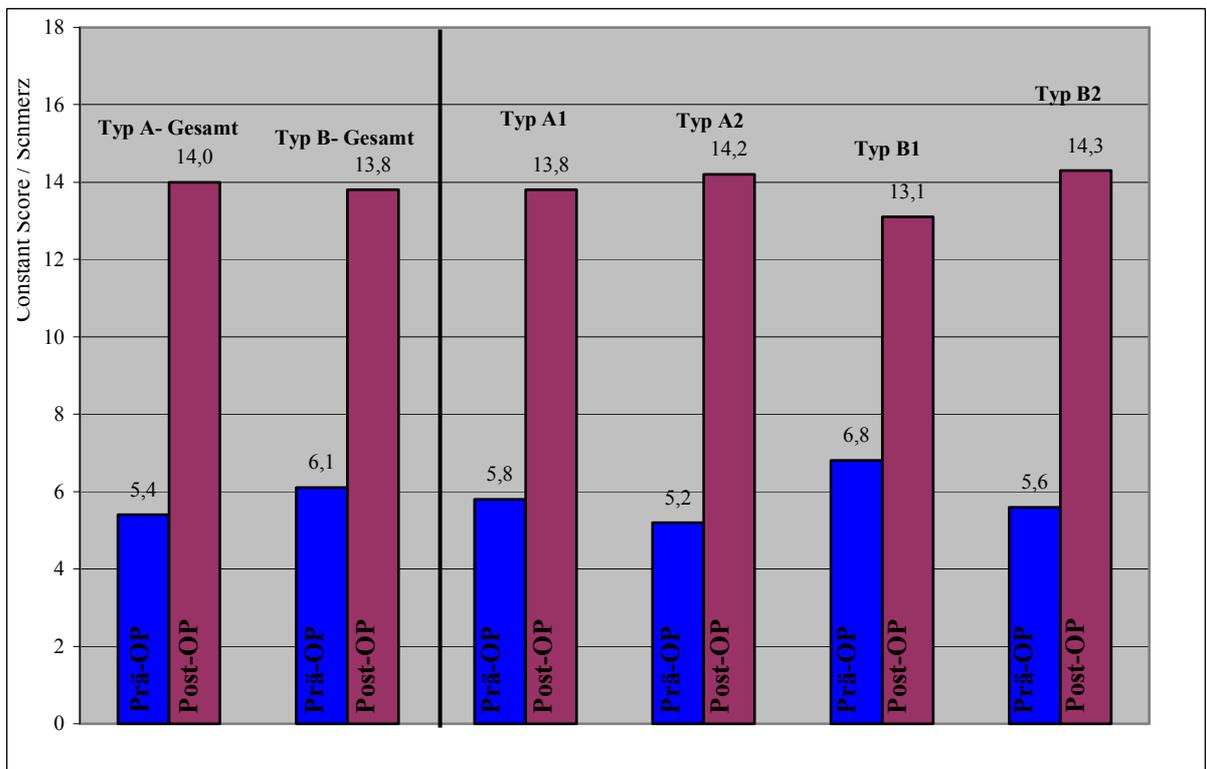


Abb. 4-26: Ergebnisse im Kriterium Schmerz in Abhängigkeit von der Glenoidmorphologie nach Walch (siehe auch Kap. 3.4.5.).

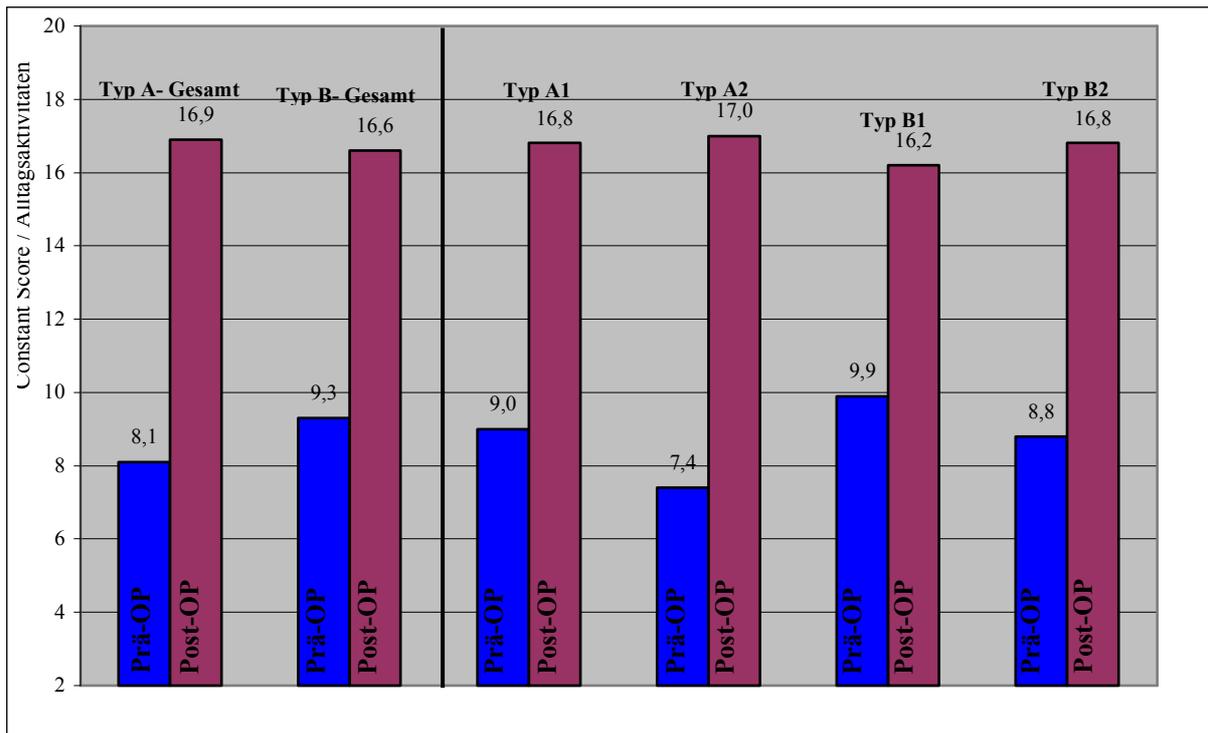


Abb. 4-27: Ergebnisse im Kriterium Alltagsaktivitäten in Abhängigkeit von der Glenoidmorphologie nach Walch (siehe auch Kap. 3.4.5.).

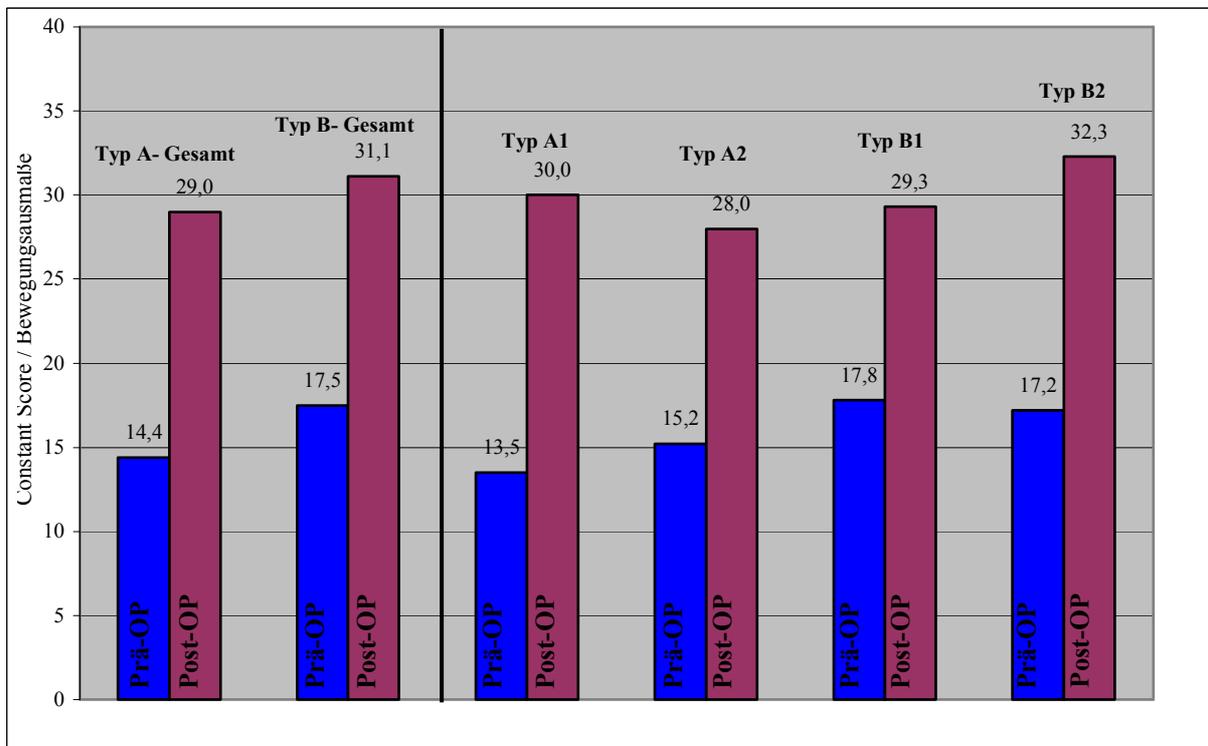


Abb. 4-28: Ergebnisse im Kriterium Bewegungsausmaße in Abhängigkeit von der Glenoidmorphologie nach Walch (siehe auch Kap. 3.4.5.).

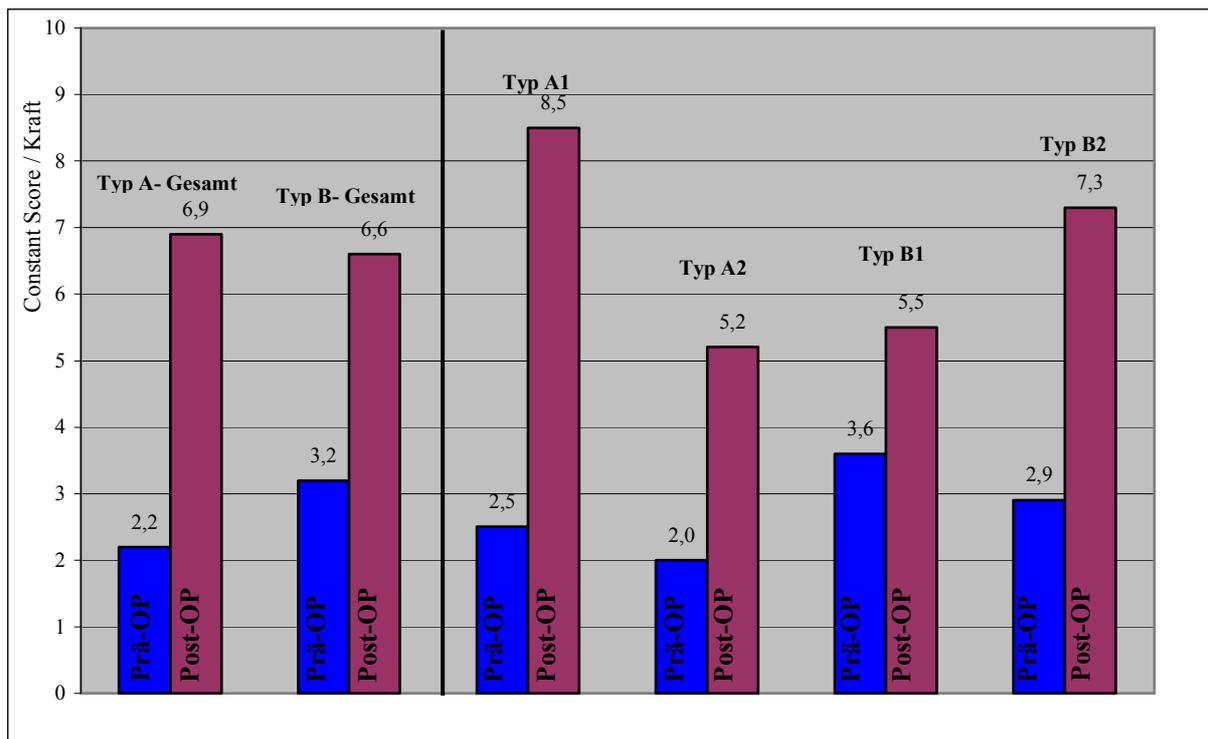


Abb. 4-29: Ergebnisse im Kriterium Kraft in Abhängigkeit von der Glenoidmorphologie nach Walch (siehe auch Kap. 3.4.5.).

4.1.5. Verlaufsanalyse in Abhängigkeit von Zusatzeingriffen

4.1.5.1. Klinische Untersuchung

Die weitere Untersuchung erfolgte hinsichtlich weiterer intraoperativ Durchgeführter Maßnahmen, welche im Weiteren erläutert werden. Zum einen wurden unterschiedliche Methoden zur Pfannenkorrektur betrachtet. Das glenoidale Knochenlager wird hinsichtlich Vorliegens einer dorsalen Abflachung, einer bikonkaven Deformität (Pfanntyp B2 nach Walch) und unterer Pfannenvertiefung mit vermehrtem Inklinationswinkel beurteilt. Im Wesentlichen bestehen hier zwei Möglichkeiten zur Pfannenkorrektur. Zum einen kann die Vertiefung der vorderen und oberen Pfannabschnitte auf Niveau des hinteren unteren Pfannenrandes gefräst werden. Ist diese Korrekturosteotomie nicht ausreichend oder mit einem zu hohem Knochenverlust verbunden besteht die Möglichkeit der Spanplastik. Bei der Spanplastik wird mit Hilfe eines aus dem resezierten Humeruskopf gewonnenem Knochenspan ein dorsaler Pfannverbrauch im Sinne einer Aufbauplastik ausgeglichen. Diese Patienten welche eine Spanplastik erhalten haben sollen im Weiteren gesondert betrachtet werden. Von den 11 Patienten welche eine Spanplastik erhalten haben betrug der Nachbeobachtungszeitraum 40,3 Monate (range, 14-60 Monate) und das Durchschnittsalter lag bei 61,7 Jahre (range, 49-79 Jahre). Im Einzelnen erzielten die Patienten mit Spanplastik eine Verbesserung der Abduktion von 65,0° (range, 20°-120°) auf 135,5° (range, 30°-180°), und für die Patienten ohne Spanplastik (n=39) von 68,1° (range, 0°-120°) auf 125,4° (range, 40°-180°). Für die Flexion ergab sich für die Gruppe mit Spanplastik eine Zunahme von 97,1° (range, 10°-160°) auf 142,7° (range, 30°-180°) und ohne Spanplastik von 90,2° (range, 30°-160°) auf 143,5° (range, 45°-180°). In der Außenrotation ergab sich für die Patienten mit

Spanplastik eine Entwicklung der Werte von 11,4° (range, -10°-40°) auf 42,7° (range, 10°-90°) und ohne Spanplastik von 15,7° (range, -20°-50°) auf 40,4° (range, 10°-80°).

Für die Patienten ohne Spanplastik zeigte sich für die Bewegungsausmaße eine signifikante Zunahme der Werte für die Abduktion, Flexion und Außenrotation (p- Werte jeweils < 0,0001). In der Gruppe mit Spanplastik zeigte sich für die Abduktion (p=0,046) und Außenrotation (p=0,017) ebenfalls eine signifikante Verbesserung. Für die Flexion lag der p-Wert bei 0,058 und zeigt damit eine Tendenz zur Verbesserung.

In der statistischen Auswertung ergibt sich jedoch kein signifikanter Unterschied in den postoperativen Bewegungsausmaßen für die Patienten mit und ohne Spanplastik (p- Werte jeweils > 0,05). Siehe auch die linken beiden Balkenpaare der Abbildungen 4-30 bis 4-32. Als nächstes wurden die Patienten mit durchgeführter Korrekturosteotomie des Pfannlagers (n=14) näher betrachtet. Von den 14 Patienten mit Korrekturosteotomie betrug der Nachbeobachtungszeitraum 29,4 Monate (range, 12-60 Monate) und das Durchschnittsalter lag bei 66,1 Jahre (range, 45-79 Jahre). Hierbei zeigte sich für die Gruppe mit Glenoidosteotomie eine Verbesserung der Abduktion von 70,0° (range, 0°-120°) auf 125,0° (range, 30°-180°), und für die Patienten ohne Glenoidosteotomie (n=36) von 66,3° (range, 20°-90°) auf 128,6° (range, 40°-180°). Für die Flexion zeigten die Patienten mit Osteotomie eine Verbesserung von 103,6° (range, 50°-160°) auf 136,4° (range, 30°-180°) und ohne Osteotomie von 86,2° (range, 10°-140°) auf 146° (range, 45°-180°). In der Außenrotation ergab sich für die Patienten mit durchgeführter Osteotomie eine Entwicklung der Werte von 13,2° (range, -20°-50°) auf 40,7° (range, 10°-90°) und ohne Osteotomie von 15,6° (range, -10°-50°) auf 41,0° (range, 10°-80°). Sowohl für die Patienten mit als auch ohne Glenoidosteotomie zeigte sich eine signifikante Zunahme der postoperativen Bewegungsausmaße (p- Werte jeweils < 0,05). Auch die statistische Auswertung zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen diesen beiden Gruppen (p- Werte jeweils > 0,05). Siehe auch die mittleren beiden Balkenpaare der Abbildungen 4-30 bis 4-32.

