

Abteilung und Poliklinik für Sportorthopädie
der Technischen Universität München
(Univ.-Prof. Dr. A. Imhoff)

**Mini-open-Repair versus arthroskopische subacromiale Dekompression
beim Impingementsyndrom an der Schulter :
Eine isokinetische Untersuchung**

Hakan Pilge

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen
Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Medizin

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender : Univ.-Prof. Dr. D. Neumeier

Prüfer der Dissertation : 1. Univ.-Prof. Dr. A. Imhoff
 2. Univ.-Prof. Dr. R. Gradinger

Die Dissertation wurde am 20.06.2003 bei der Technischen Universität
München eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 15.10.2003
angenommen.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	0
1. Einleitung	4
1.1 Anatomie der Schulter	4
1.1.1 Die Scapula.....	4
1.1.2 Der Humerus	5
1.1.3 Die Clavicula	6
1.1.4 Muskeln der Rotatorenmanschette.....	7
1.1.5 Bänder und Bursen.....	8
1.2 Impingement-Syndrom und Rotatorenmanschettenruptur	11
1.3 Ätiologie der Rotatorenmanschettenruptur	12
1.3.1 Extrinsische Faktoren.....	13
1.3.2 Intrinsische Faktoren.....	14
1.4 Epidemiologie und Inzidenz.....	15
1.5 Therapiemöglichkeiten des Impingement-Syndroms.....	16
1.5.1 Konservative Therapie	16
1.5.2 Operative Maßnahmen	17
1.5.3 Operationstechniken.....	17
1.5.4 subacromiale Dekompression (SAD).....	18
1.5.5 Mini-open-repair	19
1.6 Isokinetik.....	20
1.7 Fragestellung	21
2 Material und Methoden	22
2.1 Patientengut.....	22
2.1.1 Mini-open-Patientengruppe.....	22
2.1.2 SAD-Patientengruppe	22
2.1.3 Kontrollgruppe.....	22
2.1.4 Cybex-Dynamometer	25
2.1.5 Messvorgang.....	26
2.1.6 ausgewertete Daten des Cybex-Norm.....	27
2.2 Röntgen.....	28
2.2.1 Röntgenaufnahmen	28
2.2.2 Röntgenbefunde.....	28
2.3 Klinische Untersuchung	28
2.3.1 aktive Beweglichkeit.....	28
2.3.2 passive Beweglichkeit.....	28
2.3.3 0°-Abduktionstest (Supraspinatusstarterfunktion).....	29

2.3.4	Hawkins-Kennedy-Test.....	29
2.3.5	Jobe-Test	30
2.3.6	Painful-Arc	30
2.3.7	Gerber-Test.....	31
2.3.8	Lift-off-Test.....	31
2.3.9	Prüfung auf Druckschmerz über dem Acromioclaviculargelenk (ACG)	32
2.3.10	Horizontaladduktionstest.....	32
2.3.11	Palm-Up-Test	33
2.3.12	Kraftgrade.....	33
2.4	modifizierter Constant-Score.....	33
2.5	statistische Auswertung der Daten.....	34
3	Ergebnisse	35
3.1	Cybex-Drehmomente	35
3.1.1	maximale Drehmomente des Gesamtkollektivs.....	36
3.1.2	maximale Drehmomente der Männer.....	37
3.1.3	maximale Drehmomente der Frauen.....	38
3.1.4	maximale Drehmomente der Frauen, dominante Schulter	39
3.1.5	maximale Drehmomente der Frauen, nichtdominante Schulter.....	40
3.1.6	maximale Drehmomente der Männer, dominante Schulter	41
3.1.7	maximale Drehmomente der Männer, nichtdominante Schulter	42
3.1.8	maximale Drehmomente, dominante Schulter.....	43
3.1.9	maximale Drehmomente, nichtdominante Schulter	44
3.2	Winkel.....	45
3.2.1	Winkel der maximalen Kraft im Gesamtkollektiv	45
3.2.2	Winkel der maximalen Kraft bei den Männern	46
3.2.3	Winkel der maximalen Kraft bei den Frauen	47
3.2.4	Winkel der maximalen Kraft bei den Männern, dominante Schulter.....	48
3.2.5	Winkel der maximalen Kraft bei den Männern, nichtdominante Schulter	49
3.2.6	Winkel der maximalen Kraft bei den Frauen, dominante Schulter.....	50
3.2.7	Winkel der maximalen Kraft bei den Frauen, nichtdominante Schulter	51
3.3	Röntgen	52
3.3.1	Radiologische Daten der Mini-open-Patienten.....	52
3.3.2	Veränderungen im Röntgenbild prä- und postoperativ	53
3.3.3	Der Akromiohumerale Spalt prä- und postoperativ	53
3.4	klinische Untersuchung.....	55
3.4.1	Beweglichkeit der Mini-open-Patienten.....	55
3.4.2	Beweglichkeit der Mini-open-Männer	56

3.4.3	Beweglichkeit der Mini-open-Frauen	57
3.4.4	Beweglichkeit der SAD-Patienten	58
3.4.5	Beweglichkeit der SAD-Männergruppe	59
3.4.6	Beweglichkeit der SAD-Frauengruppe	60
3.4.7	Vergleich der Beweglichkeit zwischen Mini-open und SAD-Patienten	61
3.4.8	Schultertests.....	62
3.5	modifizierter Constant-Score.....	62
4	Diskussion.....	63
5	Zusammenfassung	70
6	Literaturverzeichnis	72
7	Abbildungsverzeichnis.....	78
8	Tabellenverzeichnis	79
9	Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen.....	80
10	Danksagung	81

1. Einleitung

Anatomie der Schulter

Im menschlichen Körper dienen Gelenke der Bewegung zwischen einzelnen Abschnitten des Rumpfes und der Extremitäten. Sie haben die Funktion Kraft zu übertragen und so Bewegung zu ermöglichen. Ein Gelenk (Diarthrose = *Articulatio synovialis*) wird definiert als eine diskontinuierliche Knochenverbindung, die es den Knochen erlaubt sich gegeneinander zu bewegen. Gemeinsam ist allen Gelenken ein Gelenkspalt, eine Gelenkkapsel, die Synovia (=Gelenkschmiere), einen den Knochen überziehenden Knorpel und Gelenkbänder. Der Gelenkspalt liegt als dünner, kapillärer Spalt zwischen den Gelenkenden der Knochen und wird umgeben von der Gelenkkapsel. Im Gelenkspalt befindet sich die Synovia, welche als Gleitmittel für die am Gelenk beteiligten Knochen dient, sowie als Transportmedium für die Ernährung des gefäßlosen Gelenkknorpels zuständig ist. Der Gelenkknorpel, der die Knochen am Gelenkspalt überzieht, ist ein hyaliner Knorpel, der verformbar ist und dadurch bei Bewegungen eine größere Kontaktfläche und damit eine bessere Druckverteilung ermöglicht. An denjenigen Stellen, welche höheren Druckbelastungen ausgesetzt sind, findet man die dicksten Knorpelschichten. Zusätzlich schützt der Knorpel bei Bewegung den Knochen gegen das Abreiben von Knochensubstanz.

Knöchern besteht der Schultergürtel aus drei Knochen. Das sind das Schulterblatt (*Scapula*), der Oberarm (*Humerus*), und das Schlüsselbein (*Clavicula*).

1.1.1 Die Scapula

Das Schulterblatt ist ein platter, dreieckiger Knochen, mit drei Rändern und drei Winkeln, wobei die Basis des Dreiecks im Ruhezustand der Schulter, also herabhängendem Arm, kranial (kopfwärts) liegt. Kaudal (bodenwärts) kommt somit der untere Winkel (*Angulus inferior*) zu liegen. Auf der ventralen (bauchwärtigen) Seite ist der Knochen konkav geformt, um hier die Ursprungsfläche für den *Musculus subscapularis* zu bilden. Die dorsale Seite wird durch die *Spina scapulae* in zwei *Fossae* (Gruben) aufgeteilt, die *Fossa supraspinata* und die *Fossa infraspinata*. Hier nehmen die entsprechenden Muskeln, d.h. der *Musculus supraspinatus* und der *Musculus infraspinatus* ihren Ursprung. Die *Spina scapulae* geht nach lateral (seitlich) in das kräftige Acromion, das Schulterdach, über, welches das Schultergelenk hinten und oben überlagert. Das laterale, ventrale Ende des Acromions hat eine Gelenkfläche,

um mit dem Schlüsselbein zu artikulieren. Am lateralen, cranialen Teil der Scapula, am Angulus lateralis, befindet sich die Cavitas glenoidalis, welche die Gelenkpfanne für das Schultergelenk bildet. Im cranialen Bereich des Scapulahalses entspringt ein zweiter Fortsatz, der Processus coracoideus (Rabenschnabelfortsatz). Er biegt nahezu rechtwinklig nach ventral-lateral ab, endet abgerundet und dient dem Ansatz und Ursprung von Muskeln und Bändern.

