

Aus der Klinik und Poliklinik für Allgemeine Orthopädie  
des Universitätsklinikums Münster  
Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. W. Winkelmann

**Das Outcome des arthroskopischen Kapsel- und Subscapularis-  
Release in der Therapie der Frozen Shoulder**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung des doctor medicinae

der Medizinischen Fakultät

der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von Stephanie Wiechers

aus Rheine

2008

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der  
Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Dekan: Univ.-Prof. Dr. med. V. Arolt

1. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. med. B. Marquardt

2. Berichterstatter: Prof. Dr. med. J. Steinbeck

Tag der mündlichen Prüfung: 07.05.2008

Aus der Klinik und Poliklinik für Allgemeine Orthopädie  
des Universitätsklinikums Münster  
-Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. W. Winkelmann-  
Referent: Priv.-Doz. Dr. med. B. Marquardt  
Koreferent: Prof. Dr. med. J. Steinbeck

### **Zusammenfassung**

Das Outcome des arthroskopischen Kapsel- und Subscapularis-Release in der Therapie der  
Frozen Shoulder  
-Stephanie Wiechers-

Ziel dieser retrospektiven Studie ist die Darstellung des Outcomes des arthroskopischen Kapsel- und Subscapularis-Release in der Therapie der Frozen Shoulder. Es wurden 22 Patienten untersucht, die sich in der Klinik für Allgemeine Orthopädie des Universitätsklinikums Münster im Zeitraum zwischen 1996 und 2004 behandeln ließen. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung waren die Patienten im Durchschnitt 52 Jahre alt und die Operation lag 53 Monate zurück. In der Follow-up-Untersuchung wurden die Verbesserung der Schultergelenksbeweglichkeit sowie die Einordnung in den Constant-Score und in den ASES-Score ermittelt. Hinzu kamen eine isokinetische und isometrische Kraftmessung am CYBEX NORM System und die Messung der propriozeptiven Fähigkeiten im Winkelreproduktionstest.

Die Bewegungsumfänge des operierten Schultergelenks zeigten in der Nachuntersuchung eine höchst signifikante Verbesserung gegenüber der präoperativen Untersuchung. Die postoperativen Werte betragen für die Flexion 155 Grad, für die Abduktion 142 Grad, für die Außenrotation 58 Grad und für die Innenrotation 64 Grad. Im Constant-Score erfolgte eine Steigerung der Punktzahl auf 83 Punkte, die subjektive Einschätzung im ASES-Score betrug 77 Punkte. Diese Steigerungen sind ebenfalls höchst signifikant.

Für die isokinetische Kraftmessung ergab sich kein wesentliches Innenrotationsdefizit in Abduktionsstellung. Dies gilt ebenso für die isometrische Messung in Adduktionsstellung. Für die Adduktionsstellung in der isokinetischen Messung entsteht ein leichtes Defizit. Im durchgeführten Winkelreproduktionstest, der die propriozeptiven Fähigkeiten des operierten Schultergelenks ermitteln soll, ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen operierter und nicht operierter Seite.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass das arthroskopische Kapselrelease unter Einbeziehung des intraartikulären Anteils der Subscapularissehne sehr gute klinische Langzeitergebnisse liefert.

Tag der mündlichen Prüfung: 07.05.2008

# I. Inhaltsverzeichnis

## I. Inhaltsverzeichnis

I. Inhaltsverzeichnis.....	I
II. Abbildungsverzeichnis.....	III
III. Tabellenverzeichnis.....	IV
IV. Abkürzungsverzeichnis.....	V
1. Einleitung.....	1
1.1 Fragestellung.....	1
1.2 Das Schultergelenk.....	1
1.2.1 Funktionelle Anatomie und Gelenkmechanik.....	1
1.2.2 Die Frozen Shoulder.....	6
1.3 Theoretische Grundlagen der Meßmethoden.....	14
1.3.1 Isokinetische Kraftmessung.....	14
1.3.2 Isometrische Kraftmessung.....	15
1.3.3 Propiozeption.....	15
2 Material und Methoden.....	17
2.1 Studiendesign.....	17
2.2 Patienten.....	17
2.3 Untersuchung und Anamnese.....	18
2.4 Der ASES-Score.....	19
2.5 Der Constant-Score.....	20
2.6 Das Cybex-Dynamometer.....	22
2.6.1 Aufbau des Testsystems.....	24
2.6.2 Testung.....	25
2.7 Der Winkelreproduktionstest.....	29
2.8 Statistische Methoden.....	30
3 Ergebnisse.....	31
3.1 Patientenkollektiv.....	31
3.2 Schulterbewegungsumfang.....	34
3.3 Der ASES-Score.....	35
3.4 Der Constant-Score.....	37
3.5 Isokinetische Kraftmessung.....	38
3.5.1 Adduktionsstellung.....	38
3.5.2 Abduktionsstellung.....	40
3.5.3 Verhältnis von Außenrotation zu Innenrotation.....	43
3.5.4 Bewegungsumfang.....	44
3.6 Isometrische Kraftmessung.....	45
3.7 Winkelreproduktionstest.....	45

# I. Inhaltsverzeichnis

4	Diskussion .....	48
4.1	Gütekriterien der Untersuchungsmethoden .....	48
4.2	Diskussion des Versuchsaufbaus .....	49
4.3	Diskussion der Methode .....	51
4.4	Diskussion der Ergebnisse .....	51
4.4.1	Patientenkollektiv .....	52
4.4.2	Literatur zum arthroskopischen Kapselrelease .....	52
4.4.3	Das Bewegungsausmaß .....	58
4.4.4	Der Constant-Score .....	58
4.4.5	Aspekte des ASES-Scores .....	59
4.4.6	Isokinetik und Isometrik .....	60
4.4.7	Propiozeption .....	64
5	Schlussfolgerung .....	65
6	Literaturverzeichnis .....	67
7	Lebenslauf .....	78
8	Danksagung .....	80
9	Anhang .....	81

## II. Abbildungsverzeichnis

### II. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Einblick in das eröffnete rechte Schultergelenk.....	4
Abbildung 2: Bewegungsumfänge des Arms im Schultergelenk.....	5
Abbildung 3: Zeitlicher Verlauf der Frozen Shoulder .....	10
Abbildung 4: Das Cybex-Dynamometer .....	23
Abbildung 5: Schematischer Aufbau des Cybex-Dynamometers .....	25
Abbildung 6: Bewegungsmuster in Adduktionstellung .....	26
Abbildung 7: Bewegungsmuster in Abduktionstellung .....	27
Abbildung 8: Beschwerdedauer vor Operation .....	32
Abbildung 9: Zeitlicher Abstand zwischen OP und Follow-Up .....	33
Abbildung 10: Ursachen für die Entstehung der Frozen Shoulder.....	34
Abbildung 11: Bewegungsumfänge vor und nach Operation .....	34
Abbildung 12: Punkteverteilung Constant-Score vor und nach OP .....	37
Abbildung 13: Ergebnisse des Winkelreproduktionstest (absolute Abweichung zur Winkelvorgabe) .....	46

### III. Tabellenverzeichnis

### III. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bewegungsausmaße des Schultergelenks .....	6
Tabelle 2: Liste der alltäglichen Aktivitäten (ADL) .....	19
Tabelle 3: Umrechnungstabelle (Sportfähigkeit, Berufsausübung) .....	20
Tabelle 4: Punkteverteilung Schmerz .....	20
Tabelle 5: Punkteverteilung Aktivität .....	21
Tabelle 6: Punkteverteilung Flexion .....	21
Tabelle 7: Punkteverteilung Abduktion .....	21
Tabelle 8: Punkteverteilung Außenrotation .....	22
Tabelle 9: Punkteverteilung Innenrotation .....	22
Tabelle 10: Punkteverteilung Kraft .....	22
Tabelle 11: Altersverteilung der Patienten .....	31
Tabelle 12: Geschlechterverteilung der Patienten .....	31
Tabelle 13: Verteilung der Erkrankung auf dominante/ nicht dominante Körperseite ..	32
Tabelle 14: Bewegungsumfänge vor Operation (in Grad) .....	35
Tabelle 15: Bewegungsumfänge nach Operation (in Grad) .....	35
Tabelle 16: Schmerz auf einer Skala von 1-10 ( $p \leq 0,0001$ ) .....	35
Tabelle 17: ADL-Score ( $p \leq 0,0001$ ) .....	36
Tabelle 18: ASES-Score ( $p \leq 0,0001$ ) .....	36
Tabelle 19: Constant-Score: Schmerz .....	37
Tabelle 20: Constant-Score: Aktivität .....	37
Tabelle 21: Constant-Score: ROM .....	38
Tabelle 22: Constant-Score: Kraft .....	38
Tabelle 23: Constant-Score gesamt .....	38
Tabelle 24: Isokinetische Kraftmessung in Adduktionsstellung ( max. DM, DM/KG, Beschleunigung) .....	39
Tabelle 25: Isokinetische Kraftmessung in Adduktionsstellung (WBA, Gesamtarbeit, mittlere Arbeit) .....	40
Tabelle 26: Isokinetische Kraftmessung in Abduktionsstellung (max. DM, DM/KG, Beschleunigung) .....	41
Tabelle 27: Isokinetische Kraftmessung in Abduktionsstellung (WBA, Gesamtarbeit, mittlere Arbeit) .....	42
Tabelle 28: Verhältnisse der max. Drehmomente von ARO zu IRO in Adduktions- und Abduktionsstellung .....	43
Tabelle 29: Bewegungsumfänge in Adduktions- und Abduktionsstellung .....	44
Tabelle 30: Isometrische Kraftmessung in Adduktions- und Abduktionsstellung .....	45
Tabelle 31: Winkelreproduktionstest: absolute Abweichungen zur Winkelvorgabe (nicht operierte Seite) .....	47
Tabelle 32: Winkelreproduktionstest: absolute Abweichung zur Winkelvorgabe (operierte Seite) .....	47



## IV. Abkürzungsverzeichnis

### IV. Abkürzungsverzeichnis

%	Prozent
°	Grad
°/s	Grad pro Sekunde
ACR	arthroskopisches Kapselrelease
ACR-M	anterior-inferior-posteriores Release inclusive Subscapularissehne
ACR-S	anterior-inferiores Kapselrelease der Schulter
ADL	activity of daily living
ASES-Score	American Shoulder and Elbow Surgeons Score
Aufl.	Auflage
BAM	durchschnittliches Bewegungsausmaß
Bd	Band
Beschl.	Beschleunigung
bzw.	beziehungsweise
cm	Zentimeter
CPM	continuous passive motion
d.h.	das heißt
DM	Drehmoment
DM/kg	absolutes Drehmoment
et al.	et alteri (und andere)
Ges-Arbeit	Gesamtarbeit
HIV	human immunodeficiency virus
HLA-B27	human leucocyte antigen B27
J	Joules
kg	Kilogramm
lb.	englische/amerikanische Einheit: Pound (=453 Gramm)
Lig.	Ligamentum
Ligg.	Ligamenta
M.	Musculus
Max	Maximum
max. DM	maximales Drehmoment
Min	Minimum
mittl. Arbeit	mittlere erbrachte Arbeit
Mm.	Musculi
MRT	Magnetresonanztomogramm
N.	Nervus
n. operiert	nicht operiert
Nm	Newtonmeter
OP	Operation
p	Signifikanzen
PC	personal computer

## IV. Abkürzungsverzeichnis

PDGF	platelet derived growth factor
Proc.	Processus
r	Radius
ROM	range of motion (Bewegungsausmaß)
SA	Standardabweichung
tan	tangens
TGF- $\beta$ 1	transforming growth factor $\beta$ 1
WBA	Arbeit mit der besten Wiederholung
z.B.	zum Beispiel

# 1. Einleitung

## 1. Einleitung

### 1.1 Fragestellung

Ziel der vorliegenden Studie war es, herauszufinden, ob das arthroskopische Kapselrelease in Kombination mit einem Release des intraartikulären Anteils der Subscapularissehne zur Behandlung der Frozen Shoulder zu einem Nachteil in Hinsicht auf die postoperative Schulterfunktion führt. Von Interesse waren dabei folgende Fragestellungen:

Inwieweit wird durch das arthroskopische Kapsel- und Subscapularis-Release die Beweglichkeit im Schultergelenk wiederhergestellt?

In welchem Ausmaß verbessert sich die postoperative Einordnung in das Punktesystem von Schulterfunktionsscores wie dem Constant-Score und dem ASES-Score?

Ergibt sich durch das arthroskopische Kapsel- und Subscapularis-Release eine isokinetisch oder isometrisch messbare Schwächung der Innenrotationskraft im Schultergelenk?

Hat der Eingriff einen negativen Einfluss auf die propriozeptiven Fähigkeiten des Schultergelenks?

### 1.2 Das Schultergelenk

#### 1.2.1 Funktionelle Anatomie und Gelenkmechanik

Das Schultergelenk, *Articulatio glenohumeralis*, ist das beweglichste Gelenk des menschlichen Körpers. Die artikulierenden Elemente dieses Kugelgelenks sind das *Caput humeri* und die *Cavitas glenoidalis* der *Scapula*, wobei die flache, birnenförmige Gelenkpfanne nur etwa ein Drittel bis ein Viertel des Humeruskopfes bedeckt. Durch eine faserknorpelige Gelenkklippe, *Labrum glenoidale*, wird die Gelenkpfanne zu allen Seiten hin erweitert. Kranial strahlt die Sehne des langen Bizepskopfes in die Gelenkklippe ein, kaudal ist die Basis des Labrum mit der Sehne des langen Trizepskopfes verbunden. Die Gelenkpfanne ist mit hyalinem Knorpel ausgekleidet, der im zentralen Bereich dünner ist als in der Peripherie. Der ebenfalls von Gelenkknorpel

## 1. Einleitung

bedeckte Oberarmkopf sitzt dem Humerusschaft seitlich auf und ist in seinem Krümmungsradius der Gelenkpfanne angepasst. Im Gegensatz zum Hüftgelenk beispielsweise ist das Schultergelenk also ein Gelenk, das nicht knöchern geführt wird, sondern das von Bändern und Muskeln stabilisiert werden muss. Dadurch wird ein sehr großes Bewegungsausmaß erreicht, allerdings macht es das Gelenk auch anfälliger für Luxationen.

Umgeben werden die beschriebenen Strukturen von einer weiten und schlaffen Gelenkkapsel. Ihr innenliegendes Stratum synoviale entspringt größtenteils am Rand der Gelenkklippe, das Stratum fibrosum ist mit der Außenfläche des Labrum glenoidale fest verbunden und strahlt an dessen Basis in den Knochen des Collum scapulae ein, von wo es auf die Innenfläche der Subskapularissehne umschlägt. So entsteht zwischen der Außenfläche des Labrum glenoidale, dem Scapulahals und der Sehne des M. subscapularis ein Recessus der Gelenkhöhle. Kranial dehnt sich die Kapsel bis zum Processus coracoideus der Scapula aus, so dass der knöcherne Ursprung der langen Bizepssehne in die Gelenkhöhle mit einbezogen wird. Der Ursprung der langen Trizepssehne liegt aber kaudal außerhalb der Kapsel. Am Humerus entspringt die Gelenkkapsel am Collum anatomicum, das Tuberculum majus und das Tuberculum minus bleiben folglich extrakapsulär. Die äußeren Fasern der Kapselwand verlaufen teilweise in Richtung der zahlreichen sie verstärkenden Sehnen, innen dagegen sind sie eher ringförmig angeordnet. Im inferioren Anteil zwischen M. subscapularis und M. teres minor wird die Kapsel nicht durch Sehnen oder Muskeln unterstützt. Bei herabhängendem Arm legt sie sich hier in Falten und bilden den sogenannten Recessus axillaris. In enger Nachbarschaft verlaufen der N. axillaris und die Vasa circumflexa humeri posteriora.

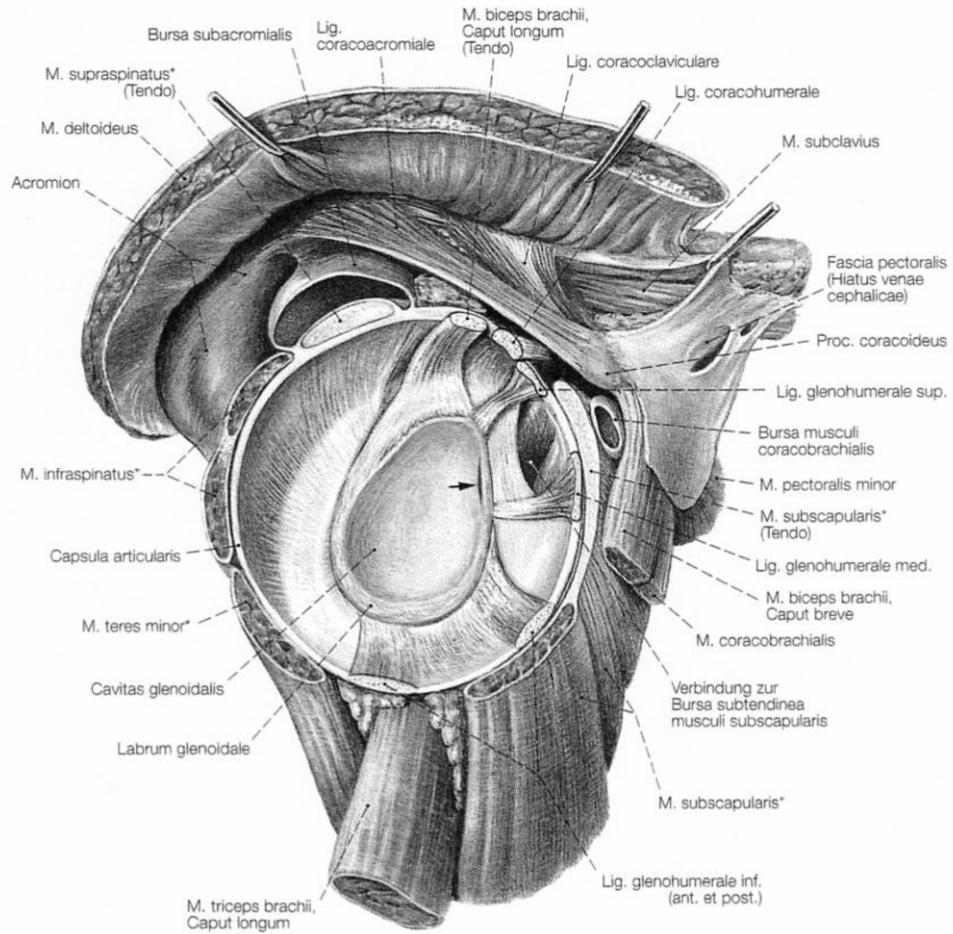
In der Vorderwand der Kapsel liegen drei Faserzüge, die als Ligg. glenohumeralia superius, mediale und inferius bezeichnet werden. Das inferiore Band leistet den größten Beitrag zur Kapselstabilität bei starker Abduktion des Armes. Als weiteres Verstärkungsband dient das Lig. coracohumerale, das am Processus coracoideus und oft auch am Lig. coracoacromiale entspringt. Es zieht über den proximalen Teil des Sulcus intertubercularis und inseriert an den Tubercula majus und minus. Dieses Band verstärkt den kranialen Anteil der Kapsel im sogenannten Rotatorenintervall zwischen der Sehneneinstrahlung des M. supraspinatus und des M. subscapularis und hemmt die Außenrotation. Die Glenohumeralbänder und das Lig. coracohumerale sind bei Innenrotation und Anteversion gespannt. Oberhalb des Lig.

## 1. Einleitung

coracohumerale entspringt am Processus coracoideus das Lig. coracoglenoidale und strahlt kranial in das Labrum und in die Kapsel ein. In die dorsokraniale und ventrale Kapsel strahlen zudem die Sehnenfasern der Muskeln der Rotatorenmanschette ein, die die Kapsel spannt und Einklemmungen verhindert. Zur Rotatorenmanschette gehören die am Tuberculum majus ansetzenden Mm. supraspinatus, infraspinatus und teres minor und der größtenteils am Tuberculum minus inserierende M. subscapularis. Die kranialen Sehnenabschnitte des M. subscapularis und des M. infraspinatus sowie die gesamte Supraspinatussehne liegen im osteofibrösen Kanal zwischen Schulterdach und Caput humeri. In diesem subakromialen Raum verläuft vorne die Subscapularissehne, in der Mitte die Supraspinatussehne und hinten die Infraspinatussehne. Für ein reibungsfreies Gleiten sorgen an dieser Stelle zwei Schleimbeutel, die Bursa subacromialis und die Bursa subdeltoidea.

Von innen wird das Rotatorenintervall durch den Einschluss der langen Bizepssehne in die Gelenkhöhle geschützt. Die Hinterwand der Kapsel besitzt keine verstärkenden Faserzüge. Neben der Rotatorenmanschette ist auch der M. deltoideus an der wesentlichen Muskelführung des Schultergelenks beteiligt.

# 1. Einleitung

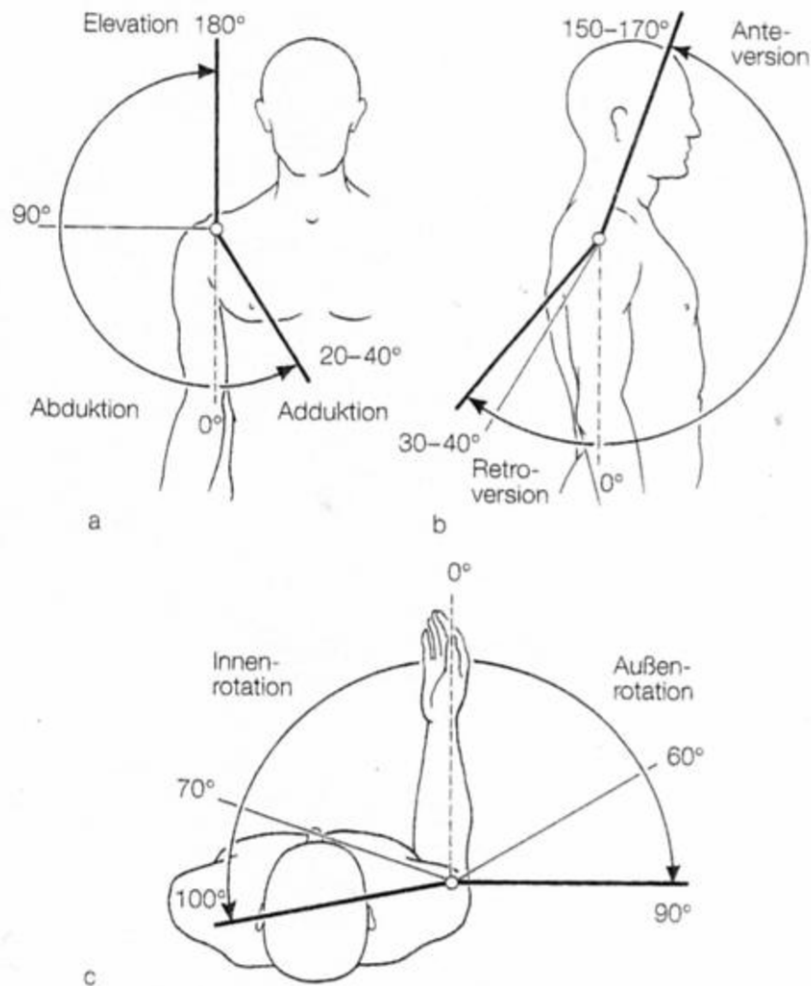


**Abbildung 1: Einblick in das eröffnete rechte Schultergelenk**

Die Sehnen der mit \* gekennzeichneten Muskeln bilden die Rotatorenmanschette.