Bei sieben Patienten wurde eine intraoperative Rotatorenmanschetten- Rekonstruktion durchgeführt, welche mit den Patienten mit intakter Rotatorenmanschette verglichen wurde. Von den sieben Patienten mit RM- Rekonstruktion betrug der Nachbeobachtungszeitraum 41,7 Monate (range, 12-60 Monate) und das Durchschnittsalter lag bei 70,9 Jahre (range, 63-79 Jahre). Hierbei zeigte sich für die Gruppe mit RM- Rekonstruktion eine Verbesserung der Abduktion von 50,0° (range, 20°-90°) auf 120,7° (range, 60°-180°), und für die Patienten mit intakter Rotatorenmanschette (n=43) von 70,2° (range, 0°-120°) auf 128,7° (range, 30°-180°). Für die Flexion zeigten die Patienten mit RM- Rekonstruktion eine Verbesserung von 53,8° (range, 10°-90°) auf 130,0° (range, 60°-180°) und mit intakter Rotatorenmanschette von 96,3° (range, 30°-160°) auf 145,5° (range, 30°-180°). In der Außenrotation ergab sich für die Patienten mit durchgeführter RM- Rekonstruktion eine Entwicklung der Werte von 10,0° (range, -10°-30°) auf 36,4° (range, 10°-50°) und ohne RM- Rekonstruktion von 15,5° (range, -20°-50°) auf 41,6° (range, 10°-90°). Die Patienten mit intakter Rotatorenmanschette zeigten eine signifikante Zunahme der postoperativen Bewegungsausmaße (p- Werte jeweils < 0,0001), während sich für die Patienten mit RM- Rekonstruktion mit einem p- Werte von jeweils 0,068 ein Trend zur Verbesserung zeigte (p- Wert je zwischen 0,05 und 0,09).

Vergleicht man die preoperativen Bewegungsausmaße so zeigten sich für die Patienten mit späterer Rotatorenmanschetten- Rekonstruktion signifikant schlechtere Werte für die Flexion (p=0,019). Für die restlichen pre- und postoperativen Bewegungsausmaße konnten keinen signifikanten Unterschied festgestellt werden (p- Werte jeweils > 0,05). Siehe auch die rechten beiden Balkenpaare der Abbildungen 4-30 bis 4-32.

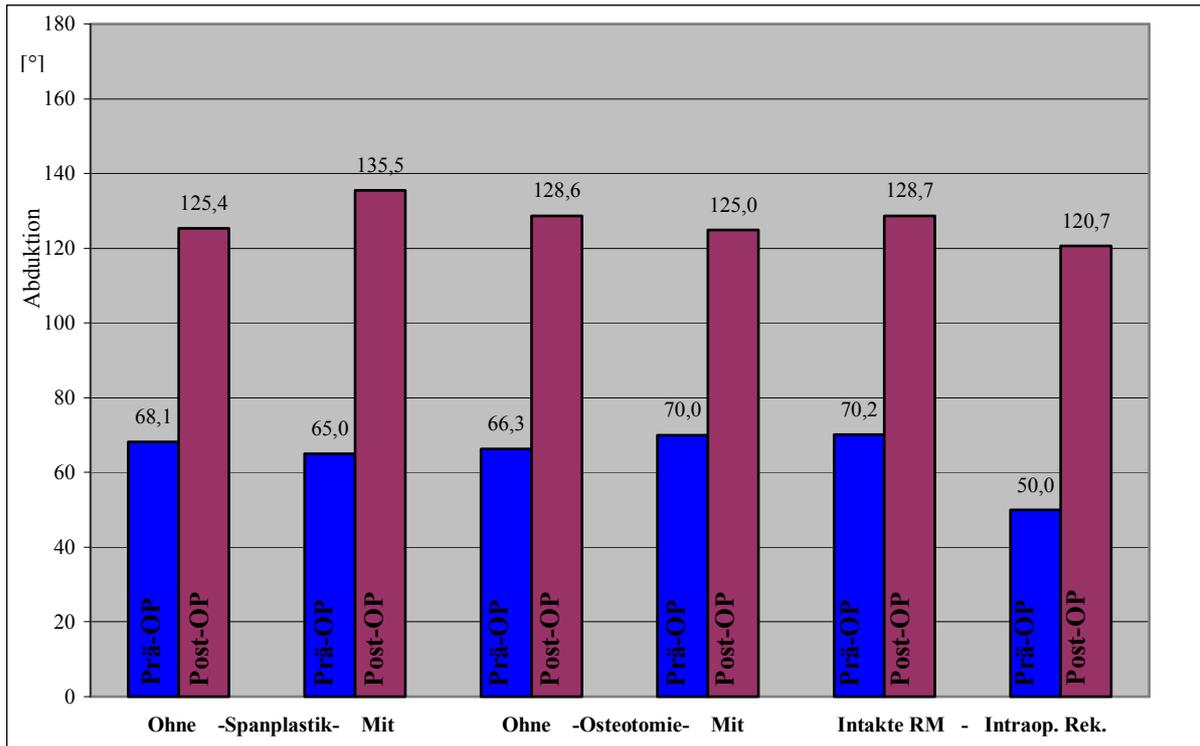


Abb. 4-30: Ergebnisse der Abduktion in Abhängigkeit von Zusatzeingriffen. Links: Patienten ohne und mit (n=11) Spanplastik. Mitte: Patienten ohne und mit (n=14) Glenoidosteotomie. Rechts: Patienten mit intakter Rotatorenmanschette (RM) und mit intraoperativer Rekonstruktion (n=7).

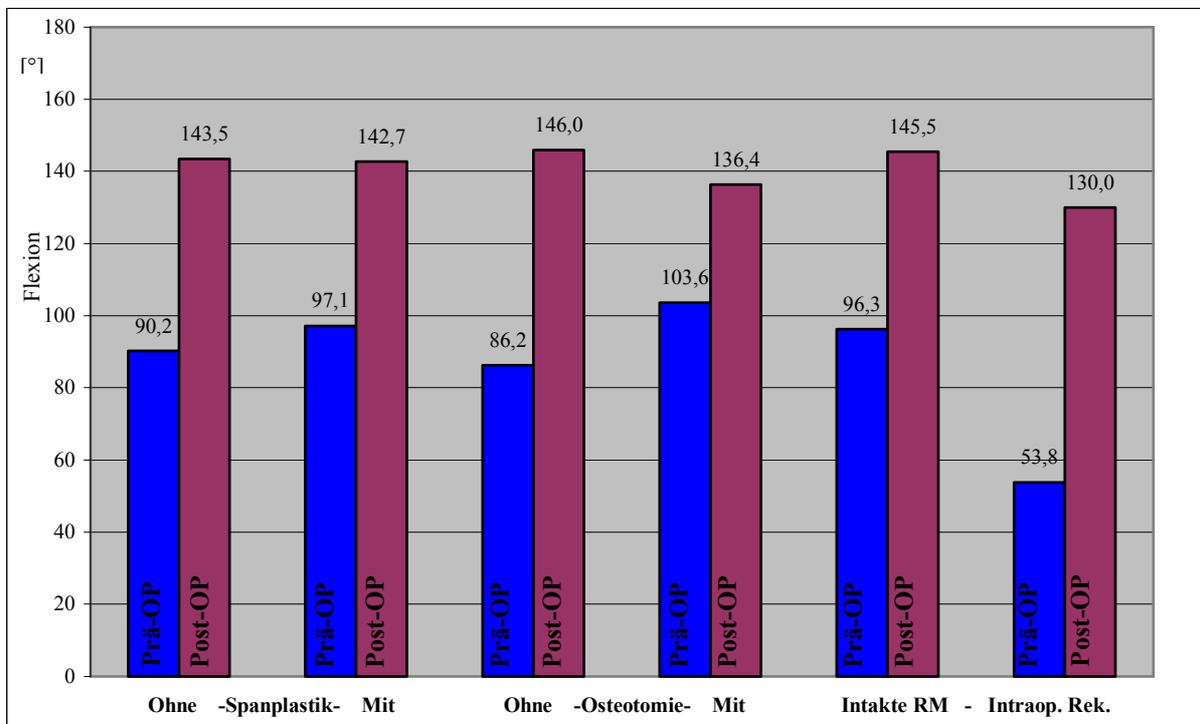


Abb. 4-31: Ergebnisse der Flexion in Abhängigkeit von Zusatzeingriffen. Links: Patienten ohne und mit (n=11) Spanplastik. Mitte: Patienten ohne und mit (n=14) Glenoidosteotomie. Rechts: Patienten mit intakter Rotatorenmanschette (RM) und mit intraoperativer Rekonstruktion (n=7).

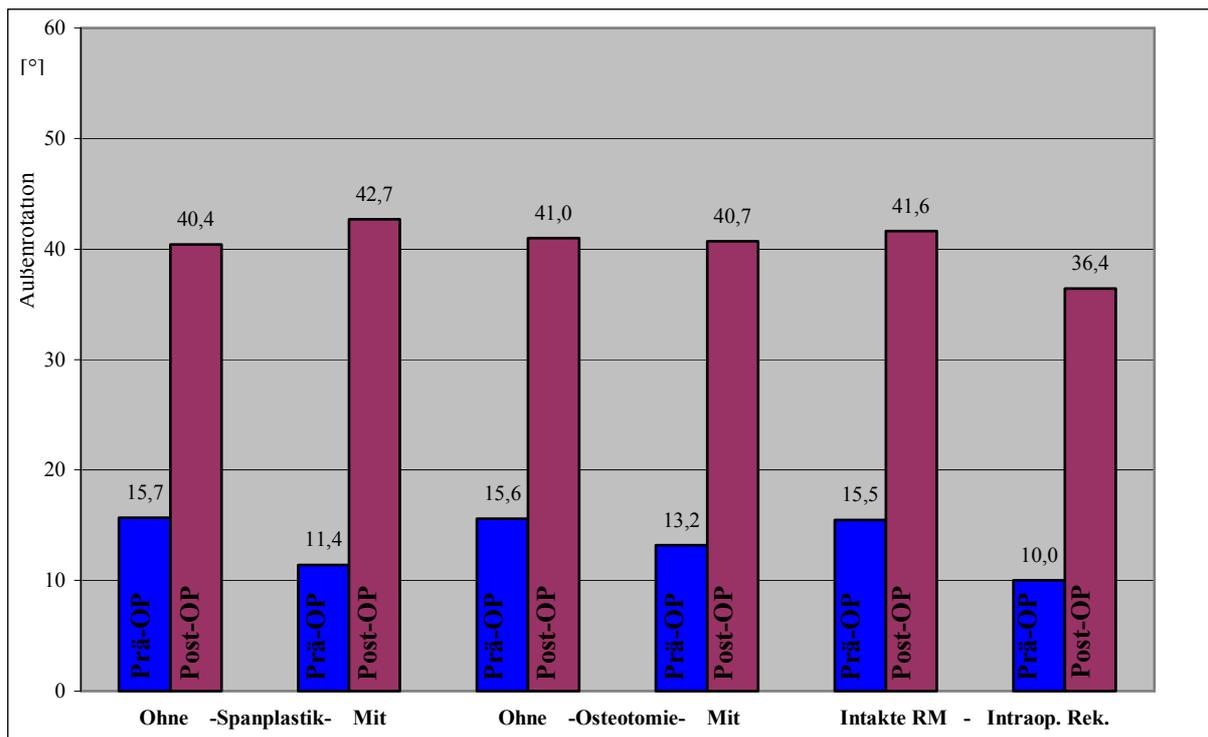


Abb. 4-32: Ergebnisse der Außenrotation in Abhängigkeit von Zusatzeingriffen. Links: Patienten ohne und mit (n=11) Spanplastik. Mitte: Patienten ohne und mit (n=14) Glenoidosteotomie. Rechts: Patienten mit intakter Rotatorenmanschette (RM) und mit intraoperativer Rekonstruktion (n=7).

4.1.5.2.Constant Score

Die Betrachtung der Ergebnisse im Constant Score zeigte für die Patienten mit Spanplastik eine signifikante Verbesserung der Werte für die Gesamtpunktzahl ($p=0,008$), den alters- und geschlechtskorrelierten Score ($p=0,008$), sowie für die Einzelkriterien Schmerz ($p=0,007$), Alltagsaktivitäten ($p=0,007$) und Bewegungsausmaße ($p=0,012$). Für das Kriterium Kraft in kg und Punkten zeigte der p- Wert mit jeweils 0,051 einen Trend zur Besserung. Die Patienten ohne Spanplastik zeigten für die Gesamtpunktzahl, den korrelierten Score und allen Einzelkriterien jeweils signifikant gebesserte Werte (p- Werte jeweils $< 0,0001$). Für die Patienten mit und ohne Spanplastik ergaben sich in der statistischen Auswertung für die pre- und postoperativen Bewegungsausmaße keine signifikanten Unterschiede (p- Werte jeweils $> 0,05$). Siehe auch die linken beiden Balkenpaare der Abbildungen 4-33 bis 4-38.

Bei den Patienten mit und ohne durchgeführter Glenoidosteotomie zeigte sich für beide Gruppen für die postoperativen Ergebnisse im Constant Score jeweils signifikant gebesserte Werte (p- Werte jeweils $< 0,05$). Entsprechend der nahe beieinander liegenden Untersuchungsergebnisse ergaben sich für die Patienten mit und ohne Glenoidosteotomie in der statistischen Auswertung für die pre- und postoperativen Bewegungsausmaße keine signifikanten Unterschiede (p- Werte jeweils $> 0,05$). Siehe auch die mittleren beiden Balkenpaare der Abbildungen 4-33 bis 4-38. Auffällig zeigten sich jedoch die Ergebnisse im Constant Score für die Patienten mit intraoperativ durchgeführter RM- Rekonstruktion. Hierbei zeigten die Patienten mit RM- Rekonstruktion eine signifikante Verbesserung im Kriterium Schmerz ($p=0,042$), nicht jedoch für die Kriterien mit Alltagsaktivitäten ($p=0,093$), Bewegungsausmaße ($p=0,173$), Kraft in kg ($p=0,109$), Kraft in Punkten ($p=0,138$). Für die Gesamtpunktzahl und den korrelierten Score lag der p- Wert bei jeweils 0,075 und zeigt damit

einen Trend zur Verbesserung (p- Wert zwischen 0,09 und 0,05!). Die Patienten ohne RM-Rekonstruktion zeigten für alle Ergebnisse signifikant gebesserte Werte (p- Werte jeweils < 0,0001). Für die Patienten mit intakter RM und mit intraoperativer Rekonstruktion ergaben sich in der statistischen Auswertung für die pre- und postoperativen Bewegungsausmaße keine signifikanten Unterschiede (p- Werte jeweils > 0,05). Siehe auch die rechten beiden Balkenpaare der Abbildungen 4-33 bis 4-38.