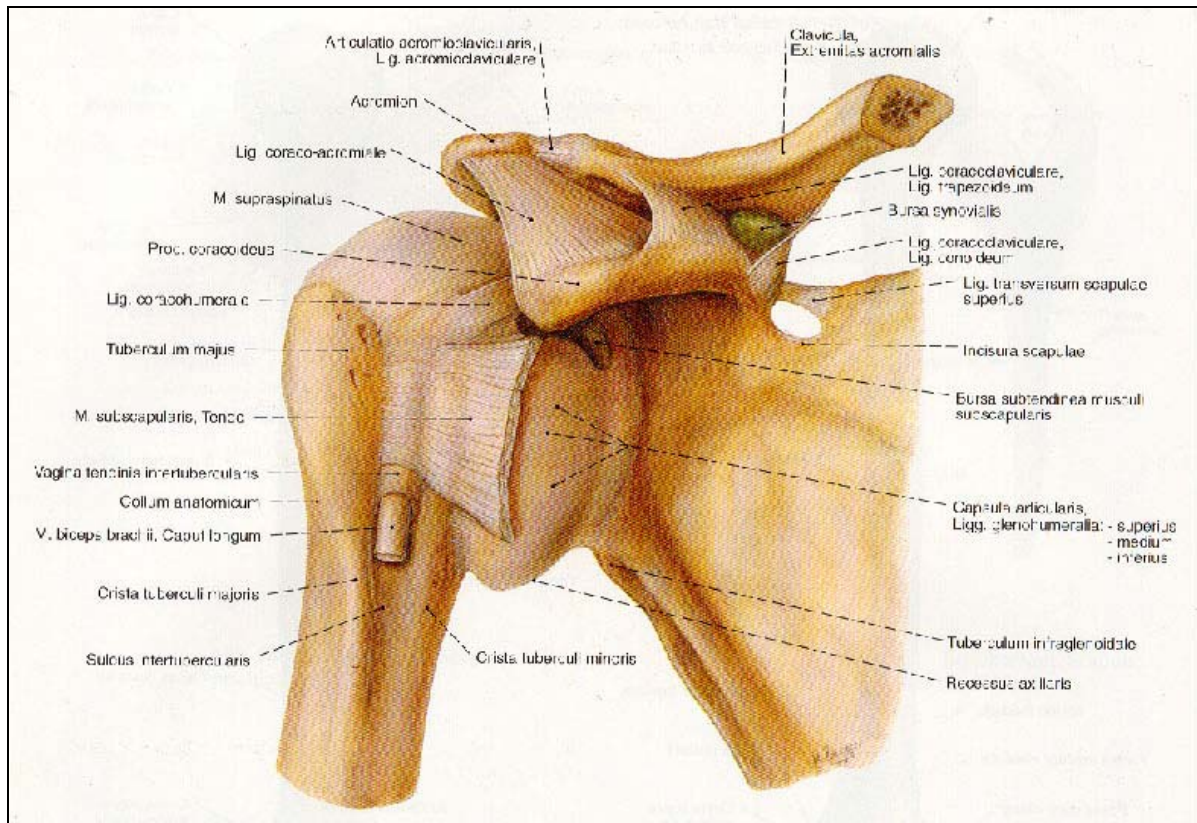


Abbildung 1: Das rechte Schultergelenk nach Entfernung aller Muskeln bis auf den Ansatz des M. supraspinatus und des M. subscapularis
(Quelle: Rauber/Kopsch, Band I: Bewegungsapparat)

1.1.2 Der Humerus

Der Humerus ist ein langer Röhrenknochen, an dem man eine proximale (körpernahe) Epiphyse, distale (körperferne) Epiphyse und eine Diaphyse unterscheidet. Die proximale Epiphyse wird vom kugelförmigen Caput humeri (Oberarmkopf) gebildet, welches durch das ringförmige Collum anatomicum von der Diaphyse getrennt wird. An der Diaphyse befinden sich proximal zwei Apophysen, lateral das Tuberculum majus und ventral das Tuberculum minus, welche durch den Sulcus intertubercularis voneinander getrennt sind. Der

Humeruskopf und die Cavitas glenoidalis der Scapula sind die knöchernen Anteile des Schultergelenks.

1.1.3 Die Clavicula

Die Clavicula ist s-förmig gebogen und hat beim Erwachsenen eine Länge von 12-15cm, jedoch bestehen individuelle Formunterschiede. Bei Frauen und muskelschwachen Männern ist die Clavicula graziler und weniger stark gekrümmt als bei muskelkräftigen Individuen. Das laterale Ende des Schlüsselbeins ist platt und breit und bildet mit dem Acromion der Scapula das Acromio-Clavicular-Gelenk (ACG). Der mediale (zur Körpermitte hin) Teil ist dicker und bildet mit dem Brustbein, dem Sternum, das Sternoclaviculargelenk (Articulatio sternoclavicularis). Bemerkenswert ist, dass die relativ kleine Articulatio sternoclavicularis die einzige gelenkige Verbindung der oberen Extremität mit dem Rumpf ist. Das Schulterblatt ist beweglich durch Muskelschlingen, also nicht knöchern, am Thorax fixiert.

Im Vergleich zu anderen Gelenken des Menschen ist das Schultergelenk (Articulatio humeri) das Gelenk mit der größten Bewegungsmöglichkeit. Es ist in dieser Hinsicht in allen drei Bewegungsebenen (Transversalebene = Querebene, Horizontalebene = Längsebene, Sagittalebene = Pfeilebene) den anderen Gelenken des Körpers überlegen. Ermöglicht wird dieses Bewegungsausmaß durch die besondere Anatomie der Schulter. Zum einen ist die Schulter ein Kugelgelenk (Articulatio sphaeroidea) und bietet so die Möglichkeit der Bewegung in den drei Hauptachsen bzw. sechs Hauptrichtungen. Dies sind die Abduktion und Adduktion um die Sagittalachse, d.h. das Seitwärtsheben und -senken des Arms, die Flexion und Extension um die Transversalachse, d.h. das nach vorne und nach hinten Heben des Arms und die Innen- und Außenrotation um die Vertikalachse, d.h. die Drehung des Arms um seine eigene Längsachse. Zum anderen bietet die Schulter anatomisch-knöchern eine Besonderheit im Vergleich zu anderen Kugelgelenken. Die artikulierenden Skelettelemente des Schultergelenks sind das Caput humeri und die Schulterpfanne. Die knöchernen Pfanne wird zusätzlich verstärkt und an den Rändern vergrößert durch das bindegewebige Labrum glenoidale, die Gelenkklippe, welche sich rings um die Cavitas glenoidalis scapulae, die Gelenkpfanne, zieht. Die Besonderheit besteht in der Relation vom Gelenkkopf zur Gelenkpfanne. Die artikulierende Fläche des Caput humeri ist 3-4 mal größer als die der Cavitas glenoidales, d.h. aufgrund dieses „Missverhältnisses“ fehlt eine knöchernen Führung am Schultergelenk. Zum Stabilisieren des Schultergelenks und zum Verhindern von

Luxationen ist also ein nichtknöcherner Mechanismus notwendig, der die Bewegung nicht einschränkt aber trotzdem eine Stabilität im Rahmen der Funktionalität bietet.

1.1.4 Muskeln der Rotatorenmanschette

Die Muskeln der sogenannten Rotatorenmanschette, welche das Gelenk mantelartig umhüllen, erfüllen hier genau die gewünschte Funktion. Sie bewirken, dass das Caput humeri in der Gelenkpfanne gehalten wird, indem die Muskeln einen von außen kommenden Zug auf das Gelenk einen Gegenzug entgegensetzen. Zusätzlich strahlen von den Sehnen dieser Muskeln Fasern in die Wand der Gelenkkapsel ein, die als Kapselspanner dienen. Im einzelnen besteht die Rotatorenmanschette aus den auf der dorsalen Seite der Scapula liegenden Musculus supraspinatus und Musculus infraspinatus sowie dem Musculus teres minor und auf der ventralen Seite der Scapula dem Musculus subscapularis. Diese erste Muskelschicht wird nochmals lateral und dorsal vom Musculus deltoideus umgeben, welcher zusätzlich der Gelenksicherung dient. Im einzelnen haben die Muskeln folgende Funktionen: Der M. supraspinatus dient der Abduktion, der M. infraspinatus und der M. teres minor der Außenrotation und der M. subscapularis der Innenrotation im Schultergelenk. Der M. deltoideus unterstützt die Abduktion, die Flexion und Extension des Oberarms.