[aus: Benninghoff, Drenckhahn, Anatomie. Makroskopische Anatomie, Histologie, Embryologie, Zellbiologie. Band 1. 16. Auflage. S. 287]

# 1. Einleitung



**Abbildung 2: Bewegungsumfänge des Arms im Schultergelenk**

Bewegungsumfänge des Arms im Schultergelenk (dünne Linien) und als Kombinationsbewegung in den Schulter- und Schlüsselbeingelenken (fette Linien). Gestrichelt: Neutral-Null-Stellung [aus: Benninghoff, Drenckhahn, Anatomie. Makroskopische Anatomie, Histologie, Embryologie, Zellbiologie. Band 1. 16. Auflage. S. 289]

Die Beweglichkeit des Schultergelenks wird in den drei senkrecht aufeinander stehenden Hauptachsen nach der Neutral-Null-Methode gemessen. Der Drehpunkt aller Bewegungen liegt dabei annäherungsweise im Zentrum des Humeruskopfes. Um die transversale Achse erfolgt Flexion und Extension, um die sagittale Achse Abduktion und Adduktion und um die longitudinale Achse Innenrotation und Außenrotation. Die Prüfung des Bewegungsumfangs wird

# 1. Einleitung

durch automatische Mitbewegungen des Schultergürtels erschwert. Die Schulterpfanne hat das Bestreben den Armbewegungen zu folgen, indem das Schulterblatt sich möglichst in die Ebene einstellt, in die der Arm bewegt wird. Die Hilfsbewegungen des Schulterblattes setzen schon ein, bevor im Schultergelenk selbst das maximale Bewegungsausmaß erreicht ist [Benninghoff, Drenckhahn: Anatomie und Rauber/Kopsch: Anatomie des Menschen].

	Schultergelenk allein	Schultergelenk kombiniert
Flexion	90°	170°
Extension	30-40°	40°
Abduktion	90°	180°
Adduktion	30°	40°
Innenrotation	70°	100°
Außenrotation	60°	90°

**Tabelle 1: Bewegungsausmaße des Schultergelenks**

[aus: Benninghoff, Drenckhahn, Anatomie. Makroskopische Anatomie, Histologie, Embryologie, Zellbiologie. Band 1. 16. Auflage. S. 289]

## 1.2.2 Die Frozen Shoulder

### 1.2.2.1 Historische Einführung

Die Frozen Shoulder ist ein Krankheitsbild, über das in der Literatur lange Zeit Uneinigkeit bestand und für das unterschiedliche Bezeichnungen existieren. Codman beschreibt die Frozen Shoulder 1934 als schwer definierbares Krankheitsbild, das schwierig zu behandeln ist und dessen Pathologie noch nicht verstanden ist [Codman 1934]. Neviaser nannte als Erster den Begriff der adhäsiven Kapsulitis und beschrieb die Erkrankung als einen chronisch inflammatorischen Prozess, der die Gelenkkapsel der Schulter betrifft und dort eine Verdickung und Kontraktur bewirkt. Sekundär kommt es nach seinen Aussagen zu Adhäsionen innerhalb des



# 1. Einleitung

Gelenks [Neviaser 1945], die zu einer Bewegungseinschränkung in allen Ebenen führt [Matsen 1994]. Der ganz zu Anfang von Duplay und wenig später von Putnam geprägte Begriff der Periarthritis humeroscapularis ist heute mehr zu einem Sammelbegriff geworden, der verschiedene Zustände der Schulter, die mit Schmerzen und Dysfunktion einhergehen, zusammenfasst [Duplay 1872, Putnam 1882].

## 1.2.2.2 Einteilung des Krankheitsbildes

Eine Unterteilung hinsichtlich der Ätiologie dieses Krankheitsbildes nahm erstmals Reeves vor, der zwischen einer idiopathischen Frozen Shoulder und einer posttraumatisch auftretenden steifen Schulter unterschied [Reeves 1966]. Heute wird als primäre adhäsive Kapsulitis die idiopathische Form bezeichnet, bei der bisher kein eindeutiger Auslöser gefunden werden konnte. Sekundäre Formen sind posttraumatisch oder postoperativ bedingt, des Weiteren zählt auch die diabetische Schultersteife zu dieser Gruppe [Jerosch 2005]. Diese Einteilung hat klinische Relevanz bezüglich der weiteren Prognose sowie des therapeutischen Vorgehens.

## 1.2.2.3 Epidemiologie

Die Inzidenz der Frozen Shoulder wird in der normalen Bevölkerung zwischen zwei und 5 Prozent angegeben. Patienten mit Diabetes mellitus weisen hingegen eine weitaus höhere Inzidenz auf, die in der Literatur zwischen zehn und 20 Prozent liegt [Bridgmann 1972, Jerosch 2001, Pal et al. 1986, Sattar 1985]. Die am meisten betroffene Altersgruppe stellen Patienten zwischen dem 40. und 60. Lebensjahr dar [Harryman 1998]. Auffällig häufig erkranken Frauen. Der nichtdominante Arm ist etwas häufiger betroffen, zudem sind eher Personen erkrankt, die weniger körperlich aktiv sind [Neviaser 1987, Rizk 1983]. Etwa zwölf Prozent der Betroffenen entwickeln die gleiche Erkrankung auch auf der kontralateralen Seite [Wadsworth 1986].

## 1.2.2.4 Ätiologie

Die Entstehung der Adhäsiven Kapsulitis ist noch nicht vollständig geklärt. Ein genetischer Einfluss konnte durch Zwillingsstudien nachgewiesen werden [Hakim 2003]. Eine beobachtete lokalisierte Degeneration von kollagenen Fibrillen innerhalb der Gelenkkapsel gab Anlass zur

## 1. Einleitung

Autoimmuntheorie dieser Erkrankung. Rundzellinfiltrate und lymphozytäre Infiltrate wurden von MacNab als Autoimmunantwort interpretiert [Macnab 1971, Macnab 1973], andere Autoren konnten diese Befunde allerdings nicht bestätigen [Binder 1986, Bridgmann 1972]. Unterstützt wird diese Theorie durch einen Nachweis an erhöhtem C-reaktiven Protein und einem Anstieg der HLA-B27 Antigene sowie eines Abfalls an Immunglobulin A im Serum [Bulgen 1976, Bulgen 1982]. Andere Autoren konnten keine beweisenden klinischen oder laborchemischen Parameter entdecken [Kessel 1982, Watson 2000].

Im Zusammenhang mit dem Diabetes mellitus werden Strukturveränderungen des Kollagens durch einen Anstieg der Glykolisierung des Kollagens für die Schultersteife verantwortlich gemacht. [Pal et al. 1986, Fisher et al. 1986]. Weitere Untersuchungen zeigen neben einer diabetischen Mikroangiopathie eine vermehrte Anzahl fibroblastärer Zellen in der Schultergelenkscapsel von Diabetikern [Kay 1981].

Eine weitere Stoffwechselerkrankung, die das Auftreten einer adhäsiven Kapsulitis begünstigen soll, ist der Hyperthyreodismus [Bridgman 1972]. Auch eine Assoziation mit dem Morbus Duyputren wurde beschrieben [Meulengracht 1952]. Es wurde von Einzelfällen berichtet, bei denen bei Patienten nach der Einnahme von enzymhemmenden Medikamenten wie synthetische Matrix-Metalloproteasen zur Behandlung inoperativer Magentumoren oder Proteinase-Inhibitoren aus der HIV-Therapie eine Frozen Shoulder-Symptomatik auftrat [Hutchinson 1998, Zabraniecki 1998].

### 1.2.2.5 Morphologie und Pathophysiologie

Kilian et al. konnten eine aufgehobene Parallelität der Kollagenfibrillen und ein Verdrillen dieser bis hin zu Abbrüchen nachweisen [Kilian 2001]. Histologische Schnitte des Rotatorenmanschettenintervalls zeigen eine Vermehrung von fibrösen Fasern und Fibroblasten [Binder 1984], deren Funktion durch Zytokine und andere Wachstumsfaktoren, die die Transkription der Matrix-Metalloproteinase modulieren, reguliert wird. Als persistierender Stimulus der Fibrose konnte ein erhöhter Gehalt an TGF- $\beta$ 1 und PDGF nachgewiesen werden [Rodeo 1998]. Die Fibrosierung betrifft vor allem das Lig. coracohumerale, das Lig. glenohumerale superior sowie die gesamte Gelenkkapsel mit Beginn im Rotatorenmanschettenintervall [Jerosch 2005]. Makroskopisch findet sich ein verringertes Kapselvolumen durch Kontraktur der Schultergelenkscapsel oder der umliegenden Sehnen der

# 1. Einleitung

Rotatorenmanschette. Eine weitere Ursache sind extraartikuläre Adhäsionen [Jerosch 2005], intraartikuläre Verklebungen sind hingegen nicht zu finden [Lundberg 1969, Lundberg 1982, Jerosch 2005, Kilian 2001]. Arthroskopisch lässt sich eine Hyperämie der Synovia diagnostizieren, was sich durch eine Messung der Durchblutung mittels MRT bestätigen lässt [Tamai 1997]. Ein weiterer häufiger arthroskopischer Befund ist eine chronische Entzündungsreaktion der Synovia und ihrer fibrösen Anteile. In über der Hälfte der Fälle ist die Synovialitis im oberen und vorderen Bereich der Gelenkkapsel zu finden. Die Gefäßwände und die Oberfläche der Synovia erscheinen verdickt [Jerosch 2005].

Bei Knochendichtemessungen zeigte sich eine Dekalzifizierung des Humerskopfes von etwa 20 Prozent im Vergleich zur gesunden Seite [Okamura 1999], die sich allerdings nach einigen Jahren nicht mehr nachweisen lässt [Lepalla 1998].

## 1.2.2.6 Klinik

Die klinische Einteilung der adhäsiven Kapsulitis erfolgt in drei Stadien:

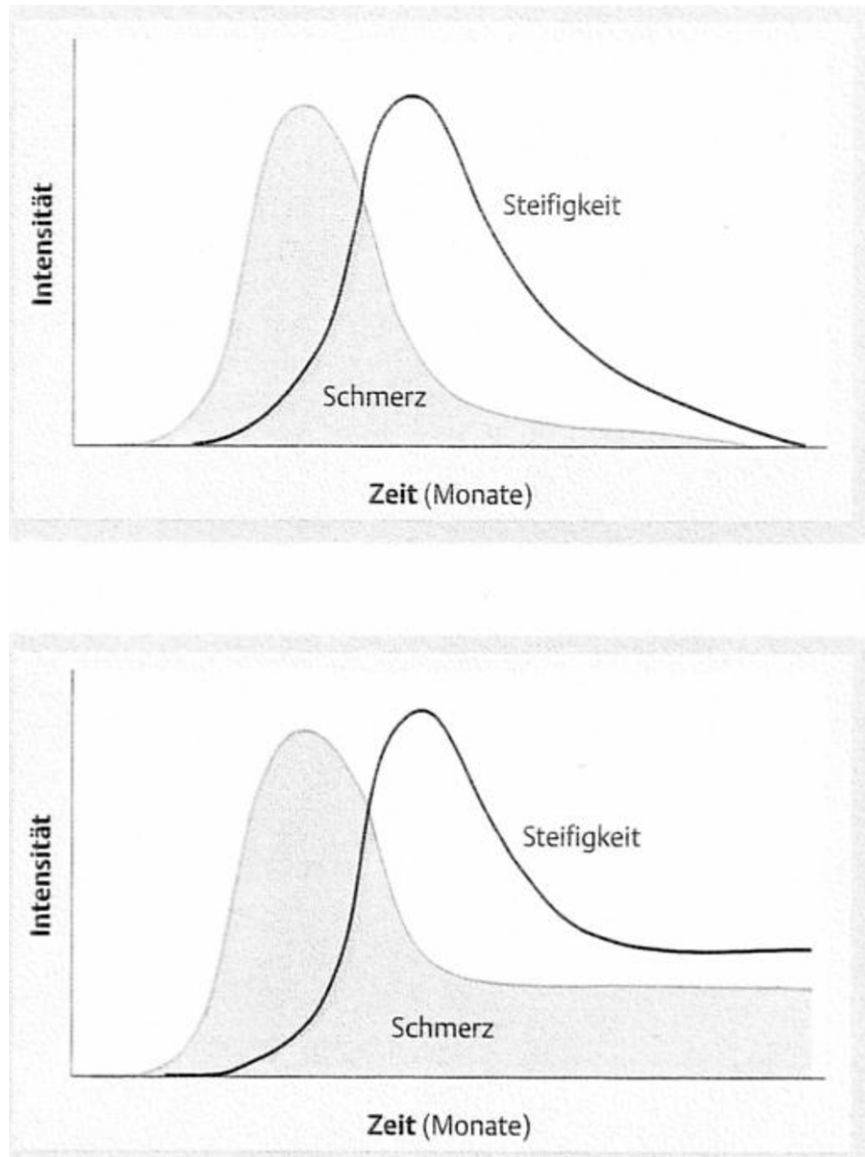
1. Freezing Phase: Der Patient beklagt einen chronisch progredienten Schmerz in der betroffenen Schulter, der häufig belastungsabhängig sowie nachts auftritt. Der Schmerzcharakter wird als Entzündungsschmerz beschrieben.
2. Frozen Phase: Wochen bis Monate später kommt es zu einer fortschreitenden Versteifung des Schultergelenks, die vom Patienten oft nicht direkt bemerkt wird, da sie schleichend auftritt. Der Schmerz nimmt in dieser Phase ab.
3. Thawing Phase: Die Beschwerden bilden sich allmählich zurück. Dieser Prozess kann sich über mehr als zwei Jahre erstrecken [Reeves 1975, Jerosch 2005].

Der Schmerz wird von den Patienten am ehesten am Ansatz des M. deltoideus wahrgenommen, es besteht aber kein lokalisierter Druckschmerz [Parker 1989]. Die auftretende Bewegungseinschränkung betrifft zunächst die Außenrotation, dann die Abduktion und die Innenrotation [Hertel 2000]. Dabei ist sowohl die aktive als auch die passive Beweglichkeit eingeschränkt. Die maximale Abuktion beträgt weniger als 100 Grad und die maximale Außenrotation weniger als 50 Prozent der kontralateralen Schulter [Jerosch 2001].

# 1. Einleitung

Ein Teil der Patienten berichtet über ein Trauma oder eine Operation der Schulterregion als Auslöser für den Beginn der Erkrankung. Bei der Mehrzahl der Betroffenen tritt die Schultersteife jedoch schleichend ohne ersichtlichen Grund auf.

Bislang herrschte Einigkeit über die Tatsache, dass es sich zumeist um eine selbstlimitierende Erkrankung handelt [Lundberg, 1969, Reeves 1975, Wiley 1991, Miller 1996]. Neuerdings finden sich jedoch Hinweise darauf, dass die eingetretene Bewegungseinschränkung sich nicht vollständig zurückbildet [Binder 1984, Shaffer 1992, Wallny 1997].



**Abbildung 3: Zeitlicher Verlauf der Frozen Shoulder**

Oben: Konventionelle Vorstellung über den Verlauf der Frozen Shoulder

Unten: Verlauf der Frozen Shoulder anhand neuerer Erkenntnisse [Hertel 2000, Jerosch 2005]

# 1. Einleitung

## 1.2.2.7 Diagnostik

Die klinische Diagnostik der adhäsiven Kapsulitis erfolgt oft schon durch die typische Anamnese und die Einschränkung der Schulterbeweglichkeit in der körperlichen Untersuchung. Standardmäßig wird immer eine Sonographie der Schulter durchgeführt. Eine Röntgenaufnahme dient dem Ausschluss eines Tumors oder degenerativer Veränderungen und kann eine beginnende Osteopenie darstellen. Die früher obligate diagnostische Arthroskopie gehört heute nicht mehr zum Standard, ebensowenig die Kernspintomographie. Stoffwechselerkrankungen wie Diabetes mellitus oder Schilddrüsenerkrankungen sollten von internistischer Seite her abgeklärt werden [Jerosch 2005].

## 1.2.2.8 Therapie

Die Tatsache, dass sich eine Bewegungseinschränkung möglicherweise nicht vollständig zurückbildet, macht verständlich, dass die betroffenen Patienten eine adäquate Behandlung fordern. Zudem haben viele Patienten aus beruflichen und privaten Gründen nicht die Geduld den natürlichen Krankheitsverlauf abzuwarten.

In der Regel wird aber zunächst nach gründlicher Aufklärung des Patienten über den natürlichen Verlauf der Erkrankung versucht, eine konservative Therapie einzuleiten, die eine Entzündungshemmung und Schmerzlinderung bewirkt. Hier kommen nichtsteroidale Antirheumatika und orale Steroide zum Einsatz. Lokale Steroide und vorsichtige Physiotherapie sollen zu einer Verbesserung des Bewegungsumfangs führen. Dabei darf die Schmerzgrenze jedoch nicht erreicht werden, da dadurch der Verlauf der Erkrankung sogar verlängert werden kann [Diercks 2004]. Zudem wird der Patient angeleitet die Bewegungsübungen zuhause selbstständig fortzuführen [Hertel 2000].

Bringen diese Verfahren innerhalb eines angemessenen zeitlichen Intervalls keine Besserung, sollte eine invasive Therapie in Erwägung gezogen werden. Im Folgenden werden sowohl ursprünglich angewandte Verfahren als auch neuere Methoden dargestellt.

# 1. Einleitung

## **1.2.2.8.1 Distensionsarthrographie**

Bei der Distensionsarthrographie, auch Brisement genannt, wird in Kombination mit einer Arthrographie der Schulter ein Gemisch aus Röntgenkontrastmittel, Lokalanästhetikum, Kortikosteroiden und Luft langsam in das Schultergelenk injiziert. Der zufällig bei der diagnostischen Arthrographie entdeckte therapeutische Nutzen dieses Verfahrens soll in einer maximalen Erweiterung der geschrumpften Schultergelenkscapsel bestehen [Gilula1978]. Weitere Autoren berichten über Erfolge mit dieser Methode [Fareed 1989, Rizk 1994], wobei Erfahrungen gegen die Aufweitung der Gelenkkapsel und für deren Einreißen als zugrundeliegenden Mechanismus sprechen [Rizk 1994].

## **1.2.2.8.2 Narkosemobilisation**

Die Narkosemobilisation war lange Zeit der Standard bei der invasiven Therapie der Frozen Shoulder. Schon 1872 war sie für Duplay eine gute Wahl zur Behandlung dieser Erkrankung [Duplay 1872].

In Vollnarkose wird mit einer Hand die Skapula fixiert und mit der anderen Hand der proximale Oberarm ergriffen. Dann wird der Arm außenrotiert, abduziert und innenrotiert. Das hörbare Zerreißen des fibrosierten Gewebes wird als prognostisch günstiges Zeichen gewertet [Uitvlugt 1993]. Nach erfolgreicher Mobilisation wird empfohlen, den Arm in der Position der vollen Elevation zu fixieren und intensive Physiotherapie durchzuführen, um die erreichte passive Beweglichkeit zu erhalten und die Rehabilitationsphase zu verkürzen [Neviaser 1983]. Parker et al. empfehlen diese Maßnahme für Patienten, deren Abduktion trotz intensiver Physiotherapie weniger als 90 Grad beträgt [Parker 1989].

Möglicherweise bewirkt die Narkosemobilisation eine Verkürzung der Krankheitsdauer [Weber 1995], gute Langzeitergebnisse sind vorhanden [Dodenhoff 2000, Reichmister 1999, Ulmer 1982]. In prospektiven Studien zeigt sich jedoch bei lediglich 80 Prozent der behandelten Patienten eine Schmerzfreiheit und eine weitgehende Wiederherstellung der Bewegungsamplitude [Placzek 1998, van Royen 1996]. Der Nachteil der Narkosemobilisation ist, dass es oft unselektiv zu Gewebeerstörungen kommen kann. So sind Humeruskopffrakturen, Luxationen, Rotatorenmanschettenrupturen und Nervenverletzungen beschrieben worden [Depalma 1952, Leffert 1985, McLaughlin 1951].

## 1. Einleitung

Mittlerweile ist die Narkosemobilisation praktisch obsolet und wird durch neuere Therapiemethoden wie dem arthroskopischen Kapselrelease ersetzt.

### 1.2.2.8.3 Offene Operation

Der Vorschlag einer offenen Operation der Schultersteife stammte erstmals von McLaughlin. Dabei wurde die Subskapularis-Sehne durchtrennt, der intraartikuläre Anteil der Bizepssehne exzidiert und Adhäsionen innerhalb der Gelenkkapsel gelöst [Mc Laughlin 1961]. Ozaki et al. griffen diese Behandlungsmethode auf, indem sie die adhärente Bursa subacromialis sowie das kontrahierte und hypertrophierte Lig. coracohumerale und das verdickte Rotatorenmanschettenintervall operativ lösten. Eine intensive Krankengymnastik schloss sich an. Alle 17 Patienten waren vier Jahre nach dem Eingriff schmerzfrei, nicht alle erreichten das volle Bewegungsausmaß zurück [Ozaki 1989]. Wird heute eine offene Operation durchgeführt, so spaltet der Operateur das Lig. coracohumerale, die vordere [Beaufils 1999], die untere und die hintere Gelenkkapsel einige Millimeter lateral des Labrum glenoidale [Harryman 1997, Watson 2000]. Zumeist wird zusätzlich noch die Subskapularis-Sehne in ihrem intraartikulären Anteil gespalten [Olgivie-Harris 1997, Ozaki 1996].

Da bei diesem Verfahren der im Rahmen des operativen Zugangs abgelöste M. subscapularis wieder reinseriert werden muss, schließt sich postoperativ zwangsläufig eine Immobilisationsphase an, welche die Rehabilitation erschwert. Ein weiterer Nachteil der offenen Operation ist die Schwierigkeit, alle Kapselanteile zu erreichen [Jerosch 2005].

### 1.2.2.8.4 Arthroskopisches Kapselrelease

Die Behandlung der Frozen Shoulder mit einem arthroskopischen Kapselrelease (ACR) bietet gegenüber der Narkosemobilisation den Vorteil, dass unter arthroskopischer Sicht gezielt Strukturen durchtrennt werden können. Zudem kann schon kurze Zeit nach dem Eingriff mit der Physiotherapie begonnen werden, was bei einer offenen Operation nicht möglich ist, da dort größere Wundflächen geschaffen werden.

Viele verschiedene Vorgehensweisen wurden für das ACR postuliert. Im Folgenden wird die in dieser Studie verwendete OP-Technik beschrieben.

# 1. Einleitung

Die Lagerung des Patienten erfolgte in Beach-Chair-Position. In Narkose wurde das passive Bewegungsausmaß in allen drei Ebenen im glenohumeralen Gelenk erhoben. Eine nahezu normale Beweglichkeit war bei keinem der Patienten möglich, so dass die Indikation für das weitere Vorgehen gegeben war.

Der Zugang zum Gelenk erfolgte nach Herstellen des sterilen Operationsfeldes standardmäßig von posterior. Zunächst wurde der stumpfe Trokar in den posterior Zugang platziert und das Gelenk konnte inspiziert werden. Der ventrale Zugang erfolgte unter Sicht zwischen Subskapularissehne, langer Bizepssehne, Humeruskopf und Glenoid. Mit einem bipolaren Schneide- und Resektionsgerät (VAPR, Mitek Hamburg) erfolgte zumeist eine partielle Synovektomie der entzündlich erscheinenden Bereiche sowie ein glenoidnahes, ventrales Release des Rotatorenmanschettenintervalls. Es wurde am superioren glenohumeralen Ligament begonnen und das Release wurde inklusive der intraartikulären Anteile der Subscapularissehne bis in die 6-Uhr-Position fortgesetzt. Dabei musste der N. axillaris, der unterhalb des M. subscapularis verläuft und unmittelbar der inferioren Gelenkkapsel anliegt, geschont werden. Zum Abschluß wurde das Bewegungsausmaß wie präoperativ in allen drei Ebenen überprüft. Nach dem ausführlichen Spülen des Gelenkes wurde eine Redon-Drainage eingebracht und 10 ml Carbostesin instilliert. Eine intensive Physiotherapie und das Training mit der CPM-Motorschiene wurden für die folgenden postoperativen Tage verordnet.