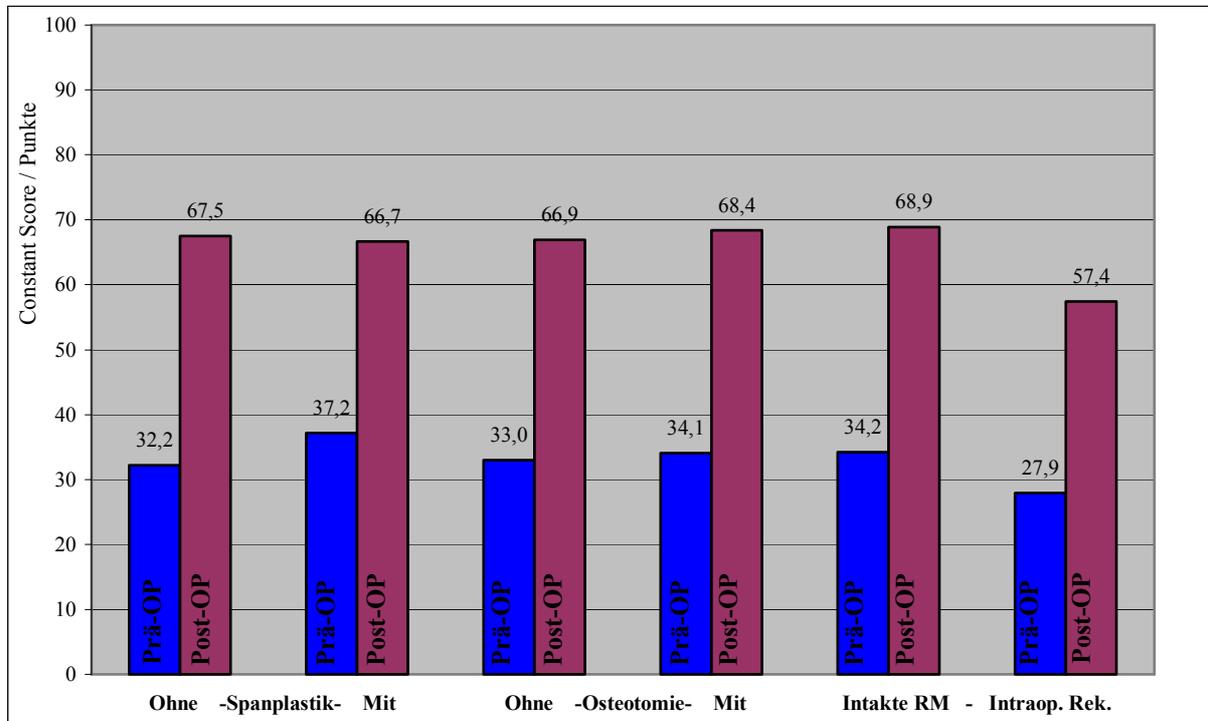


Abb. 4-33: Ergebnisse im Constant Score (Punkte) in Abhängigkeit von Zusatzeingriffen. Links: Patienten ohne und mit (n=11) Spanplastik. Mitte: Patienten ohne und mit (n=14) Glenoidosteotomie. Rechts: Patienten mit intakter Rotatorenmanschette (RM) und mit intraoperativer Rekonstruktion (n=7).

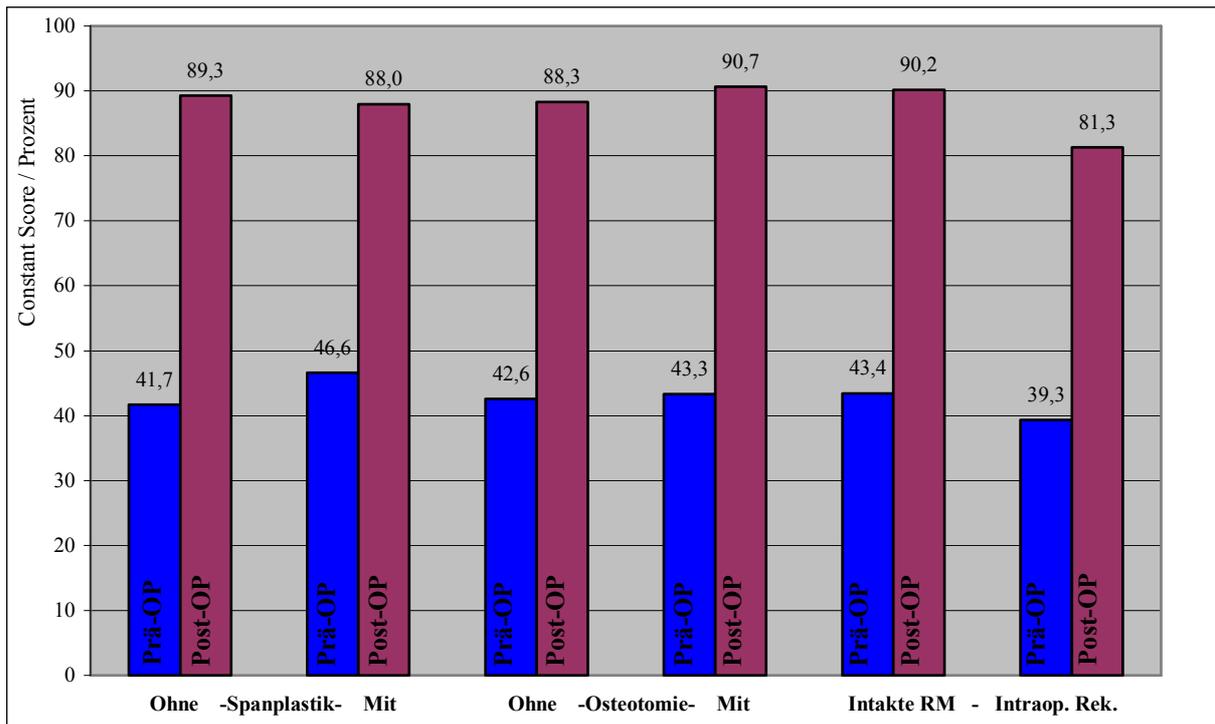


Abb. 4-34: Ergebnisse im alters- und geschlechtskorrelierten Constant Score (%) in Abhängigkeit von Zusatzeingriffen. Links: Patienten ohne und mit (n=11) Spanplastik. Mitte: Patienten ohne und mit (n=14) Glenoidosteotomie. Rechts: Patienten mit intakter Rotatorenmanschette (RM) und mit intraoperativer Rekonstruktion (n=7).

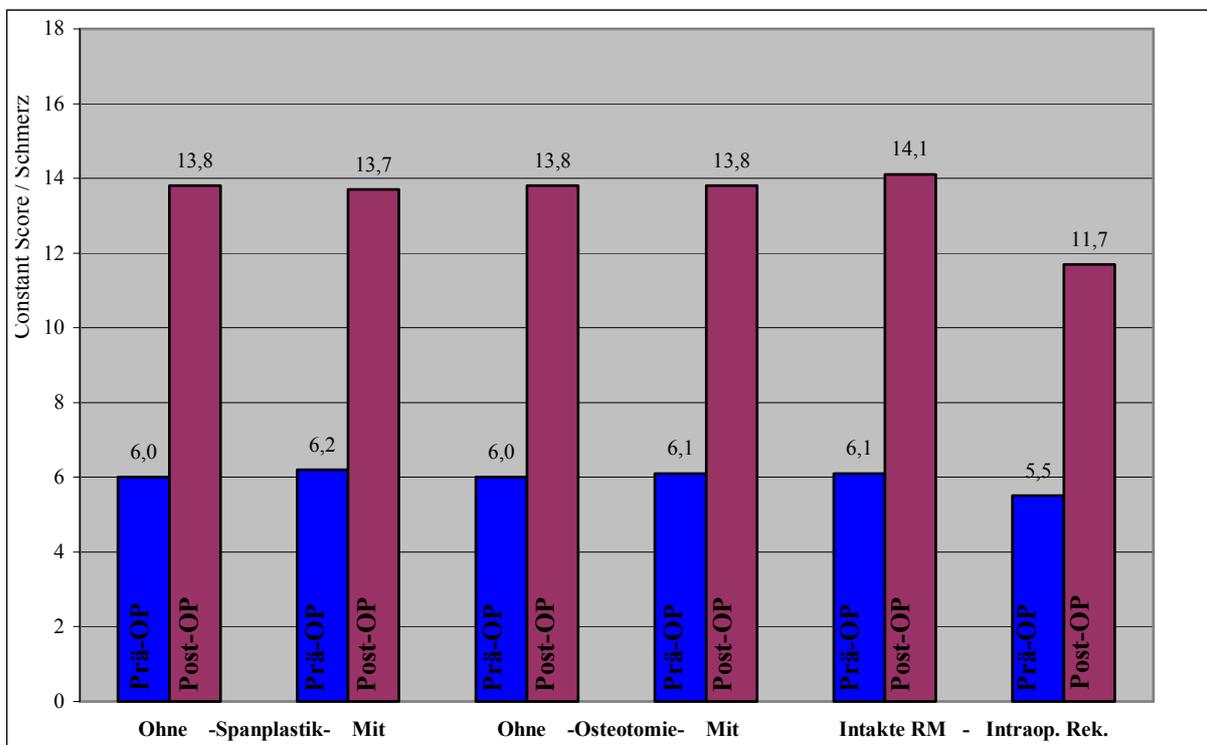


Abb. 4-35: Ergebnisse im Kriterium Schmerz in Abhängigkeit von Zusatzeingriffen. Links: Patienten ohne und mit (n=11) Spanplastik. Mitte: Patienten ohne und mit (n=14) Glenoidosteotomie. Rechts: Patienten mit intakter Rotatorenmanschette (RM) und mit intraoperativer Rekonstruktion (n=7).

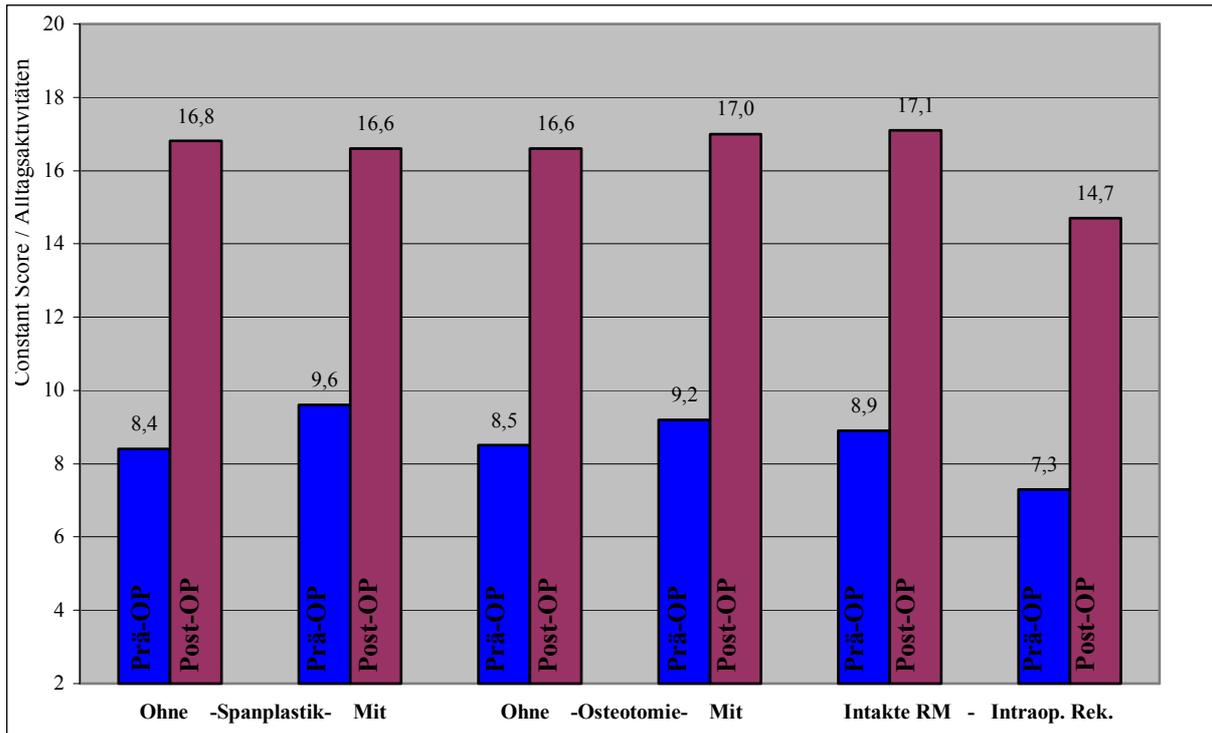


Abb. 4-36: Ergebnisse für Alltagsaktivitäten in Abhängigkeit von Zusatzeingriffen. Links: Patienten ohne und mit (n=11) Spanplastik. Mitte: Patienten ohne und mit (n=14) Glenoidosteotomie. Rechts: Patienten mit intakter Rotatorenmanschette (RM) und mit intraoperativer Rekonstruktion (n=7).

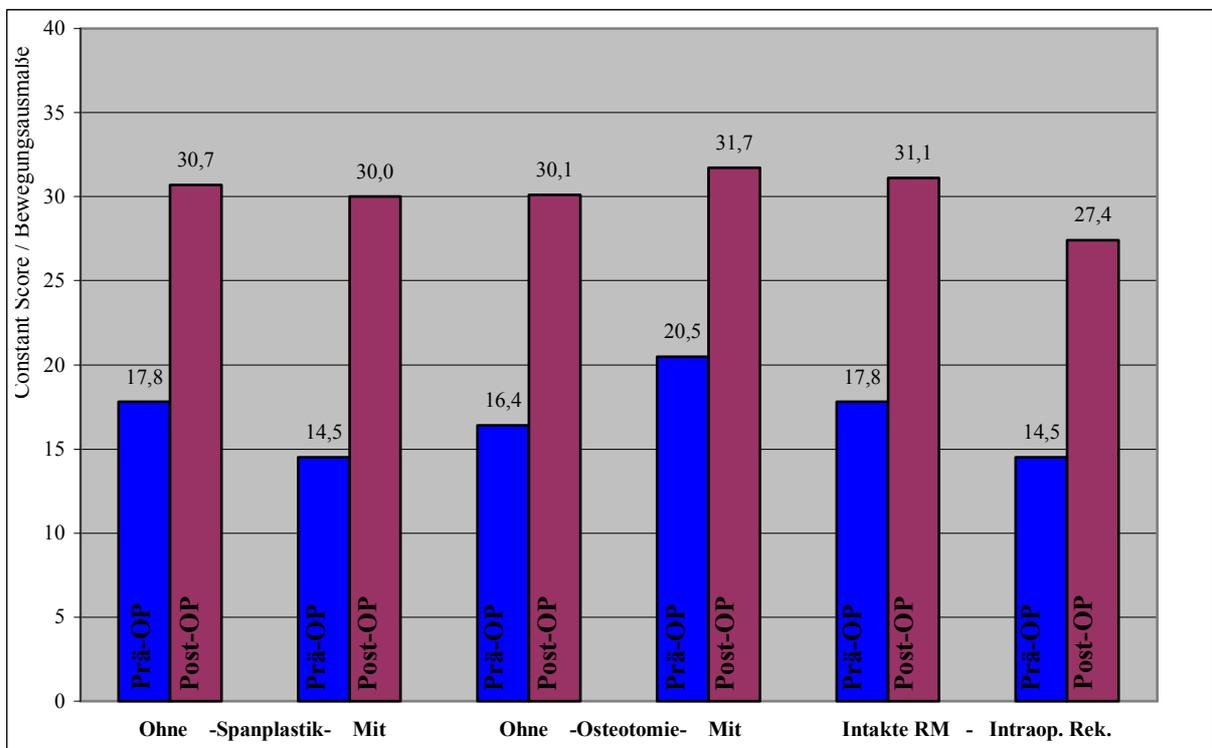


Abb. 4-37: Ergebnisse für die Bewegungsausmaße in Abhängigkeit von Zusatzeingriffen. Links: Patienten ohne und mit (n=11) Spanplastik. Mitte: Patienten ohne und mit (n=14) Glenoidosteotomie. Rechts: Patienten mit intakter Rotatorenmanschette (RM) und mit intraoperativer Rekonstruktion (n=7).

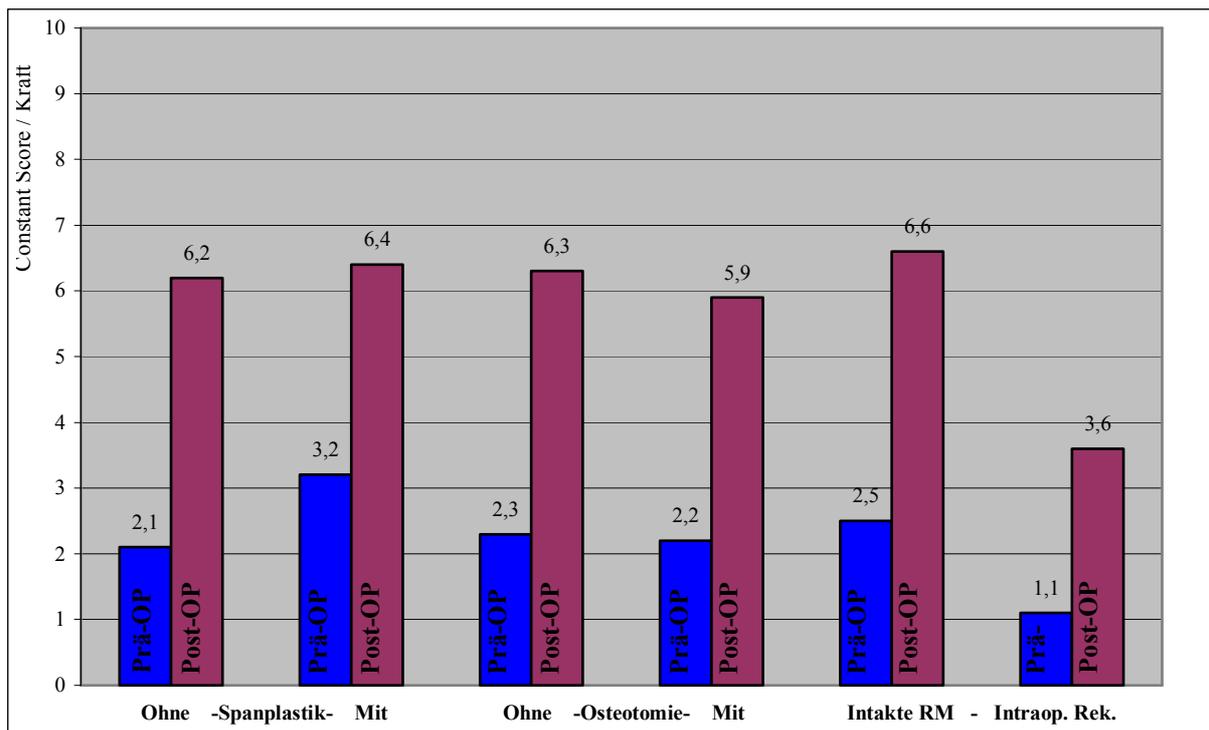


Abb. 4-38: Ergebnisse im Kriterium Kraft in Abhängigkeit von Zusatzeingriffen. Links: Patienten ohne und mit (n=11) Spanplastik. Mitte: Patienten ohne und mit (n=14) Glenoidosteotomie. Rechts: Patienten mit intakter Rotatorenmanschette (RM) und mit intraoperativer Rekonstruktion (n=7).