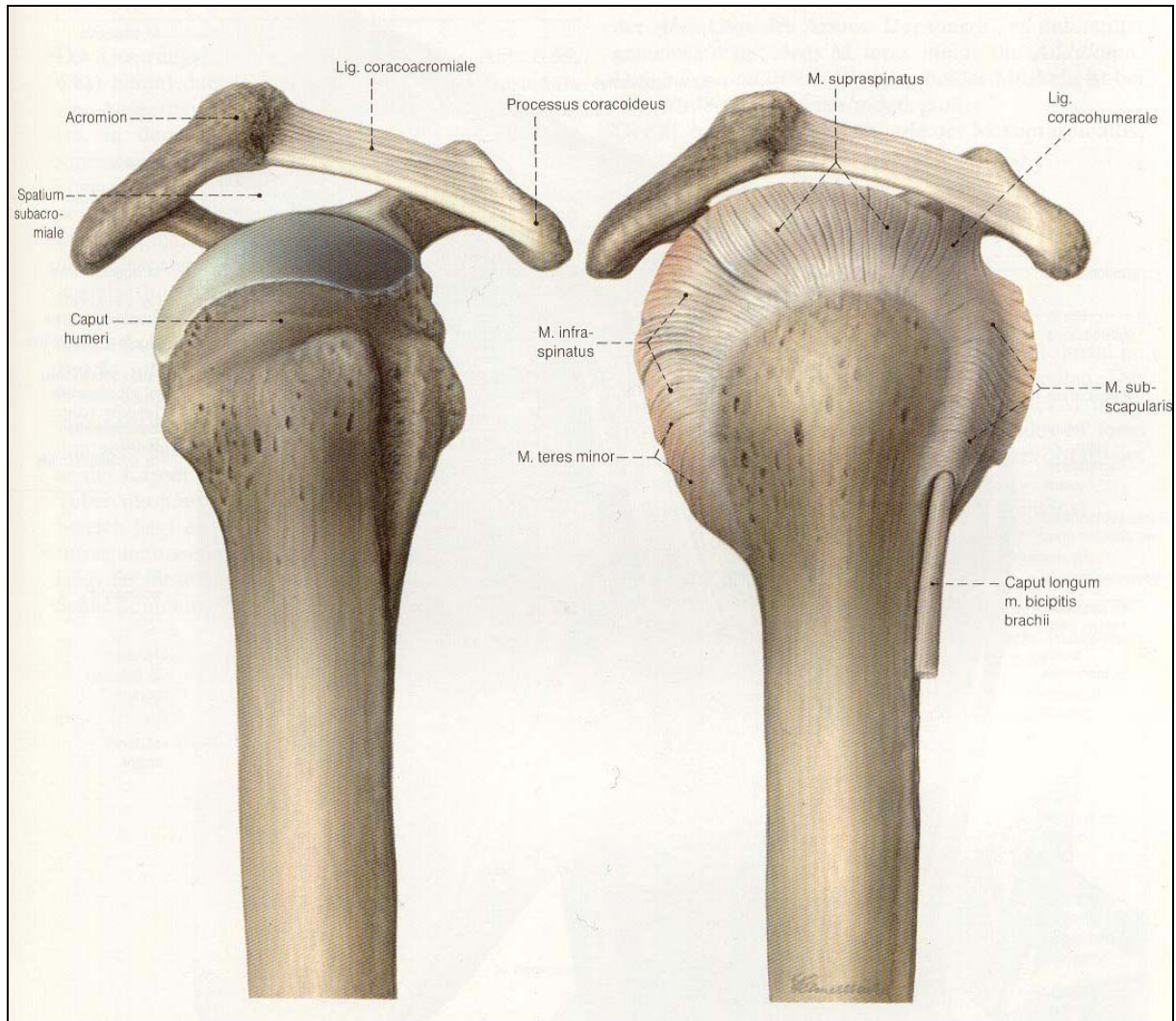


Abbildung 2: rechte Schulter seitlich, nach Entfernung des M. deltoideus und der Oberarmbeuger.

(Quelle: Rauber/Kopsch, Band I: Bewegungsapparat)

1.1.5 Bänder und Bursen

Zusätzlich zur muskulären Stabilisierung sind Bänder vorhanden, die ebenfalls der Stabilität des Gelenks dienen. An der vorderen Seite werden diese Verstärkungszüge als Ligg.glenohumeralia bezeichnet. Sie lassen sich unterteilen in das Lig.glenohumerale superius, mediale und inferius und ziehen von der Ventralseite der Cavitas glenoidalis zum ventralen Teil des proximalen Humerus und dienen als Verstärkungszüge auf der Vorderseite der Gelenkkapsel. Das Lig.coracohumerale entspringt an der Basis sowie am lateralen Rand des Processus coracoideus, zieht über den proximalen Teil des Sulcus intertubercularis und setzt an den Tubercula majus und minus des Humerus an. Es verstärkt die Kapsel zwischen der Sehneinstrahlung des M. supraspinatus und des M. subscapularis. Beim älteren

Menschen kann dieses Band auch schwach entwickelt sein, oder aber ganz fehlen. Da die Ligg.glenohumeralia und das Lig.coracohumerale ventral liegen, sind sie bei Innenrotation und Anteversion des Arms entspannt. Das dritte wichtige Band ist das Lig.coracoacromiale, welches vom Processus coracoideus zum Acromion zieht. Beide Knochenstrukturen gehören zum Schulterblatt, d.h. das Band überspannt also kein Gelenk. Acromion und Processus coracoideus bilden zusammen mit dem Ligament das Schulterdach (Fornix humeri). Unter dem Dach und zusätzlich grenzend an das Acromion, das ACG sowie das Lig.coracoacromiale, im Spatium subacromiale, befindet sich der subacromiale und der subdeltoideale Schleimbeutel (Bursa subacromialis, Bursa subdeltoidea). Nach caudal schließt sich der M. supraspinatus mit der Ansatzsehne an. Die Bursa subdeltoidea dehnt sich zwischen Humeruskopf, M. deltoideus und den Ansatzsehnen der Mm. infraspinatus und supraspinatus aus. Oft findet man die Bursa subacromialis und die Bursa subdeltoidea miteinander verschmolzen. Während der Elevation des Arms, d.h. das Seitwärtsheben über 90° gleiten der von der Supraspinatussehne bedeckte proximale Teil des Humeruskopfes sowie das Tuberculum majus humeri unter dem Schulterdach in Richtung Fossa supraspinata. Normalerweise, d.h. im gesunden Gelenk, werden keine Druckkräfte zwischen Schulterdach und dem von den Sehnen der Rotatorenmanschette bedeckten Caput humeri übertragen.

Um ein System in das Schultergelenk und seine Muskeln, Faszien und Bänder zu bringen unterteilt Cooper¹⁸ aufgrund anatomischer Studien die Schulter in 4 verschiedene Schichten. Er beschreibt die erste Schicht bestehend aus dem M. deltoideus und M. pectoralis major mit ihren Faszien. Die zweite Schicht aus der clavipectoralen Faszie, die Sehne des kurzen Bizepskopfes und dem M. coracobrachialis und dem coracoacromialen Ligament. Es folgt die dritte Schicht mit der tiefen Schicht der Bursa subdeltoidea und die muskulotendinösen Anteile des M. subscapularis, M. supraspinatus, M. infraspinatus und M. teres minor. Als tiefste Schicht, Schicht vier, beschreibt er die Kapsel des Schultergelenks inklusive der glenohumeralen Ligamente und dem coracohumeralen Ligament. Die oberflächlichen Schichten werden bei den untersuchten Individuen als bemerkenswert konstant beschrieben. Je tiefer aber die Schicht, desto mehr Variationen wurden beobachtet. Im speziellen zeigten in seiner Studie in Schicht vier das coracohumerale Ligament, die Kapsel und die Bursa subdeltoidea zahlreiche Unterschiede.