## 1.3 Theoretische Grundlagen der Meßmethoden

### 1.3.1 Isokinetische Kraftmessung

Der New Yorker Biomechaniker James Perrine entwickelte 1967 das Konzept der Isokinetik. Darunter versteht man einen Prozess, bei dem ein Körperteil beschleunigt wird, um eine vorher festgelegte Geschwindigkeit gegen einen sich anpassenden Widerstand zu erreichen. Bei der isokinetischen Muskelkontraktion bleibt die Bewegungsgeschwindigkeit über das gesamte Bewegungsausmaß konstant [Mayer et al. 1994]. Die ausgewählte Geschwindigkeit kann mit der menschlichen Muskelkraft nicht überschritten werden. Das isokinetische System reagiert mit einem zunehmenden Widerstand, um eine Geschwindigkeitsüberschreitung zu vermeiden. Das



## 1. Einleitung

vom Gerät dazu erzeugte Drehmoment ist dabei in seiner Größe identisch mit der dynamischen Kraftentfaltung des Muskels. Es wird in Newtonmeter angegeben [Cybex 6000 Bedienungshandbuch].

Ihren hauptsächlichen Einsatzbereich hat die Isokinetik im Rahmen von Rehabilitation und Prävention als Methode zur Diagnostik und zum Training von Muskelkraft bei gleichbleibender Bewegungsgeschwindigkeit. Es wird hauptsächlich zur Bestimmung von Krafteigenschaften eines Muskels bzw. einer Muskelgruppe eingesetzt, um beispielsweise das Ergebnis nach operativen Eingriffen zu ermitteln.

### 1.3.2 Isometrische Kraftmessung

Isometrische Kraftmessung bedeutet, dass ein Muskel bzw. eine Muskelgruppe kontrahiert, ohne dass es zu einer Muskelverkürzung und damit zu einer Bewegung des beteiligten Gelenks kommt. Die Kraftanstrengung führt dabei zu einer Zunahme der Muskelspannung. Das isometrische System stellt hierzu der Muskelkraft einen gleichbleibenden Widerstand entgegen. Das vom Gerät erzeugte Drehmoment, das den Widerstand am gleichen Ort hält, entspricht der aufgewandten Muskelkraft.

Isometrische Kraftübungen werden ebenfalls in der Rehabilitation und in der Prävention eingesetzt. Der Vorteil gegenüber isokinetischer Kraftmessung ist, dass auch Patienten mit stark eingeschränktem Bewegungsausmaß diese Testung bzw. dieses Training durchführen können.

### 1.3.3 Propriozeption

Mit dem Begriff Propriozeption oder auch Tiefensensibilität wird die Fähigkeit des Körpers bezeichnet, ohne visuelle Kontrolle bestimmte Stellungen und Bewegungen einzelner Körperteile oder des gesamten Körpers im Raum wahrzunehmen. Durch spezifische Rezeptoren, die sogenannten Propriozeptoren, wird die Information registriert und an das zentrale Nervensystem weitergegeben [Pschyrembel 2004].

Duchenne hat bereits im 19. Jahrhundert auf die Bedeutung von sensorischen Impulsen aus artikulären Strukturen hingewiesen [Poore 1883]. Der Ausdruck Propriozeption wurde 1906 von Sherrington eingeführt und als Sinn definiert, der die Empfindung der Gelenkbewegung

## 1. Einleitung

sowie die Empfindung der Gelenkstellung ermöglicht [Sherrington 1906]. Dass die Impulse sowohl aus artikulären als auch aus periartikulären Strukturen stammen, wurde erst später postuliert [Adams 1977, Warren 1979]. Die Sensoren befinden sich in der Haut, in den Muskeln und Gelenken sowie in den Bändern und Sehnen und nehmen Informationen auf, die an das ZNS weitergeleitet werden. Verletzungen von Gewebe, das Mechanorezeptoren enthält, können zu propriozeptiven Defiziten führen [Lephart et al. 1997].

Der Stellungssinn, der kaum adaptiert, wird durch die Muskelspindeln, die die Muskellänge messen und durch die Golgi-Sehnenorgane, die die Muskelspannung messen, vermittelt, so dass der Körper die Lage der Extremitäten und die Position der Gelenke wahrnehmen kann. Außerdem tragen die Mechanorezeptoren in der Gelenkkapsel zum Stellungssinn bei. Es wird unterschieden zwischen langsam adaptierenden Rezeptoren vom Ruffinityp und schnell adaptierenden Rezeptoren vom Pacinityp. Auch in der Haut finden sich langsam anpassende Mechanorezeptoren, die Informationen über die Gelenkstellung registrieren.

Der Bewegungssinn gibt dem Organismus Informationen über die Richtung und die Geschwindigkeit von aktiven und passiven Gelenkbewegungen. Die Muskelspindeln kodieren hierzu Ausmaß und Tempo der Winkeländerung. Der Bewegungssinn, der nicht adaptiert, hat in proximalen Gelenken wie dem Schultergelenk eine niedrigere Erregungsschwelle als z.B. in den Fingergelenken.

In einigen Definitionen gehört auch der Kraftsinn zu den propriozeptiven Fertigkeiten. Er gibt die Muskelkraft an, welche notwendig ist, um bestimmte Gelenkstellungen einzuhalten oder eine bestimmte Bewegung durchzuführen. Er adaptiert zu einem geringen Anteil [Klinke 2005].

## **2 Material und Methoden**

### **2.1 Studiendesign**

Es handelt sich bei der vorliegenden Studie um eine retrospektive Erhebung. Auf die präoperativen Daten der Patienten konnte zurückgegriffen werden. Die postoperativen Daten wurden im Rahmen einer Follow-Up-Untersuchung erhoben.

### **2.2 Patienten**

Die Studie wurde mit 22 Patienten durchgeführt, die an einer Frozen Shoulder erkrankten und bei denen im Zeitraum von 1996 bis 2004 in der Klinik für Allgemeine Orthopädie des Universitätsklinikums Münster ein arthroskopisches Subskapularis- und Kapselrelease durchgeführt wurde. Zum Zeitpunkt der Operation waren die Patienten im Durchschnitt 51,9 (SA 10,0) Jahre alt. Der jüngste Patient war 23, der älteste 75 Jahre alt.

Das Patientengut setzte sich zusammen aus zehn Frauen und zwölf Männern. In 13 Fällen war die dominante Seite betroffen, in neun Fällen die nicht dominante Seite.

Anhand der Ätiologie ließen sich die Patienten in drei Gruppen unterteilen. Bei elf Patienten (50 Prozent) war die Frozen Shoulder idiopathischer Natur, bei drei Patienten (14 Prozent) lag als möglicherweise zugrundeliegende Grunderkrankung ein Diabetes mellitus vor und acht Schultern (36 Prozent) erlitten vor der Erkrankung ein relevantes Trauma.

Nach im Mittel 52,5 (SA 31,4) Monaten nach der Operation wurden die Patienten standardisiert nachuntersucht. Das kürzeste Intervall bis zum Follow-Up betrug zwölf Monate, das längste 106 Monate.

### 2.3 Untersuchung und Anamnese

Telefonisch wurde mit jedem der ausgewählten Patienten ein Nachuntersuchungstermin in der Poliklinik für Allgemeine Orthopädie vereinbart. Dieser begann mit einer ausführlichen Anamnese über die Genese der Schultersteife, über die Dauer der Beschwerden und über die aktuelle Befindlichkeit in Hinsicht auf die Schultererkrankung. Ergänzend dazu füllten die Patienten einen standardisierten Fragebogen aus, in dem der Patient subjektiv auf einer Skala von 1 bis 10 bzw. 1 bis 15 angeben sollte, wie stark zur Zeit der Schulerschmerz sei, ob er ein Instabilitätsgefühl in seiner Schulter habe und ob er im Beruf und beim Sport eingeschränkt sei. Die Fähigkeit, alltägliche Aufgaben wie die Körperpflege zu verrichten, wurde anhand einer Skala von 0 bis 3 erfasst. In der letzten Frage wurde der Patient aufgefordert die Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis auf eine Skala von 1 bis 10 anzukreuzen.

Der weitere Befund wurde im Rahmen der körperlichen Untersuchung erhoben, die zunächst die seitenvergleichende Inspektion der Schulterregion und die Palpation von Druckpunkten beinhaltete. Anschließend wurde die Schultergelenksbeweglichkeit nach der Neutral-Null-Methode in allen drei Ebenen sowohl aktiv als auch passiv getestet und notiert, bevor der Patient aufgefordert wurde, den Nacken- und Schürzengriff auszuführen, um die Fähigkeit zu Komplexbewegungen beurteilen zu können. Nachdem noch einige spezielle funktionelle Tests zur differentialdiagnostischen Erfassung von Schultererkrankungen durchgeführt wurden, wurde mit Hilfe einer Federwaage, die am Ansatz des Deltamuskels mittels einer Manschette positioniert wurde, die Kraft im Seitenvergleich bei um 90 Grad abduziertem Arm gemessen.

Die präoperativen Befunde der Patienten konnten den vorliegenden Patientenakten entnommen werden, so dass ein Vergleich zwischen den prä- und postoperativ erhobenen Parametern möglich war.

Zur Beurteilung und vergleichenden Analyse kamen zwei internationale Scores zur Anwendung, bei denen anhand der Ergebnisse des Fragebogens und der klinischen Untersuchung Punkte vergeben wurden.

## 2.4 Der ASES-Score

Der American Shoulder and Elbow Surgeons Score (ASES) [Research Committee A.S.E.S., Richards 1994] hinterfragt rein subjektive Krankheitsmerkmale, dabei wird den beiden Kriterien Schmerz und Funktion die gleiche Gewichtung zugeordnet. Das eigene Schmerzempfinden wird anhand einer visuellen Schmerzskala von 0 bis 10 ermittelt, wobei null Punkte keine Schmerzen und zehn Punkte sehr starke Schmerzen bedeuten. Der vom Patienten angegebene Wert wird von 10 subtrahiert und mit 5 multipliziert, so dass eine maximale Punktzahl von 50 erreicht werden kann. Anhand einer Liste alltäglicher Tätigkeiten (activities of daily living, ADL) konnte der funktionelle Schulterstatus des Patienten erhoben werden (Tabelle 2). Hierzu hatte der Patient den einzelnen Fertigkeiten, wie z.B. einen Mantel anziehen und sich kämmen, Punkte zwischen 0 und 3 zuzuordnen.

0=Durchführung nicht möglich

1=Durchführung sehr schwer möglich

2=Durchführung erschwert

3=Durchführung problemlos möglich

Anziehen eines Mantels	0	1	2	3
Schlafen auf der Seite	0	1	2	3
Den Rücken waschen	0	1	2	3
Das Gesäß waschen	0	1	2	3
Kämmen	0	1	2	3
Einen 2,5 kg schweren Gegenstand über Schulterniveau heben	0	1	2	3
Etwas aus einem hohen Regal nehmen	0	1	2	3
Einen Ball über Kopf werfen	0	1	2	3
Einschränkung der Berufsausübung	0	1	2	3
Einschränkung der Sportfähigkeit	0	1	2	3

**Tabelle 2: Liste der alltäglichen Aktivitäten (ADL)**

## Material und Methoden

Die letzten beiden Punkte – Einschränkung der Berufsausübung und Einschränkung der Sportfähigkeit – hatten die Patienten schon im Rahmen des Patientenfragebogens auf einer Skala von 0 bis 10 eingeordnet, so dass diese Aktivitäten nicht erneut abgefragt wurden. Die Umrechnung erfolgte nach folgendem Schema:

0-2	3-5	6-8	9-10
3	2	1	0

**Tabelle 3: Umrechnungstabelle (Sportfähigkeit, Berufsausübung)**

Die Summe der zehn Zuordnungen mit 5/3 multipliziert ergibt maximal ebenfalls eine Punktzahl von 50. Addiert man beide Anteile, so ergibt sich bei völliger Zufriedenheit ein Maximalwert von 100 Punkten. Die gesamte Formel zur Errechnung der Punktzahl des ASES-Scores lautet

$$[(10\text{-Punktzahl der Schmerzen}) \cdot 5] + (5/3 \cdot \text{Punktzahl für ADL}) = x.$$

### 2.5 Der Constant-Score

Der Score nach Constant und Murley [Constant, Murley 1987] wird in zwei Bereiche unterteilt, zum einen die subjektiven Befunde von Schmerz (15 Punkte) und Einschränkung bei Alltagsaktivitäten (20 Punkte) und zum anderen die objektiven Befunde von Beweglichkeit (40 Punkte) und Kraft (25 Punkte). Als Maximalpunktzahl kann nach Addition der Punktzahlen aller Teilbereiche auch hier 100 erreicht werden.

Kein Schmerz	15
Milde Schmerzen	10
Mäßige Schmerzen	5
Starke Schmerzen	0

**Tabelle 4: Punkteverteilung Schmerz**

## Material und Methoden

Arbeitsfähigkeit	4
Sportfähigkeit	4
Ungestörter Schlaf	2
Aktivität des Armes schmerzlos:	
unterhalb der Taille	2
bis Xiphoid	4
bis Nacken	6
bis Scheitel	8
über Kopf	10

**Tabelle 5: Punkteverteilung Aktivität**

0-30°	0
31-60°	2
61-90°	4
91-120°	6
121-150°	8
151-180°	10

**Tabelle 6: Punkteverteilung Flexion**

0-30°	0
31-60°	2
61-90°	4
91-120°	6
121-150°	8
151-180°	10

**Tabelle 7: Punkteverteilung Abduktion**

## Material und Methoden

hinter dem Kopf	Ellenbogen vorne	2
	Ellenbogen hinten	2
auf dem Kopf	Ellenbogen vorne	2
	Ellenbogen hinten	2
volle Elevation		2

**Tabelle 8: Punkteverteilung Außenrotation**

Handrücken zum	
seitlichen Oberschenkel	0
Gesäß	2
Sakroiliakalgelenk	4
LWS	6
12. BWK	8
Schulterblatt	10

**Tabelle 9: Punkteverteilung Innenrotation**

Messung mit der Federwaage	max. 25
wenn Abduktion < 90°	0

**Tabelle 10: Punkteverteilung Kraft**

### 2.6 Das Cybex-Dynamometer

Im Anschluß an Anamnese und körperlichen Untersuchung folgte der zweite Teil der Datenerhebung. Dafür stand das CYBEX NORM System (Abbildung 4) zur Verfügung, mit dessen Hilfe die muskuläre Leistungsfähigkeit im Schultergelenk des Patienten bezüglich Innen- und Außenrotation gemessen wurde.

Das Gerät eignet sich zum isolierten Testen eines Gelenks und somit einer speziellen Muskelgruppe. Zum Einsatz kamen die konzentrisch isometrische und die konzentrisch isokinetische Kraftmessung.



## Material und Methoden

In der isometrischen Kontraktion bleibt die Muskellänge konstant, nur die Muskelspannung erhöht sich. Das Gerät setzt der Muskelkraft einen gleich bleibenden Widerstand entgegen.

Der Begriff Isokinetik beschreibt einen Bewegungsablauf, bei dem eine festgelegte Bewegungsgeschwindigkeit erreicht werden muss und der Gerätewiderstand sich ständig anpasst.

Die erzeugten Drehmomente sind identisch mit der dynamischen Kraftentfaltung des Muskels.

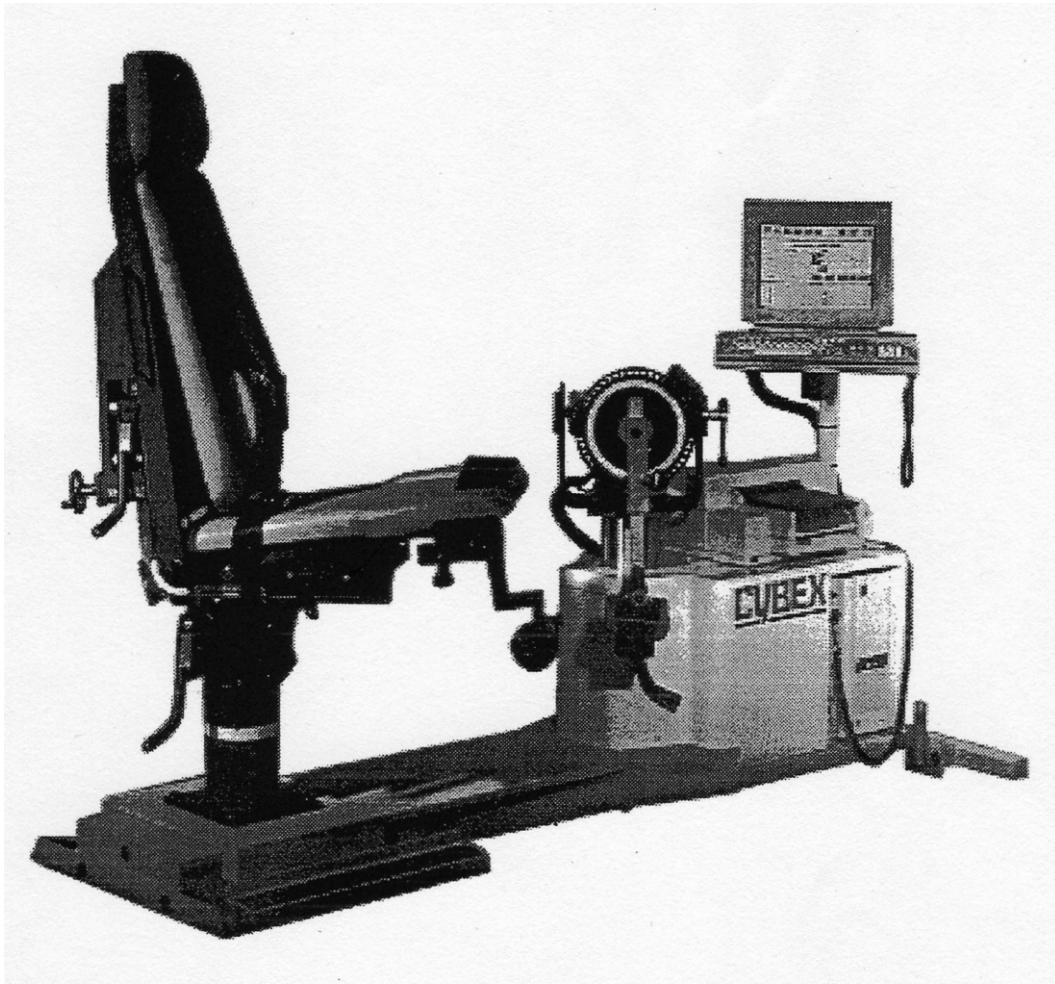


Abbildung 4: Das Cybex-Dynamometer

[aus: CYBEX NORM System User's Guide]

### 2.6.1 Aufbau des Testsystems

Das isokinetische Test- und Trainingssystem CYBEX NORM System setzt sich aus verschiedenen Teilen zusammen (Abbildung 5). Zentrales Element ist das Dynamometer, das in Höhe und Neigung verstellbar ist und aus dessen Mittelpunkt ein Übertragungshebel hervorgeht, auf den sich unterschiedliche Aufsätze anbringen lassen, die sich nach dem zu testenden Gelenk und der Bewegungsebene richten. Für die Testung der Rotationsbewegungen der Schulter lassen sich ein Ellbogenstabilisierungspolster und ein Handgelenksadapter installieren, so dass Ellbogen und Handgelenk am Dynamometeraufsatz fixiert sind und die erzeugte Kraft übertragen werden kann. Die dynamische Rotationsachse verläuft dabei längs durch den Oberarm bis in das Schultergelenk. Ein weiterer Bestandteil des Gerätes ist ein Positionierungssitz, der sich für die Messung der Schultergelenksrotatoren in Abduktionsstellung in eine Liege umfunktionieren lässt. Durch Verschieben des Sitzes lässt sich eine optimale Position zwischen Patient und Dynamometer erreichen. Zur Aufzeichnung und Darstellung der gemessenen Werte ist an das Dynamometer ein PC mit Monitor und Drucker angeschlossen. Über diesen erfolgt menügesteuert die Eingabe der Voreinstellungen sowie die Messung und Auswertung der Ergebnisse.

## Material und Methoden

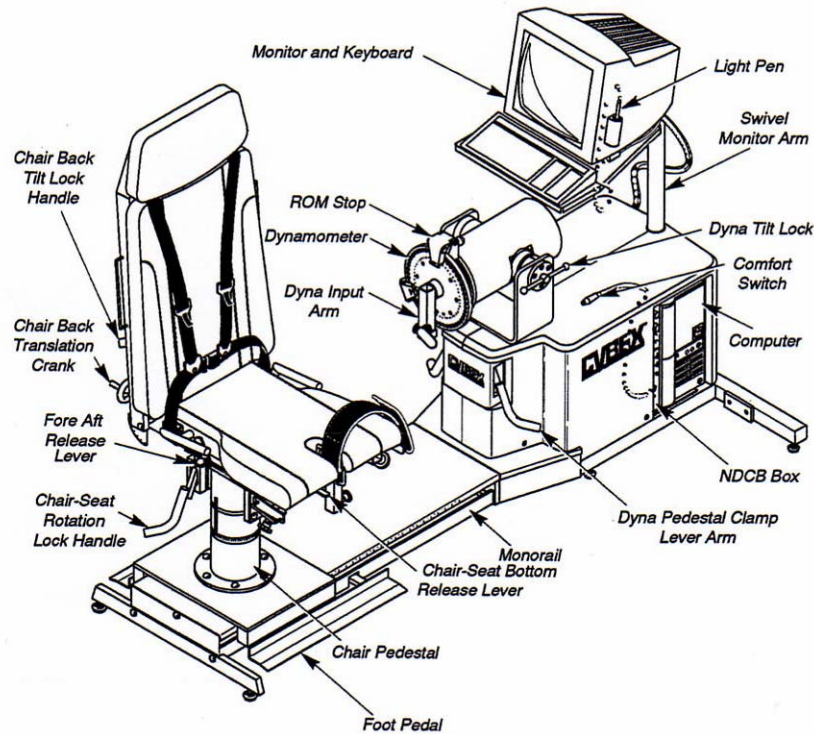


Abbildung 5: Schematischer Aufbau des Cybex-Dynamometers

[aus: CYBEX NORM System User's Guide]

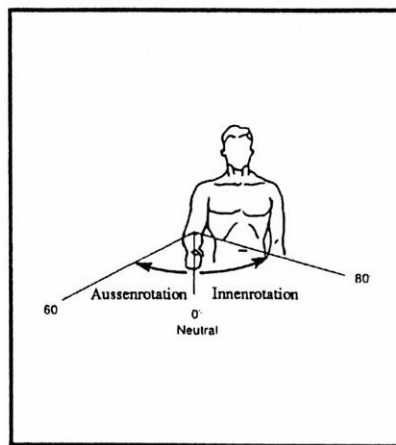
### 2.6.2 Testung

Eigens für die Studie wurde ein aus mehreren Sätzen bestehendes Testprotokoll definiert. In den einzelnen Sätzen waren die Testgeschwindigkeiten sowie die Anzahl der Wiederholungen und die Dauer der Pausen festgelegt. Um korrekte und verwertbare Testwerte zu erhalten, war es wichtig, dass der Test bei jedem Patienten unter absoluten standardisierten Bedingungen abläuft. Alle Patienten wurden von derselben Person betreut und erhielten die gleichen Erklärungen und Kommandos.

Zunächst wurde der Patient angehalten, sich durch Schulterkreisen aufzuwärmen und die zu testende Muskulatur zu dehnen. Nachdem er sich ausreichend mit dem Gerät vertraut gemacht hatte und aufgefordert wurde die Übungen mit maximaler Kraft auszuführen, konnten die Messungen beginnen.