4.2. RADIOLOGISCHE ERGEBNISSE

4.2.1. Glenoidaler Inklinationswinkel

Für den postoperativ bestimmten glenoidalen Inklinationswinkel (INK) wurde entsprechend der einschlägigen Literatur ein Normbereich von -5° bis $+5^{\circ}$ definiert (siehe auch Kap. 3.4.4.) und geprüft wie viele Patienten davon abweichen. In zwanzig Fällen zeigte sich hierbei eine Abweichung worauf eine Gruppeneinteilung in Patienten mit Abweichung von der angegebenen Norm (INK +/-5; n=20) im Vergleich zum Restkollektiv erfolgte (Restkoll.; n=30). In der statistischen Auswertung zeigen sich hierbei zwischen den beiden Gruppen keine signifikanten Unterschiede für die Werte in den Bewegungsausmaßen und der Ergebnisse im Constant Score (Tabelle 4-01). Hierbei konnte mit den vorliegenden Werten keine schlechteren Ergebnisse für die Patienten mit Abweichung des glenoidalen Inklinationswinkels verzeichnet werden (p- Werte jeweils $> 0,05$).

Gruppen	Flexion	Abduktion	Außenrotation	Constant Score (Punkte)	Constant Score (Alters- und Geschlechtskorreliert)
INK +/-5	143,3°	122,3°	37,3°	63,3	84,7
Restkoll.	140,4°	128,6°	40,8°	69,1	92,3

Tabelle 4-01: Ergebnisse für die postoperativen Bewegungsausmaße und der Werte im Constant Score für die Gruppen mit Abweichung vom normalen glenoidalen Inklinationswinkel (INK +/- 5; n=20) im Vergleich zum Restkollektiv (Restkoll.; n= 30).

4.2.2. Höhenposition der Pfanne

Für die Höhenposition der Pfanne erfolgte die Einteilung in eine hohe Position (Hohe P.), niedrige Position (Niedrige P.) und normale Position (normale P.). Zur Bestimmung der Höhenposition siehe auch Kapitel 3.4.7.

In diesem Patientenkollektiv zeigte sich in 5 Fällen eine hohe Pfannenposition (Hohe P.; n=5; relative Häufigkeit 10%), und in 6 Fällen eine niedrige Pfannenposition (Niedrige Position; n=6; relative Häufigkeit 12%).

Die Ergebnisse der einzelnen Gruppen sind in Tabelle 4-02 aufgeführt. In der statistischen Auswertung konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Ergebnissen für die Gruppe mit hoher Position und normaler Position sowie der Vergleich von niedriger und normaler Position festgestellt werden (p- Werte jeweils > 0,05). Für die hier vorliegenden Zahlen konnte hiermit für Patienten mit hoher oder niedriger Position kein schlechteres Ergebnis wie für die Patienten mit normaler/zentrierter Pfannposition verzeichnet werden.

Gruppen	Flexion	Abduktion	Außenrotation	Constant Score (Punkte)	Constant Score (alters- und geschlechtskorreliert)
Hohe P.	146,00°	138,00°	39,00°	74,39	87,88
Niedrige P.	131,67°	113,33°	35,83°	55,79	76,09
Normale P.	147,10°	132,10°	41,77°	69,77	93,84

Tabelle 4-02: Ergebnisse für die postoperativen Bewegungsausmaße und der Werte im Constant Score für die Gruppen mit hoher Pfannenposition (Hohe P.), niedriger Pfannenposition (Niedrige P.) und normaler Position (Normale P.).

In Analogie zur kranial/kaudalen Ausmessung erfolgte in den axialen Röntgenaufnahmen die Ausmessung nach anterior und posterior. Auch hier wurde eine signifikante Abweichung ab 5 mm in der Differenz festgesetzt. Damit zeigten sich in drei Fällen eine anteriore Pfannenposition und keine Patienten mit posteriore Position. Aufgrund kleiner Fallzahlen (n<5) erfolgte keine Gruppeneinteilung und statistische Aufarbeitung der Ergebnisse.

4.2.3. Radiologische Lockerungssäume der Glenoidkomponente

Entsprechend der Zonen- Einteilung (siehe auch Kap. 3.4.6.) wurden alle Aufnahmen auf Auftreten von Aufhellungslinien (engl. radio lucency) untersucht.

In diesem Patientenkollektiv konnten in zwei Fällen Aufhellungslinien detektiert werden.

In Anlehnung an vorangegangene Arbeiten von *Mole et al* [25], erfolgte die Einteilung in drei Schweregrade mit: Grad 1 (< 1 mm), Grad 2 (zwischen 1 und 2 mm) und Grad 3 (> 2 mm).

Hierbei zeigte sich in einem Fall eine Grad 2 Aufhellungslinie von 1 mm (Abbildung 4-39).

Diese zeigte sich in der Zone 1 in der anterior-posterior Aufnahme, beginnend mit dem 12 Monate Untersuchungsintervall. Die Darstellung der Aufhellungslinie war nur in einer Ebene möglich und zeigte im weiteren Verlauf keine Änderung.

Im zweiten Fall zeigte sich eine Grad 1 Aufhellungslinie von unter 1 mm, welche erst 60 Monate nach Prothesenimplantation auftrat und sich in der Zone 5 in der anterior-posterior Aufnahme zeigte (Abbildung 4-39). Auch hier war die Aufhellungslinie in der zweiten Ebene nicht einsehbar. Beide Aufhellungslinien waren im weiteren Nachbeobachtungszeitraum konstant ohne Zunahme von Dicke und Länge oder Auftreten einer Pfannenlockerung.

Grad 3 Aufhellungslinie wurden nicht beobachtet. Aufgrund der geringen Fallzahl (n<5) wurde keine Gruppeneinteilung und statistische Auswertung durchgeführt.

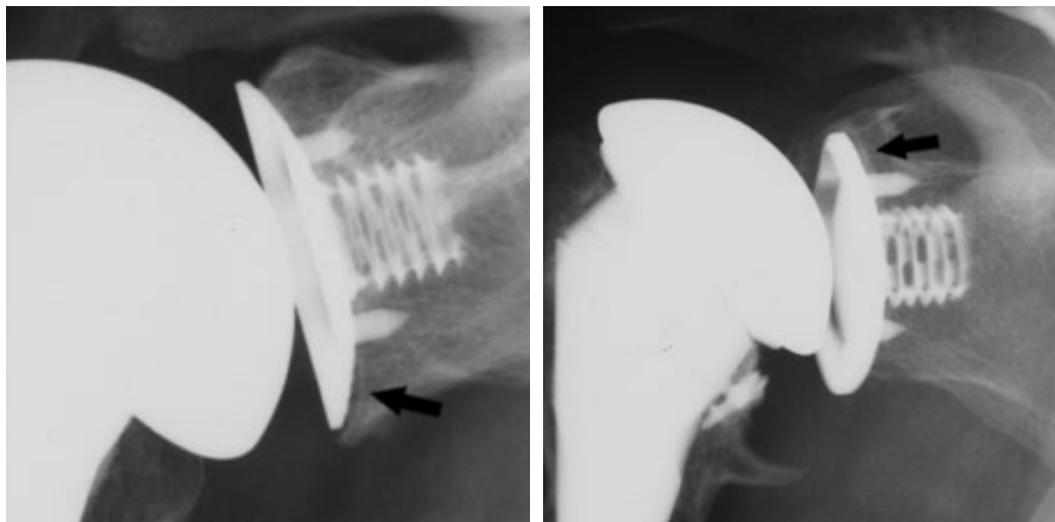


Abb. 4-39: Links: AP- Aufnahme mit Aufhellungslinie in Zone 5. Rechts: AP- Aufnahme mit Aufhellungslinie in Zone 1 (Zoneneinteilung siehe auch Kapitel 3.4.6.).

Die Untersuchungsergebnisse der Patienten mit Auftreten von Aufhellungslinien zeigte im Vergleich mit dem Restkollektiv vergleichbare Werte. Die Ergebnisse hierfür sind in Tabelle 4-03 aufgeführt.

Gruppen	Flexion	Abduktion	Außenrotation	Constant Score (Punkte)	Constant Score (alters- und geschlechtskorreliert)
Lucent L.	175,00°	135,00°	30,00°	72,44	94,15
Restkoll.	141,98°	127,29°	41,35°	67,07	88,75

Tabelle 4-03: Ergebnisse für die postoperativen Bewegungsausmaße und der Werte im Constant Score für die Patienten mit Auftreten von Aufhellungslinien (Lucent L.; n=2) im Vergleich zum Restkollektiv (Restkoll.; n=48).

4.2.4. Akromiohumeraler Abstand

Zum Zeitpunkt der letzten Nachuntersuchung betrug der Akromiohumerale Abstand (AHA) im Mittel 10,3 mm (range, 3-20 mm). Die Werte 6 Wochen nach OP lagen im Mittel bei 12,2 mm (range, 5-20 mm). In 7 Fällen konnte dabei im Verlauf vom 6 Wochen Intervall zur letzten Nachuntersuchung eine Abnahme des Abstandes von mindestens 2 mm beobachtet werden. Es erfolgte die Einteilung in eine Gruppe mit Abnahme des AHA von mindestens 2 mm (n=7), welche mit den restlichen Patienten ohne relevante Abnahme des AHA verglichen wurde (n=43). Die Gruppe mit Abnahme des AHA von mindestens 2 mm zeigten in den absoluten Werten sogar entgegen unserer Erwartungen bessere Ergebnisse. Zwischen beiden Gruppen konnte jedoch kein signifikanter Unterschied für die Werte in den Bewegungsausmaßen und der Ergebnisse im Constant Score festgestellt werden (Tabelle 4-

04). Damit konnte mit den vorliegenden Werten keine schlechteren Ergebnisse für die Patienten mit Abnahme des AHA verzeichnet werden (p- Werte jeweils > 0,05).

Gruppen	Flexion	Abduktion	Außenrotation	Constant Score (Punkte)	Constant Score (alters- und geschlechtskorreliert)
AHA 2mm	168,6°	134,3°	42,9°	72,9	97,6
Restkoll.	139,2°	126,5°	40,6°	66,4	87,6

Tabelle 4-04: Ergebnisse für die postoperativen Bewegungsausmaße und der Werte im Constant Score für die Gruppen mit Abnahme des Akromiohumeralen Abstand (AHA) von mindestens 2 mm (AHA 2mm; n=7) im Vergleich zum Restkollektiv (Restkoll.; n=43).

4.2.5. Humeruskopfposition und glenohumerales Impingement

Die Einteilung der Humeruskopfposition erfolgte in zentriert, anteriore und posteriore Subluxation sowie eine kraniale Dezentrierung. Die Auswertung unseres Patientenkollektivs zeigt hierbei jeweils Fallzahlen von unter fünf worauf keine Gruppeneinteilung und statistische Auswertung durchgeführt wird. Im Einzelnen lag in zwei Fällen eine anteriore Subluxation (n=2; Relative Häufigkeit 4%) und in zwei Fällen eine kraniale Dezentrierung (n=2; Relative Häufigkeit 4%) vor. In den restlichen Fällen lag eine zentrierte Humeruskopfposition vor.

Im Weiteren wurden die Patienten auf Vorliegen eines gelohumeralen Impingement untersucht. Hierbei handelt sich um ein sog. inneres oder intraartikuläres Impingement, bei dem es zu einem Kontakt zwischen Kalkar humeri und unterem Pfannrand kommen kann. Ebenfalls zeigte sich hier für die Patienten mit glenohumeralem Impingement keine ausreichende Fallzahlen (n<5).

4.3. KOMPLIKATIONEN

In dem dieser Arbeit zugrunde liegendem Patientengut zeigten sich in acht Fällen (16%) postoperative Komplikationen. Hierunter kam es bei einem Patienten zu einem PE- Verbrauch welcher 60 Monate postoperativ auftrat. Bei drei Patienten zeigte sich postoperativ eine Rotatorenmanschetteninsuffizienz. Neurologische Defizite wurden bei vier Patienten detektiert, wobei im Verlauf keine oder nur noch leichte Residuen im Sinne noch bestehender Parästhesien ohne relevante motorische Ausfälle persistierten.

Ein Patient zeigte eine inkomplette Plexusläsion wobei 6 Wochen postoperativ wieder ein Faustschluss möglich war mit noch vorhandenen Parästhesien an DI-III (Gefühl von Pelzigkeit). Bei einem weiteren Patient mit inkompletter Plexusläsion zeigte nach 6 Wochen nur noch dezente Parästhesien und nach 4 Monaten keine neurologischen Beschwerden mehr. Im dritten Fall mit Plexusläsion (C5/6) war nach 2,5 Monaten ebenfalls deutlich rückläufig mit verbesserter muskulärer Funktion bei noch vorhandener Sensibilitätsstörung im Unterarm-/Handbereich. Ein Patient zeigte nach 6 Wochen diskrete Hypästhesien im Bereich D I-III mit im Verlauf deutlich rückläufiger Symptomatik.

In unserer Auswertung zeigt die Gruppe der Patienten mit Auftreten von Komplikationen (alle Komplikationen: n=8) für die Ergebnisse in den Bewegungsausmaßen und die Werte im

Constant Score jeweils niedrigere Werte. Dies zeigte sich im Vergleich zum Restkollektiv (n=42) nicht signifikant ($p>0,05$). Siehe auch Tabelle 4-05 und Tabelle 4-06.

Gruppen	Flexion	Abduktion	Außenrotation	Constant Score (Punkte)	Constant Score (Alters- und Geschlechtskorreliert)
Alle Kompl.	120,00°	115,00°	38,13°	56,28	73,28
Restkoll.	147,74°	130,00°	41,43°	69,38	91,96

Tabelle 4-05: Ergebnisse für die postoperativen Bewegungsausmaße und der Werte im Constant Score für alle Patienten mit Auftreten von Komplikationen (n=8) im Vergleich zum Restkollektiv ohne Komplikationen (Restkoll.; n=42).

Gruppen	Flexion	Abduktion	Außenrotation	Constant Score (Punkte)	Constant Score (Alters- und Geschlechtskorreliert)
PE- Verbr.	150,00°	180,00°	30,00°	85,88	95,42
RM- Insuff.	103,33°	93,33°	35,00°	44,49	61,26
Neurolog.	125,00°	115,00°	42,50°	57,43	76,75
Restkoll.	147,74°	130,00°	41,43°	69,38	91,96

Tabelle 4-06: Ergebnisse für die postoperativen Bewegungsausmaße und der Werte im Constant Score für Patienten mit Auftreten von Komplikationen: Patienten mit PE- Verbrauch (PE_ Verbr.; n=1); Patienten mit Rotatorenmanschetteninsuffizienz (RM- Insuff.; n=3) und Patienten mit neurologischen Defiziten (Neurolog.; n=4); im Vergleich zum Restkollektiv ohne Komplikationen (Restkoll.; n=42).