Histologische Arbeiten unterteilen die Kapsel des Schultergelenks ebenfalls in verschiedene Schichten. Clark¹² unterscheidet 5 verschiedene, histologisch verschiedene Ebenen, wobei der

Blutversorgung besondere Beachtung geschenkt wird (s. Abb 3). Er beschreibt Schicht eins, die oberflächlichste, bestehend aus Fasern des coracohumeralen Ligaments, welche sich vom Tuberculum majus des Humerus zum Coracoid zwischen den Sehnen des M. subscapularis und dem M. supraspinatus erstrecken. Hier sind große Arteriolen zu finden. Die zweite Schicht besteht aus parallel angeordneten Sehnenfasern des M. supraspinatus und M. infraspinatus, die zum Humerus ziehen. Arteriolen ziehen von der ersten Schicht in diese Schicht hinein. Schicht drei besteht aus dünneren Sehnenfasern als in Schicht zwei, die sich im Winkel von 45° kreuzen. Arteriolen sind ebenfalls vorhanden, jedoch deutlich kleiner als in Schicht eins und zwei. In der vierten Schicht befinden sich lose angeordnete Kollagenfaserbündel welche sich hauptsächlich auf der extra-artikulären Seite, d.h. auf der Oberfläche der Kapsel befinden, aber am Vorderrand des M. supraspinatus sich mit den Fasern des coracohumeralen Ligaments vermischen. Die einzige Blutversorgung besteht hier aus Kapillaren, welche sich nahe der extra-artikulären Fläche der Schulterkapsel befinden. Die fünfte Schicht, welche die eigentliche Kapsel des Schultergelenks darstellt, besteht aus kontinuierlichen, gewobenen Kollagenfasern und zieht sich vom medialen Labrum glenoidale zum lateralen Humerus, wo sie als Sharpey-Fasern in den Knochen eingehen.

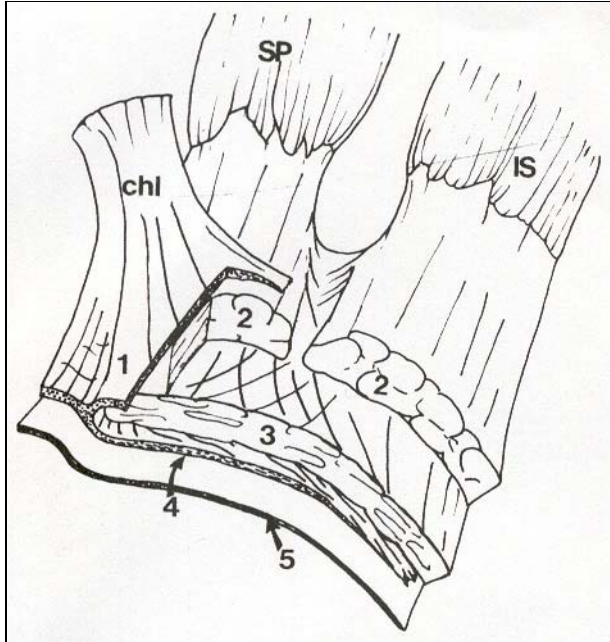


Abbildung 3: Schema eines in verschiedenen Schichten transversal angeschnittenen Schulterpräparates mit dem M. supraspinatus (SP) und M. infraspinatus (IS), dem coracohumeralen Ligament (chl) und den Schichten 1-5 nach Clark ¹²

Impingement-Syndrom und Rotatorenmanschettenruptur

Die Geschichte der Rotatorenmanschettenruptur beginnt wohl im Jahr 1834 mit der Beschreibung des Anatomen Smith⁷⁷. Er beobachtete und dokumentierte als erster Rupturen der Supraspinatussehne an 40 Schulterpräparaten. In 7 Fällen konnte er isolierte sowie kombinierte Schädigungen der Supraspinatussehne beobachten. Wenn ein ausgedehnter Befund vorlag, so waren in der Regel die Sehnen der angrenzenden Muskeln der Rotatorenmanschette (M.subscapularis, M.infraspinatus, M.teres minor) mitbetroffen. Im deutschsprachigen Raum war es Franz Freiherr von Pitha, Ordinarius für Chirurgie in Prag, welcher als erster Rotatorenmanschettenrupturen nach Schulterluxationen beschrieb. Dies lässt sich nachlesen im Lehrbuch der Chirurgie von G.Jössel^{47,48}. G.Jössel, ordentlicher Professor für Anatomie an der Universität Strassburg, veröffentlichte in den Jahren 1874 und 1880 die Ergebnisse seiner Sektionen bei habituellen Schulterluxationen und beschreibt in beiden Arbeiten Rupturen der Rotatorenmanschette im Zusammenhang mit Luxationen. Anhand anatomischer Studien in denen der Kölner Chirurg Bernhard Bardenheuer 1886 eine Supraspinatussehnenruptur beobachtete, behauptete er die Risse in der Rotatorenmanschette seien näher². Die erste operative Versorgung einer Rotatorenmanschettenruptur erfolgte im Jahre 1898 durch W.Müller⁶⁰. Er berichtete in seinem Vortrag auf dem XXVII. Chirurgenkongress zu Berlin als erster über die Vernähung des M.supraspinatus und M.infraspinatus. Georg Perthes schrieb 8 Jahre später, 1906 in seiner Arbeit „über Operationen bei habituellen Schulterluxationen“⁶⁷, über 3 Fälle mit Supraspinatussehnenruptur, welche mit U-förmig gebogenen Nägeln wieder an ihre ursprüngliche Stelle refixiert wurden. Er betrachtete den Abriss der Rotatorenmanschette als Hauptursache der Schulterluxation. Bis dahin wurde die Ruptur der Supraspinatussehne immer im Zusammenhang mit der Luxation gesehen. Als erster beschreibt Ernest Armory Codman im Jahre 1909 die Ruptur als eigenes Krankheitsbild¹⁴ und entwickelte seine „suture á distance“, indem er die beiden abgerissenen Enden des Supraspinatus wieder mit Seidenfäden vernähte. Charles Neer konstatierte in seinen Arbeiten^{61,62} das Impingement-Syndrom an der Schulter, d.h. die Enge zwischen Humeruskopf und dem Akromion durch die die Sehne des M.supraspinatus verläuft, als Hauptursachen des Schulterschmerzes und Ursache einer Ruptur der Supraspinatussehne. 1972 veröffentlichte Neer⁶¹ sein Verfahren der offenen Akromioplastik zur Erweiterung des subakromialen Raumes, das lange Zeit als Standardverfahren galt bis 1983 Harvard Ellman seine Technik der arthroskopischen Akromioplastik vorstellte und im Jahre 1987 in seiner Veröffentlichung von Ein- bis Dreijahres-Ergebnissen an 50 Patienten die Gleichwertigkeit dieses Verfahrens mit der von

Neer entwickelten offenen Technik nachweisen konnte ^{20,22}. Von da an begann sich die arthroskopische subakromiale Dekompression mehr und mehr durchzusetzen.

Im deutschsprachigen Raum findet man die erste Veröffentlichung über die operativ therapierte Supraspinatusruptur im Jahre 1922 von H.Buchholz aus Halle ⁹. Er hatte 1917, als Schüler Mikulicz, bei Codman in Boston hospitiert und einige Jahre später diese Methode in Deutschland als erster angewandt.

Die Patienten mit einem Impingement-Syndrom berichten anfänglich über leichte, ziehende Schmerzen in der Region des Deltamuskels, die nur nach Belastung, wie z.B. nach Überkopftätigkeiten oder ungewohnter schwerer körperlicher Arbeit, auftreten. Nach und nach nehmen diese Beschwerden zu und stellen sich während bestimmter Belastung ein und halten in Ruhe an. Typisch sind Bewegungsschmerzen bei zwischen ca.60- und 120gradiger Abduktion im Schultergelenk (painful arc, schmerzhafter Bogen), bei maximaler Innenrotation des Armes (wie beim Schürzengriff), nächtliche Schulterschmerzen mit Ausstrahlung zum Deltaansatz, Schmerzen bei längerem Liegen auf der betroffenen Schulter und Schwächegefühl bei Elevation des Arms.

Ätiologie der Rotatorenmanschettenruptur

Als Hauptursache der Rotatorenmanschettenruptur schlägt Neer ⁶² in seiner 1983 erschienenen Arbeit das subacromiale Impingement vor. Hierbei werden die subacromiale Bursa und die Rotatorenmanschette zwischen dem cranial liegenden coracoacromialen Bogen, welcher sich vom Akromion und dem Akromioklavikulargelenk über das Lig. coracoacromiale zum Proc.coracoideus spannt, und dem caudal liegenden Humeruskopf mit dem Tuberculum majus eingeklemmt.