## Material und Methoden

Im Testprotokoll war zunächst eine isometrische konzentrische Kraftmessung der Schulter in modifizierter Neutralposition vorgesehen. Dazu musste der Patient eine standfeste Position einnehmen und zunächst seinen nicht operierten, adduzierten Arm mit 90 Grad gebeugtem Ellenbogen in den Dynamometeraufsatz legen, wo dieser mit einem Gurt am Ellenbogenstabilisierungspolster fixiert wurde. Die Dynamometerhöhe und die Hebellänge wurden jeweils individuell an die Konstitution des Patienten angepasst, um eine optimale Position zu erhalten. Außerdem speicherte der angeschlossene PC nach manueller Vorgabe die Neutralstellung des Gelenks und das für den Patienten maximal mögliche Bewegungsausmaß.



**Abbildung 6: Bewegungsmuster in Adduktionstellung**

[aus: Cybex 6000 Handbuch]

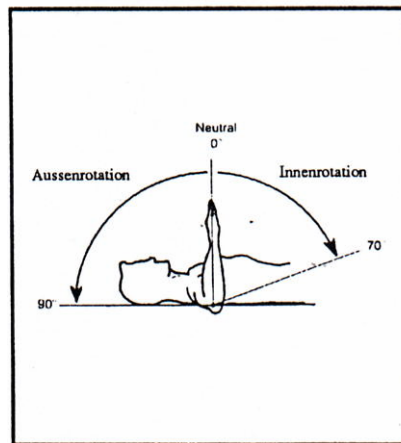
Aus voller Außenrotation sollte der Patient auf einen verbalen Startbefehl hin nun den Hebelarm mit maximaler Kraft und Geschwindigkeit zu sich hinbewegen. In der Neutralstellung setzte das Testgerät der zu untersuchenden Person einen unüberwindbaren Widerstand entgegen und maß dabei das aufgewandte Drehmoment mit der die Innenrotation durchgeführt wurde. Diese Übung wurde insgesamt fünfmal wiederholt, wobei jeweils eine Pause von 20 Sekunden zwischen den Messungen eingehalten wurde.

Nach einer erneuten 20-sekündigen Pause schloss sich die isokinetische Kraftmessung an. In unveränderter Positionierung wurde der Patient aus voller Außenrotation aufgefordert mit maximalem Einsatz den Hebelarm je fünfmal nach innen und außen zu bewegen. Diese Aufgabe musste erst gegen eine Winkelgeschwindigkeit von 60 Grad pro Sekunde und nach einer erneuten Pause gegen 90 Grad pro Sekunde vollzogen werden.

## Material und Methoden

Das gleiche Protokoll wurde im Anschluß auch für den Untersuchungsgang an der operierten Seite verwendet. Dabei erfolgte wie gehabt zunächst die isometrische und dann die isokinetische Kraftmessung bei 60 und 90 Grad pro Sekunde.

Nachdem die erste Hälfte der Kraftmessung vorbei war, hatte der Patient einige Minuten Zeit sich zu erholen, während das CYBEX NORM System in eine andere Position gebracht wurde, um die anschließende Testung in 90° Abduktion durchführen zu können. Dazu musste der Patient sich auf die zum CYBEX NORM System gehörige Liege legen, den nicht operierten Arm um 90 Grad abduzieren und seinen Ellenbogen wie gehabt am Dynamometeraufsatz positionieren. Für diesen Teil der Kraftmessung wurde das gleiche Testprotokoll für beide Seiten durchgeführt wie auch schon im Stehen, also zunächst eine isometrische Messung der Innenrotation und dann die isokinetische Messung von Innen- und Außenrotation bei unterschiedlichen Winkelgeschwindigkeiten. Es wurde jeweils mit der nicht operierten Seite des Patienten begonnen.



**Abbildung 7: Bewegungsmuster in Abduktionstellung**

[Cybex 6000 Handbuch]

## Material und Methoden

In der isokinetischen Messung wurden folgende Parameter ermittelt:

1. Maximales Drehmoment in Newtonmeter (Nm): Das maximal erzeugte Drehmoment, d.h. der vom Computer bei den einzelnen Bewegungsgeschwindigkeiten gemessene höchste Wert, wird für jede Geschwindigkeit gesondert aufgeführt.
2. Maximales Drehmoment in Bezug auf das Körpergewicht: Der maximale Drehmomentwert wird durch das Körpergewicht des Patienten dividiert, so dass man einen Absolutwert erhält.
3. Beschleunigungszeit: Hierbei handelt es sich um die Zeit in Sekunden, die der Patient benötigt, um die im Voraus festgelegte Dynamometergeschwindigkeit zu erreichen.
4. Arbeit (WBA) in Joules (J): Der Parameter Arbeit (WBA) ist die Arbeit, die bei der besten Wiederholung vom Patienten geleistet wurde.
5. Gesamtarbeit des Satzes in J: Dieser Wert gibt die gesamte Arbeit an, die im Arbeitssatz in allen Wiederholungen zusammen aufgebracht wurde.
6. Mittlere Gesamtarbeit in J: Um diesen Wert zu bekommen, wird die Gesamtarbeit des Satzes durch die Anzahl der Wiederholungen, in diesem Fall fünf, geteilt.
7. Drehmomentverhältnis: Diese absolute Zahl gibt das Verhältnis an zwischen dem maximalen Drehmoment der Außenrotation zum maximalen Drehmoment der Innenrotation.
8. Durchschnittliches Bewegungsausmaß (BAM): Es wird errechnet aus der Summe der durchlaufenden Bewegungsbereiche, die anschließend durch die Anzahl der Wiederholungen dividiert wird. Zu berücksichtigen ist, dass der Patient schon vor der Untersuchung das Bewegungsausmaß individuell limitieren konnte, um z.B. schmerzhafte Bewegungsbereiche auszusparen.

## Material und Methoden

Für die isometrische Messung sind folgende Parameter von Bedeutung:

1. Maximales Drehmoment in Nm: Das größte erbrachte Drehmoment aus allen fünf Wiederholungen wird vom PC registriert.
2. Maximales Drehmoment in Bezug auf das Körpergewicht: Der maximale Drehmomentwert wird durch das Körpergewicht des Patienten dividiert, so dass man einen Absolutwert erhält.
3. Mittleres Drehmoment in Nm: Die Werte des maximalen Drehmoments aus den einzelnen Wiederholungen werden durch die Anzahl der Wiederholungen, d.h. in diesem Fall durch fünf, dividiert, um diesen Wert zu erhalten.

### 2.7 Der Winkelreproduktionstest

Beim Winkelreproduktionstest wird der Stellungssinn als propriozeptive Fähigkeit im Schultergelenk überprüft. Dies geschieht, indem der Proband aktiv einen vorgegebenen Winkel reproduziert [Jerosch 2001, Pfeifer 2001].

Für diesen Test wurde der Patient aufgefordert, sich vor eine am Boden markierte Linie zu stellen, die im Abstand von einem Meter parallel zu einer an der Wand befestigten Zielscheibe verläuft. Die Zielscheibe konnte in ihrer Höhe verstellt werden, so dass für jeden Patienten der Nullpunkt auf die Höhe des Schultergelenks ausgerichtet werden konnte.

Das eingezeichnete Koordinatensystem ist so konzipiert, dass der Proband in einem Meter Abstand zur Zielscheibe stehen muss. Die Einheiten wurden mit Hilfe folgender Formel berechnet

$$r = 100 \text{ cm} \cdot \tan \alpha.$$

Zunächst wurde der Winkelreproduktionstest für die nicht operierte Seite durchgeführt. Dazu wurde dorsal des entsprechenden Handgelenks mit Hilfe einer Halterung ein Laserpointer befestigt. Der Patient bekam nun die Aufgabe etwas mehr nach rechts oder links zu rücken, so dass sich sein Schultergelenk genau auf Höhe des Nullpunktes des Koordinatensystems befand. Nun sollte der Patient seinen gestreckten Arm aus hängender Position anheben und nacheinander

## Material und Methoden

auf drei eingezeichnete Punkte zielen, die einer Winkelstellung von 75 Grad, 90 Grad und 125 Grad entsprechen. Die Markierung bei 90 Grad lag dabei auf dem Nullpunkt des Koordinatensystems. Der Patient hatte die Aufgabe sich diese drei Gelenkpositionen einzuprägen.

Im zweiten Schritt dieses Tests wurden dem Patienten mit einer Schlafbrille die Augen verbunden, um die visuelle Kontrolle auszuschalten. Er sollte nun aus derselben Ausgangsposition versuchen, durch Anteversion der Schulter die drei vorgegebenen Punkte zu treffen. Die Koordinaten, auf denen das Signal des Laserpointers jeweils zu ruhen kam, wurden vom Versuchsleiter in einer Tabelle notiert. Sie wurden jedoch nicht dem Patienten mitgeteilt, um Lerneffekte auszuschließen.

Insgesamt wurde diese Abfolge für jede Seite fünfmal durchgeführt und jedes Mal notiert.

### 2.8 Statistische Methoden

Die statistische Analyse der erhobenen Daten erfolgte mit einem PC unter Verwendung der Programme SPSS 11.0 und Microsoft Excel 2000. Zur Auswertung wurden die nachfolgend aufgeführten statistischen Verfahren angewendet.

Die Normalverteilung der Daten wurde mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test überprüft und als vorhanden festgestellt.

Der t-Test für verbundene Stichproben wurde zur Untersuchung signifikanter Unterschiede der erhobenen Daten benutzt.

Folgende übliche Signifikanzgrenzen und deren sprachliche Interpretation wurden in dieser Arbeit angewendet:

$p \leq 0,001$  höchst signifikant (\*\*\*)

$p \leq 0,01$  hoch signifikant (\*\*)

$p \leq 0,05$  signifikant (\*)

$p > 0,05$  nicht signifikant n.s.

( $p \leq 0,2$  statistische Tendenz)



### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Patientenkollektiv

Die Patienten waren zum Zeitpunkt des arthroskopischen Kapselreleases im Durchschnitt 51,9 (SA 10,0) Jahre alt. Die Altersspannweite lag zwischen 23 und 75 Jahren. Mehr als drei Viertel aller Patienten befanden sich in der Altersklasse der 40- bis 60-Jährigen: 31,8 Prozent des gesamten Kollektivs waren zwischen 40 und 49 Jahren alt, 45,3 Prozent waren zwischen 50 und 59 Jahren alt.

Zehn der Patienten waren weiblichen und zwölf männlichen Geschlechts.

In 13 Fällen war die Schulter der dominanten Seite betroffen, in neun Fällen die Schulter der nicht dominanten Seite.

Alter	Patientenanzahl	Prozentanteil
20-29	1	4,5
30-39	0	0
40-49	7	31,8
50-59	10	45,3
60-69	3	13,5
70-79	1	4,5

**Tabelle 11: Altersverteilung der Patienten**

Geschlecht	Patientenanzahl	Prozentanteil
Männlich	12	54,5
Weiblich	10	45,5

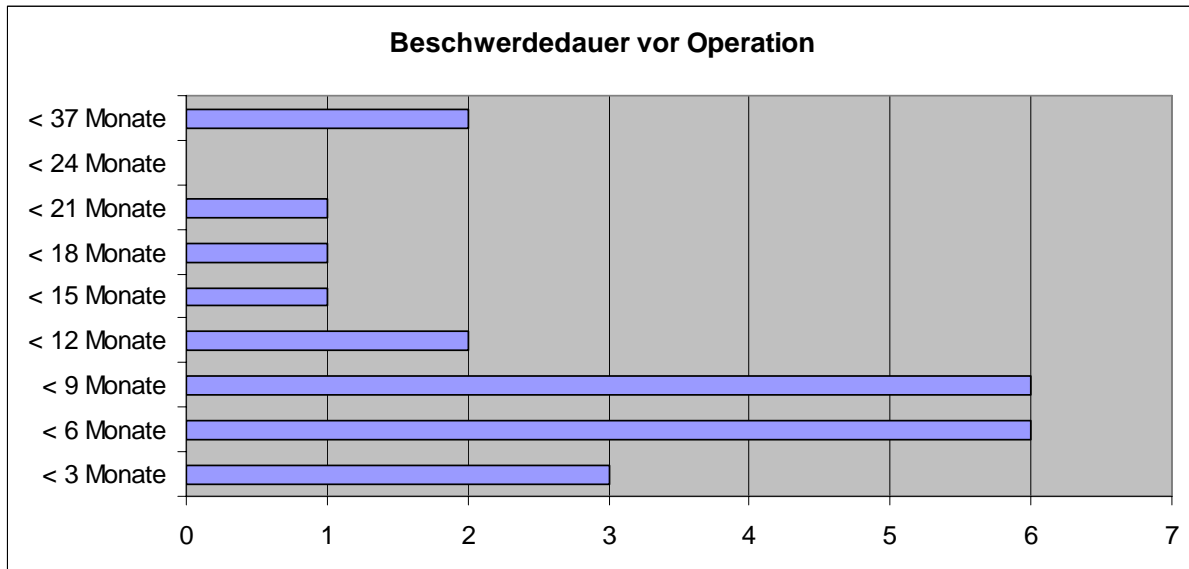
**Tabelle 12: Geschlechterverteilung der Patienten**

## Ergebnisse

	Anzahl	Prozentanteil
Dominante Seite	13	59,1
Nicht dom. Seite	9	40,9

**Tabelle 13: Verteilung der Erkrankung auf dominante/ nicht dominante Körperseite**

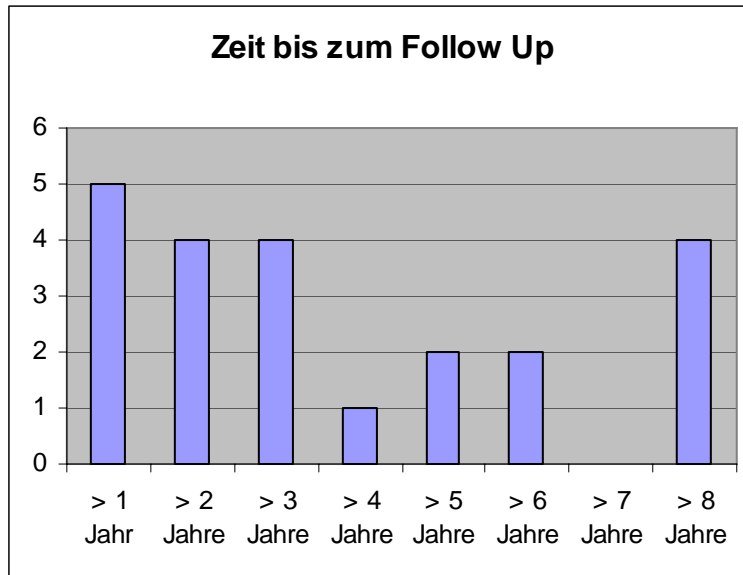
Der größte Anteil der Patienten unterzog sich innerhalb des ersten Jahres nach Beginn der Beschwerden der operativen Therapie in der orthopädischen Abteilung der Universitätsklinik Münster. In den Zeiträumen vier bis sechs Monate und sieben bis neun Monate nach Beschwerdebeginn waren es jeweils 27 Prozent aller Patienten. Das kürzeste Intervall bis zur OP waren knapp zwei Monate, das längste Intervall bei zwei Patienten betrug drei Jahre.



**Abbildung 8: Beschwerdedauer vor Operation**

Da die Patienten im Zeitraum von 1996 bis 2004 operiert wurden und von Juli bis Dezember 2005 zur Nachuntersuchung im Rahmen dieser Studie eingeladen wurden, ergaben sich unterschiedliche Follow Up-Intervalle. Bei dem Großteil der Patienten lag die Operation nicht mehr als vier Jahre zurück. Ein bis zwei Jahre waren bei 22,5 Prozent seitdem vergangen, bei jeweils 18 Prozent war die Operation zwei bis drei Jahre bzw. drei bis vier Jahre her.

## Ergebnisse



**Abbildung 9: Zeitlicher Abstand zwischen OP und Follow-Up**

Als Ursache für die Entstehung der Frozen Shoulder gaben 36 Prozent der Patienten ein erinnerliches Trauma an. Drei dieser acht Patienten erlitten eine Schulterluxation, die als Ursache für die Entstehung der Schultersteife angesehen wurde. Bei zwei Patienten kam es zu einer Prellung der Schulter mit anschließender Versteifung des Gelenks. Ein Extensionstrauma aufgrund einer plötzlichen Bewegung war bei drei Patienten ursächlich für die spätere Erkrankung. In sieben dieser Fälle waren Männer betroffen, in einem Fall eine Frau.

Drei Patienten der Studie waren seit Jahren wegen eines Diabetes mellitus in internistischer Behandlung. Diese Stoffwechselerkrankung wurde bei diesen Patienten als ein Faktor für die Entstehung der Frozen Shoulder angesehen. Insgesamt waren es 14 Prozent der Patienten.

Bei 50 Prozent der Patienten war die Erkrankung der Schulter idiopathischer Natur, denn hier konnte in der Anamnese keine Ursache für die Entstehung der Krankheit gefunden werden.

## Ergebnisse

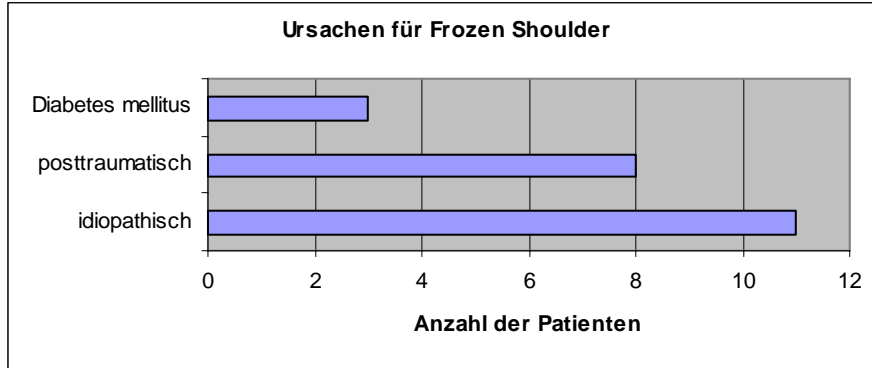


Abbildung 10: Ursachen für die Entstehung der Frozen Shoulder

### 3.2 Schulterbewegungsumfang

Ein wichtiger Parameter in der klinischen Untersuchung war die Ermittlung des größtmöglichen Bewegungsausmaßes der betroffenen Schulter. Zum Vergleich standen die schriftlichen Aufzeichnungen aus den präoperativen Untersuchungen zur Verfügung. Besonders interessierten die Bewegungsrichtungen Flexion, Abduktion, Außenrotation und Innenrotation. In der folgenden Abbildung sind die Steigerungen, die jeweils höchst signifikant ( $p \leq 0,0001$ ) sind, grafisch dargestellt.

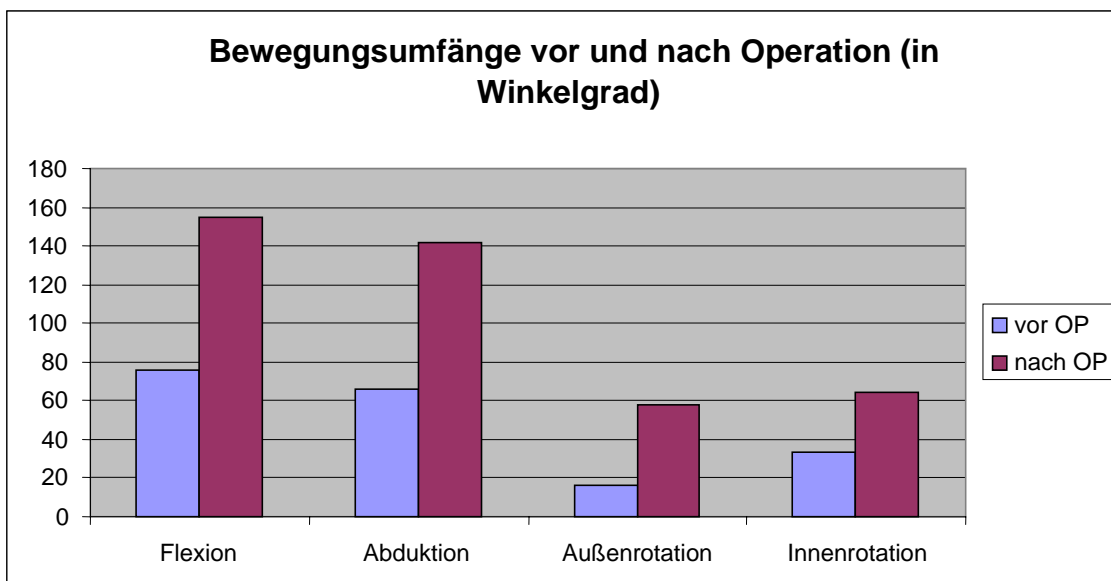


Abbildung 11: Bewegungsumfänge vor und nach Operation

## Ergebnisse

	Minimum	Maximum	Mittelwert	SA
Flexion	10	170	76	40
Abduktion	10	110	66	31
Außenrotation	0	40	16	13
Innenrotation	10	90	33	23

**Tabelle 14: Bewegungsumfänge vor Operation (in Grad)**

	Minimum	Maximum	Mittelwert	SA
Flexion	90	180	155	26
Abduktion	60	180	142	43
Außenrotation	0	90	58	24
Innenrotation	40	90	64	10

**Tabelle 15: Bewegungsumfänge nach Operation (in Grad)**

### 3.3 Der ASES-Score

Vor der Schulteroperation gaben die Patienten im Durchschnitt eine Punktzahl von 7,73 an, was einem starken Schmerzgefühl entspricht. Niemand war vor der Operation völlig schmerzfrei. Postoperativ liegt dieser Wert im Mittel bei 2,45. Diese Zahl ist sogar kleiner, als die niedrigste Zahl, die präoperativ angekreuzt wurde. Die Verminderung der Schmerzeinschätzung ist höchst signifikant ( $p \leq 0,0001$ ).

	Min	Max	Mittelwert	SA
präoperativ	3	10	7,73	1,98
postoperativ	0	9	2,45	2,2

**Tabelle 16: Schmerz auf einer Skala von 1-10 ( $p \leq 0,0001$ )**

## Ergebnisse

Der ADL-Score erfasst die Selbsteinschätzung der Patienten, wie sie mit Tätigkeiten des alltäglichen Lebens zurecht kommen. Die hierbei maximal erreichbare Punktzahl beträgt 30.

Dieser Wert lag vor dem Kapselrelease bei 7,36 und verdreifacht sich etwa auf 23,45. Diese Steigerung ist höchst signifikant ( $p \leq 0,0001$ ).

	Min	Max	Mittelwert	SA
präoperativ	0	17	7,36	4,82
postoperativ	9	30	23,45	5,86

**Tabelle 17: ADL-Score ( $p \leq 0,0001$ )**

Mit Hilfe der folgenden Formel lässt sich der ASES-Score errechnen

$$[(10\text{-Punktzahl der Schmerzen}) \cdot 5] + (5/3 \cdot \text{Punktzahl für ADL}) = x.$$

Die maximal mögliche Punktzahl liegt bei 100. Vor dem operativen Eingriff erreichten die Patienten im Durchschnitt weniger als 25% des Maximalwertes, in der Nachuntersuchung hatte sich dieser Zahlenwert auf über 75% gesteigert. Diese Steigerung zeigt höchste Signifikanz ( $p \leq 0,0001$ ).