5. DISKUSSION

5.1.FUNKTIONELLE ERGEBNISSE

5.1.1. Gesamtergebnisse

In dieser Studie wurden Patienten welche einen prothetischen Schultergelenkersatz mit zementfreiem Glenoid erhalten haben untersucht. Die folgenden regelmäßigen Nachkontrollen zur klinischen Untersuchung und Röntgenkontrolle wurden in einem prospektivem Nachuntersuchungsprotokoll (Anhang 1) dokumentiert. Für die statistische Auswertung wurde hierbei ein minimaler Nachbeobachtungszeitraum von 12 Monaten festgesetzt. Im Durchschnitt lagen der Beobachtungszeitraum bei 39,3 Monaten (range, 12-72 Monate) und das Patientenalter bei 63,5 Jahren (range, 45-79 Jahre).

Die Gesamtzahl der Patienten mit zementfreiem Glenoid und minimal 12 Monaten Nachbeobachtungszeitraum war mit n=50 relativ gering. Unter den 50 eingeschlossenen Patienten waren 28 weibliche und 22 männliche Patienten. In 32 Fällen war die rechte Schulter und in 18 die linke Schulter betroffen. Die Indikationen für den prothetischen Gelenkersatz waren eine idiopathische Omarthrose (64%), posttraumatische Arthrose (16%), Instabilitätsarthrose (14%), Humeruskopfnekrose (4%) und die rheumatoide Arthritis (2%). In der Gesamtgruppe konnten erfreulicherweise für die Bewegungsausmaße und der Werte im Constant Score inklusive der Gesamtpunktzahl, dem alters- und geschlechtskorreliertem Score, sowie aller Einzelkriterien signifikant ($p < 0,0001$, t- Test) bessere Ergebnisse im postoperativen Verlauf erzielt werden. Der alters- und geschlechtskorrelierte Constant Score verbesserte sich von 42,8 % präoperativ auf 89 % postoperativ. Die Gesamtpunktzahl erhöhte sich von 33,3 präoperativ auf 67,3 Punkte postoperativ. Die Einzelkriterien des Constant Score zeigten eine Schmerzreduktion von 6 auf 13,8 Punkte, eine Zunahme der Aktivität von 8,7 auf 16,7, eine Verbesserung der Bewegungsausmaße von 16,3 auf 30,6 Punkte sowie ein Kraftzuwachs von 2,3 auf 6,3 Punkte. Die Bewegungsausmaße besserten sich für die aktive Abduktion von präoperativ 67,5° (range, 0°-120°) auf postoperativ 127,6° (range, 30°-180°). Für die Flexion von 91,5° (range, 10°-160°) auf 143,3° (range, 30°-180°) und für die Außenrotation von 14,9° (range, -20°-50°) auf 41° (range, 10°-90°) im postoperativen Verlauf.

In einer Untersuchung von *Taunton et al* [39] wurden 83 Totalendoprothesen (TEP) mit zementfreier Glenoidkomponente untersucht. Das Durchschnittsalter wurde mit 68 Jahren (range, 41-78 Jahre) angegeben und ist mit unserem Patientenalter vergleichbar. Die Indikationen waren die idiopathische Omarthrose (n=74), die posttraumatische Arthrose (n=5) und die Humeruskopfnekrose (n=4). Ausschlusskriterium waren die rheumatoide Arthritis, eine Rotatorenmanschetteninsuffizienz oder Z.n.Rotatorenmanschetten- Rekonstruktion und ein intraoperativer Rotatorenmanschettenruptur. Diese Ausschlusskriterien lagen in unserem Patientengut nicht vor. Der minimale Nachbeobachtungszeitraum wurde auf zwei Jahre festgesetzt und betrug im mittel 9,5 Jahre. Eine Auswertung mit Hilfe des in der europäischen Literatur als Standard etablierten Constant Score war hier nicht gegeben. Die Beurteilung des Kriterium Schulterschmerz erfolgte in einer Skala von 1-5 (1 = kein Schmerz; 5 = starker Schmerz) und Besserte sich signifikant von 4,7 auf 2,0. Die Abduktion besserte sich signifikant von 102° auf 135° und die Außenrotation ebenfalls signifikant von 27° auf 56°. Diese Eckpunkte mit Schmerzreduktion und die Verbesserung der Bewegungsausmaße zeigten sich wie bei unseren Ergebnissen ebenfalls signifikant gebessert. Die präoperativen Bewegungsausmaße lagen bei uns niedriger als in dieser Untersuchungsgruppe. Dies lässt sich möglicherweise mit den bereits genannten Ausschlusskriterien erklären. Bei unserem Patientenkollektiv wurden auch Patienten mit rheumatoider Arthritis und

Rotatorenmanschetteninsuffizienz mit aufgenommen. Das Patientenkollektiv stellt sich damit bei uns deutlich heterogener dar.

Auch in den Untersuchungen von *Schmidt-Wiethoff et al* [34] zeigten sich die Ergebnisse im Constant Score mit unseren vergleichbar gut. In der genannten Arbeit wurden 181 Schulterendoprothesen nachuntersucht (Typ Aequalis). Hierunter waren 63 Totalendoprothesen (TEP) und 118 Hemiendoprothesen (HEP). Das Durchschnittsalter lag mit 56,5 Jahren (range, 21-84 Jahre) niedriger als bei unserem Patientengut. Die Implantation der Totalendoprothesen erfolgte bei 21 Pfannen zementiert und bei 42 zementfrei in Spreizdübeltechnik. Der mittlere Nachbeobachtungszeitraum betrug 23,5 Monate (range, 11-51 Monate). Die Indikationen verteilten sich auf die idiopathische Omarthrose (27%), Instabilitätsarthrose (10%), rheumatoide Omarthritis (7%), avaskuläre Nekrose (5%), frische Humeruskopffraktur (4%), veraltete Humeruskopffraktur (37%) und sonstige Arthropathien (10%). Die Gesamtgruppe zeigte eine Verbesserung der Bewegungsausmaße für die Flexion von 85° auf 117°, für die Abduktion von 64° auf 100° und für die Außenrotation von 7° auf 31° im postoperativen Verlauf. Die Gesamtpunktzahl im Constant Score erhöhte sich von 34,9 auf 65,2 Punkte. Ein alters- und geschlechtkorrelierter Constant Score wurde in dieser Arbeit nicht berechnet. Die Gesamtpunktzahl im Constant Score zeigte sich mit unseren Ergebnissen nahezu identisch. In den einzelnen Bewegungsausmaßen zeigte unser Patientenkollektiv bessere Werte im postoperativen Verlauf.

Fucentese et al [20] untersuchten 22 Patienten mit Implantation einer totalen Schulterprothese (Zimmer Anatomical; Zimmer, Winterthur, Switzerland) unter Verwendung einer zementfreien „soft-metal-backed“ Glenoidkomponente (SMBG). Das mittlere Alter lag bei 68,5 Jahren (49-84 Jahre) und ist mit unserem Patientenkollektiv vergleichbar. Der Nachbeobachtungszeitraum lag mit 50 Monaten (24-89 Monate) etwas über unserem Follow-Up. Indikationen für den Gelenkersatz waren die idiopathische Omarthrose (n=10), postraumatisch (n=8), Kopfnekrose (n=2) und Gelenkbeteiligung bei Systemerkrankungen (n=2). Der Constant Score besserte sich von 29,1 auf 65,9 Punkte, sowie im Alters- und Geschlecht korrelierten Score von 40,1 auf 87,7 % und zeigte damit ebenfalls signifikant gebesserte Wert wie bei unseren Patienten.

Die Glenoidmorphologie nach Walch verteilte sich auf jeweils siebenmal A1 und A2, fünfmal B1 und dreimal B2. Auf das Auftreten von Aufhellungslinien und die Komplikationen wird in den folgenden Kapiteln eingegangen. Insgesamt konnten wir mit unseren Werten im Constant Score und für die Bewegungsausmaßen mit den bisher genannten Studien mit ähnlich guten postoperativen Ergebnissen mithalten. Auf die Komplikationsraten und auftreten von Lockerungszeichen bzw. Aufhellungslinien im Röntgenbild soll in den weiteren Kapiteln eingegangen werden.

5.1.2. Idiopathische Omarthrose

Für die Patienten in unserem Patientengut mit idiopathische Omarthrose (n=32) zeigte sich im Constant Score eine Gesamtpunktzahl von präoperativ 32,7 und postoperativ von 68,9 Punkte. Im alters- und geschlecht korrelierten Score ergab sich eine Zunahme von 43,1 % auf 91,7 %. Bei den Bewegungsausmaßen zeigte sich für die aktive Abduktion ein Verlauf von 74,1° auf 128,1°, für die Flexion von 91,8° auf 144,7° und für die Außenrotation von 16° auf 41,4° postoperativ.

Basierend auf einer großen Multicenter Studie mit mehr als 2000 Aequalis-Schulterendoprothesen, dessen Ergebnisse 2001 in Nizza veröffentlicht wurden selektierten *Edwards et al* [19] 690 Patienten mit idiopathischer Omarthrose. Andere Diagnosen oder Voroperationen der betroffenen Schulter wurden hier nicht mit aufgenommen. Der minimale Beobachtungszeitraum wurde auf 2 Jahre festgesetzt und betrug im Mittel 43,3 Monate

(range, 24-110 Monate). Bei 601 Patienten wurden eine Totalendoprothesen (TEP) implantiert. Der Nachbeobachtungszeitraum lag bei 44,0 Monate und das Durchschnittsalter bei 67,4 Jahren. Für die Patienten mit Glenoidersatz wurden verschiedene Implantate eingesetzt und eine Untergruppe für die Patienten mit zementfreiem Metallträger- Glenoid sowie eine Untergruppe mit PE- Glenoiden gebildet und jeweils mit der HEP- Gruppe verglichen. Darüber hinaus wurde eine weitere Unterteilung hinsichtlich der Glenoidmorphologie mit vorliegen einer zentrischen oder exzentrischen Morphologie vorgenommen und ebenfalls mit der HEP- Gruppe verglichen. Die Untersuchung zeigte eine Überlegenheit der postoperativen Ergebnisse in der TEP- Gruppe gegenüber der HEP- Gruppe. Die Gesamtgruppe mit TEP (n=601) zeigte im Constant Score eine Besserung von präoperativ 31,1 auf postoperativ 70,3 Punkte sowie im alters- und geschlechtskorrelierten Score von 42,4 % auf 96,3 %. Für die Bewegungsausmaße zeigte sich für die Flexion eine Zunahme von 91,2° auf 144,5° und für die Außenrotation von 7,2° auf 41,5°. Eine Auflistung der Ergebnisse im Constant Score und der Bewegungsausmaße für die Subgruppe der zementfreien Metallträger- Glenoide lässt sich aus dieser Arbeit nicht ablesen. Die Werte in der Gesamtgruppe- TEP (n=601) zeigten sich mit unseren Ergebnissen für die Patienten mit idiopathische Omarthrose im Wesentlichen mit gleichem postoperativem Erfolg für die Ergebnisse im Constant Score und den Bewegungsausmaßen. Auf die Komplikationsraten und Auftreten von Aufhellungslinien im Röntgenbild soll in den nächsten Kapiteln eingegangen werden.

Eine Gegenüberstellung von zementiertem PE- Glenoid und unzementierten Glenoid mit Metallträger („metal-backed“) lieferten *Boileau et al* [5]. In dieser Arbeit wurden 39 Patienten (40 operierte Schulterprothesen) analysiert. Eingeschlossen wurden Patienten mit primärer Omarthrose und intakter Rotatorenmanschette. Andere Diagnosen oder Patienten mit Voroperationen der betroffenen Schulter wurden im Gegensatz zu unserer Arbeit ausgeschlossen. Für die weitere Auswertung wurde dieses Patientengut in eine Gruppe mit zementiertem Glenoid und einer Gruppe mit zementfreiem Metallträger- Glenoid untergliedert. Beide Gruppen beinhalteten jeweils 20 Patienten. Für die Gesamtgruppe wurde ein Durchschnittsalter von 69 Jahren (range, 56-89 Jahre) mit 29 Frauen und 10 Männern angegeben. Der minimale Nachbeobachtungszeitraum wurde auf drei Jahre festgesetzt und betrug im Mittel 38,4 Monate (Gruppe mit zementfreiem Glenoid: 38,4 Monate; Gruppe mit zementfreiem Metallträger- Glenoid: 37 Monate). Die Auswertung erfolgte ebenfalls unter Verwendung des Constant Score. Die Gesamtpunktzahl besserte sich für die Gruppe mit zementiertem PE- Glenoid von 25 auf 68 Punkte und für die Gruppe mit zementfreiem Metallträger- Glenoid von 27 auf 73 Punkte. Die Ergebnisse zeigten sich für die Gruppe mit zementfreiem Metallträger- Glenoid sogar geringfügig besser. Die statistische Auswertung lieferte keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen (p=0,3).

Die Ergebnisse zeigten sich für die Angaben im Constant Score und dem Altersdurchschnitt im Wesentlichen mit unseren Zahlen vergleichbar. Auf die Komplikationsraten und Auftreten von Aufhellungslinien im Röntgenbild soll in den nächsten Kapiteln eingegangen werden.

In der bereits genannten Arbeit von *Schmidt-Wiethoff et al* [34] welche Schulterendoprothesen vom Typ Aequalis untersuchten wurde ebenfalls eine Aufschlüsselung der Ergebnisse in Abhängigkeit von der Indikation vorgenommen und für die Patienten mit idiopathischer Omarthrose die besten Werten erzielt. In der Gesamtgruppe ergab sich eine Verbesserung der Gesamtpunktzahl im Constant Score von 34,9 auf 65,2 Punkte. Die Subgruppe mit idiopathischer Omarthrose erzielte den höchsten Anstieg um 34 Punkte von präoperativ 32 auf postoperativ 66 Punkte. Im Vergleich mit unserem Patientenkollektiv erzielten wir bei den idiopathischen Omarthrosen eine Verbesserung um 36,2 Punkte von präoperativ 32,7 auf postoperativ 68,9 Punkte und zeigt damit ein ähnlich gutes Ergebnis.

5.1.3. Posttraumatische Omarthrose

In unserer Arbeit erzielten die Patienten mit posttraumatische Arthrose (n=8) für die Gesamtpunktzahl und korrelierten Constant Score signifikant schlechtere Werte wie die Patientengruppe mit idiopathischer Omarthrose oder der Gruppe mit Instabilitätsarthrose. Bei den Bewegungsausmaßen im Einzelnen ergab sich kein signifikanter Unterschied. Für die Gesamtpunktzahl im Constant Score erzielten die Patienten mit posttraumatischer Arthrose eine Besserung von 32,6 auf 56,1 Punkte und für den korrelierten Score von 38,5% auf 69,7%. Bei den Bewegungsausmaßen zeigte sich für die aktive Abduktion eine Besserung von 46,0° auf 105,6°, für die Flexion von 76,0° auf 129,4° und für die Außenrotation von 1,0° auf 40,7° postoperativ.

In der Untersuchung von *Schmidt-Wiethoff et al* [34] erfolgte die Unterscheidung der Patienten mit Totalendoprothese aufgrund posttraumatischer Omarthrose in eine Gruppe mit frischer Fraktur und in eine Gruppe mit bereits osteosynthetisch versorgten Frakturen oder veralteter Verletzungen. Die Gruppe mit frischer Fraktur erzielte im postoperativen Constant Score 54 Punkte. Die älteren Frakturen erzielten von präoperativ 34 Punkten, 68 Punkte im postoperativen Verlauf.

Im Vergleich mit unseren Werten erzielte unsere Gruppe mit posttraumatischer Arthrose mit 56 Punkten niedrigere Werte im postoperativen Verlauf.

Boileau und Walch [6] untersuchten den Verlauf von 203 Patienten welche aufgrund Frakturfolgen einen prothetischen Schultergelenkersatz erhalten haben. Der Nachbeobachtungszeitraum wurde auf minimal 2 Jahre festgesetzt und betrug im mittel 42 Monate (range, 24-96 Monate). Die Einteilung der Frakturen erfolgte nach dem vier Segment Modell [27, 28]. Die Versorgung erfolgte hier ebenfalls mit der Aequalis- Prothese, wobei 84 Totalendoprothesen (TEP) und 119 Hemiendoprothesen (HEP) implantiert wurden. Auch diese Arbeit verwendete zur Beurteilung der postoperativen Ergebnisse den Constant Score. Insgesamt fanden die Autoren hier für die Typ 3 und 4 Frakturen (korrelierter Score von 58,5%) signifikant ($p < 0,0005$) schlechtere Ergebnisse wie für die Typ 1 und 2 Frakturen (korrelierter Score von 73%). Typ 1 und 2 Frakturen welche eine TEP erhalten haben erzielten einen postoperativen Constant Score von 67 Punkten, wohin gegen die Patienten ohne Pfannenersatz nur 55 Punkte erzielten. Weiter wird die Fragmentgröße und die Rekonstruierbarkeit der Tuberkula als wesentlicher Faktoren für die postoperativen Ergebnisse betont.