Imhoff ⁴² unterscheidet bei der Entstehung des Impingements zwischen extrinsischen und intrinsischen Faktoren. Die extrinsischen Faktoren können nochmals unterteilt werden in ein primäres und sekundäres Impingement. Alle mechanischen Ursachen, welche zu einem Impingement führen, werden zum primären Impingement gezählt. Als Ursachen kommen hierbei Veränderungen im AC-Bereich, im Akromionbereich, im Bursabereich, an der Rotatorenmanschette, am Korakoid und am Humerus in Frage, welche im folgenden beschrieben werden.

1.1.6 Extrinsische Faktoren

Im AC-Bereich kommen bei ca. 30% der Patienten kongenitale und degenerative Veränderungen, wie Osteophyten und Kapselverdickungen im AC-Gelenksbereich vor. Die nach Bigliani⁵ eingeteilte Form des Akromions (s.Abb. 4) hat eine positive Korrelation mit Läsionen der Rotatorenmanschette. In seiner Arbeit beschreibt er den Akromion-Typ I als flach und bei 17% der Patienten vorkommend. Typ II ist leicht gebogen und kommt bei 43% vor, Typ III ist hakenförmig und kommt bei 40% vor. Insgesamt wiesen 73% der Patienten mit Rotatorenmanschettenruptur einen Akromion-Typ III auf.

Eine Einengung des subacromialen Raumes kann zusätzlich durch eine Entzündung oder postentzündliche chronische Verdickung der Bursa verursacht sein.

Durch Veränderungen der Rotatorenmanschette selbst, wie z.B. eine Verkalkung der Sehne bei Tendinitis calcarea oder postoperative Narben kann ebenfalls eine Enge im subakromialen Raum entstehen.

Der Proc. coracoideus kann durch kongenitale Veränderungen, posttraumatischen oder postoperativen Fehlstellungen zu einem veränderten Gleitvorgang führen. Ebenso wie im Bereich des Humerus nach Frakturen des Tub.majus oder einem Hochstand des Tub.majus, nach z.B. zu tief implantierter Humeruskopfprothese, zu einem mechanischen Impingement führen können.

Unter sekundärem Impingement wird ein Höherentreten des Humeruskopfes im Glenohumeralgelenk aufgrund einer Instabilität oder aufgrund einer unnatürlichen muskulären oder neurogenen Kontrolle der Rotatorenmanschette verstanden.

Bei häufigen Überkopfarbeiten und Kapsellaxizität kann es zum Höherentreten des Humeruskopfes kommen, wobei die Rotatorenmanschette an das coracoakromiale Ligament gedrückt wird. Eine primäre Instabilität entsteht z.B. durch eine Verletzung des Lig.glenohumeral inferior oder des Labrum glenoidale anterior. Durch die Dehnung des kapsuloligamentären Komplexes kann es insbesondere bei Außenrotations- und Abduktionsstellung zur vorderen Subluxation kommen. Läsionen der langen Bicepssehne können zu einer anterosuperioren Instabilität führen, was durch eine SLAP-Läsion (superior labral instability from anterior to posterior) zusätzlich verstärkt werden kann.

Unter neurogenen Ursachen kann man ein Engpasssyndrom im Bereich des N.suprascapularis oder eine Schädigung des N.thoracicus longus mit Ausfall des M.serratus anterior und konsekutiver Scapula alata zusammenfassen. Als Konsequenz kann hier das Glenoid nicht mehr in eine optimale Position gebracht werden.

1.1.7 Intrinsische Faktoren

Als intrinsische Faktoren werden primäre Veränderungen an der Sehne selbst zusammengefasst. Als Ursache kommen hierbei einklemmungsbedingte Minderdurchblutungen infolge Muskelschwäche, Überbeanspruchung und degenerativen Vorschäden vor. Vor allem entsteht in der Nähe der Insertion des M.supraspinatus ein einklemmungsbedingtes Impingement¹⁶.

Fukuda untersucht in seinen Arbeiten^{25,26} die Ruptur der Supraspinatussehne auf der der Bursa zugewandten Seite und die Ruptur innerhalb der Sehne. Als Ursachen der oberflächlichen bursaseitigen Rupturen beschreibt er das Alter und die Vaskularisation der Sehne, die wiederholte Bewegung des Armes über die Horizontale hinaus, Verletzungen und besonders das subakromiale Impingement. Die Ruptur innerhalb der Sehne führt er auf Scherkräfte in der Sehne zurück.

Das Problem der Mikrovaskularisation und damit der Minderperfusion wird von vielen Autoren beschrieben^{25,26,59,70,85}. Durch Injektionsstudien fand Rothman⁷⁵ eine hypovaskuläre Zone im sehnigen Anteil des M.supraspinatus. Mit zunehmendem Alter, so konstatiert er, nehme die Durchblutung in diesem Areal ab. Uthoff⁸¹ konnte zeigen, daß die meisten Risse in der Rotatorenmanschette an der Unterfläche entstehen und war deshalb der Ansicht, dass die äußeren Faktoren in der Pathogenese höchstens eine sekundäre Rolle spielen.

Die Durchblutung der Sehne erfolgt normalerweise zum einen von der Seite des Muskelbauches, also von medial her, durch Äste der A.subscapularis und A.suprascapularis, zum anderen von lateral über den Oberarmknochen von Ästen der A.circumflexa humeri anterior. Innerhalb der Supraspinatussehne sind in den bursaseitigen Sehnenanteilen mehr Gefäße vorhanden als an den artikulärseitigen. Die Problemzone besteht laut Codman¹³ im Bereich der Endstromgebiete der Anastomose dieser beiden Blutgefäße. Andere Autoren schreiben in Ihren Studien über intrinsische Tendopathien¹⁰ oder aber auch mehrere dieser Gründe als gleichwertige Hauptursachen der Ruptur⁸⁶.

Die von Neer vorgeschlagene Einteilung der Rotatorenmanschettenruptur^{61,62} in drei Stadien findet bis heute noch breite Verwendung.

Im ersten Stadium findet man eine lokale Entzündung mit Ödem und kleinen Hämorrhagien. Der subakromiale Raum ist verkleinert und eine zusätzlich begleitende Bursitis verhindert die Bewegung der Rotatorenmanschette. Unter adäquater Therapie und Ruhe sind in diesem

Stadium alle Veränderungen voll reversibel, sodaß keine radiologischen Zeichen oder Weichteilveränderungen sichtbar bleiben.

Im zweiten Stadium herrscht bereits eine chronische Entzündung durch rezidivierende Impingement-Symptomatik, sowie eine Fibrosierung und entzündliche Verdickung der Bursa und Vernarbungen an der oberflächlichen Schicht der Rotatorenmanschette, welche nicht mehr voll reversibel sind. Hier kann radiologisch gelegentlich eine leichte Sklerosierung des Tuberculum majus beobachtet werden. Die konservative Therapie ist in diesem Stadium schon weniger erfolgversprechend.

Im dritten Stadium betreffen die kleineren und größeren Risse bereits mehrere Schichten der Rotatorenmanschette und es sind ossäre Veränderungen am Tuberculum majus sowie knöcherne Ausziehungen an der anterolateralen Akromionecke im Verlauf des Ligamentum coracoacromiale sichtbar, welche durch das chronische Impingement erklärt werden. Im weiteren Verlauf bilden sich osteophytäre Reaktionen im Bereich des AC-Gelenks aus.

Die Klassifikation nach Bateman ³ orientiert sich rein an der Breite des Defektes. Unterschieden wird in 4 Gruppen, welche klein (<1 cm), mittel (1-3 cm), groß (3-5 cm) und massiv (>5 cm) benannt sind. Aktuell hat dieses Schema eine weite Verbreitung und wird häufig verwendet.

Die Vielfalt unter den angenommenen Ätiologien lässt erahnen, dass die Rotatorenmanschettenruptur kein einfach zu behandelndes Problem zu sein scheint. Wie oben zu sehen hat die Therapie der Rupturen ebenfalls eine Entwicklung seit der ersten Operation durch W.Müller 1898 durchgemacht. Wo am Anfang noch offene operative Verfahren standen ^{60,61} haben seit der Entwicklung der Arthroskopie ^{44,45,78} immer mehr Minimalinvasive Verfahren, bzw. Verfahren mit kleineren Zugängen das Feld übernommen. Auch heute noch ist die Therapie in der Entwicklung begriffen.