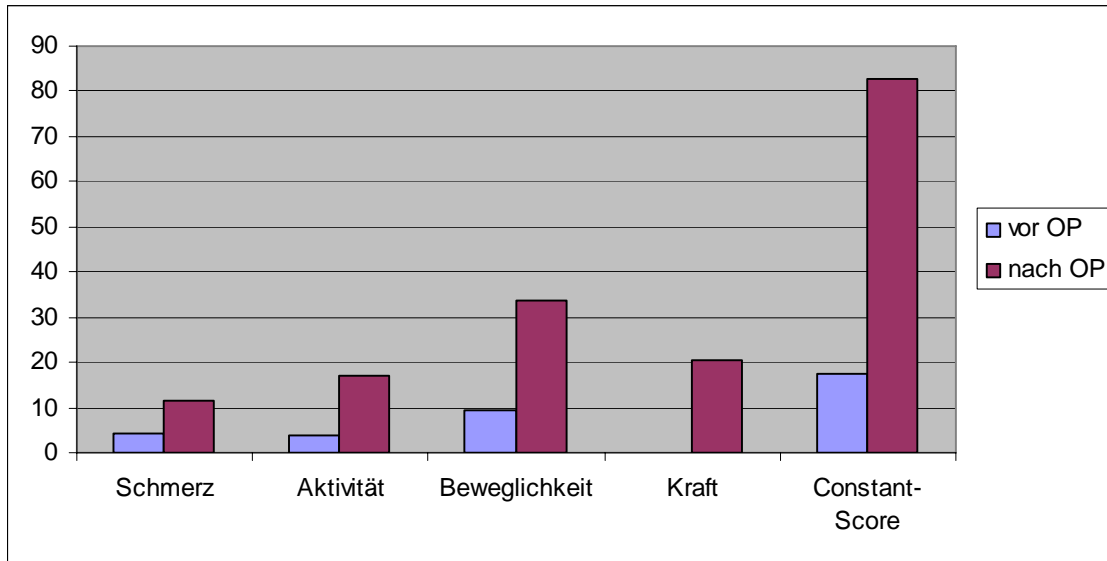
	Min	Max	Mittelwert	SA
präoperativ	0	52	23,5	14,3
postoperativ	20	100	76,82	19,2

**Tabelle 18: ASES-Score ( $p \leq 0,0001$ )**

## Ergebnisse

### 3.4 Der Constant-Score

Die Steigerung der Punktzahl im Constant-Score ist für alle Patienten höchst signifikant ( $p \leq 0,0001$ ).



**Abbildung 12: Punkteverteilung Constant-Score vor und nach OP**

Schmerz	Min	Max	Mittelwert	SA
präoperativ	0	10	4,32	3,55
postoperativ	0	15	11,59	3,9

**Tabelle 19: Constant-Score: Schmerz**

Aktivität	Min	Max	Mittelwert	SA
präoperativ	2	9	3,91	1,97
postoperativ	9	20	17,18	3,28

**Tabelle 20: Constant-Score: Aktivität**

ROM	Min	Max	Mittelwert	SA
präoperativ	0	20	9,45	5,46
postoperativ	10	40	33,55	8,16

## Ergebnisse

**Tabelle 21: Constant-Score: ROM**

Kraft	Min	Max	Mittelwert	SA
präoperativ	0	0	0	0
postoperativ	10	25	20,41	5,68

**Tabelle 22: Constant-Score: Kraft**

Score	Min	Max	Mittelwert	SA
präoperativ	2	30	17,68	7,56
postoperativ	31	100	82,73	18,29

**Tabelle 23: Constant-Score gesamt**

für alle gilt:  $p \leq 0,0001$

### 3.5 Isokinetische Kraftmessung

#### 3.5.1 Adduktionsstellung

Bei der isokinetischen Messung in Adduktionsstellung zeigte sich eine Überlegenheit der nicht operierten gegenüber der operierten Seite in den gemessenen Parametern: maximales Drehmoment, Drehmoment in Bezug zum Körpergewicht, Beschleunigungszeit, Arbeit bei der besten Wiederholung (WBA), Gesamtarbeit und mittlere Arbeit pro Wiederholung. Dieses zeigt sich sowohl bei der Innenrotation als auch bei der Außenrotation bei niedriger und höherer Winkelgeschwindigkeit.

Das maximale Drehmoment der operierten Seite ist bei der Außenrotation bei 90°/s ( $p=0,034$ ), bei der Innenrotation bei 60°/s ( $p=0,004$ ) und bei der Innenrotation bei 90°/s ( $p=0,009$ ) signifikant erhöht. Diese signifikante Erhöhung findet sich auch beim Drehmoment bezogen auf das Körpergewicht für die Außenrotation bei 90°/s ( $p=0,048$ ), für die Innenrotation bei 60°/s ( $p=0,004$ ) und 90°/s ( $p=0,011$ ).

Auch für den Parameter WBA zeigt sich diese signifikante Differenz in der Außenrotation bei 90°/s ( $p=0,014$ ), in der Innenrotation bei 60°/s ( $p=0,007$ ) und in der Innenrotation bei 90°/s



## Ergebnisse

( $p=0,01$ ). Das Gleiche gilt für die Gesamtarbeit und damit auch für die im Mittel erbrachte Arbeit pro Wiederholung bei Messung der Außenrotation bei  $90^\circ/s$  ( $p=0,012$ ) und bei Messung der Innenrotation bei  $60^\circ/s$  ( $p=0,036$ ) und  $90^\circ/s$  ( $p=0,007$ ).

Die gemessenen Parameter der Außenrotation bei  $60^\circ/s$  zeigen keine signifikanten Unterschiede, sondern nur Tendenzen ( $p \leq 0,2$ ).

Die Beschleunigungszeiten zeigen als Ausnahme in allen Durchgängen weder eine Signifikanz noch eine Tendenz.

Das Verhältnis Außenrotation zu Innenrotation zeigt höhere Werte auf der operierten Seite, die für die langsame Winkelgeschwindigkeit eine Tendenz aufweist ( $p \leq 0,2$ ). Dies gilt auch für die registrierten Bewegungsumfänge ( $p \leq 0,2$ ).

	max. DM	SA	DM/KG	SA	Beschl.	SA
Außenrotation bei $60^\circ/s$						
operiert	16,7	10,1	0,2	0,11	0,14	0,084
n. operiert	19,9	11,4	0,25	0,13	0,132	0,085
p-Wert	0,134		0,17		0,673	
Signifikanz	n.s.		n.s.		n.s.	
Außenrotation bei $90^\circ/s$						
operiert	13,9	8,6	0,17	0,09	0,299	0,38
n. operiert	16,5	8,8	0,2	0,1	0,2	0,1
p-Wert	0,034		0,048		0,277	
Signifikanz	0,034		0,048		n.s.	
Innenrotation bei $60^\circ/s$						
operiert	24,3	13,9	0,3	0,15	0,139	0,081
n. operiert	29,9	14,6	0,37	0,16	0,133	0,083
p-Wert	0,004		0,004		0,697	
Signifikanz	0,004		0,004		n.s.	
Innenrotation bei $90^\circ/s$						
operiert	21	13	0,26	0,14	0,164	0,125
n. operiert	27	14	0,33	0,16	0,16	0,123
p-Wert	0,009		0,011		0,426	
Signifikanz	0,009		0,011		n.s.	

**Tabelle 24: Isokinetische Kraftmessung in Adduktionsstellung ( max. DM, DM/KG, Beschleunigung)**

## Ergebnisse

	WBA	SA	Ges- Arbeit	SA	mittl. Arbeit	SA
Außenrotation bei 60°/s						
operiert	22,7	16,1	99,4	75,8	20,49	15,45
n. operiert	29	17,4	130	82	26	16,4
p-Wert	0,054		0,062		0,067	
Signifikanz	n.s.		n.s.		n.s.	
Außenrotation bei 90°/s						
operiert	17,6	13,2	80,7	60,3	16,1	12,1
n. operiert	23,9	14,9	109	67,3	21,8	13,5
p-Wert	0,014		0,012		0,012	
Signifikanz	0,014		0,012		0,012	
Innenrotation bei 60°/s						
operiert	33,2	20,6	143,9	95,8	30,1	21,1
n. operiert	42,3	21,6	180	104,5	36	20,9
p-Wert	0,007		0,036		0,101	
Signifikanz	0,007		0,036		n.s.	
Innenrotation bei 90°/s						
operiert	31,1	19,5	139	90,3	27,8	18,1
n. operiert	38,6	21,1	175,3	97,9	35,1	19,6
p-Wert	0,01		0,007		0,007	
Signifikanz	0,01		0,007		0,007	

**Tabelle 25: Isokinetische Kraftmessung in Adduktionsstellung (WBA, Gesamtarbeit, mittlere Arbeit)**

### 3.5.2 Abduktionsstellung

Die isokinetische Messung in 90° Abduktion bietet in den meisten erhobenen Parametern ebenfalls die besseren Werte für die nicht operierte Seite.

Die Außenrotation sowohl bei 60°/s als auch bei 90°/s zeigt Tendenzen für das maximale Drehmoment, das Drehmoment/Körpergewicht, die WBA, die Gesamtarbeit und die mittlere Arbeit ( $p \leq 0,2$ ).

In den Kraft- und Arbeitswerten der Innenrotation zeichnet sich keine Tendenz ab. Das maximale Drehmoment in Nm ist hier sogar für die operierte Seite größer, das Drehmoment pro Kilogramm Körpergewicht zeigt für beide Seiten den gleichen Wert. Die Beschleunigungszeiten waren in allen Wiederholungen kürzer auf der operierten Seite, für die Innenrotation bei 60°/s ( $p=0,149$ ) und 90°/s ( $p=0,154$ ) waren die Unterschiede signifikant.

## Ergebnisse

Das Verhältnis Außenrotation zu Innenrotation liegt für die niedrigere Winkelgeschwindigkeit auf der nicht operierten Seite höher zugunsten der Außenrotation und weist eine signifikante Differenz auf ( $p=0,006$ ). Bei  $90^\circ/s$  ist der Wert für die operierte Seite höher ( $p \leq 0,2$ ).

Der Bewegungsumfang, der bei  $60^\circ/s$  ( $p=0,016$ ) und  $90^\circ/s$  ( $p=0,016$ ) jeweils für die nicht operierte Seite größer war, zeigt statistische Signifikanz.

	max. DM	SA	DM/KG	SA	Beschl.	SA
Außenrotation bei $60^\circ/s$						
operiert	15,3	9,1	0,19	0,1	0,185	0,079
n. operiert	18,4	10,3	0,23	0,13	0,344	0,566
p-Wert	0,067		0,084		0,837	
Signifikanz	n.s.		n.s.		n.s.	
Außenrotation bei $90^\circ/s$						
operiert	12,5	8,1	0,16	0,09	0,295	0,138
n. operiert	15	8,6	0,19	0,11	0,297	0,234
p-Wert	0,103		0,126		0,823	
Signifikanz	n.s.		n.s.		n.s.	
Innenrotation bei $60^\circ/s$						
operiert	19,2	10,7	0,24	0,12	0,188	0,085
n. operiert	18,8	10,4	0,24	0,13	0,387	0,751
p-Wert	0,676		0,639		0,149	
Signifikanz	n.s.		n.s.		n.s.	
Innenrotation bei $90^\circ/s$						
operiert	15,9	10,6	0,2	0,12	0,339	0,211
n. operiert	16,7	9,7	0,21	0,12	0,385	0,515
p-Wert	0,722		0,695		0,154	
Signifikanz	n.s.		n.s.		n.s.	

**Tabelle 26: Isokinetische Kraftmessung in Abduktionsstellung (max. DM, DM/KG, Beschleunigung)**

## Ergebnisse

	WBA	SA	Ges- Arbeit	SA	mittl. Arbeit	SA
Außenrotation bei 60°/s						
operiert	23,4	18,1	106,1	87,5	21,2	17,5
n. operiert	29,5	20,2	135,8	96,6	27,2	19,3
p-Wert	0,073		0,054		0,054	
Signifikanz	n.s.		n.s.		n.s.	
Außenrotation bei 90°/s						
operiert	18,9	15,9	86,4	74,6	17,3	14,9
n. operiert	24,1	17,1	112	80,2	22,4	16
p-Wert	0,104		0,106		0,106	
Signifikanz	n.s.		n.s.		n.s.	
Innenrotation bei 60°/s						
operiert	29	22,2	122,6	99,6	24,5	19,9
n. operiert	30,1	21	134,3	101,4	26,9	20,3
p-Wert	0,821		0,715		0,715	
Signifikanz	n.s.		n.s.		n.s.	
Innenrotation bei 90°/s						
operiert	24,24	20,62	107,8	95	21,6	19
n. operiert	26,2	18,3	118,9	85,1	23,8	17
p-Wert	0,571		0,52		0,52	
Signifikanz	n.s.		n.s.		n.s.	

**Tabelle 27: Isokinetische Kraftmessung in Abduktionsstellung (WBA, Gesamtarbeit, mittlere Arbeit)**

## Ergebnisse

### 3.5.3 Verhältnis von Außenrotation zu Innenrotation

Wird das Verhältnis der maximalen Drehmomente von Außenrotation im Vergleich zur Innenrotation betrachtet, so zeigt sich, dass die Innenrotationskraft überwiegt. Dies gilt sowohl für die Adduktionsstellung als auch für die Abduktionsstellung und für beide getesteten Winkelgeschwindigkeiten.

Verhältnis Außenrotation zu Innenrotation				
	60°	SA	90°	SA
Adduktionsstellung				
operiert	0,74	0,26	0,64	0,22
n. operiert	0,65	0,13	0,65	0,19
p-Wert	0,131		0,986	
Signifikanz	n.s.		n.s.	
Abduktionsstellung				
operiert	0,78	0,2	0,83	0,35
n. operiert	1,01	0,3	0,94	0,29
p-Wert	0,006		0,093	
Signifikanz	0,006		n.s.	

**Tabelle 28: Verhältnisse der max. Drehmomente von ARO zu IRO in Adduktions- und Abduktionsstellung**

## Ergebnisse

### 3.5.4 Bewegungsumfang

Bei der isokinetischen Messung erfolgte auch eine Registrierung des Bewegungsumfanges, den der Patient während der Testung mehrmals durchlief. Die nicht operierte Seite zeigte dabei ein größeres Bewegungsausmaß als die operierte Seite. In Abduktionsstellung erreichten die Patienten einen größeren Winkel zwischen maximaler Innenrotation und maximaler Außenrotation als in Adduktionsstellung. Für die Abduktionsstellung waren die Unterschiede zwischen operierter und nicht operierter Seite deutlich größer. Sie zeigen eine statistische Signifikanz von  $p \leq 0,05$ .

Bewegungsumfang				
	60°	SA	90°	SA
Adduktionsstellung				
operiert	108	10	109	11
n. operiert	114	8	114	8
p-Wert	0,058		0,155	
Signifikanz	n.s.		n.s.	
Abduktionsstellung				
operiert	112	28	111	28
n. operiert	122	22	124	22
p-Wert	0,016		0,016	
Signifikanz	0,016		0,016	

**Tabelle 29: Bewegungsumfänge in Adduktions- und Abduktionsstellung**

## Ergebnisse

### 3.6 Isometrische Kraftmessung

In der isometrischen Kraftmessung war die nicht operierte Seite der operierten Seite in Abduktionsstellung und Adduktionsstellung nicht signifikant überlegen. Das maximale Drehmoment in Nm, das Drehmoment in Bezug zum Körpergewicht und das mittlere Drehmoment der Innenrotation gemessen in Adduktionsstellung weisen jedoch im Gegensatz zur Abduktionsstellung eine Tendenz auf.

Adduktionsstellung						
	max. DM	SA	DM/KG	SA	mittl. DM	SA
operiert	37,9	18,8	0,47	0,19	29,5	15,2
n. operiert	42,3	16,6	0,53	0,17	32,8	14,3
p-Wert	0,076		0,072		0,098	
Signifikanz	n.s.		n.s.		n.s.	
Abduktionsstellung						
	max. DM	SA	DM/KG	SA	mittl. DM	SA
operiert	27,4	15	0,35	0,18	20,5	12,9
n. operiert	28,5	13,4	0,36	0,17	20,8	10,3
p-Wert	0,866		0,97		0,728	
Signifikanz	n.s.		n.s.		n.s.	

Tabelle 30: Isometrische Kraftmessung in Adduktions- und Abduktionsstellung

### 3.7 Winkelreproduktionstest

Beim Winkelreproduktionstest wurden die Winkelabweichungen vom vorgegebenen Winkel in Grad in Richtung der x- und y-Achse gemessen. Die absolute Winkelabweichung (c) wurde mit Hilfe des Satzes von Pythagoras berechnet:

$$\sqrt{x^2 + y^2} = c$$

Aus den fünf Versuchen jedes Patienten pro Winkelvorgabe wurde der Mittelwert berechnet. Eine Unterscheidung zwischen den Winkelstellungen entfällt.

## Ergebnisse

Es haben 21 Patienten am Winkelreproduktionstest teilgenommen. Die Winkelstellung 125° konnten zwei der Patienten wegen einer noch bestehenden Bewegungseinschränkung auf der operierten Seite nicht erreichen.

Die Darstellung der absoluten Winkelabweichung der operierten gegenüber der nicht operierten Seite erfolgt für die drei Winkelstellungen 75°, 90° und 125° sowie für die Winkelreproduktion im Gesamten.

Statistisch signifikante Unterschiede zeigen sich für keine der drei Winkelstellungen.

Es gibt keine Tendenz, welche Seite in höherem Maße von der vorgegebenen Winkelvorgabe abweicht. In den Positionen 75° und 125° zeigt die operierte Seite leicht bessere Ergebnisse. Die nicht operierte Seite ist in der 90°-Stellung etwas zielgenauer. In der Gesamtbetrachtung liegt die operierte Seite im Mittel betrachtet geringfügig näher am Zielpunkt.

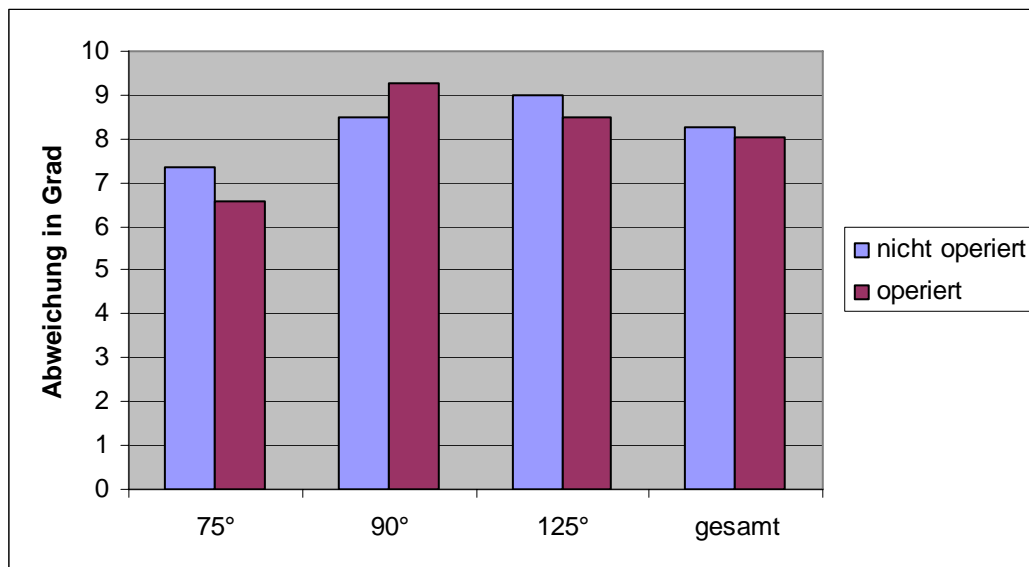


Abbildung 13: Ergebnisse des Winkelreproduktionstest (absolute Abweichung zur Winkelvorgabe)



## Ergebnisse

	Min	Max	Mittelwert	SA
75°	2,65	15,07	7,35	3,55
90°	3,23	21,52	8,5	4,09
125°	4,18	20,72	8,98	4,31
gesamt	3,47	15,57	8,28	3,05

**Tabelle 31: Winkelreproduktionstest: absolute Abweichungen zur Winkelvorgabe (nicht operierte Seite)**

	Min	Max	Mittelwert	SA
75°	1,4	20,87	6,57	4,47
90°	3,34	26,3	9,28	5,25
125°	4,33	22,11	8,5	4,61
gesamt	3,36	23,1	8,04	4,23

**Tabelle 32: Winkelreproduktionstest: absolute Abweichung zur Winkelvorgabe (operierte Seite)**

### **4 Diskussion**

Das Ziel der vorliegenden Studie war es, zu untersuchen, ob das Release des intraartikulären Anteils der Subscapularissehne einen negativen Einfluss auf das Outcome bei der Behandlung der Frozen Shoulder durch arthroskopisches Kapselrelease besitzt. In der Vergangenheit verzichteten viele Operateure auf das Subscapularis-Release, weil nicht klar war, ob dies zu einem Verlust an Schultergelenksstabilität und zu einem Kraftdefizit bei der Innenrotation führt. Im Rahmen dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass ein Release des Subscapularis sich nicht nachteilig für die operierten Patienten auswirkt.

#### **4.1 Gütekriterien der Untersuchungsmethoden**

Im Jahr 1961 benannte Lienert die drei Begriffe Objektivität, Validität und Reliabilität als Hauptgütekriterien für einen wissenschaftlichen Test [Lienert, 1961]. Im Folgenden wird dargestellt, inwieweit die in dieser Studie verwendeten Testverfahren den Ansprüchen der Gütekriterien gerecht werden.

Eine ausreichende Objektivität aller Testverfahren kann angenommen werden, da die Durchführung, Auswertung und Interpretation standardisiert durchgeführt wurde. Die Untersuchungen fanden immer in der gleichen Reihenfolge und am gleichen Ort statt, außerdem wurden sie immer von derselben Person vorgenommen. Es wurden standardisierte Punktescores wie der Constant-Score und der ASES-Score erhoben. Das Testsystem CYBEX NORM System und der Aufbau zur Messung der Propiozeption sind ebenfalls standardisierte Methoden.

Hinsichtlich isokinetischer Testverfahren wird jedoch in der Literatur von einer semiobjektiven Messmethode gesprochen [Hollmann/Hettinger 1990, De Marees 1996], da die Muskelkraft vom Willen der Testperson abhängt. Somit ist sie also auch abhängig von der Motivation des Untersuchers, auch wenn darauf geachtet wurde, bei jedem Patienten die gleichen Anweisungen zu geben.

Die weitgehend computergestützte Erfassung und Weiterverarbeitung der mit dem Cybex-System gemessenen Daten minimiert Fehlermöglichkeiten in diesem Bereich.

## Diskussion

Die Validität isokinetischer Testverfahren ist schwierig einzuordnen. Codine folgerte aus 87 vorliegenden Artikeln, dass isokinetische Messungen des Schultergelenks valide sind, auch wenn die Reproduzierbarkeit geringer ist als beim Kniegelenk. [Codine 2005]. Bei Sportlern konnte eine Beziehung zwischen der Leistungsfähigkeit unter isokinetischen und sportartspezifischen Bedingungen nachgewiesen werden, die mit geringerer sportlicher Aktivität abnimmt [Bartonietz 1996]. Da es sich bei den Patienten der vorliegenden Studie hauptsächlich um sportlich inaktive Personen handelt, ist von einer möglicherweise eingeschränkten Validität auszugehen.

Auch zur Validität von Winkelreproduktionstest lässt sich nur schwer eine Aussage treffen. Sie scheinen zur Überprüfung der Winkelreproduktionsfähigkeit von Gelenkstellungen als Teilaspekt der propriozeptiven Fähigkeiten valide zu sein, da sie als klinische Verfahren angesehen und auch häufig verwendet werden. Auch Bös nimmt die Validität des Verfahrens an [Bös 2000].