In unserem Patientengut mit einer Fallzahl von acht Patienten zeigte sich ein postoperativer Constant Score von 56,1 Punkten, wobei hier überwiegend ältere Mehrfragmentfrakturen vorlagen.

5.1.4. Instabilitätsarthrose

Die Subgruppe der Patienten mit Instabilitätsarthrose (n=7) zeigte für die Gesamtpunktzahl im Constant Score eine Besserung von präoperativ 40,3 auf postoperativ 74 Punkte. Sie erreicht damit im Vergleich zu den anderen Indikationsgruppen den höchsten absoluten Wert im postoperativen Constant Score. Anzumerken bleibt jedoch auch ein höherer Ausgangswert für den präoperativen Constant Score. Die statistische Auswertung zeigte jedoch beim Vergleich von der Gruppe mit idiopathischer Omarthrose versus Instabilitätsarthrose keinen signifikanten Unterschied für die prä- und postoperativen Werte im Constant Score. Im alters- und geschlechtsskorreliertem Score zeigte sich eine Zunahme von 48,9 % auf 95,9 %. In den Bewegungsausmaßen zeigte sich eine Entwicklung für die Abduktion von 69,2° auf 150°, für die Flexion von 110° auf 160°, sowie für die Außenrotation von 21° auf 40,7° im postoperativen Verlauf.

Die bereits genannte Autorengruppe *Schmidt-Wiethoff et al* [34] erzielte für die Subgruppe mit Instabilitätsarthrosen (n=18) einen Zunahme der Gesamtpunktzahl im Constant Score von 34 auf 64 Punkte. Die Werte zeigen sich etwas niedriger wie bei unserem Patientenkollektiv. Hierbei muss erneut erwähnt werden dass auch Hemiendoprothesen mit in der Regel schlechteren postoperativen Werten mit in die Auswertung aufgenommen wurden. Bereits in mehreren Studien konnte für die postoperativen Ergebnisse bessere Ergebnisse für die Totalendoprothesen- Implantation gegenüber der Hemiendoprothese berichtete werden [3, 19, 10].

5.1.5. Voroperationen und Zusatzeingriffe der betroffenen Schulter

Zur weiteren Differenzierung unserer Ergebnisse wurden die Patienten mit Voroperation an der betroffenen Schulter weiter untergliedert. Die Patienten mit sekundärem Glenoideinbau und damit initial Vorliegen einer Hemiendoprothese zeigten bei unseren Ergebnissen schlechtere Werte als Patienten mit direktem Einbau einer Schultertotalendoprothese ohne Voroperation der betroffenen Schulter. Diese Tatsache deckt sich mit den Angaben der Literatur. So kamen zum einen *Schmidt-Wiethoff et al* [34] zu dem Schluss das Patienten mit eingeschränkten präoperativen Bewegungsausmaßen auch postoperativ schlechtere Werte erzielen. Demgegenüber wurde wie bereits genannt in mehreren Arbeiten ein besseres postoperatives Ergebnis für Patienten mit Totalendoprothesen gegenüber Hemiendoprothesen beschrieben [3, 19, 10].

Bei den Patienten mit Zusatzeingriffen sahen wir bei den Patienten mit intraoperativer Rotatorenmanschettenrekonstruktion ein schlechteres postoperatives Ergebnis mit Ausnahme dem Kriterium Schmerzreduktion, welches signifikant gebessert war. Ebenfalls zeigt sich hier bei schlechterem postoperativem Erfolg für die Ergebnisse im Constant Score und den Bewegungsausmaßen das bereits präoperativ niedriger Werte Vorlagen. Diese Tatsache das Patienten mit niedrigeren präoperativen Bewegungsausmaßen auch zu einem niedrigeren postoperativen Ergebnis kommen wurde bereits in oben genannter Studie von *Schmidt-Wiethoff et al* [34] beschrieben. Im Verlauf der Omarthrose kommt es zu einer progressiven Verkürzung und Atrophie der der das Gelenk führenden Weichteile. Mit zunehmendem präoperativem Funktionsverlust gewinnt daher die Weichteilpräparation zunehmend an Bedeutung. Bei ausgeprägter Innenrotationskontraktur kann der obere Ansatz der M. pectoralis Sehne scharf an der Crista humeri eingekerbt werden. Zusätzlich kann die Subscapularis- Sehne nahe am Tuberkulum minus abgelöst werden um später durch medialisierung bei der Refixation Länge gewinnen zu können. Eine Übersicht über die Weichteilpräparation und weitere Mobilisationsmanöver sind bereits unter Kapitel 3.2. aufgeführt. In Einigen Untersucher- Gruppen wie bei *Taunton et al* [39], wurden Patienten mit Voroperationen z. B.: „an der Rotatorenmanschette“ sogar ausgeschlossen. In unserer Arbeit wurden alle Patienten mit zementfreiem Metallträger- Glenoid mit Hohlschraubenfixierung aufgenommen unabhängig von Voroperationen oder Zusatzeingriffen.

5.2. RADIOLOGISCHE ERGEBNISSE

5.2.1. Glenoidmorphologie nach Walch

Als weiteres Unterscheidungskriterium wurde die Glenoidmorphologie nach Walch herangezogen. Hierbei zeigte sich zwischen den beiden Hauptgruppen mit konzentrischem (Typ A) und exzentrischem Glenoid (Typ B) kein signifikanter Unterschied für die postoperativen Bewegungsausmaße und den Werten im Constant Score. Lediglich die Differenzierung in die einzelnen Untergruppen mit Typ A1, A2, B1, B2 und C (siehe zur Glenoidmorphologie nach Walch auch Kapitel 3.4.5.) zeigte für die Gruppe der Patienten mit Typ B2 Glenoid signifikant bessere Werte für die Bewegungsausmaße im Constant Score wie die Patienten mit A2- Glenoid. Dies zeigt das die Patienten deutlich von dem Ausgleich der bikonkaven Pfannendeformität bei einem Typ B2- Glenoid profitieren.

In der bereits genannten Untersuchung von *Boileau et al* [5] erfolgte ebenfalls die Aufschlüsselung in die verschiedenen Glenoid- Typen nach Walch. Hierbei zeigten sich unter den zementierten Glenoiden: 7 x A1, 3 x A2, 5 x B1, 2 x B2, 1 x C sowie für die zementfreien Glenoide 10 x A1, 1 x A2, 6 x B1, 2 x B2 und keine mit C- Glenoid. Auffällig war jedoch das in 3 Fällen mit Glenoid- Lockerung (Osteolysen des subchondralen Pfannlagers, Pfannenmigration oder Verkippung und/oder Metall/- Schraubenbruch) ein Typ B Glenoid vorlag. Eine Unterscheidung der funktionellen Ergebnisse für die verschiedenen Glenoidmorphologien ist jedoch nicht erfolgt und lässt sich auch in anderen gängigen Arbeiten nicht finden. Die Glenoidmorphologie ist jedoch in der präoperativen Phase einer der wichtigen Punkte zur Entscheidungsfindung zwischen Hemi- oder Totalendoprothese. In unserem Patientenkollektiv kam es bei einem Patienten 60 Monate postoperativ zu einem PE- Verbrauch, ohne Auftreten von Aufhellungslinien im Röntgenverlauf. In diesem Fall lag ebenfalls ein Pfannentyp B2 nach Walch vor. Diese Ergebnisse mit Assoziation der Pfannenlockerung mit bikonkavem Pfannentyp und posteriorer Subluxationsstellung machen die nötige, sorgfältige Pfannenpräparation deutlich. Es muss jedoch eine dynamische Humeruskopfdezentrierung bei Rotatorenmanschetteninsuffizienz- oder Ruptur berücksichtigt werden. Die Pfannenpräparation erfolgte je nach Befund mittels Glenoidosteotomie oder Durchführung einer dorsalen Aufbauplastik mit Hilfe eines Knochenspans welcher aus dem resezierten Humeruskopf gewonnen wird. Bei dem einen Fall aus unserem Patientenkollektiv mit PE- Verbrauch und B2 Glenoid wurde eine Spanplastik zur dorsalen Pfannenaugmentation durchgeführt.

Bereits *Collins et al* [13] beschrieben das eine möglichst passgenaue Bearbeitung des Pfannenlagers mit im Idealfall kongruenter Fläche von Pfannenimplantat und Pfannenlager erfolgen sollte. Hierbei gilt je besser die Passgenauigkeit desto höher die Formstabilität und desto geringer das Lockerungsrisiko.

5.2.2. Radiologische Lockerungssäume der Glenoidkomponente

In unserer Untersuchung konnten in zwei Fällen (4%) radiologische Aufhellungslinien am Glenoid detektiert werden. Die Einteilung der Aufhellungslinien erfolgte in Anlehnung an *Mole et al* [25] in drei Schweregrade mit: Grad 1 (< 1 mm), Grad 2 (zwischen 1 und 2 mm) und Grad 3 (> 2 mm). Hierbei lag in einem Fall eine Grade Aufhellungslinie mit 1 mm dicke in der Zone 1 der anterior-posterior Aufnahme (Zoneneinteilung siehe auch Kap. 3.4.6.) vor. Im anderen Fall lag eine Grad 1 Aufhellungslinie mit unter 1 mm dicke in Zone 5 der anterior-posterior Aufnahme vor. Im weiteren Nachbeobachtungszeitraum zeigte sich in

beiden Fällen keine Progression der Aufhellungslinien oder Auftreten einer Pfannenlockerung.

In der bereits genannten Autorengruppe mit *Taunton et al* [39] wurden 83 Schulterprothesen mit zementfreiem Glenoidersatz untersucht. Bezüglich der Glenoidkomponente wurde in 40 Fällen Aufhellungslinien beobachtet. Hierunter waren 17 mit unter 1 mm dicke und in 24 Fällen > 1,5 mm. Ein PE- Verbrauch wurde radiologisch definiert als deutliche Verminderung des Abstandes zwischen Humeruskopf und Metallträger der Glenoid- Komponente. Hierbei wurden in 30 Fällen ein nach bereits genannten radiologischen Kriterien PE- Verbrauch festgestellt. 21 Glenoide hatten zusätzlich Hinweise auf Verschleiß der Metallkomponente. Unter dem Patientenanteil mit mehr als 10 Jahre Nachbeobachtungszeitraum ohne Revisionseingriff, wurden schließlich vier einem Revisionseingriff bei einer Durchschnittsliedauer von 14,4 Jahren nach OP unterzogen. Bei allen vier lagen radiologische Zeichen eines Verschleißes der Metallkomponente mit Kontakt von Humeruskopf und Metallträger sowie Subluxationsstellung vor. Für die Überlebensraten wurden zum einen die Standzeiten der Prothesen bis zur Revisions- OP angegeben. Die Einjahres- Überlebensrate betrug hier 94 % (95% Konfidenzintervall-KI, 89%-99,2%); die Fünfjahres- Überlebensrate lag bei 86,7 % (95% KI, 79,7%-94,3%) und die 10 Jahres- Überlebensrate bei 78,5 % (95% KI, 70%-88,2%). Zum anderen wurden die Überlebensraten für die Standzeiten bis zur Revision und/oder bis Auftreten von radiologischen Verschleißzeichen, worunter auch Lockerungszeichen der humeralen Komponente mit einfließen. Die Ergebnisse hier waren für die Einjahres- Überlebensrate 92,8 % (95% KI, 87,4%-98,5%); für die Fünfjahres- Überlebensrate 79,9 % (95% KI, 71,6%-89,3%) und die 10 Jahres- Überlebensrate bei 51,9 % (95% KI, 41%-65,8%). Die Autoren sehen hier eine deutliche Zunahme der Komplikationen für zementfreie Glenoide mit erhöhtem Auftreten von PE- Verbrauch mit konsekutivem Verschleiß des Metallträgers und Ausbildung von Osteolysen und mit dem gemeinsamen Endpunkt der Pfannenlockerung. Das Fazit hier war der Verwendung von zementfreier Metallträger Glenoiden nur in Sonderfällen zu befürworten. Bei unseren Patienten kam es bisher nur in einem Fall (2%) zu einem PE- Verbrauch, bei dem jedoch keine Aufhellungslinien zu verzeichnen waren.

Levy und Copeland [23] konnten mit ihren 5-10 Jahres Ergebnissen bei 59 Glenoiden einen radiologischen Verlauf beurteilen und fanden bei 35 Patienten (59,3%) Aufhellungslinien unter 1 mm dicke. Bei drei Schultern (5,1%) waren die Aufhellungslinien progredient mit im Verlauf über 2 mm dicke und Zeichen der Pfannenlockerung.

Clement et al [11] veröffentlichten 2010 Ergebnisse von 46 Schultern bei 39 Patienten mit einem Beobachtungszeitraum von 8-14 Jahren. Verwendet wurde ein zementfreies Glenoid mit raubestrahlt Metallträger mit Schraubenfixierung (Bio-Modular®, Fa. Biomet). Untersucht wurden Patienten mit rheumatoider Arthritis mit intakter oder reparabler Rotatorenmanschette. Der Anteil der Frauen lag in Anbetracht der Diagnose erwartungsgemäß hoch (31 von 39 Patienten) und der Altersdurchschnitt war mit 55 Jahren relativ jung. Der Constant Score besserte sich von preoperativ 20,6 auf 33,3 Punkte. Sowohl die Ausgangswerte als auch die Verlaufswerte im Constant Score zeigten sich in unserem Patientengut höher. Die 10- Jahresüberlebensrate wurde mit 89% angegeben. Das Auftreten von Lysesäumen um die Glenoidkomponente wurde in 4 Fällen (~10 %) beschrieben. In einem Fall kam es im Weiteren zu einer Glenoidlockerung. Die restlichen drei waren ohne Progress der beobachteten Lysesäume. Im Vergleich mit unseren Ergebnissen lag die Rate bezüglich Auftreten von Lysesäumen mit 2 Patienten (4 %) deutlich geringer. Anzumerken bleibt hier noch mal dass nur Patienten mit rheumatoider Arthritis und keine Patienten mit idiopathischer Omarthrose oder anderen Diagnosen untersucht wurden. Zum andere war hier mit dem genannten Prothesenkonzept (Bio-Modular®, Fa. Biomet) die Fixierung des Metallträger in der Regel mit zwei Schrauben erfolgt (in zwei Fällen war nur ein Einbringen von einer Schraube gelungen). Darüber hinaus zeigt die Rückfläche des Metallträgers eine

plante Fläche mit einem Zapfen für den eine Vorbohrung der knöchernen Subchondralplatte erfolgen muss.

Den Vergleich von zementierten gegenüber zementfreiem Metallträger- Glenoid lieferten *Boileau et al* [5]. Bei den zementierten Glenoiden zeigte sich in der Frühphase in 12 Fällen (60%) Aufhellungslinien von unter 1 mm dicke. Nach drei Jahren erhöhte sich die Zahl auf 17 (85%) Schultern. Bei 5 Patienten waren diese Aufhellungslinien progredient (25%).

Pfannenlockerung oder Materialbruch mit nötiger Revision wurde in keinem Fall beobachtet. Bei den unzementierten Metallträger Glenoiden (Spreizdübeltechnik) zeigten sich bei 5 Implantaten Aufhellungslinien (25%). Anzumerken bleibt hier noch das die Glenoide in Spreizdübeltechnik diverse Nachteile aufweisen. Zum einen wird eine plane Rückfläche des Metallträgers verwendet und nicht eine konvexe Rückfläche zur Vergrößerung der Kontaktfläche mit verbesserter Kraftverteilung. Darüber hinaus führen die Spreizdübel zu einer Berstung der Spongiosastruktur. In 4 Fällen (20%) zeigten sich diese im 3 Jahresverlauf progredient mit anschließender Pfannenlockerung. Auffällig war das in drei Fällen mit Pfannenlockerung eine bikonkave posteriore Pfannendeformität Typ B2 (siehe auch Kap. 5.2.1.) vorlag. Das Auftreten von Aufhellungslinien war bei den zementierten Pfannen signifikant (85% vs 25%, $p < 0,001$) höher. Revisionseingriffe waren jedoch in der zementierten Pfannengruppe nicht nötig. Bei der zementfreien Gruppe wurde in 4 Fällen ein Revisionseingriff nötig welcher zwischen dem dritten und fünften Jahr postoperationem durchgeführt wurde. Vorangegangene Arbeiten mit längerem Nachbeobachtungszeitraum von zementierten PE- Glenoiden zeigten jedoch im Verlauf steigende Raten mit Pfannenlockerung welche häufig mit einer Schmerzzunahme assoziiert waren [9, 12, 31, 40].