Epidemiologie und Inzidenz

Wenn man sich mit der Epidemiologie der Rotatorenmanschettenläsionen befasst, findet man in der Literatur verschiedene Angaben. In der Arbeit von Walch ⁸² an 1463 Individuen wird eine Inzidenz von Totalrupturen von 12,9% gefunden. Uthoff ⁸⁰ findet bei der Untersuchung von im Durchschnitt 59 Jahre alten Kadaverschultern eine Inzidenzrate von 20% Totalrupturen und 32% Partialrupturen. Das Alter des Patienten spielt bezüglich der Epidemiologie eine große Rolle. Während bei jüngeren Patienten kaum Läsionen beobachtet

werden, zeigen ältere Patienten eine positive Korrelation zur Defektgröße⁸². Auch Hattrup konstatiert, dass je älter das Patientenkollektiv, desto häufiger das Vorkommen einer Schädigung der Rotatorenmanschette³⁶. Das Durchschnittsalter für Patienten mit kompletter Supraspinatusruptur liegt zum Operationszeitpunkt bei 55 Jahren, wobei Männer doppelt so häufig betroffen sind wie Frauen⁸².

Therapiemöglichkeiten des Impingement-Syndroms

Aktuell stehen als Therapie für den Patienten und den Arzt im Falle einer Partialruptur der Supraspinatussehne neben der konservativen Therapie zwei Haupttherapiemöglichkeiten offen. Das ist zum einen der Mini-open-repair und zum anderen die arthroskopische subacromiale Dekompression (SAD).

1.1.8 Konservative Therapie

Nach einem diagnostizierten Impingement-Syndrom sollten zunächst konservative Therapiemaßnahmen über 3-6 Monate an erster Stelle stehen. Dabei soll eine Schmerzlinderung vor den Bewegungs- und Kräftigungsübungen erreicht werden. Zur Schmerzbehandlung stehen dabei mehrere Möglichkeiten offen:

- Lagerungsmöglichkeiten (z.B. ein Thoraxabduktionskissen oder der Schlingentisch)
- Krankengymnastische Übungsbehandlungen mit Dehnungs-, Pendel- und passiven Übungen
- Elektrotherapie, Iontophorese und Ultraschall
- Lockerungsmassagen, Querfriktionen
- Orale Schmerzmedikation wie z.B. Antirheumatika/Antiphlogistika
- Infiltrationstherapie

Nach der Schmerzlinderung wird nun übergegangen die Schulter mit mobilisierenden Maßnahmen zu behandeln. Passive Übung ist die manuelle Mobilisierung unter Narkose. Aktive Mobilisierung erfolgt im Bewegungsbad, mittels Ballübungen und Ergotherapie. Schließlich erfolgen Kräftigungsübungen mittels isometrischen und dynamischen, wie z.B. isotonen und isokinetischen Übungsverfahren. Das Ziel der konservativen Therapie ist es, einen nach kranial dezentrierten Humeruskopf durch Training der Außen- und Innenrotatoren sowie durch Adduktion wieder zu zentrieren. Insgesamt sollte die konservative Therapie zur Behandlung des Impingements bis zu 6 Monate fortgeführt werden⁴².

1.1.9 Operative Maßnahmen

Der Mini-open-repair ist eine Technik, welche erstmals im Jahre 1990 von Levy et al.⁵⁴ beschrieben wurde. Man versteht unter diesem Verfahren die arthroskopische subakromiale Dekompression und die anschließend offene direkte Naht der Partial- oder kompletten Ruptur der Supraspinatussehne. Vorteil ist hier die kleine Schnittlänge von ca. 4cm direkt über der Rupturstelle unter Vermeidung der sonst notwendigen Ablösung des Delta-Muskels vom Akromion.

Zu den Indikationen für die SAD zählt die verletzte Rotatorenmanschette, wobei u.a. die betroffenen rupturierten Muskeln, der akromiohumereale Abstand, das Alter und die compliance des Patienten in Betracht gezogen werden. Habermeyer³³ schlägt vor, bei einer Rotatorenmanschettenruptur mit einem akromiohumeralen Abstand (AHA) von über 7mm bei jungen Patienten eine Rekonstruktion durchzuführen, bei älteren jedoch eine arthroskopische subakromiale Dekompression. Bei einem AHA unter 7mm soll eine arthroskopische subakromiale Dekompression durchgeführt werden, es sei denn der Patient habe einen hohen Funktionsanspruch, sei gut motiviert und jüngeren Alters.

Bei intakter Rotatorenmanschette wird die SAD verwendet bei der Osteophytenbildung an der Unterfläche des Akromions (Traktionssporn), einem Typ III-Akromion nach Bigliani⁵ (s.Abb.4), der konservativ therapieresistenten Tendinitis und Bursitis, und der posttraumatischen Fehlstellung (<5mm) bei disloziert verheilten Tuberculum-majus-Fraktur³². Bei zusätzlicher oder isolierter Läsion der Rotatorenmanschette wird sie, genau wie die Mini-open-Technik, als operative Therapie verwendet.

1.1.10 Operationstechniken

Die Geschichte der Schulteroperationen hat seit der ersten Rotatorenrekonstruktion 1898 durch W.Müller^{60,67} eine Wandlung durchgemacht, wobei sich heute der klassische vordere „Akromioplastik“-Zugang nach Neer (anterolateraler Zugang) bei Operationen an der Rotatorenmanschette durchgesetzt hat^{16,57}. Hiermit gelingt eine exzellente Freilegung des Vorder- und Unterrandes des Akromions sowie der häufig rupturgefährdeten Bezirke im Bereich der vorderen Rotatorenmanschette und des Sulcus bicipitalis. Falls nötig kann, zusätzlich zum Standardzugang, durch eine Exzision des Akromioklavikulargelenks der Zugangsweg erweitert werden. Mit Ausnahme der isolierten Subscapularissehnenruptur, eignet sich dieser Zugang für sämtliche Eingriffe an der Rotatorenmanschette.

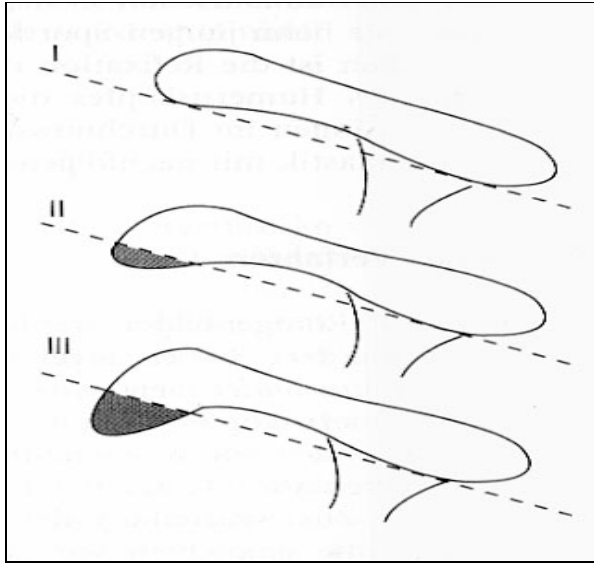


Abbildung 4: Akromiontypen nach

Bigliani

Typ I : flach

Typ II : gekrümmt

Typ III : hakenförmig

1.1.11 subacromiale Dekompression (SAD)

Die Technik der arthroskopisch assistierten SAD wird nach dem von Ellman²⁰ beschriebenen Verfahren durchgeführt. 1990 etabliert Imhoff⁴¹ den Holmium:YAG-Laser, um minimal invasiv Blutungen zu stillen, sowie Bursa- und Ligamentgewebe zu reseziieren.