Isokinetische Testsysteme weisen im Allgemeinen eine hohe Messgenauigkeit auf [Bartonietz 1996] und erweisen sich damit als hoch reliabel. Isometrische und konzentrisch isokinetische Verfahren weisen im Gegensatz zu exzentrisch isokinetischen Verfahren eine hohe Reliabilität auf [Mandalidis 2001, MacDermid 2004]. Die Reproduzierbarkeit isokinetischer Kraftmessungen sind für das Schultergelenk allerdings nicht sehr groß. Retestvariabilitäten bewegen sich in der Literatur zwischen zehn und 19 Prozent [Mayer 1994].

Aktive Winkelreproduktionstest werden als zuverlässig deklariert [Aydin 2000], so dass eine ausreichende Reliabilität angenommen werden kann.

Zu Bemängeln ist, dass in dieser Studie keine Re-Tests durchgeführt wurden, die speziellere Aussagen zur Reliabilität in dieser Studie hätten geben können.

### **4.2 Diskussion des Versuchsaufbaus**

Ein Problem sowohl der isokinetischen als auch der isometrischen Messungen mit dem Cybex-Dynamometer ist, dass Gelenkposition und Bewegungsablauf starr vorgegeben sind. Sie entsprechen nicht den natürlichen Bewegungen, die der Patient in seinem alltäglichen Leben ausführt. Die Übertragbarkeit auf physiologische Bewegungsmuster ist daher eingeschränkt. Sie

## Diskussion

bieten jedoch derzeit die einzige Möglichkeit, das Kraftverhalten auch unter dynamischen Bedingungen zu ermitteln. Mit der Kraftmessung in Adduktionsstellung und der Stellung in 90° Abduktion konnten in der Studie jedoch zwei mögliche Ausgangspositionen nachgeahmt werden. Die vorgegebenen Gelenkwinkel ermöglichen es außerdem, dass die Ergebnisse mit anderen Studien vergleichbar werden.

Ein weiterer Nachteil der Kraftmessung ist, dass nicht ausgeschlossen werden kann, dass weitere Muskelgruppen, z.B. des Rumpfes, an der Kraftentfaltung beteiligt sind und somit das Ergebnis verfälschen können. In der modifizierten Neutralposition konnte dies weitestgehend durch das Fixieren der Patienten auf der Liege erreicht werden. Zudem wurden die Patienten aufgefordert, die aufgewandte Kraft möglichst nur in der Schulter entstehen zu lassen.

Es gibt Aussagen dazu, dass Muskelkraftanalysen valider sind, wenn die Testpersonen mit dem Testgerät und –verfahren vertraut sind [Kannus 1994]. Im Rahmen unserer Studie hatten die zu untersuchenden Patienten nicht die Möglichkeit, beispielsweise einige Tage vor der Messung, das Cybex-Dynamometer kennenzulernen. Für fast alle Patienten war es eine neue Erfahrung, an einem Test- und Trainingsgerät vorgegebene Kraftanwendungen auszuführen. Dies könnte dazu geführt haben, dass nicht jeder Patient seine maximal mögliche Leistung aufgebracht hat.

Ein möglicherweise störender Effekt im Winkelreproduktionstest war, dass die Patienten ihre Kleidung während der Testung anbehalten durften. Auf diese Weise kann es zu Wahrnehmungseinflüssen durch Hautrezeptoren gekommen sein, die dem Patienten geholfen haben können, sich die richtige Winkelposition einzuprägen und zu reproduzieren. Bei Durchführung des Tests mit freiem Oberkörper würde sich dies nicht auswirken.

Drei unterschiedliche Winkel wurden bei der propriozeptiven Messung vorgegeben, wobei allerdings die 125°-Position nicht nur eine Bewegung im Schultergelenk an sich erfordert, sondern eine Komplexbewegung darstellt. Die Bewegung des Arms über die Waagerechte hinaus erfordert eine Mitarbeit der Schlüsselbeingelenke und ein Verschieben des Schulterblattes. Somit gibt es mehrere Störgrößen, die das Ergebnis der Winkelreproduktion verfälschen können.

Ein Lerneffekt der Patienten kann ausgeschlossen werden, da die Patienten keine Information über die von ihnen erzielten Ergebnisse erhalten haben. Dies wurde verhindert, indem die Augenmaske erst nach Beendigung der Aufgabe abgenommen werden durfte und den Patienten gegenüber auch keine Aussagen bezüglich der Qualität ihrer propriozeptiven Fähigkeiten gemacht wurden.

### **4.3 Diskussion der Methode**

Die präoperativen Daten der vorliegenden Studie wurden retrospektiv aus den Jahren 1996 bis 2004 erhoben. Dies hatte den Vorteil, dass direkt mit den Follow-Up-Untersuchungen der bereits operierten Patienten begonnen werden konnte und die Datenauswertung somit zeitnah erfolgen konnte. Nachteilig wirkt sich aus, dass den Untersuchern zum Zeitpunkt der präoperativen Datenerhebung noch nicht bekannt war, dass die Unterlagen zu Studienzwecken Weiterverwendung finden würden. Diese Unwissenheit mindert die Qualität der erhobenen Daten, da diese möglicherweise nicht sorgfältig dokumentiert wurden.

Der allgemeine Konsens besteht jedoch darin, dass sich retrospektive Studien sinnvoll in der Qualitätskontrolle von Behandlungen einsetzen lassen, um die Häufigkeit bestimmter Komplikationen zu ermitteln.

### **4.4 Diskussion der Ergebnisse**

Nachfolgend werden die Ergebnisse der vorliegenden Studie mit Ergebnissen anderer Autoren verglichen und kritisch diskutiert.

In der Literatur gibt es zahlreiche Studien, die das Outcome des arthroskopischen Kapselreleases in der Behandlung der Frozen Shoulder untersucht haben. Je nach Autor wurde das operative Vorgehen modifiziert, neuere Studien beziehen analog zur vorliegenden Studie das Subscapularis-Release mit ein. Dabei wurde das Ergebnis einer erfolgreichen Therapie unter anderem anhand einer Verbesserung der Schulterbeweglichkeit und einer Steigerung der Punktzahl im Constant-Score gemessen.

In diese Studien fügt sich die vorliegende Arbeit ein, in der zusätzlich eine Bewertung im Sinne des ASES-Scores erfolgt, sowie eine Messung der isokinetischen und isometrischen Rotationkraft und eine Analyse der propriozeptiven Fähigkeiten im Schultergelenk.

### **4.4.1 Patientenkollektiv**

Drei Viertel der in dieser Studie eingeschlossenen Patienten waren zwischen 40 und 60 Jahren alt. Auch Harrymann stellte fest, dass die meisten der betroffenen Patienten in diesem Zeitraum erkrankten [Harrymann 1998].

Entgegen den Darstellungen von Neviaser und Rizk überwiegt in der vorliegenden Studie der Anteil an männlichen Erkrankten (10 weibliche versus 12 männliche Patienten) [Neviaser 1987, Rizk 1983]. In unserem Patientengut liegt eine mehrheitliche Betroffenheit der dominanten Schulter vor (13 Patienten: dominante Seite versus 9 Patienten: nicht dominante Seite). Dies widerspricht ebenfalls den Darstellungen der beiden Autoren [Neviaser 1987, Rizk 1983]. Eine mögliche Ursache könnte darin gesehen werden, dass ein höherer Leidensdruck bei Patienten vorliegt, deren dominante Schulter betroffen ist. Durch die Einschränkungen, die diese Behinderung im Alltag mit sich bringt, entschließen sich diese Patienten vielleicht eher zu einem invasiven Eingriff. Die Fallzahlen unserer Studie sind allerdings zu klein, um diese Vermutung beweisen zu können.

Die Verteilung hinsichtlich unterschiedlicher Krankheitsätiologien stellt sich in unserem Patientengut ähnlich dar wie auch bei anderen Autoren [Holloway 2001, Ide 2004]. In der Hälfte der Fälle ist die Versteifung der Schulter idiopathischer Natur, in etwa einem Drittel der Fälle trat sie als Folge eines Traumas auf und bei drei von 22 Personen liegt als Vorerkrankung ein Diabetes mellitus vor. Bei keinem unserer Patienten war eine vorangegangene Schulteroperation ursächlich für die Erkrankung.

Fast zwei Drittel der Patienten, das heißt 14 von 22 Patienten, gaben eine präoperative Beschwerdedauer zwischen drei Monaten und einem Jahr an, was den allgemein gängigen Vorgehen entspricht, innerhalb dieses Zeitraumes invasiv tätig zu werden [Pearsall 1999, Jerosch 2001, Hosseini 2006].

### **4.4.2 Literatur zum arthroskopischen Kapselrelease**

Im Folgenden werden in chronologischer Reihenfolge die Vorgehensweisen früherer Autoren und deren klinischen Ergebnisse dargestellt. So soll zunächst ein Überblick über die bisherige

## Diskussion

Literatur geschaffen werden. Anschließend werden deren Resultate mit den Resultaten aus der vorliegenden Studie verglichen.

Olgivie-Harris und Wiley führten als Vorreiter das arthroskopische Kapselrelease in der Behandlung der Frozen Shoulder durch. Sie bezogen dabei nur die vorderen Kapselanteile mit ein. Auf das inferiore Kapselrelease verzichteten sie, um den N. axillaris zu schonen [Olgivie-Harris und Wiley 1986].

Pollock et al. zogen das arthroskopische Kapselrelease erst nach einer erfolglosen Narkosemobilisation in Erwägung. Um eine Verletzung des N. axillaris zu vermeiden, vollzogen auch sie das Kapselrelease nur bis oberhalb der Subscapularissehne [Pollock et al. 1994].

In aktuelleren Studien konnte jedoch gezeigt werden, dass die Arthroskopie in Abduktion und Außenrotation sowie eine exakte intraoperative Identifikation des N. axillaris dazu beitragen, die Rate von Nervenschäden gering zu halten [Jerosch 2001], so dass das Kapselrelease nicht auf den vorderen Anteil der Gelenkkapsel beschränkt zu bleiben braucht. Bei keinem der Patienten der vorliegenden Studie kam es zu einer Verletzung des N. axillaris, so dass diese These nicht gestützt werden konnte.

Harrymann et al. untersuchten 30 Patienten, die nach durchschnittlich 28-monatiger erfolgloser konservativer Therapie ein ACR durchführen ließen. Die präoperative Schulterbeweglichkeit betrug 41 Prozent der Beweglichkeit der Gegenseite. Einen Tag nach dem Eingriff hatte sich die Schulterbeweglichkeit auf 78 Prozent verbessert, 15 Prozent kamen nach Entlassung aus dem Krankenhaus noch hinzu. Als endgültiges Ergebnis im Rahmen des Follow-Up konnten insgesamt 93 Prozent erreicht werden. Auch die Bewältigung alltäglicher Fertigkeiten, die im ASES-Score erfragt werden, besserte sich postoperativ. 73 Prozent von ehemals 6 Prozent der Patienten zeigten einen ungestörten Schlaf auf der Seite und 83 Prozent von ehemals 35 Prozent konnten ein Gewicht von 1 lb. (englisches bzw. amerikanisches pound, entspricht 453 Gramm) auf ein Regal in Schulterhöhe heben. Keiner der Patienten entwickelte eine Schulterinstabilität [Harrymann et al. 1997].

## Diskussion

Warner war der Erste, der auch ein posteriores Kapselrelease erwähnte. Er schloss 18 Patienten in seine Untersuchungen ein, die eine postoperative Schultersteife entwickelt hatten und bei denen weder Physiotherapie noch Narkosemobilisation Besserung erbracht hatten. 13 dieser Patienten litten unter einer globalen Bewegungseinschränkung der Schulter. Bei fünf Patienten konnte die Beweglichkeit durch ein anteriores Kapselrelease wiederhergestellt werden, bei sechs Patienten führte er zusätzlich ein posteriores Kapselrelease durch. Zwei der 13 Patienten operierte er aufgrund einer extraartikulären Narbe, die den Subscapularis involvierte, offen. Ein selektives posteriores Release wurde bei fünf der 18 Patienten, die ein Bewegungsverlust der Innenrotation und Flexion erfahren hatten, durchgeführt. Für die elf Patienten mit anteriorem und anterior-inferiorem Release betrug die Verbesserung im Constant-Score 43 Punkte. Die Flexion verbesserte sich um 51 Grad, die Außenrotation in Adduktion und Abduktion um 31 Grad und 40 Grad, die Innenrotation in Adduktion und Abduktion stieg um sechs Dornfortsätze und 41 Grad. Alle Verbesserungen der Beweglichkeit waren signifikant. Die fünf Patienten mit selektivem posteriorem Kapselrelease steigerten sich im Constant-Score um 20 Punkte. Die Innenrotation in Adduktion und Abduktion konnte angehoben werden auf vier Dornfortsätze und 42 Grad, was ebenfalls signifikant war [Warner 1997].

Olgivie-Harris et al. befassten sich mit 17 Patienten mit diabetischer Frozen Shoulder, bei denen eine konservative Therapie fehlgeschlagen hatte. Sie erweiterten den Eingriff, indem sie ein Release des anterior-superioren glenohumeralen Ligaments, des intraartikulären Anteils der Subscapularissehne, der vorderen und der hinteren Kapsel durchführten und den Patienten eine konsequente postoperative Physiotherapie zukommen ließen. Alle Patienten zeigten eine signifikante Besserung bezüglich Schmerz, Außenrotation, Abduktion und Funktion, 13 Patienten erreichten sogar die volle Regeneration. Außerdem zeigte die Studie, dass diese Art der Operation nicht mit einem Verlust an Gelenkstabilität einhergeht [Olgivie-Harris et al. 1997].

Beaufils et al. führten ein anteriores bis anterior-inferiores Kapselrelease an 26 Schultern bei 25 Patienten durch. Die Schulterbeweglichkeit besserte sich um 86 Grad für die Anteversion, 72 Grad für die Abduktion, 34 Grad für die Außenrotation und sechs Dornfortsätze für die Innenrotation. Die Bewertung im Constant-Score steigerte sich von anfänglich 12,9 auf 32 Punkte bei einer Maximalpunktzahl von 40. 13 Patienten waren sehr zufrieden mit dem



## Diskussion

Operationsergebnis, fünf waren zufrieden, fünf fühlten eine Besserung der Beschwerden und drei Patienten gaben an, keine Besserung erfahren zu haben [Beaufils et al. 1999].

Pearsall et al. untersuchten 43 Patienten, nachdem sie ein arthroskopisches Release der anterior-inferioren Kapsel, des intraartikulären Anteils der Subscapularissehne, des mittleren und oberen Anteils des glenohumeralen Ligaments und der coracohumeralen Bänder bekommen hatten. Patienten mit eingeschränkter Innenrotation bekamen zusätzlich ein posteriores Kapselrelease. Alle Patienten zeigten postoperativ eine verbesserte Schulterbeweglichkeit sowie eine Schmerzreduktion. Für das Release der anterioren Gelenkkapsel ergaben sich folgende Verbesserungen in der Beweglichkeit: isolierte glenohumerale Elevation +22 Grad, Außenrotation in Adduktion +37 Grad, Außenrotation in Abduktion +40 Grad und Innenrotation in Abduktion +17 Grad. Die Ergebnisse für das kombinierte anterior-posteriore Kapselrelease betragen: isolierte glenohumerale Elevation +26 Grad, Außenrotation in Adduktion +38 Grad, Außenrotation in Abduktion +34 Grad und Innenrotation in Abduktion +27 Grad. An einer telefonischen Umfrage nach im Mittel 22 Monaten nahmen 35 Patienten teil, von denen 83 Prozent angaben, keine oder nur noch wenig Symptome zu haben. In einem modifizierten Schulterfunktions-Score erreichten sie 19 Punkte, wobei 13 Punkte normaler Funktion und 65 Punkte kompletter Behinderung entsprachen [Pearsall et al. 1999, 2000].

In einer weiteren Studie, die Pearsall an zehn Körperspendern durchführte, zeigte er, dass der anterior-posteriore Durchmesser des intraartikulären Anteils der Subscapularissehne 5 mm, der kranio-kaudale Durchmesser 11 mm beträgt. Das sind 83 Prozent des sagittalen Durchmessers sowie 25 Prozent des longitudinalen Durchmessers. Zusammenfassend spricht sich Pearsall dafür aus, dass ein Release des intrakapsulären Anteils des Subscapularis nicht zu einer vorderen Instabilität des Schultergelenks führt, da 97 Prozent seiner Patienten keine oder nur geringe Symptome dafür zeigten und nur ein geringer Teil der Sehne wirklich durchtrennt wird [Pearsall 2000].

Watson et al. operierten 73 Patienten mit Frozen Shoulder mittels eines anterioren, inferioren und posterioren Kapselrelease. Die Ergebnisse nach zwölf Monaten waren eine verbesserte Beweglichkeit. Sie betrug für die Abduktion 88 Grad, für die Flexion 65 Grad, für die Extension 33 Grad, für die Anteversion 33 Grad, für die Außenrotation in Adduktion 56 Grad, für die

## Diskussion

Außenrotation in Abduktion 72 Grad und für die Innenrotation in Abduktion 60 Grad. Zwölf Monate nach der Arthroskopie hatten elf Prozent der Patienten noch Schmerzen oder eine eingeschränkte Beweglichkeit [Watson et al. 2000].

Jerosch führte ein kombiniertes anteriores, posteriores, superiores und inferiores Kapselrelease an 28 Patienten mit idiopathischer Frozen Shoulder durch. Er durchtrennte den intraartikulären Teil der Subscapularissehne allerdings nur, wenn sonst keine zufrieden stellende Außenrotation erreicht werden konnte. Der Constant-Score verbesserte sich nach im Mittel 22 Monaten um durchschnittlich 41 Punkte auf 85 Punkte. In allen Ebenen konnte eine signifikante Besserung der Beweglichkeit erreicht werden. Die Abduktion steigerte sich auf 167 Grad, die Außenrotation in Adduktion auf 76 Grad, die Außenrotation in Abduktion auf 85 Grad und die Innenrotation in Abduktion auf 63 Grad [Jerosch 2001].

Holloway et al. nutzen die gleiche Art des Kapselrelease wie Warner et al. [Warner et al. 1997]. Sie untersuchten 50 Patienten nach 20 Monaten und stellten eine signifikante Verbesserung in Scores dar, die den Schmerz, die Patientenzufriedenheit, die Funktionsfähigkeit und das Gesamtergebnis der Operation bewerten. Dabei ergaben sich für Patienten mit postoperativer Frozen Shoulder signifikant niedrigere Scorewerte als für Patienten mit idiopathischer oder posttraumatischer Frozen Shoulder. Der Zuwachs an Beweglichkeit war am ausgeprägtesten bei der idiopathischen Genese, er betrug für die Anteversion 45 Grad, für die Außenrotation in Adduktion 40 Grad, für die Außenrotation in Abduktion 50 Grad und für die Innenrotation 41 Grad [Holloway et al. 2001].

Ide und Takagi untersuchten die Kurzzeit- und Langzeitergebnisse ihrer Patienten, die ein arthroskopisches Kapselrelease erhalten hatten. Bei Verlust an Außenrotation hatten sie das superiore und mittlere glenohumerale Ligament, das Rotatorenintervall, das coracohumerale Ligament und/oder den intraartikulären Anteil der Subskapularissehne durchtrennt. Zusätzlich wurden der anterior-inferiore Kapselanteil sowie das inferiore glenohumerale Ligament gespalten, wenn die Elevation eingeschränkt war. Im Falle einer verminderten Innenrotation wurde auch die postero-superiore Kapsel involviert. Ein Debridement und eine subacromiale Dekompression führten sie bei entsprechender Indikation ebenfalls durch. Im späteren Follow-Up zeigten sich eine Elevation von 166 Grad, eine Außenrotation von 53 und eine Innenrotation bis

## Diskussion

T10. In einem japanischen Schulter-score, der Schmerz, Funktion, ROM, radiologische Bewertung und Gelenkstabilität miteinfließen lässt, verbesserten sich die Patienten von 54 auf 93 Punkte bei einer Maximalpunktzahl von 100 [Ide und Takagi 2004].

Diwan et al. stellten in ihrer Untersuchungsreihe einen direkten Vergleich an zwischen dem Outcome zweier verschiedener Verfahren. 18 Patienten erhielten ein anterior-inferiores Kapselrelease der Schulter (ACR-S) und wurden am nächsten Tag mit einem Armtragetuch entlassen mit der Aufforderung zuhause bestimmte Schulterübungen durchzuführen. Eine zweite Kohorte mit 22 Patienten bekam ein Release der anterioren, inferioren und posterioren Gelenkkapsel sowie ein Release eines intraartikulären Anteil des Subscapularis (ACR-M). Postoperativ mussten diese Patienten spezielle Übungen unter Anleitung von Physiotherapeuten konsequent ausführen. In beiden Gruppen kam es zu einer signifikanten Verminderung des Schmerzempfindens. Bessere Ergebnisse bezüglich der Schultergelenksbeweglichkeit erzielte die ACR-M-Gruppe. Für die Anteversion ergab sich ein intraoperativer Zuwachs an Beweglichkeit von 73 Grad, für die Abduktion von 70 Grad, für die Außenrotation von 57 Grad und für die Innenrotation von sechs Wirbelkörpern höher. Die ACR-S-Gruppe zeigte einen Gewinn von 43 Grad für die Anteversion, 40 Grad für die Abduktion, 42 Grad für die Außenrotation und sechs Wirbelkörper höher für die Innenrotation. Die Ergebnisse für Anteversion und Abduktion blieb in beiden Kohorten postoperativ etwa gleich. In der ACR-S-Gruppe kam es zu einem Verlust an Außen- und Innenrotation. Die ACR-M-Kohorte zeigte nur wenig Verlust an Außenrotation und keinen signifikanten Verlust an Innenrotation. Eine Schulterinstabilität konnte in keiner der Gruppen nachgewiesen werden. Mittels eines Lift-Off-Krafttests nach Krushell [Krushell 1991] konnte gezeigt werden, dass die Kraftentfaltung des M. Subscapularis postoperativ nicht vermindert ist. Auch nach zwei Jahren gab es keine Beschwerden bezüglich einer Schwäche der Innenrotation oder der Lift-Off-Kraft [Diwan et al. 2005].

Hosseini et al. führten ein periglenoidales Kapselrelease bei 23 Patienten mit Frozen Shoulder durch und konnten eine Zunahme der glenohumeralen Beweglichkeit in allen Ebenen verzeichnen. Die Abduktion verbesserte sich auf 120 Grad, die Flexion auf 120 Grad, die Außenrotation auf 60 Grad und die Innenrotation auf 65 Grad. Der Constant-Score stieg postoperativ auf 81 Punkte. Gelenkinstabilitäten oder eine Verletzungen des N. axillaris wurden nicht beobachtet [Hosseini et al. 2006].

## Diskussion

### 4.4.3 Das Bewegungsausmaß

Die postoperative Steigerung der Bewegungsumfänge sind für die hauptsächlich interessierenden Bewegungsrichtungen Flexion, Abduktion, Außenrotation und Innenrotation jeweils hoch signifikant. Die Flexion verbesserte sich um 79 Grad auf 155 Grad, die Abduktion um 76 Grad auf 142 Grad, die Außenrotation um 42 Grad auf 58 Grad und die Innenrotation um 31 Grad auf 64 Grad. Es zeigt sich, dass die in der vorliegenden Studie erzielten Zugewinne an Beweglichkeit etwas größer sind, als teilweise die Ergebnisse in der vorbestehenden Literatur. Pearsall, der ebenfalls schon ein Release des Subscapularis durchführte, konnte in seiner Studienreihe eine geringere Verbesserung des ROM erreichen [Pearsall 1999]. Auch Diwan erreichte in der Kohorte, der er ein Subscapularis-Release zukommen ließ, etwas weniger Zuwachs an Schultergelenksbeweglichkeit als in dieser Studie. Die Werte für Flexion, Abduktion, Außenrotation und Innenrotation unterscheiden sich jeweils um einige Grade [Diwan 2005]. Gegenüber Ide und Tagaki zeigte sich die Außenrotation bei den Patienten dieser Studie besser [Ide und Tagaki 2004]. Hosseini, der ein periglenoidales Kapselrelease durchführte, erzielte in den Richtungen Flexion und Abduktion sogar 35 bzw. 22 Grad weniger. Die Werte für Außen- und Innenrotation entsprechen etwa den hier erhobenen [Hosseini 2006].