Schmidt-Wiethoff et al [34] fanden bei vier Schultern Aufhellungslinien an der Glenoidkomponente jedoch ohne Auftreten einer manifesten Pfannenlockerung. Von 16 (8,8%) erfolgten Revisionseingriffen wurden zwei bei Inlaydislokation mit nötigem Pfannenwechsel durchgeführt. Auch das Auftreten von Aufhellungslinien ist in unserem Patientengut deutlich niedriger, wobei Ergebnisse von Langzeituntersuchungen abzuwarten bleiben.

5.3. KOMPLIKATIONEN

Unsere Untersuchung zeigte bei acht Patienten (16%) postoperative Komplikationen. Hierunter konnten wir bei vier Patienten (50% aller Komplikationen) neurologische Defizite feststellen, welche sich im Verlauf besserten mit keinen oder nur noch leichten Residuen im Sinne noch bestehender Parästhesien ohne relevante motorische Ausfälle. Bei drei Patienten (37,5% aller Komplikationen) kam es 24-48 Monate nach OP zu einer Rotatorenmanschetteninsuffizienz. In einem Fall (12,5% aller Komplikationen) kam es 60 Monate postoperativ zu einem PE- Verbrauch.

Bohsali et al [4] untersuchten alle veröffentlichten Studien zum Schultergelenkersatz im Zeitraum von 1996-2005. Insgesamt wurden 39 Studien mit einem minimalen Nachbeobachtungszeitraum von 2 Jahren zusammengefasst. Bei den insgesamt 2810 Schultertotalendoprothesen wurden 414 (14,7%) Komplikationen angegeben. Bereits im Vorfeld konnten die Koautoren *Wirth et al* [44] geringere Komplikationsraten für nicht- formschlüssige Schulterprothesen feststellen (siehe auch Kap. 2.2.1.). Die von *Bohsali et al* [4] zusammengefassten 2810 Schultertotalendoprothesen zeigten sich im einzelnen 134 Glenoid- Lockerungen (32% aller Komplikationen), 27 Humerusschaft- Lockerungen (6,5% aller Komplikationen), 124 Schulterinstabilitäten (30% aller Komplikationen), 46 periprothetische Frakturen (11% aller Komplikationen), 32 Rotatorenmanschetten- Verletzungen (7,7% aller Komplikationen), 20 neurologische Defizite (4,8% aller

Komplikationen), 19 Schultergelenkinfektionen (4,6% aller Komplikationen) und 2 Patienten mit M. deltoideus Schwäche.

Unter den 414 Komplikationen kam es bei 161 zu Prothesenlockerungen, wobei die Glenoid-Komponente mit 134 deutlich gegenüber der Humeruskomponente überwiegt. Dies macht erneut die Problematik der Pfannenfixierung und Lockerung deutlich.

Ein Auszug der Ergebnisse mit einer mittleren Nachbeobachtungszeit von mindestens 10 Jahren [36, 38, 40] zeigte bei 117 von 148 Prothesen (80%) Aufhellungslinien im Bereich der Glenoid-Komponente (inklusive der zementierten Glenoide). Bei 50 der 148 Prothesen (34%) zeigten sich Lockerungszeichen der Pfanne, wobei nur 7% der 148 Prothesen wegen Glenoid-Lockerung revidiert werden mussten.

In einigen Arbeiten konnte bereits für zementierte Glenoide ein häufigeres Auftreten von Aufhellungslinien gegenüber zementfreien Pfannensystemen beschrieben werden [5, 44]. Bezüglich dem Auftreten von radiologischen Aufhellungslinien bleibt noch anzumerken das bei metallträger Glenoiden die Kontaktflächen im Röntgenbild orthograd getroffen werden müssen damit keine Aufhellungslinien durch einen verkippten Metallträger verdeckt werden. Unter den 83 Totalendoprothesen mit zementfreier Glenoid-Komponente berichteten *Taunton et al* [39] von einer akuten Komplikation mit intraoperativer Humerusschaft-Fraktur welche direkt mit versorgt wurde. Zudem zeigen sich 21 weitere Komplikationen mit sieben Rotatorenmanschetten-Insuffizienzen oder Rissen, zehn mit Subluxationsstellungen und vier mit vollständiger Luxation. Bei 26 Schulterprothesen wurde ein Revisionseingriff notwendig. Unter den revidierten Schultern zeigte sich 15-mal ein PE-Verbrauch, 2-mal eine Abnutzung des Metallträgers, 9-mal eine Lockerung der Glenoidkomponente und in 6 Fällen Lockerung der humeralen Komponente.

Bei den von *Levy und Copeland* [23] veröffentlichten 5- 10 Jahre Ergebnissen von 103 implantierten Schulterprothesen wurde bei 8 Patienten ein Revisions-Eingriff nötig. Hierunter waren eine Glenoidlockerung nach Fahrradsturz, eine posttraumatische Humeruskopffraktur, eine Lockerung der humeralen und glenoidalen Komponente, zwei weitere Glenoid-Lockerungen, eine Inlaydislokation, und zwei nötige Arthrodesen. Bei den Arthrodesen lagen im Vorfeld eine Instabilitätsarthrose und multiple Voroperationen vor. Weitere postoperative Besonderheiten waren eine Myositis ossificans, ein Spontanpneumothorax, sechs Glenoidfrakturen während der Implantation, drei nötige Arthroscopien aufgrund unklarem persistierenden Schmerzen, zwei Rotatorenmanschettenrisse und ein Patient mit posttraumatischer Fibrose. Die sechs angegebenen Glenoidfrakturen und die posttraumatische Fibrose waren nicht mit einer Komponenten-Lockerung assoziiert. Anzumerken bleibt das hier Glenoide im press-fit Design implantiert wurden welche mittlerweile wegen hohen Lockerungsraten vom Markt genommen wurden.

In der von *Boileau et al* [5] gelieferten Gegenüberstellung von zementiertem PE-Glenoid und unzementierten Glenoid mit Metallträger, waren für die PE-Gruppe keine Revisionseingriffe nötig. In der zementfreien Glenoid Gruppe waren jedoch 4 Revisionen nötig. Die Gründe waren in einem Fall ein Rotatorenmanschettenriss und bei den restlichen drei eine Pfannenlockerung. Bei einem weiteren Patient war eine Revisions-OP aufgrund Pfannenlockerung bei zementfreiem Glenoid noch ausstehend.

Schmidt-Wiethoff et al [34] berichteten bei den 181 Schulterendoprothesen (63 TEP und 118 HEP) von 15 postoperativen Auffälligkeiten. Hierunter waren 2 Schaftlockerungen, eine Kalottenlockerung, zwei Inlaydislokationen, drei Infekte, eine Protheseninstabilität, zwei anteriore Subluxationen durch Insuffizienz des M. subscapularis, eine posteriore Subluxation und eine fulminante Lungenembolie. Bei 2 Patienten zeigten sich radiologisch nachweisbare Aufhellungslinien jedoch ohne Zeichen einer manifesten Pfannenlockerung. Bei 16 Patienten (8,8%) wurde ein Revisionseingriff nötig. Die Revisionen erfolgten bei manifester oder symptomatischer Implantatlockerung, Inlaydislokation, Infektzeichen oder sekundärer Pfannenarthrose nach primärer Hemiprothesenimplantation. Ein weiterer Indikationspunkt

war die biomechanisch erklärbare Schmerzpersistenz oder Funktionseinschränkung. Bei 9 Patienten wurde ein Hemiprothesenwechsel durchgeführt, wobei bei 7 zusätzlich ein sekundärer Pfannersatz erfolgte. Bei den 3 Infekten war ein Prothesenausbau nötig. 2 Revisionen erfolgten aufgrund einer Inlaydislokation. Bei einem Patient erfolgte eine Deltoideuslappenplastik nach Augereau und bei einem weiteren Patient ein Pectoralis-major-Transfer bei Subscapularisinsuffizienz.

Fucentese et al [20] lieferten Daten von nur 22 Patienten aber mit vergleichbaren Durchschnittsalter, Diagnosen und Nachbeobachtungszeitraum. In zwei Fällen kam es zu einem PE- Verschleiß. In einem Fall kam es 2 Monate postoperativ zu einer Fraktur des Tuberculum majus. Revisionseingriffe waren bei 3 Fällen (13,6%) mit einem mittleren Beobachtungszeitraum von 50 Monaten notwendig. Alle 3 Patienten hatten eine sekundäre Arthrose bei Systemerkrankung oder Knochennekrose. Die Patienten mit primärer Omarthrose zeigten im Gegensatz dazu gute Ergebnisse. Anzumerken bleibt noch das die in den Revisionseingriffen gesehen Materialbrüche sich am Übergang zwischen dem Metallback und den Pegs zeigte. Da sich in diesen Fällen bereits in den postoperativen Aufnahmen ein Verlust der Parallelität der PEGs zeigte bleibt noch unklar ob dies ein Problem direkt bei Implantation darstellt oder ob ein generelles Konstruktionsproblem unter anderem mit der Softmetall- Komponente vorliegt.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende prospektive Studie stellt eine Zusammenfassung der Ergebnisse einer modernen dreidimensional einstellbaren Schultertotalendoprothese mit zementfreiem Glenoidersatz dar. Nachdem bislang der zementierte Glenoideinbau als Goldstandard gilt wurde nun ein modernes zementfreies Prothesensystem untersucht. Alle Patienten wurden in der ATOS- Klinik Heidelberg von einem erfahrenem Operationsteam operiert und nach einem standardisierten Nachbehandlungsplan versorgt. Verwendet wurde das Prothesensystem Univers™ von der Firma Arthrex. Bei diesem System erfolgt die zementlose Pfannenverankerung mit Hilfe einer 13 mm starken Selbstschneidenden Hohlschraube. Patienten ohne Glenoidersatz oder mit anderen Pfannenverankerungen wurden nicht berücksichtigt. Im Gesamtkollektiv konnten damit 50 Patienten mit totalem Schultergelenkersatz und minimal 12 Monaten Beobachtungszeit untersucht werden. Das durchschnittliche Alter der Patienten lag bei 63,5 Jahre mit einem mittlerem Nachbeobachtungszeitraum von 39,3 Monaten (range, 12-72 Monate). Alle Indikationen welche zum prothetischem Schultergelenkersatz führen können wurden berücksichtigt und verteilten sich mit 32 Patienten auf die idiopathische Omarthrose, acht Patienten mit posttraumatische Arthrose, sieben mit Instabilitätsarthrose, zwei mit Humeruskopfnekrose und ein Patient mit rheumatoider Arthritis. Alle Patienten wurden regelmäßig zu klinischen und radiologischen Verlaufskontrollen einbestellt und nachuntersucht. Zusätzlich wurde der etablierte algofunktionale Schultertest nach Constant und Murley verwendet und der alters- und geschlechtskorrelierte Score nach Constant mitbestimmt. Die Dokumentation der Daten erfolgte mit Hilfe eines ausführlichen Nachuntersuchungsprotokolls.

Für alle Patienten konnten wir für die Bewegungsausmaße und der Werte im Constant Score eine signifikante Verbesserung erzielen. Der Schultergelenkersatz kann hier die wesentlichen Ziele der modernen Endoprothetik mit Schmerzreduktion, Verbesserung der Bewegungsausmaße, Kraft und Alltagsaktivitäten erfüllen.

Der alters- und geschlechtskorrelierte Constant Score verbesserte sich von 42,8 % präoperativ auf 89 % postoperativ und die Gesamtpunktzahl von präoperativ 33,3 Punkte auf postoperativ 67,3 Punkte.

Die Betrachtung der Ergebnisse für die verschiedenen Indikationsgruppen zeigte für alle Indikationsgruppen signifikant gebesserte Werte für die Gesamtpunktzahl im Constant Score und dem alters- und geschlechtskorrelierten Score. Anzumerken bleibt das Patienten mit posttraumatischer Arthrose möglicherweise durch begleitende Weichteilschäden schlechter abschneiden wie die Patientengruppen mit idiopathischer Omarthrose oder Instabilitätsarthrose. Bereits in mehreren Arbeiten konnte gezeigt werden, dass Patienten mit präoperativ schlechteren Bewegungsausmaßen oder ausgeprägteren Fehlstellungen auch postoperativ schlechtere Ergebnisse erreichen. Auch Patienten mit primärer Implantation einer Totalendoprothese erzielen im postoperativen Verlauf bessere Ergebnisse wie Patienten mit initialer Hemiendoprothese. Insgesamt waren unter den 18 Voroperierten Patienten sechs mit sekundärem Glenoideinbau.

Auffällig zeigt sich in einigen Arbeiten, das bei den Komplikationen häufig Probleme im Bereich der zementlosen Pfannenfixierung mit dem Endpunkt der Glenoidlockerung vorliegen. Dies konnten wir in der Vorliegenden Untersuchung nicht nachweisen.

Da die Patienten im Durchschnitt 10 Jahre jünger sind wie Patienten mit Indikationen für Knie- oder Hüftprothesen [35, 37], wird deutlich das hier Optimierungen in diesem Bereich nötig sind. In der Literatur zeigten sich insgesamt bei den zementfreien Pfannverankerungen radiologische Aufhellungslinien seltener als bei den zementierten Glenoiden, wobei der Endpunkt einer manifesten Glenoid- Lockerung bei den zementfreien Glenoiden sehr viel häufiger auftrat. Dabei muss berücksichtigt werden das die radiologischen Aufhellungslinien

bei metallträger Glenoiden nur bei optimaler Bildgebung mit im Röntgenbild orthograd getroffenen Implantatflächen beurteilt werden können.

Mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit lagen wir mit den Gesamtkomplikationen etwa gleich mit den Angaben in der Literatur. Radiologische Aufhellungslinien („radio lucent lines“) waren bei uns mit 4% aller Glenoide niedriger als in vergleichbaren Arbeiten.

Die bei uns gesehenen Aufhellungslinien zeigten sich im weiteren Nachbeobachtungszeitraum ohne weitere Progredienz oder Auftreten einer manifesten Pfannenlockerung. In einem Fall kam es 60 Monate postoperativ zu einem PE- Verbrauch, wobei hier keine Aufhellungslinien zuvor gesehen wurden.

Als weitere Besonderheit wurde in früheren Studien eine Pfannenlockerung meist bei einem bikonkavem Glenoidtyp mit posteriorer Subluxationsstellung (Glenoid- Typ B2 nach Walch) beobachtet. Auch der in unserer Untersuchung beschriebene Fall mit einem PE- Verbrauch zeigte sich bei einem Typ B2 Glenoid. Dies macht deutlich, dass eine sorgfältige Pfannenpräparation für ein gutes Langzeitergebnis eine wesentliche Rolle spielt. Im Idealfall wird eine passgenaue Pfannenaufbereitung mit möglichst deckungsgleicher Fläche zur Prothese angestrebt. Bei einem bikonkaven Glenoid wird hierfür gegebenenfalls eine dorsale Pfannenaugmentation nötig. Eine in dieser Arbeit beschriebenen Möglichkeit zur Aufbauplastik erfolgte mit Hilfe eines aus dem resezierten Humeruskopf gewonnenem Knochenspan, mit dem der hintere Pfannenverbrauch ausgeglichen wird. Insgesamt wurde bei 11 Patienten (22%) eine Spanplastik durchgeführt.

Diese sorgfältige Glenoidpräparationen soll zusammen mit einem gut erhaltenen subchondralen Pfannellager eine gleichmäßige Kraftverteilung ermöglichen und einer vorzeitigen Lockerung entgegenwirken. Voraussetzung hierfür ist eine ebenso sorgfältige Weichteilpräparation mit gegebenenfalls erweitertem Weichteilrelease um eine spannungsfreie Refixierung zu ermöglichen. Gegebenenfalls werden hierzu weitere Maßnahmen mit Verlängerungsplastiken nötig.

Die hier verwendete zementfreie Pfannenverankerung zeigt aufgrund der Verwendung einer selbstschneidenden Hohlschraube einen nur geringen Knochenverlust des subchondralen Pfannellagers. In einer anatomischen Studie wurde ein bis zu achtmal höherer Knochenverlust für zementierte Kiel- Pfannen gegenüber der Holschraubenfixierung beschrieben [22].

Im Weiteren stellt die Hohlschraube in den Standardröntgenaufnahmen eine gut abgrenzbare Struktur dar, welche in der Regel eine gute Zuordnung und Verlaufsbeurteilung von gesehenen Aufhellungslinien zulässt.

Bei dem hier vorliegendem Patientenkollektiv konnte bei der Aufschlüsselung der Patienten mit unterschiedlicher Pfannenhöhe, mit intraoperativer Rotatorenmanschetten-Rekonstruktion, dem glenoidalen Inklinationswinkel, mit Spanplastik oder erfolgter Glenoidosteotomie kein signifikanter Unterschied für die resultierenden Ergebnisse aufgezeigt werden. Ebenfalls bestand kein Einfluss von Komplikationen auf die funktionellen Ergebnisse.