Der Patient wird, analog zum mini-open-repair, in der beach chair position oder in Seitenlage gelagert. Die Standardportale für die Arthroskopie sind der posteriore (2 cm distal und 2 cm medial der posterolateralen Akromionrandes) und laterale (in Höhe des anterioren Drittels des Akromions von lateral betrachtet, ca.4-6 cm vom lateralen Rand entfernt.) Zugang. Nach einer routinemäßigen diagnostischen Arthroskopie um den Zustand der Rotatorenmanschette, des Akromions, des Lig.coracoacromiale und des AC-Gelenks zu beurteilen, erfolgt das Eindringen in den Subakromialraum. Über den lateralen Zugang wird das Periost entfernt und so die vordere Akromionunterfläche knöchern freipräpariert. Da die früher vorgenommene chirurgische komplette Banddurchtrennung des Lig. coracoakromiale zum Höherentreten des Humeruskopfes führt, verzichtet man auf die Durchtrennung. Dekomprimiert wird, über den lateralen Zugang, der in den Subakromialraum vordringende Knochensporn sowie der knöcherne Überhang, welcher die Vorderkante der Clavicula überragt und auf der axialen Röntgenaufnahmen zu sehen ist. Der Ansatz des M.deltoideus wird an der Akromionoberseite belassen. Die Resektion des Knochens erfolgt von lateral nach medial bis hin zum AC-Gelenk. Da das Resultat von dorsal oft nicht exakt beurteilt werden kann, wird gegen Ende der Operation die Optik nach lateral umgesteckt. So können mit dem von dorsal eingebrachten Shaver noch Unebenheiten beseitigt werden. Das Resultat ist erreicht, wenn der von dorsal eingebrachte Shaver plan der Akromionunterfläche aufliegt und somit ein

Akromion Typ III nach Bigliani in einen Typ I umgeformt wird ⁵. (OP-Beschreibung : Lessl W, Imhoff AB, aus: „Schulterinstabilität“ ⁴² & Habermeyer ^{32,33})

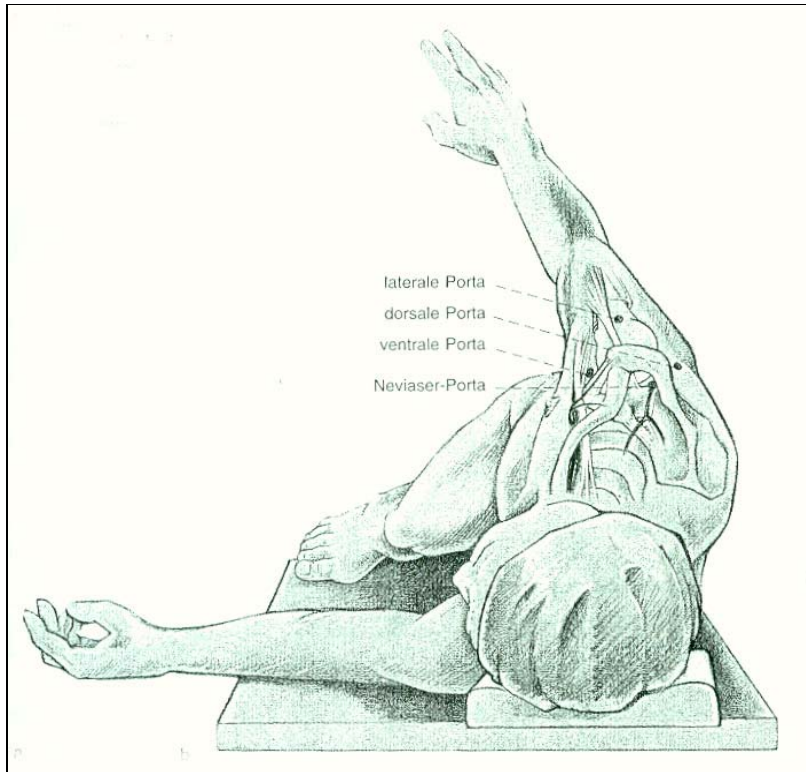


Abbildung 5: Das Schultergelenk mit seinen arthroskopischen Zugängen.

Die Schulterarthroskopie erfolgt wahlweise über den dorsalen und ventralen oder den dorsalen und lateralen Zugang. Der kraniale Zugang (Neviaser-Port) wird heute nur noch bei speziellen Indikationen benutzt. ³³

1.1.12 Mini-open-repair

Nach einer SAD wird, bei gegebener Indikationsstellung der Mini-open-repair durchgeführt ^{9,61,62,63}. Nach Ellman besteht die Indikation zur Naht der Sehne, wenn die Risstiefe mehr als die Hälfte der Sehne beträgt ^{21,22}. Die Schnittführung verläuft analog zum anterolateralen Zugang nach Neer (s.Abb.6), beginnt allerdings erst unterhalb des Akromionrandes und misst nur noch ca. 4 cm. Die Ablösung des M.deltoideus vom Akromion entfällt bei dieser Technik völlig ³¹.

Nach der arthroskopischen subacromialen Dekompression erfolgt der Hautschnitt in der Verlängerung der Fossa supraspinata über die Akromionecke entlang der Langer-Linien in der Richtung der Deltoideus-Fasern auf einer Länge von ca.3-4cm. Die Faszie wird in Richtung der Fasern des M.deltoideus inzidiert und der Muskel durch stumpfes Spreizen gespalten, so daß die Insertion intakt bleibt. Durch Innen- und Außenrotation des Armes kann die Ruptur nun gut eingestellt werden und hypertrophes Bursagewebe und nekrotische Sehnenränder können entfernt werden. Bei den selteneren Längsrissen der Supraspinatussehne, kann eine direkte Sehennaht erfolgen. Bei den meisten Nähten ist jedoch eine gute Sehnen-Knochen

Fixierung notwendig, welche nach Anfrischung des Tuberculum majus und transossärer Refixation der gerissenen SSP-Sehne durch Anker im Humeruskopf mit nicht resorbierbaren Ethibond 3' oder 6' Fäden mit oder ohne Titanplättchen erreicht werden kann. Intraoperativ kann nun noch geprüft werden, ob sich die rekonstruierte Rotatorenmanschette kontaktfrei unter dem Akromion bewegen lässt.

Da die Fasern des M. deltoideus mit Ausnahme der Spaltung nicht beschädigt, d.h. nicht von ihrer Fixierung am Akromion getrennt werden, ist dies im Vergleich zu herkömmlich offenen Operationen mit Ablösung des M. deltoideus vom Akromion, eine schonendere Methode. Bei Patienten mit einem Defekt kleiner als 3 cm kommt es mit dieser Methode zu besseren Ergebnissen und die Patienten haben schneller ihr altes Leistungsniveau erreicht ¹.

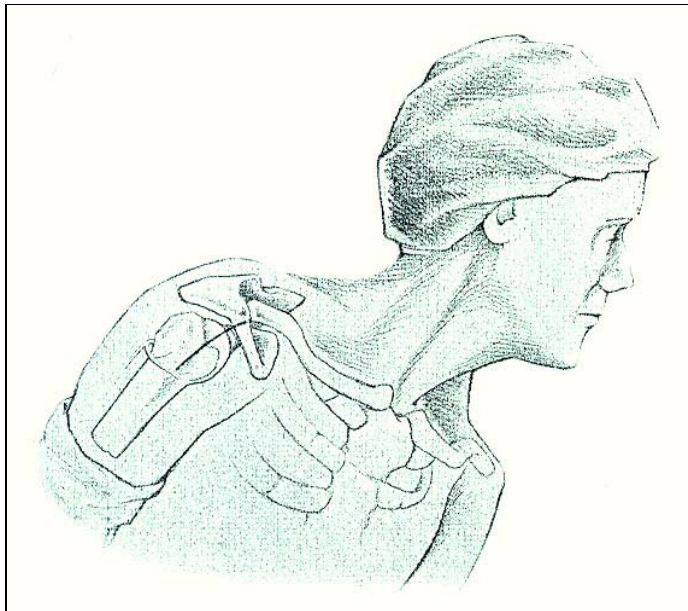


Abbildung 6: Anterolateraler Zugang beim Mini-open-Repair. Die Schnittführung beginnt unterhalb des vorderen Acromionecks und zielt auf den Sulcus intertubercularis. Durch die vorherige arthroskopische Durchführung der Acromioplastik kann der Schnitt kleiner ausfallen und misst ca. 4cm. ³³

Isokinetik

Der Begriff „Isokinetik“ stammt aus der griechischen Sprache und wird übersetzt mit iso = gleich und kinesis = Bewegung, womit eine gleichbleibende Bewegungsgeschwindigkeit während der Ausführung einer Bewegung gemeint ist. Das Konzept der Isokinetik wurde 1967 vom Biomechaniker James J. Perrine entwickelt ³⁹. Der Begriff Isokinetik beschreibt einen Prozess, in dem ein Teil des Körpers beschleunigt wird um eine vorher festgesetzte Geschwindigkeit gegen einen Widerstand zu erreichen. Unabhängig wie viel Kraft durch den Patienten aufgebracht wird, wird die Geschwindigkeit die vorher festgesetzte Maximalgeschwindigkeit nicht überschreiten. Das gemessene Drehmoment wird erzeugt, wenn versucht wird, die festgesetzte Geschwindigkeit zu übertreffen. An jedem Punkt der