### 4.4.4 Der Constant-Score

Die Patienten dieser Studie erzielten in der postoperativen Beurteilung signifikant bessere Ergebnisse im Constant-Score als präoperativ. Der Constant-Score-Punktwert, der sich aus den vier Parametern Schmerz, Einschränkung bei Alltagsaktivitäten, Beweglichkeit und Kraft zusammensetzt, verbesserte sich im Durchschnitt um 65 Punkte auf insgesamt 83 von 100 möglichen Punkten. Diese Ergebnisse reihen sich in die erzielten Resultate früherer Autoren ein. Warner erzielte sogar eine etwas geringere Verbesserung, nämlich 43 Punkte mehr als präoperativ [Warner 1997]. Beaufils gibt als Teilaspekt des Constant-Scores einen Punktwert für die Fortschritte der Beweglichkeit an. Der ROM-Punktwert beträgt bei ihm 32 von 40 Punkten, in dieser Studie sind dies 34 von 40 möglichen Punkten [Beaufils 1999]. Ein Constant-Score von 85 ist das Ergebnis bei Jerosch, der ein 360°-Kapselrelease bei seinen Patienten vollzog. Allerdings liegt die absolute Verbesserung von prä- zu postoperativ bei nur 41 Punkten [Jerosch 2001]. In der vorliegenden Studie ist diese Zahl größer, das bedeutet, dass hier Patienten mit

## Diskussion

einer größeren Einschränkung operiert wurden und letztendlich ein genauso gutes Endergebnis erhalten haben. Hosseini führte ebenfalls ein periglenoidales Kapselrelease durch. Sein postoperativ ermittelter Constant-Score beträgt im Durchschnitt 81 Punkte [Hosseini 2006].

### **4.4.5 Aspekte des ASES-Scores**

Der ASES-Score, der die Parameter Schmerz und Bewältigung von Aktivitäten des täglichen Lebens beinhaltet, wurde in den vorangegangenen Studien nicht als Ganzes herangezogen. Stattdessen nehmen einige der Studien jedoch Bezug auf dessen Teilaspekte. Als wichtige Komponente zur Beurteilung des Therapieerfolges dient der zum Zeitpunkt des Follow-Ups vom Patienten empfundene Schmerz als subjektiver Parameter. Bei allen Vorgängern, die den Schmerz als einzelnen Punkt anführen, ist die Verminderung des Schmerzes mindestens signifikant, bei uns sogar hoch signifikant. Auf einer Skala von 1 bis 10, wobei 1 kein Schmerz und 10 größtmöglicher Schmerz bedeuten, gaben die befragten Patienten im Mittel einen Schmerz von 2,45 an. Vor der Operation lag dieser Wert noch bei 7,73. Bei Olgivie-Harris und bei Pearsall zeigten alle arthroskopierten Patienten eine Schmerzlinderung [Olgivie-Harris 1997, Pearsall 1999]. Elf Prozent der von Watson behandelten Patienten klagten in der Nachuntersuchung nach einem Jahr noch über Schmerzen [Watson 2000]. Die übrigen Autoren ließen die Angaben über den Schmerz in verschiedene Scores einfließen, so dass hierauf nicht direkt Bezug genommen werden kann. Auch in diesen Studien lässt sich eine deutliche Verbesserung der Schmerzkomponente vermuten.

Auf den zweiten Aspekt des ASES-Scores nimmt Harrymann Bezug, indem er seine Patienten postoperativ einschätzen lässt, inwieweit deren Alltagsaktivitäten durch die Erkrankung noch eingeschränkt sind. 73 Prozent seiner Patienten konnten anschließend ungestört auf der operierten Seite schlafen und 83 Prozent konnten einen 1 lb. schweren Gegenstand auf ein Regal in Schulterhöhe legen [Harryman 1997]. In der vorliegenden Studie liegt die durchschnittlich erreichte Punktzahl für den Teilaspekt ADL bei 23 von 30 maximal erreichbaren Punkten. Im Gegensatz zu dem präoperativen Score von sieben Punkten ist dies eine hoch signifikante Steigerung. Die postoperative Gesamtpunktzahl für den ASES-Score hat sich ebenfalls hoch signifikant verbessert, und zwar von 24 Punkten präoperativ auf 77 Punkte postoperativ. Die operierten Patienten profitierten also in einem hohen Maße von der operativen Therapie, der sie sich unterzogen haben.

## Diskussion

### 4.4.6 Isokinetik und Isometrik

Im Folgenden sollen die Ergebnisse und die Vorgehensweise der isokinetischen und isometrischen Kraftmessung dieser Studie diskutiert werden und mit denen anderer Studien verglichen werden.

Dazu wurden zum einen Autoren ausgewählt, die ihre Messungen an gesunden Probanden durchgeführt haben und deren Probandenkollektiv der Normalbevölkerung entspricht. Im Gegensatz dazu gibt es viele Studien, die sich auf aktive Sportler beziehen. Die Patienten dieser Studie sind allerdings zum größten Teil sportlich inaktiv, so dass sich die Aussagen der erstgenannten Studien besser zum Vergleich eignen. Auf diesen Vergleich mit anderen Studien soll allerdings nicht das Hauptgewicht der Auswertung fallen.

Deswegen wurden zum anderen die ermittelten Daten der operierten Seite mit den Ergebnissen der nicht operierten Seite verglichen. So kann nämlich die postoperative Entwicklung der Schulter realistisch eingeschätzt werden [Warner 1990]. Dieser Vergleich mit der für die untersuchte Person normalen Leistungsfähigkeit ist für diese Zwecke aussagekräftiger als Vergleiche mit Ergebnissen anderer Studien. Auch wenn es Studien gibt, die Mittelwerte für eine normale Schulterkraft postulieren, erscheint es schwierig, Normwerte festzulegen [Boenisch 1991]. Hinzu kommt, dass ein direkter Vergleich der einzelnen Arbeiten schwierig ist, da sie mit unterschiedlichen Testgeschwindigkeiten und variierenden Testaufbaus arbeiten. Auch wird nicht nur das CYBEX NORM System verwendet, sondern es kommen auch andere Dynamometer zum Einsatz.

Eine Kraftmessung der Schulter bei 60° bzw. 90° pro Sekunde wurden von mehreren Autoren als sinnvoll angesehen. Die Messung bei höheren Winkelgeschwindigkeiten erlaubt eher Aussagen über die Ausdauerfähigkeit und Leistung des untersuchten Probanden als über seine Maximalkraft [Boenisch 1991, Cahalan 1991, Ivey 1985, Maddux 1989]. Am häufigsten ausgewertet wurde das Drehmomentmaximum.

Als Ergänzung zur Rotationsbewegung in Adduktionsstellung, die im Stehen durchgeführt wurde, wurde eine zweite Position hinzugenommen. Dies ist die Rotation in 90 Grad glenohumeraler Abduktion. Um die Bewegung auszuführen, musste sich der Patient auf einer Liege festschnallen lassen und wurde somit daran gehindert, Ausgleichsbewegungen des Rumpfes durchzuführen.

## Diskussion

Die Studien in der Literatur zeigen unterschiedliche Ergebnisse bezüglich des Vergleichs der Kraft zwischen dem dominanten und dem nicht dominanten Arm. Die Autoren Maddux [Maddux 1989], Murray [Murray 1985] und Mayer [Mayer 1994] stellten keinen signifikanten Unterschied zwischen dominanter und nicht dominanter Seite bei beschwerdefreien Probanden fest. Tendenziell mehr Kraft des dominanten Armes bei ähnlichen Kollektiven zeigten die Untersuchungen von Ivey [Ivey 1985]. Walker sieht einen Unterschied von zehn Prozent zwischen der kräftigeren dominanten Seite im Vergleich zur nicht dominanten als regelrecht an [Walker 1987]. Auch Boenisch stuft ein Kraftdefizit der nicht-dominanten Seite von zehn Prozent als noch normal ein [Boenisch 1991].

In der Auswertung der vorliegenden Studie wurde nicht unterschieden, ob die Symptomatik der Frozen Shoulder die dominante oder die nicht dominante Seite betraf. Es wurde davon ausgegangen, dass die Kraft auf beiden Seiten bei einem gesunden Menschen ungefähr gleich ist. So konnte jeweils die nicht operierte Schulter des Patienten zum Vergleich herangezogen werden.

Bei der isokinetischen Kraftmessung in Adduktionsstellung beträgt das maximale Drehmoment der operierten Seite bei der Außenrotation 84 Prozent der Gegenseite, bei der Innenrotation liegt diese Zahl bei 81 bzw. 78 Prozent für 60°/s und 90°/s. Für die Abduktionsstellung erreicht die operierte Seite bei der Außenrotation 83 Prozent der Gegenseite. Die Innenrotation beträgt bei der Geschwindigkeit von 60°/s sogar 102 Prozent der Gegenseite, die Innenrotation bei 90°/s erreicht 95 Prozent im Vergleich zur nicht operierten Seite. In der isometrischen Kraftmessung erreichte die operierte Seite 90 Prozent des maximalen Drehmoments der nicht operierten Seite in Adduktionsstellung, in Abduktionsstellung sind es 96 Prozent. Alle Unterschiede sind als nicht signifikant zu bewerten.

Diese Werte lassen sich so interpretieren, dass kein wesentliches Innenrotationsdefizit in der isokinetischen Messung in Abduktionsstellung durch das arthroskopische Kapselrelease in Kombination mit dem Subscapularis-Release entsteht. Dies gilt ebenso für die isometrische Messung in Adduktionsstellung. Für die Adduktionsstellung in der isokinetischen Messung entsteht allenfalls ein leichtes Defizit. Da aber auch die Kraftwerte für die Außenrotation auf der operierten Seite schwächer sind als für die Innenrotation, ohne dass an den beteiligten Muskeln eine intraoperative Läsion gesetzt wurde, sind diese Werte womöglich als natürliche Schwankungen zwischen dominanter und nicht dominanter Seite zu werten.

## Diskussion

Da die Absolutwerte der Maximalkraft relativ stark streuen, war es wichtig, Verhältnisse zu bilden zwischen dem maximalen Drehmoment der Außenrotation zur Innenrotation. Auch andere Autoren stellten eine starke Streuung der Absolutwerte fest [Ivey 1985, Maddux 1989, Cahalan 1991], so dass die Wichtigkeit von Verhältniswerten zur Auswertung betont wird [Boenisch 1991]. Gerade diese muskuläre Balance ist ein entscheidender Parameter, um Defizite bestimmter Muskelgruppen zu entdecken und den Grad der Rehabilitation zu verfolgen [Codine 2005]. Die Innenrotationskraft überwiegt in der vorliegenden Studie der Außenrotationskraft. Auf der operierten Seite liegt dieses Verhältnis bei vier zu drei, auf der nicht operierten Seite bei fünf zu vier. Die Ursache für ein grundsätzliches Überwiegen der Innenrotationskraft, das sich auch bei anderen Autoren reproduziert [Ivey 1985, Warner 1990], liegt wohl in der größeren Muskelmasse der Innenrotatoren. Die kräftige Innenrotation wird durch die koordinierte Kontraktion von M. subscapularis, M. pectoralis major, M. latissimus dorsi und M. teres major erbracht. Die Außenrotation durch die Muskeln der Rotatorenmanschette M. infraspinatus und M. teres minor. Bei zunehmender Abduktion nehme das Verhältnis von Innenrotation zugunsten Außenrotation ab [Warner 1990], eine Feststellung, die auch für die hier untersuchten Patienten zutrifft.

Im Folgenden soll orientierend auf Normalwerte eingegangen werden, die in der Literatur angegeben werden.

Kuhlmann [Kuhlmann 1992] führte an 93 Probanden isokinetische und isometrische Kraftmessungen am Lido-Dynamometer für die Außenrotation und Abduktion durch. Er stellte fest, dass das maximale Drehmoment in der isometrischen Messung größer war als das maximale Drehmoment in der langsameren isokinetischen Messung ( $60^\circ/\text{s}$ ), welches wiederum größer war als das der schnelleren isokinetischen Messung ( $210^\circ/\text{s}$ ). Die von ihm ermittelten Werte für das maximale Drehmoment und die Gesamtarbeit für die Gruppe der älteren, wenig sportlich aktiven Patienten in seiner Studie, liegen etwa in der gleichen Größenordnung wie die Werte in dieser Studie.

Ivey et al. [Ivey et al. 1985] führten isokinetische Messungen mit 31 Normalprobanden (18 Männer, 13 Frauen) durch. Zwölf Probanden waren regelmäßige Sportler, sieben gelegentliche und zwölf keine Sportler. Die Altersspanne lag zwischen 21 und 50 Jahren. Dieses Probandenkollektiv ist somit etwas jünger als das in der vorliegenden Studie, das zwischen 23



## Diskussion

und 75 Jahren liegt, sowie sportlich aktiver. Außerdem ist der Anteil an Männern mit zwölf Männer zu zehn Frauen größer als in unserer Studie. Er fand keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen der dominanten und der nicht dominanten Schulter. Das Verhältnis von Innenrotationskraft zu Außenrotationskraft lag bei seinen Patienten bei drei zu zwei. In unserer Studie ist die muskuläre Balance im Gegensatz dazu noch mehr auf die Seite der Außenrotation verschoben. Der Grund hierfür muss aber nicht unbedingt in einer Schwächung der Innenrotatoren bei den operierten Patienten liegen, sondern kann seine Ursache auch darin haben, dass die Probanden der Studie von Ivey sportlich aktiver und jünger sind und bei ihnen die Innenrotatoren in einem besseren Trainingszustand sind.

Maddux et al. [Maddux et al. 1989] untersuchten 19 Männer und 19 Frauen. Sie machen keine Angaben über die Altersverteilung und den Grad der sportlichen Aktivität ihrer Probanden. Auch hier passen die berichteten Ergebnisse zum maximalen Drehmoment in etwa zu denen in der vorliegenden Studie.

Cahalan et al. [Cahalan et al. 1991] nutzten das Cybex II Dynamometer, um 50 gesunde Probanden (26 Männer und 24 Frauen) mit einem Durchschnittsalter von 29 Jahren zu testen. Die ermittelten Daten liegen für das mittlere Drehmoment bei 0 Grad und 60 Grad höher als in dieser Studie.

Hughes et al. [Hughes et al. 1999] stellten anhand isometrischer Messungen an 60 Männern und 60 Frauen im Alter zwischen 20 und 78 Jahren fest, dass sich Unterschiede des absoluten Drehmoments durch das Geschlecht, das Alter und das Körpergewicht der Probanden ergeben. Statistisch signifikante Unterschiede bezüglich dominanter und nicht dominanter Seite konnte er nur für einige Kraftmessungen erkennen. Für die Rotationsbewegungen zeigten sich nur leichte Unterschiede. Die in der vorliegenden Studie ermittelten Absolutwerte für die isometrische Kraftmessung sind den von Hughes ermittelten Werten ähnlich.

In die isokinetische Messung wurde auch eine Registrierung des Bewegungsausmaßes eingeschlossen, die allerdings nicht die während der klinischen Untersuchung gemessenen Winkelumfänge ersetzen soll. Wenn die Beweglichkeit der gesunden Seite gleich 100 Prozent gesetzt wird, erreicht die operierte Seite in Adduktionsstellung 95 bzw. 96 Prozent davon. In

## Diskussion

Abduktionsstellung liegen gesunde und operierte Seite etwas weiter auseinander, nämlich bei 92 bzw. 90 Prozent. Der Grund für die geringere Bewegungsamplitude der operierten Seite könnte darin liegen, dass die Patienten aus Angst vor möglicherweise auftretenden Schmerzen, die maximale Bewegung während der Messung eingeschränkt haben.

### 4.4.7 Propiozeption

Im durchgeführten Winkelreproduktionstest, der die propiozeptiven Fähigkeiten des operierten Schultergelenks ermitteln soll, ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen operierter und nicht operierter Seite. Für die Winkelstellungen 75 Grad und 125 Grad erzielte die operierte Seite sogar besserer Ergebnisse als die nicht operierte Seite.

Jerosch et al. [Jerosch 1996] führten den Winkelreproduktionstest an 30 schultergesunden Probanden im Alter von 22-36 Jahren durch. Aus der Neutral-Null-Stellung heraus wurde neben der Abduktion und Rotation auch die Flexion gemessen. Die vorgegebenen Winkelstellungen für die Flexion waren 50 Grad, 100 Grad und 150 Grad. Im Mittel betrug die Abweichung 7,4 Grad, in der vorliegenden Studie liegt die mittlere Abweichung bei 8,2 Grad.

Pötzl et al. [Pötzl et al. 2004] untersuchte 14 Patienten mit Schulterinstabilität vor und nach einem operativen Eingriff. Er nutzte den gleichen Versuchsaufbau mit denselben Winkelvorgaben wie Jerosch [Jerosch 1996] und zeigte, dass die Patienten im Follow-Up bessere Ergebnisse erzielten als präoperativ. Sie waren sogar einer zum Vergleich herangezogenen Kontrollgruppe überlegen. Die durchschnittliche Winkelabweichung betrug in der operierten Gruppe für die Flexion 5,6 Grad und für die Kontrollgruppe 7,4 Grad.

Diese Vergleiche mit Zahlen aus der Literatur und das gute Abschneiden der operierten Seite im Vergleich zur Gegenseite, lässt die Annahme zu, dass das arthroskopische Release der Schultergelenkscapsel und der Subscapularissehne nicht zu einem propiozeptiven Defizit des Schultergelenks führt.

### **5 Schlussfolgerung**

Die Ergebnisse der vorliegenden retrospektiven Studie zeigen, dass das arthroskopische Kapselrelease unter Einbeziehung des intraartikulären Teils der Subscapularissehne sehr gute klinische Langzeitergebnisse liefert.

Anhand der zu Anfang formulierten Leitfragen können folgende Erkenntnisse festgehalten werden:

Es wurde eine deutliche postoperative Verbesserung der Beweglichkeit in allen Ebenen im betroffenen Schultergelenk nachgewiesen. Die postoperativ ermittelten Werte betragen für die Flexion 155 Grad, für die Abduktion 142 Grad, für die Außenrotation 58 Grad und für die Innenrotation 64 Grad. Im Gegensatz dazu betragen die präoperativ ermittelten Werte für die Flexion 76 Grad, für die Abduktion 66 Grad, für die Außenrotation 16 Grad und für die Innenrotation 33 Grad.

In der Follow-up-Untersuchung konnte im Vergleich zur präoperativen Einordnung eine wesentlich höhere Punktzahl sowohl im Constant-Score als auch im ASES-Score erreicht werden. Präoperativ betrug der Mittelwert für den Constant-Score 17,68 Punkte, postoperativ betrug der Mittelwert 82,73 Punkte. Dies bedeutet, dass die operierten Patienten eine deutliche Besserung von Schmerz, Aktivität, Bewegungsausmaß und Kraft erfahren haben. Die Punktzahl im ASES-Score verbesserte sich im Mittel von 23,5 Punkten auf 76,82 Punkte. Daraus lässt sich schließen, dass die Patienten ihre Fähigkeit, mit Aufgaben des alltäglichen Lebens zurecht zu kommen, nach der Operation viel besser einschätzen als vor der Operation. Auch der Parameter Schmerz als subjektives Kriterium fließt in diesen Score ein. Dabei zeigt sich eine deutliche Verminderung des Schmerzempfindens.

Durch das arthroskopische Kapsel- und Subscapularisrelease wurde die Innenrotationskraft im Schultergelenk nicht übermäßig geschwächt. Für die isokinetische Kraftmessung ergab sich kein wesentliches Innenrotationsdefizit in Abduktionsstellung. Dies gilt ebenso für die isometrische Messung in Adduktionsstellung. Für die Adduktionsstellung in der isokinetischen Messung

## Schlussfolgerung

entsteht ein leichtes Defizit. Da aber auch die Kraftwerte für die Außenrotation auf der operierten Seite schwächer sind als für die Innenrotation, ohne dass an den beteiligten Muskeln eine intraoperative Läsion gesetzt wurde, sind diese Werte womöglich als natürliche Schwankungen zwischen dominanter und nicht dominanter Seite zu werten.

Es zeigt sich, dass die Operation keinen negativen Einfluss auf die propriozeptiven Fähigkeiten des Schultergelenks hat. Im durchgeführten Winkelreproduktionstest, der die propriozeptiven Fähigkeiten des operierten Schultergelenks ermitteln soll, ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen operierter und nicht operierter Seite.

## 6 Literaturverzeichnis

Adams JA (1977) Feedback theory of how joint receptors regulate the timing and positioning of a limb. *Psychol Rev* 84: 504-523

Aydin T, Yildiz Y, Özgürbüz C, Kalyon TA (2000) Die Propriozeption der Normalen und der Instabilen Schulter. *Dtsch Z Sportmed* 51(10): 336–340

Bartonietz KE (1996) Biomechanics of the snatch: towards a higher training efficiency *Strength & conditioning* 18: 24-31

Beaufils P, Prevot N, Boyer T et al (1999) Arthroscopic release of the glenohumeral joint in shoulder stiffness: a review of 26 cases. French Society for Arthroscopy. *Arthroscopy* 15: 49-55

Benninghoff, Drenckhahn, Anatomie. Makroskopische Anatomie, Histologie, Embryologie, Zellbiologie. Bd 1. 16. Aufl.: 287-289

Binder AI, Bulgen DY (1984) Frozen Shoulder; an arthrographic and radionuclear assessment. *Ann Rheum Dis* 43: 365-369

Binder AI, Hazleman BL (1986) A controlled study of oral prednisolone in frozen shoulder. *Brit J Rheumatol* 25: 288-292

Boenisch U, Huyer C, Wasmer G (1991) Standardisierte Schulteruntersuchung unter Berücksichtigung der computerisierten isokinetischen Kraftmessung (Cybex II). *Sportverletz Sportschad* 5: 5-11

Bös K (2001) Handbuch motorischer Tests. Göttingen: Hogrefe

Bridgmann JF (1972) Periarthritis of the shoulder and diabetes mellitus. *Ann Rheum Dis* 31: 69-71

## Literaturverzeichnis

Bulgen DY et al (1982) Immunological studies in frozen shoulder. J Rheumatol 9: 893-898

Bulgen DY, Hazleman BL, Voak D (1976) HLA-B27 and frozen shoulder. Lancet 1: 1042-1044

Cahalan TD, Johnson ME, Chao EYS (1991) Shoulder strength analysis using the Cybex II isokinetic dynamometer. Clin Orthop 271: 249-257

Codine P, Bernard PL, Pocholle M, Herisson C (1995) Isokinetic strength measurement and training of the shoulder: methodology and results. Ann Readap Med Phys: 48-2: 80-92

Codman EA (1934) Tendinitis of the short rotators. In: Codmann EA (ed) The Shoulder. Krieger, Malabar, Florida: 216-224

Constant CR, Murley AH (1987) A clinical method of functional assessment of the shoulder. Clin Orthop Relat Res 214: 160-164

CYBEX 6000 Active Multigelenksystem. Bedienungshandbuch. Fa. Proxomed, Hess Medizintechnik GmbH Wolfratshausen.