Alle in der Einführung genannten Fragestellungen wurden mit den vorliegenden Ergebnissen ausgiebig diskutiert. Insgesamt konnten wir im Vergleich mit der Literatur ähnlich gute Resultate für die postoperative Schulterfunktion mit vergleichbaren Gesamtkomplikationen erzielen. Das Vorkommen von radiologischen Aufhellungslinien um die Glenoidkomponente zeigte sich bei uns sogar deutlich geringer. Abzuwarten bleiben jedoch noch Langzeitergebnisse hinsichtlich des Auftretens manifester Pfannenlockerungen.

Das hier vorgestellte Prothesenmodell stellt damit eine wertvolle alternative Pfannenverankerung ohne großen Knochenverlust mit im Falle von Komplikationen günstigeren Revisionsmöglichkeiten dar.

7. LITERATURÜBERSICHT

- [1] Anglin C., U.P. Wyss, R.W. Nyffeler, C. Gerber. Loosening performance of cemented glenoid prosthesis designed pairs. *Clin Biomech*, 16:144-150, 2001
- [2] Barret W.P., J. L. Franklin, S. E. Jackins, C. R. Wyss, F.A. Matsen. Total shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 69-A: 865-872, 1987
- [3] Bishop J Y, Flatow E L: Humeral head replacement versus total shoulder arthroplasty: clinical outcomes – a review. *The Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 2005, 14 (1 suppl), S. 141–146
- [4] Bohsali K I, Wirth M A, Rockwood Jr C A: Complications of Total Shoulder Arthroplasty. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 2006, 88–A, S. 2279–2292
- [5] Boileau P, Avidor C, Krishnan SG, Walch G, Kempf JF, Molé D. Cemented polyethylene versus uncemented metal-backed glenoid components in total shoulder arthroplasty: a prospective, double-blind, randomized study. *J Shoulder Elbow Surg*. 2002 Jul-Aug; 11(4):351-9.
- [6] Boileau P, Chuinard C, Le Huec JC, Walch G, Trojani C. Proximal humerus fracture sequelae: impact of a new radiographic classification on arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2006 Jan; 442:121-30.
- [7] Boileau P., G. Walch, J. P. Liotard. Cineradiographic study of active elevation of the prosthetic shoulder, *J Orthop Surg* 6: 351 – 359, 1992
- [8] Boileau P., G. Walch. The three-dimensional geometry of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg* 79-B: 857 – 865, 1997
- [9] Brems J. The glenoid component in total shoulder arthroplasty. *JShoulder Elbow Surg* 1993; 2:47-54.
- [10] Bryant D, Litchfield R, Sandow M, Gartsman G M, Gnyatt G, Kirkley A: A comparison of pain, strength, range of motion, and functional outcomes after hemiarthroplasty and total shoulder arthroplasty in patients with osteoarthritis of the shoulder. A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 2005, 87–A, S. 1947–1956
- [11] Clement ND, Mathur K, Colling R, Stirrat AN. The metal-backed glenoid component in rheumatoid disease: Eight- to fourteen-year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg*. 2010 Feb 26.
- [12] Cofield R. H.. Uncemented total shoulder arthroplasty: A review. *Clin Orthop Rel Res* 307: 86 – 93, 1994
- [13] Collins D., A. Tencer, J. Sidles, F. A. Matsen. Edge displacement and deformation of glenoid components in response to excentric loading. The effect of preperation of the glenoid bone. *J Bone Joint Surg* 74-A: 501-507, 1992

- [14] Collins DN, Harryman DT II, Lippitt SN, et al. The technique of glenohumeralarthroplasty. *Tech Orthop* 1991; 6:43–59.
- [15] Constant CR, Murley AH. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop* 1987; 214:160–4.
- [16] Constant CR. (1986). Age related recovery of shoulder function after injury. Ireland: University College, Cork.
- [17] Cruess RL. Osteonecrosis of bone. Current concepts as to etiology and pathogenesis. *Clin Orthop* 1986; 208:30–9.
- [18] Echtermeyer V, Sangmeister M. *Praxisbuch Schulter*, Georg Thieme Verlag Stuttgart 1996
- [19] Edwards TB, Kadakia NR, Boulahia A, Kempf JF, Boileau P, Némoy C, Walch G. A comparison of hemiarthroplasty and total shoulder arthroplasty in the treatment of primary glenohumeral osteoarthritis: results of a multicenter study. *J Shoulder Elbow Surg.* 2003 May-Jun; 12(3):207-13.
- [20] Fucentese SF, Costouros JG, Kühnel SP, Gerber C. Total shoulder arthroplasty with an uncemented soft-metal-backed glenoid component. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010 Jun;19(4):624-31.
- [21] Frich L. H., A. Odgaard, M. Dalstra. Glenoid bone architecture. *J Shoulder Elbow Surg* 7: 356-361, 1998
- [22] Habermeyer P, Engel G, Lehmann L. Development of a new cementless glenoid component. Anatomical Study, cyclic load test and preliminary clinical results. ASES Meeting 10/2000 USA.
- [23] Levy O, Copeland SA. Cementless surface replacement arthroplasty of the shoulder. 5- to 10-year results with the Copeland mark-2 prosthesis. *J Bone Joint Surg Br.* 2001 Mar; 83(2):213-21.
- [24] Martin SD, Zurakowski D, Thornhill TS. Uncemented glenoid component in total shoulder arthroplasty. Survivorship and outcomes. *J Bone Joint Surg Am.* 2005; 87:1284-92.
- [25] Mole D, Roche O, Riand N, Levigne C, Walch G. Cemented glenoid components: results in osteoarthritis and rheumatoid arthritis. In: Walch G, Boileau P, eds. *Shoulder arthroplasty*. Berlin: Springer, 1999:163-71.
- [26] Neer C. S., T. H. Brown, H. L. McLaughlin. Fracture of the neck of the humerus with dislocation of the head fragment. *Am J Surg* 85:252 –258, 1953
- [27] Neer C. S.. Replacement arthroplasty for glenohumeral osteo-arthritis. *J Bone Joint Surg* 56-A: 1 – 13, 1974
- [28] Neer CS II, Morrison DM. Glenoid bone-grafting in total shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1988; 70:1154–62.

- [29] Neer CS II. Displaced proximal humeral fractures part 1: classification and evaluation. *J Bone Joint Surg.* 1970; 52A:1077–1089.
- [30] Neer CS II. Displaced proximal humeral fractures part 2: treatment of three and four part displacement. *J Bone Joint Surg.* 1970; 52A:1090–1103.
- [31] O’Driscoll SW, Wright TM, Cofield RH. Radiographic analysis of the glenoid component in total shoulder arthroplasty [abstract]. *J Shoulder Elbow Surg* 1993; 2:1-3.
- [32] Ratcliffe A, et al. Biochemical markers in synovial fluid identify early osteoarthritis for the glenohumeral joint. *Clin Orthop* 1996; 330:45–53.
- [33] Rockwood CA II. The technique of total shoulder arthroplasty. *Instr Course Lect* 1990; 39:437–47.
- [34] Schmidt-Wiethoff R, Wolf P, Lehmann M, Habermeyer P: Schultergelenkendoprothetik – Klinische Ergebnisse von 171 Patienten *Zeitschrift für Orthopädie*, 2002, 140, S. 409–414
- [35] Soslowsky LJ, et al. Quantitation of in situ contact areas at the glenohumeral joint: a biomechanical study, *J Orthop Res* 1992:524-534.
- [36] Sperling JW, Cofield RH, Rowland CM. Minimum fifteen-year follow-up of Neer hemiarthroplasty and total shoulder arthroplasty in patients aged fifty years or younger. *J Shoulder Elbow Surg.* 2004; 13:604-13.
- [37] Sperling JW, et al. Shoulder arthroplasty for arthritis after instability surgery. *J Bone Joint Surg Am* 2002; 84: 1775-1781.
- [38] Stewart MP, Kelly IG. Total shoulder replacement in rheumatoid disease: 7- to 13-year follow-up of 37 joints. *J Bone Joint Surg Br.* 1997; 79:68-72.
- [39] Taunton MJ, McIntosh AL, Sperling JW, Cofield RH. Total shoulder arthroplasty with a metal-backed, bone-ingrowth glenoid component. Medium to long-term results. *J Bone Joint Surg Am.* 2008 Oct; 90(10):2180-8.
- [40] Torchia ME, Cofield RH, Settegreen CR. Total shoulder arthroplasty with the Neer prosthesis: long term results. *J Shoulder Elbow Surg* 1997; 6:495-505.
- [41] Walch G., A. Boulahia, R. Badet, N. Riand, J. F. Kempf. Primary gleno-humeral osteo-arthritis: Clinical and radiographic classification. In: Walch G., Boileau P. (Hrsg.) *Shoulder Arthroplasty*, Springer Berlin: 195-201, 1999
- [42] Wallace AL, Phillips RL, MacDougal GA, Walsh WR, Sonnabend DH. Resurfacing of the glenoid in total shoulder arthroplasty. A comparison, at a mean of five years, of prostheses inserted with and without cement. *J Bone Joint Surg Am.* 1999; 81:510-8.
- [43] Weinstein DM, et al. Arthroscopic debridement of the shoulder for osteoarthritis. *Arthroscopy* 2000; 16:471-476.

- [44] Wirth MA, Rockwood CA Jr. Complications of total shoulder-replacement arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 1996; 78:603-16.
- [45] Zilber S, Radier C, Postel JM, Van Driessche S, Allain J, Goutallier D. Total shoulder arthroplasty using the superior approach: influence on glenoid loosening and superior migration in the long-term follow-up after Neer II prosthesis installation. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008 Jul-Aug; 17(4):554-63. Epub 2008 Apr 2.

2. KLINISCHE UNTERSUCHUNG

Bewegungsmaße

Aktiv									
	PräOP	6Wo	3Mo	6Mo	12Mo	24Mo	36Mo	48Mo	60Mo
Flex									
Abd									
IRO									
ARO									

Passiv									
	PräOP	6Wo	3Mo	6Mo	12Mo	24Mo	36Mo	48Mo	60Mo
Flex									
Abd									
IRO									
ARO									

Constant Score:

	PräOP	6Wo	3Mo	6Mo	12Mo	24Mo	36Mo	48Mo	60Mo
<i>Pain</i>									
<i>ADL</i>									
<i>ROM</i>									
<i>Kraft (kg)</i>									
<i>- In Pkt.</i>									
<i>Gesamtp.</i>									
<i>-korreliert</i>									

3. RADIOLOGISCHE DIAGNOSTIK (y- View, true-a.p. und axial)

Osteoporose (prä-OP):

o ja

o nein

(verminderte Strahlentransparenz)

Auswertung der a.p.-Aufnahme: (in mm)

	Post-OP	6 Wo	3 Mo	6 Mo	12 Mo	24 Mo	36 Mo	48 Mo	60 Mo
Zone1									
Zone2									
Zone3									
Zone4									
Zone5									

Auswertung der axialen- Aufnahme: (in mm) (postOP keine axiale Aufnahme!)

	6 Wo	3 Mo	6 Mo	12 Mo	24 Mo	36 Mo	48 Mo	60 Mo
Zone 1								
Zone 2								
Zone 3								

Höhenposition der Pfanne?

Zentriert untere Position hohe Position

Knochenabstand der frei vom Glenoid ist? (in mm, nur ap/ax 6 Wochen oder 3 Monate)

	ap		ax
Kranial		Anterior	
Kaudal		Posterior	

+ = Metall Back über knöchernen Glenoid (kaudal)
 - = Metall Back unter knöchernen Glenoid (kaudal)

Regelmäßige Schmerzmedikation ja nein
Wenn ja, welches Medikament?

Subjektive Zufriedenheit sehr zufrieden zufrieden
 mäßig schlecht

8.2. CONSTANT SCORE

1. SCHMERZ (PAIN)

Schmerz Anamnese:

o00 o01 o02 o03 o04 o05 o06 o07 o08 o09 o10 o11 o12 o13 o14 o15

Schmerz Selbsteinschätzung:

o15 o14 o13 o12 o11 o10 o09 o08 o07 o06 o05 o04 o03 o02 o01 o00

Gesamtpunkte Schmerz: __

2. AKTIVITÄT (ADL - ACTIVITY OF DAILY LIVING)

Arbeitsfähigkeit: o00 o01 o02 o03 o04

Sportfähigkeit: o00 o01 o02 o03 o04

Ungestörter Schlaf: o00 o01 o02

Aktivität des Armes schmerzlos:

o unterhalb der Taille (02 Pkt.)

o bis Xiphoid (04 Pkt.)

o bis Nacken (06 Pkt.)

o bis Scheitel (08 Pkt.)

o über Kopf (10 Pkt.)

Gesamtpunkte Aktivität: __

2. BEWEGLICHKEIT (ROM - RANGE OF MOVEMENT)

Flexion:

o 0-30°

o 31-60°

o 61-90°

o 91-120°

o 121-150°

o 151-180°

Abduktion:

o 0-30° (00 Pkt.)

o 31-60° (02 Pkt.)

o 61-90° (04 Pkt.)

o 91-120° (06 Pkt.)

o 121-150° (08 Pkt.)

o 151-180° (10 Pkt.)

Außenrotation:

o hinter den Kopf, Ellenbogen vorne (2 Pkt.)

o auf den Kopf, Ellenbogen vorne (2 Pkt.)

o hinter den Kopf, Ellenbogen hinten (2 Pkt.)

o auf den Kopf, Ellenbogen hinten (2 Pkt.)

o volle Elevation (2 Pkt.)

Innenrotation:

o seitlich Oberschenkel (00 Pkt.)

o Gesäß (02 Pkt.)

o Sakroiliakalgelenk (04 Pkt.)

o LWS (06 Pkt.)

o Th 12 (08 Pkt.)

o Schulterblatt (10 Pkt.)

Gesamtpunkte Beweglichkeit: __

3. KRAFT (STRENGTH)

Kraftmessung: __ kg (max. 12 kg)

Gesamtpunkte Kraft: __

Erreichte Gesamtpunktzahl: __

Prozent: __

(nur verwertbar ohne Kraftmessung)

9. LEBENS LAUF

Name: Florian Feier
Geburtsdatum: 10.09.1976
Geburtsort: Heidelberg
Konfession: evangelisch

Schulausbildung:

1983-1987 Dahlberg-Grundschule, Ladenburg,
1987-1996 Heinrich Sigmund Gymnasium, Schriesheim

Zivildienst:

1996-1997 Zivildienst in der Universitätsklinik und Poliklinik Heidelberg

Ausbildung:

1998-2005 Medizinstudium an der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg

2005-2007 Assistenzarzt in der Thoraxklinik Heidelberg, Innere Medizin,
Abteilung für Pneumologie und Beatmungsmedizin, Chefarzt Prof. Dr.
med. Felix Herth.

2007-2010 Assistenzarzt im St. Josefskrankenhaus Heidelberg, Innere Medizin,
Chefarzt Prof. Dr. med. Christoph Hasslacher.
Ab 2008 Splittung der Abteilung in Gastroenterologie/ Diabetologie mit
Chefarzt PD Dr. med. Teichmann und in Kardiologie/ Angiologie mit
Chefarzt PD. Dr. med. Krüger.

2010-2011 Assistenzarzt diabetologische Schwerpunktpraxis Dr. med. Börner,
Viernheim.

Seit 2011 Assistenzarzt Universitätsklinikum Heidelberg, Innere Medizin I,
Chefarzt Prof. Dr. med. P. Nawroth.

10. DANKSAGUNG

Hiermit möchte ich bei allen bedanken, die mich bei dieser Arbeit unterstützt haben.

Bei Herrn Prof. Dr. Habermeyer möchte ich mich für die Überlassung des Dissertationsthemas und für die besondere Förderung meiner Arbeit ausdrücklich bedanken.

Mein ganz besonderer Dank gilt Frau Dr. Petra Magosch für die intensive Betreuung, ihrer Geduld und den wissenschaftlichen Anregungen.

Besonderes dankbar bin ich der gesamten schulterchirurgischen Abteilung für die freundschaftliche Arbeitsatmosphäre und stete Hilfsbereitschaft, die wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Bei meinem Vater möchte ich mich herzlich für die uneingeschränkte Unterstützung danken; er hat mich stets ermutigt den Arztberuf zu ergreifen.

Bei meiner Familie und Geschwistern möchte ich mich für die unbegrenzte, liebevolle und vielseitige Ermutigung während meines Studiums bedanken, ohne die diese Arbeit so nicht möglich gewesen wäre. Besonders danke ich Frau Yvonne Sterenczak für die Erstellung diverser Grafiken.