CYBEX NORM TM System User's Guide

Depalma AF (1952) Loss of scapulohumeral motion (frozen shoulder). Ann Surg 135: 193-204

Diercks RI, Stevens M (2004) Gentle thawing of the frozen shoulder: a prospective study of supervised neglect versus intensive physical therapy in seventy-seven patients with frozen shoulder syndrome followed up for two years. J Shoulder Elbow Surg 13: 499-502

Diwan DB, Murell GA (2005) An Evaluation of the effects of the extent of capsular release and of postoperative therapy on the temporal outcomes of adhesive capsulitis. Arthroscopy 21(9): 1105-1113

## Literaturverzeichnis

Dodenhoff RM, Levy O, Wilson A, Copeland SA (2000) Manipulation under anesthesia for primary frozen shoulder: effect on early recovery and return to activity. *J Elbow Shoulder Surg* 9: 23-26

Duplay S (1872) De la periarthrite scapulo-humérale et des raideurs de l'épaule qui en sont la conséquence. *Arch Gen Med*: 513-542

Fareed DO, Gallivan WR (1989) Office management of frozen shoulder syndrome. *Clin Orthop Rel Res* 242: 177-183

Fisher L, Kurtz A, Shipley M (1986) Association between cheiroarthropathy and frozen shoulder in patients with insulin-dependent diabetes mellitus. *Br J Rheum* 25: 141-146

Gilula LA, Schoenecker PL, Murphy WA (1978) Shoulder arthrography as a treatment modality. *Am J Roentgenol* 131: 1047-1048

Hakim AJ et al (2003) Genetic associations between frozen shoulder and tennis elbow: a female twin study. *Rheumatology (Oxford)* 42: 739-742

Harrymann DT, Lazarus MD, Rozenzwaig R (1998) The stiff shoulder. In: Rockwood C, Matsen F III (ed) *The shoulder*. Vol 2 Philadelphia: Saunders 1064-1106

Harrymann DT, Matsen FA, Sidles JA (1997) Arthroscopic management of refractory shoulder stiffness. *Arthroscopy* 13: 133-147

Hertel R (2000) The frozen shoulder. *Orthopäde* 29: 845-851

Hollmann W/Hettinger Th (1990) *Sportmedizin. Arbeits- und Trainingsgrundlagen*. 3. Aufl. Schattauer Verlag, Stuttgart

## Literaturverzeichnis

Holloway GB, Schenk T, Williams GR, Ramsey ML, Ianotti JP (2001) Arthroscopic capsular release for the treatment of refractory postoperative or post-fractur shoulder stiffness. J Bone Joint Surg 83-A: 1682-1687

Hosseini H, Agneskirchner JD, Lobenhoffer P (2006) Die arthroskopische periglenoidale Kapsulotomie zur Behandlung der therapierefraktären adhäsiven Kapsulitis. Unfallchirurg 109: 212-218

Hughes RE, Marjorie E, Johnson PT, O'Driscoll SW, An KN (1999) Age-related changes in normal isometric shoulder strength. Am J Sports Med 27-5: 651-657

Hutchinson JW et al (1998) Dupuytren's disease and frozen shoulder induces by treatment with a matrix metalloproteinase inhibitor. J Bone Joint Surg Br 80: 907-908

Ide J, Takagi K (2004) Early and long-term results of arthroscopic treatment for shoulder stiffness. J Shoulder Elbow Surg 13-2: 174-179

Ivey FM, Calhoun JH, Ruschke K, Bierschenk J (1985) Isokinetic testing of shoulder strength: normal values. Arch Phys Med Rehabil 66: 384-386

Jerosch J (2001) 360° arthroscopic capsular release in patients with adhesive capsulitis of the glenohumeral joint - indication, surgical technique, results. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 9: 178-186

Jerosch J, Fayaz HC (2005) Die adhäsive Kapsulitis. Z Orthop 143: R21-R42

Jerosch J, Thorwesten L, Steinbeck J, Schröder M (1996) Propriozeptive Fähigkeiten des Schultergürtels bei gesunden Probanden. Z. Orthop. 134: 360-365

Kannus P (1994) Isokinetic evaluation of muscular performance: implications for muscle testing and rehabilitation. Int J Sports Med 15: 11-18



## Literaturverzeichnis

Kay NMR, Slater DN (1981) Fibromatosis and diabetes mellitus. *Lancet* 8: 303

Kessel L (1982) *Clinical disorders of the shoulder*. New York: Churchill Livingstone 82

Kilian O et al (2001) The frozen shoulder. Arthroscopy, histological findings and transmission electron microscopy imaging. *Chirurg* 72: 1303-1308

Klinke R, Pape HC, Silbernagl S (2005) *Lehrbuch der Physiologie*. Thieme, Stuttgart, 5. vollst. überarb. Aufl.

Krushell R (1991) Isolated rupture of the tendon of the subscapularis muscle. Clinical features in 16 cases. *J Bone Joint Surg Br* 73: 389-394

Kuhlmann JR, Ianotti JP, Kelly MR, Riegler F, Gevaert ML, Ergin TM (1992) Isokinetic and isometric measurement of strength of external rotation and abduction of the shoulder. *J Bone Joint Surg* 74-A: 1320-1333

Leffert RD (1985) The frozen shoulder. *Instr Course Lect* 34: 199-203

Lephart SM, Pincivero DM, Giraldo JL (1997) The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *Am J Sport Med* 25: 130-137

Leppala J et al (1998) Adhesive capsulitis of the shoulder (frozen shoulder) produces bone loss in the affected humerus, but long-term bone recovery is good. *Bone* 22: 691-694

Lienert GA (1969) *Testaufbau und Testanalyse*. Beltz, Weinheim Berlin Basel, 3. Aufl

Lundberg BJ (1969) The frozen shoulder. *Acta Orthop Scand* 119 (Suppl): 1-59

Lundberg BJ (1982) Pathomechanics of the frozen shoulder and the effect of the brisement force. In: Bayley J, Kessel L (eds). *Shoulder Surgery*. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag: 107-110

## Literaturverzeichnis

MacDermid JC, Ramos J, Drosdoweck D, Faber K, Patterson S (2004) The impact of rotator cuff pathology on isometric und isokinetic strength, function and quality of life. *J Shoulder Elbow Surg* 13-6: 593-598

Macnab I (1971) The painful shoulder due to rotator cuff tendinitis. *RI Med J* 54: 367-374

Macnab I (1973) Rotator cuff tendinitis. *Ann R Coll Surg Engl* 53: 271-287

Maddux REC, Kibler WB, Uhl T (1989) Isokinetic peak torque and work values for the shoulder. *J Orthop Sports Phys Ther* 9: 264-269

Mandalidis DG, Donne B, O'Regan M (2001) Reliability of isokinetic internal and external rotation of the shoulder in the scapular plane. *Isokinet Exerc Sci* 9: 65-72

Marées De H (1996) Sportphysiologie. 8. Aufl Tropon Arzneimittelwerke

Matsen FA III, Lippitt SB, Sidles JA, Harryman DT II (1994) Practical evaluation of management of the shoulder. Philadelphia: Saunders

Mayer F, Horstmann T, Röcker K, Heitkamp HC, Dickhuth HH (1994) Normal values of isokinetic maximum strength, the strength-velocity curve and the angle at peak torque of all degrees of freedom in the shoulder. *Int J Sports Med* 15: 19-25

Mc Laughlin HL (1951) On the frozen shoulder. *Bull Hosp Joint Dis* 12: 383-393

Mc Laughlin HL (1961) The frozen shoulder. *Clin Orthop* 20: 126-131

Meulengracht E, Schwartz M (1952) The course and prognosis of periarthrosis humeroscapularis with special regard to cases with general symptoms. *Acta Med. Scandinavica* 143: 350-360

Miller M, Wirth MA (1996) Thawing the frozen shoulder: the patient. *Orthopaedics* 19: 849-853

## Literaturverzeichnis

Murray MP, Gore DR, Gardner GM, Mollinger LA (1985) Shoulder motion and muscle strength of normal men and women in two age groups. Clin Orthop 192: 268-273

Neviaser JS (1945) Adhesive capsulitis of the shoulder. J Bone Joint Surg Am 27: 211-222

Neviaser RJ (1983) Painful conditions affecting the shoulder. Clin Orthop Rel Res 173: 63-69

Neviaser JS (1987) The frozen shoulder, diagnosis and management. Clin Orthop Rel Res 223: 59-64

Okamura K, Ozaki J (1999) Bone mineral density of the shoulder joint in frozen shoulder. Arch Orthop Trauma Surg 119: 363-367

Olgivie-Harriy DJ, Wiley AM (1986) Arthroscopic surgery of the shoulder. A general appraisal. J Bone Joint Surg Br 68: 201-207

Olgivie Harris DJ, Myerthall S (1997) The diabetic frozen shoulder: arthroscopic release. Arthroscopy 13: 1-8

Ozaki J, Nakagawa Y, Sakurai G (1989) Recalcitrant chronic adhesive capsulitis of the shoulder. J Bone Joint Surg 71-A: 1511-1515

Ozaki J (1996) Pathomechanics and operative management of chronic frozen shoulder. Ann Chir Gynecol 85: 156-158

Pal B et al (1986) Limitation of joint mobility and shoulder capsulitis in insulin and non-insulin dependent diabetes mellitus. Br J Rheumatol 25: 147-151

Parker R, Froimson AI (1989) Frozen shoulder Part 1: Chronology, pathogenesis, clinical picture and treatment. Orthopedics 14: 869-873

## Literaturverzeichnis

Pearsall AW 4th, Osbahr DC, Speer KP (1999) An arthroscopic technique for treating patients with frozen shoulder. *Arthroscopy* 15: 2-11

Pearsall AW 4th, Holovac TF, Speer KP (2000) The intra-articular component of the subscapularis tendon: anatomic and histological correlation in reference to surgical release in patients with frozen-shoulder syndrome. *Arthroscopy* 16: 236-242

Placzek JD, Roubal PJ, Freeman DC, Kulig K, Nasser S, Pagett BT (1998) Long-term effectiveness of translational manipulation for adhesive capsulitis. *Clin Orthop* 356: 181-191

Pollock RG, Duralde XA, Flatow EL, Bigliani LU (1994) The use of arthroscopy in the treatment of resistant frozen shoulder. *Clin Orthop* 304: 30-36

Poore GV (1833) Paralysis of the muscular and articular sensibility. Selections from the clinical of Dr. Duchenne. London, New Sydenham Society: 378-398

Pötzl W, Thorwesten L, Götze C, Garmann S, Steinbeck J (2004) Proprioception of the shoulder joint after surgical repair for instability. *Am J Sports Med* 32: 425-430

Psychrembel. *Klinisches Wörterbuch*. 260. Auflage (2004)

Putnam JJ (1882) Treatment of a form of pericarditis of the shoulder. *Med Surg J* 107: 536-539

Rauber/Kopsch *Anatomie des Menschen. Lehrbuch und Atlas*. Herausgegeben von Leonhardt H, Tillmann B, Töndury G, Zilles K. Band I Bewegungsapparat 3. überarbeitete Auflage

Reeves B (1966) Arthrography of the shoulder. *J Bone Joint Surg Br* 48: 424

Reeves B (1975) The natural history of the frozen shoulder syndrome. *Scand J Rheumatol* 4: 193-196

## Literaturverzeichnis

Reichmister JP, Friedmann SL (1999) Long term functional results after manipulation of the frozen shoulder. *Med J* 48: 7-11

Research Committee, A.S.E.S., Richards RR, An KN, Bigliani LU (1994) A standardised method for the assessment of shoulder function. *J Shoulder Elbow Surg* 3: 347-352

Rizk TE, Christopher RP, Pinals RS, Higgins AC, Frix R (1983) Adhesive capsulitis (frozen shoulder): A new approach to its management. *Arch Phys Med Rehabil* 64: 29-33

Rizk TE, Gavant ML, Pinals R (1994) Treatment of adhesive capsulitis with arthrographic capsular distension and rupture. *Arch Phys Med Rehabil* 75: 803-807

Rodeo AS, Suzuki K, Yamauchi M (1998) Analysis of collagen and elastic fibers in shoulder capsule in patients with shoulder instability. *Am J Sport Med* 26: 634

Sattar MA, Luqman WA (1985) Periarthritis: another duration-related complication of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 8: 507-510

Shaffer B, Tibone JE, Kerlan RK (1992) Frozen Shoulder. A long-term follow-up. *J Bone Joint Surg* 74: 738-746

Sherrington CS (1906) *The integrative action of the nervous system*. Yale University Press, New Haven, CT

Tamai K, Yamato M (1997) Abnormal synovium in the frozen shoulder: a preliminary report with dynamic magnetic resonance imaging. *J Shoulder Elbow Surg* 6: 534-543

Uitvlugt G, Detrisac DA, Johnson L, Austin M (1993) Arthroscopic observations before and after manipulation of frozen shoulder. *Arthroscopy* 9: 181-185

Ulmer G (1982) Die Schultermobilisation in Narkose bei vollständiger und partieller Schultersteife. *Helv Chir Acta* 48: 611-614

## Literaturverzeichnis

Van Royen BJ, Pavlow PW (1996) Treatment of frozen shoulder by distension and manipulation under local anaesthesia. *Int Orthop* 20: 207-210

Wadsworth CT (1986) Frozen shoulder. *Physical Therapy* Vol 66 No 12: 1878-1883

Walker SW, Couch WH, Boester GA, Sprowl DW (1987) Isokinetic strength of the shoulder after repair of a torn rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am* 69-A: 1041-1044

Wallny T, Melzer C, Wagner U, Wirth CJ, Schmitt O (1997) Die "primäre" Schultersteife: Krankheitsdauer und Therapievergleich. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 135: 222-227

Warner JJP, Micheli LJ, Arslanian LE, Kennedy J, Kennedy R (1990) Patterns of flexibility, laxity, and strength in normal shoulders and shoulders with instability and impingement. *Am J Sports Med* 13: 153-158

Warner JJ, Allen AA, Marks PH, Wong P (1997) Arthroscopic release of postoperative capsular contracture of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 79: 1151-1158

Warren LF, Marshall JL (1979) The supporting structures and layers on the medial side of the knee: an anatomical analysis. *J Bone Joint Surg* 61-A: 56-62

Watson L, Dalziel R (2000) Frozen shoulder. A 12-month clinical outcome trial. *J Shoulder Elbow Surg* 9: 16-22

Weber M, Prim J, Bugglin R, Michel BA, Gerber H (1995) Long term follow-up to patients with frozen shoulder after mobilization under anesthesia, with special reference to the rotator cuff. *Clin Rheumatol* 14: 686-691

Wiley AM (1991) Arthroscopic appearance of frozen shoulder. *Arthroscopy* 7: 138

## Literaturverzeichnis

Zabraniecki L, Doub A, Mularczyk M, Andrieu V, Marc V, Ginesty E, Dromer C, Massip P, Fournie B (1998) Frozen shoulder: a new delayed complication of protease inhibitor therapy? Rev Rhum Engl Ed 65 (1): 72-74

# Lebenslauf

## 7 Lebenslauf

### **Persönliche Daten:**

Name: Wiechers  
Vorname: Stephanie  
Geburtsdatum: 04.11.1980  
Geburtsort: Rheine  
Staatsangehörigkeit: deutsch  
Familienstand: ledig  
Konfession: römisch-katholisch  
Eltern: Hedwig und Manfred Wiechers

### **Schulbildung:**

1987-1991 Thieschule, Neuenkirchen  
1991-2000 Arnold-Janssen-Gymnasium, Neuenkirchen

### **Studium:**

WS 2000 Medizinstudium an der Otto-von-Guericke-Universität,  
Magdeburg  
SS 2001-SS 2007 Medizinstudium an der Westfälischen Wilhelms-  
Universität, Münster  
03/2003 Ärztliche Vorprüfung  
06/2007 Zweiter Abschnitt der ärztlichen Prüfung (Erteilung  
der Approbation am 22. Juni 2007)



## Lebenslauf

### **Praktisches Jahr:**

02/2006-06/2006

Gynäkologie und Geburtshilfe, Mathias-Spital,  
Rheine

06/2006-10/2006

Innere Medizin, Mathias-Spital, Rheine

10/2006-01/2007

Chirurgie, Mathias-Spital, Rheine

### **Berufliche Tätigkeit:**

Seit 07/2007

Assistenzärztin in der Abteilung für Gynäkologie und  
Geburtshilfe, Mathias-Spital, Rheine

Schüttorf, im Mai 2008

## Danksagung

### **8 Danksagung**

Danken möchte ich zunächst Herrn Univ.-Prof. Dr. med. W. Winkelmann, Direktor der Klinik und Poliklinik für Allgemeine Orthopädie des Universitätsklinikums Münster, für die Möglichkeit, meine Dissertation in seiner Klinik zu erstellen.

Mein Dank gilt Herrn Priv.-Doz. Dr. med. Wolfgang Pötzl für die freundliche Überlassung des Themas und die Betreuung im Anfangsstadium meiner wissenschaftlichen Arbeit. Bei Herrn Priv.-Doz. Dr. med. Björn Marquardt möchte ich mich herzlich bedanken für die Übernahme der weiteren Betreuung und Korrektur meiner Doktorarbeit. Für die Erstellung des Zweitgutachtens danke ich Herrn Univ.-Prof. Dr. med. J. Steinbeck.

Ein besonderer Dank gilt meinen Betreuern Herrn Dr. med. Felix Meier, der mich zu Beginn der Untersuchungen tatkräftig unterstützte und Herrn Dr. med. Dennis Liem, der mir bei der Auswertung und der Niederschrift meiner Ergebnisse mit Rat und Tat zur Seite stand.

Weiterhin danken möchte ich Herrn Univ.-Prof. Dr. med. K. Völker, Direktor des Instituts für Sportmedizin des Universitätsklinikums Münster, für die Möglichkeit, einen Teil der Messungen in seinem Institut durchführen zu können sowie Herrn Dr. Lothar Thorwesten für die Einführung in verschiedene Messverfahren und für die Anregungen zur Auswertung meiner Ergebnisse.

Ich danke all den Patienten, die sich bereit erklärten, an meinen Befragungen und Untersuchungen im Rahmen dieser wissenschaftlichen Studie teilzunehmen und ohne die diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Mein besonderer Dank gilt meiner Familie, die immer hinter mir stand und mich während meines gesamten Studiums in jeglicher Weise unterstützt hat.

Der allergrößte Dank gilt meinem Freund Jörn für seine Geduld und Unterstützung sowie seine motivierenden Worte, die mir geholfen haben, meine Doktorarbeit fertig zu stellen.

# Anhang

## 9 Anhang

Klinik und Poliklinik für Allgemeine Orthopädie  
 Direktor: Univ.-Prof. Dr. W. Winkelmann

Pat. Etikett		Datum:		Untersucher:	
<b>Anamnese</b>					
Seite: re <input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/>		Dominanz: re <input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/>		Beschwerdedauer:	
Beruf:		AU:		Vor-Op:	
				Nachtschmerz: <input type="checkbox"/>	
<b>Trauma</b>					
Luxation:	Traumat. <input type="checkbox"/>	Atraumat. <input type="checkbox"/>	Willk. <input type="checkbox"/>	Anzahl:	Reposition:
Akt. Beschwerden:					
<b>Nachbehandlung nach Op.</b>					
KG: <input type="checkbox"/>		Dauer:		Art:	
Sonstige:					
<b>Sportliche Aktivität nach Op.</b>					
Sportart:					
Niveau:		Niedrig <input type="checkbox"/>	Mittel <input type="checkbox"/>	Hoch <input type="checkbox"/>	
Pensum:		h/Woche			
<b>Inspektion/Palpation</b>					
Atrophie:		SSP <input type="checkbox"/>	ISP <input type="checkbox"/>	Delta <input type="checkbox"/>	Trap <input type="checkbox"/>
Druckschmerz:		Tub.Majus <input type="checkbox"/>	ACG <input type="checkbox"/>	Sulcus <input type="checkbox"/>	ant. <input type="checkbox"/>
HWS:					
<b>Beweglichkeit</b>					
		<b>Aktiv</b>	<b>Passiv</b>		
<b>A b d . / A d d.</b>				<u>Komplexbewegungen:</u> Nackengriff:	
<b>ARO / IRO (Add.)</b>					
<b>ARO / IRO (Abd.)</b>					
<b>F l e x . / E x t.</b>				Schürzgriff:	
<b>Rowe:</b>		(20)	<b>Constant:</b>	(40)	<b>Kontralat:</b>
				(40)	

## Anhang

<b>Kraft</b>						
Abd. <input type="checkbox"/>	Add. <input type="checkbox"/>	ARO <input type="checkbox"/>	IRO <input type="checkbox"/>	Flex. <input type="checkbox"/>	Ext. <input type="checkbox"/>	Schmerz <input type="checkbox"/>
Federwaage:    kp    Kontralateral:    kp    Constant:    (25)    Kontralat.:    (25)						
Sensibilität:						
Funktionelle Tests						
Subacrom.:    Jobe <input type="checkbox"/> Lift off <input type="checkbox"/> Imping.: I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> Painful arc: subacrom. <input type="checkbox"/>						
Instabilität: Apprehen.ant. <input type="checkbox"/> post <input type="checkbox"/> Sulcus <input type="checkbox"/> Translat. <input type="checkbox"/> Relocatoin <input type="checkbox"/> ROWE Stab.: (50)						
LHB:    Speed <input type="checkbox"/> Yergason <input type="checkbox"/> Hyperext. <input type="checkbox"/> Kompress. <input type="checkbox"/> O'Brien <input type="checkbox"/>						
<b>Röntgen (wenn älter als 6 Monate, akt. Rö.-Bildgebung)</b>						
<b>OP</b>						
Datum:            Art: athroscop. <input type="checkbox"/> offen: <input type="checkbox"/> Komplikationen:						
Sonstiges:						
<b>Scores</b>						
<b>Rowe:</b>	Stabilität: (50)	ROM: (20)	Funktion: (30)	Gesamt: (100)		
<b>Constant:</b>	Schmerz: (15)	ROM (40)	Funktion (20)	Kraft (25)	Gesamt: (100)	Kontralat.: (100)
<b>ASES:</b>	Schmerz: (10) (10-p)x5	Funktion: (30) (5/3xF)		Gesamt: (100)	Kontralat.: (100)	
<b>Diagnose:</b>						

## Anhang

### Klinik und Poliklinik für Allgemeine Orthopädie Direktor: Univ.-Prof. Dr. W. Winkelmann Schulterprechstunde/Patientenfragebogen

#### 1. Haben Sie Schmerzen in der Schulter?

rechts: 1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10  
links: 1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10

#### 2. Haben Sie ein Instabilitätsgefühl in der Schulter?

rechts: 1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10  
links: 1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10

#### 3. Markieren Sie bitte, ob Sie in Verrichtungen des alltäglichen Lebens aufgrund Ihrer Schulter eingeschränkt sind.

0=Durchführung nicht möglich  
1=Durchführung sehr schwer möglich  
2=Durchführung erschwert  
3=Durchführung problemlos möglich

	Rechts	Links
Anziehen eines Mantels	0 1 2 3	0 1 2 3
Schlafen auf der Seite	0 1 2 3	0 1 2 3
Den Rücken waschen	0 1 2 3	0 1 2 3
Das Gesäß waschen	0 1 2 3	0 1 2 3
Kämmen	0 1 2 3	0 1 2 3
Einen 2,5 kg schweren Gegenstand über Schulterniveau heben	0 1 2 3	0 1 2 3
Etwas aus einem hohen Regal nehmen	0 1 2 3	0 1 2 3
Einen Ball über Kopf werfen	0 1 2 3	0 1 2 3
Einschränkung der Berufsausübung	0 1 2 3	0 1 2 3
Einschränkung der Sportfähigkeit	0 1 2 3	0 1 2 3

#### 4. Sind Sie in Ihrer Berufsaufübung eingeschränkt?

rechts: 1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10  
links: 1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10

#### 5. Sind Sie in Ihrer Sportfähigkeit eingeschränkt?

rechts: 1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10  
links: 1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10

#### 6. Sind Sie mit dem Operationsergebnis zufrieden?

rechts: 1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10  
links: 1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10