Bewegung passt sich der Widerstand des Messgerätes genau der vom Patienten erzeugten Kraft an, d.h. auf jede Verringerung der Kraft, sei es durch Schmerzen oder Schwäche, wird mit einer sofortigen Verringerung des Widerstandes reagiert. Diese Kraftreduzierung wird aufgezeichnet und erlaubt Rückschlüsse, wo innerhalb der gesamten Bandbreite der Bewegung ein Defizit herrscht. Die gesamte Messprozedur läuft also trotz der variablen Kraft des Patienten mit derselben Geschwindigkeit. Zusätzlich lassen sich Aussagen über den Patienten durch die Reproduzierbarkeit der Messungen treffen. Normalerweise werden durch maximale Anstrengung bei wiederholter Messung gleichförmige Kurven aufgezeichnet, wohingegen bei submaximaler Anstrengung Kurven mit unterschiedlicher Form und Amplitude zu beobachten sind. Durch die Methode der Isokinetik wird eine Verletzung durch „Überladung“ des Muskels vermieden, da die durch den Muskel aufgebrauchte Kraft die einzige Größe ist, die den Widerstand der Maschine beeinflusst.

Die Messungen erfolgten unter diesen Gesichtspunkten mit dem Cybex-Norm-Isokinetik-Dynamometer (siehe dazu 2.1.4)

Fragestellung

In dieser Arbeit soll der Mini-open-repair und die subakromiale Dekompression miteinander verglichen werden. Dabei soll diese Arbeit zur Klärung folgender Fragen beitragen :

1. Reicht die alleinige SAD bei Patienten mit Rotatorenmanschettenruptur im Sinne einer Supraspinatussehnenpartialruptur aus, oder sollte zusätzlich ein Mini-open-repair erfolgen?
2. Wie hoch ist die postoperative Kraftentwicklung bei Patienten mit isolierter partieller Supraspinatusruptur bei a) SAD therapierten Patienten und b) Mini-open-Repair therapierten Patienten im Vergleich zu c) Schultergesunden Probanden?
3. Welche Unterschiede zeigen sich in Bezug auf die Beweglichkeit der operierten Schulter zwischen diesen drei Gruppen?
4. Gibt es Unterschiede in Bezug auf die postoperativen Schmerzen bei beiden Operationsverfahren?

Die Beantwortung dieser Fragen könnte einen Hinweis darauf geben, welche Operationsverfahren bei der Diagnose „isolierte Supraspinatussehnenruptur“ Vorteile oder auch Nachteile in Bezug auf Kraftentwicklung, Beweglichkeit, und postoperativer Schmerz bieten.

2 Material und Methoden

Patientengut

Insgesamt wurden in dieser Studie 50 Patienten untersucht. (n=22 Mini-open-repair-Patienten, n=28 gesunde Kontrollpersonen). Zusätzlich wurden diese Daten mit bereits vorhandenen Werten von 30 Patienten (16 weiblich, 14 männlich) verglichen, die eine subacromiale Dekompression (SAD) erhalten hatten.

2.1.1 Mini-open-Patientengruppe

Insgesamt wurden 22 Patienten (13 männlich, 9 weiblich) postoperativ nachuntersucht. Einschlusskriterium war eine nachgewiesene, nichttraumatische, isolierte Supraspinatussehnenpartialruptur. Es wurde bei allen untersuchten Patienten ein Mini-open-repair der Supraspinatussehne (SSP) an einer Schulter nach SSP-Partial-Ruptur durchgeführt. (13 an der dominanten Seite, 9 an der nichtdominanten Seite) (zur Operationsmethode siehe 1.6.3). Das Durchschnittsalter aller Mini-open-repair- Patienten betrug 55,2 Jahre (53,9 bei männlichen, 57 bei weiblichen Patienten, 37 bis 68 Jahre). Patienten, bei denen sich intraoperativ Affektionen anderer Muskeln in der Rotatorenmanschette (M.infraspinatus, M.subscapularis) zeigten, wurden nicht in die Studie mit aufgenommen. Mindest-follow-up war 6 Monate. Die mittlere Nachuntersuchungszeit betrug 18,8 Monate (von 12 bis 28 Monaten).

2.1.2 SAD-Patientengruppe

Von Oktober 1998 bis September 1999 erfolgte die Nachuntersuchung von 31 Patienten bzw. 33 Schultern, da zwei Patienten an beiden Schultern subakromial dekomprimiert wurden. Alle Patienten hatten eine magnetresonanztomographisch (MRT) nachgewiesene isolierte Supraspinatussehnenpartialruptur mit einem Impingement-Syndrom. Das Durchschnittsalter der SAD-Patienten betrug 50,0 Jahre (zwischen 29 und 69 Jahren). Der Nachuntersuchungszeitraum betrug im Durchschnitt 19,43 Monate. Das kürzeste Follow-up betrug 10 Monate, das längste 37 Monate.

2.1.3 Kontrollgruppe

Die Kontrollgruppe bestand aus 28 klinisch und anamnestisch schulterasympptomatischen Probanden im Alter von 20 bis 82 Jahren (Durchschnitt 43,5 Jahre; Geschlechtsverteilung : 16

männlich, 9 weiblich). Personen mit Schultersymptomatik, (Schmerzen, Operationen an der Schulter, andere klinische Auffälligkeiten), wurden nicht in die Kontrollgruppe aufgenommen. Die Tabellen 1, 2 und 3 zeigen eine Übersicht der drei Gruppen

Tabelle 1: Liste der gesunden Kontrollgruppe

KontrollNr.	Alter zum Zeitpunkt der Untersuchung	Geschlecht
1	23	W
2	25	W
3	25	W
4	46	W
5	49	W
6	57	W
7	56	W
8	40	W
9	55	W
10	29	M
11	26	M
12	20	M
13	35	M
14	28	M
15	39	W
16	64	M
17	41	M
18	48	M
19	72	M
20	57	M
21	82	M
22	59	M
23	37	M
24	35	M
25	39	M
26	43	M
27	30	W
28	58	W

= 43,5

M:W=16:12

Tabelle 2: Liste der Mini-open-Gruppe

Pat.Nr.	Alter zum Zeitpunkt der Untersuchung	Geschlecht	Nachuntersucht nach x Monaten
1	62	M	23
2	43	M	16
3	53	W	28
4	59	W	14
5	49	M	22
6	59	M	18
7	44	M	13
8	57	M	17
9	35	M	12
10	64	M	12
11	59	W	15
12	57	M	23
13	59	M	24
14	58	M	23
15	57	M	20
16	64	W	19
17	69	W	20
18	49	W	15
19	50	W	17
20	56	W	28
21	55	W	17
22	56	M	18

= 55,2

M:W=13:9

= 18,8

Pat.Nr.	Alter zum Zeitpunkt der Untersuchung	Geschlecht	Nachuntersucht nach x Monaten
1	63	W	16
2	51	W	26
3	56	W	20
4	42	W	20
5	42	W	14
6	51	M	21
7	53	W	18
8	45	M	17
9	52	M	22
10	62	M	21
11	49	M	12
12	54	M	23
13	32	M	17
14	32	M	10
15	51	M	23
16	39	M	23
17	29	W	26
18	40	W	17
19	41	W	15
20	51	W	38
21	38	W	12
22	55	W	27
23	70	W	15
24	51	M	19
25	46	M	12
26	57	W	20
27	37	W	18
28	60	W	17
29	45	W	19
30	68	M	30
31	56	M	18
32	59	M	14
33	59	M	17

= 49,6 M:W=16:17 = 19,3

Tabelle 3: Liste der Patienten, die einer subakromialen arthroskopischen Dekompression unterzogen wurde.

2.1.4 Cybex-Dynamometer

Für die Kraftmessung wurde das Cybex-Norm-Isokinetik-Dynamometer (Cybex, Division of Lunex, Inc., Ronkonkoma, NY, U.S.A.) benutzt. Beim Cybex-Norm-System handelt es sich um ein isokinetisches Mess- und Rehabilitationsgerät, mit dem man einzelne Gelenke und Muskelgruppen hinsichtlich Kraft und Beweglichkeit prüfen kann (s.Abb.7). Da in dieser Studie das Cybex zu Messzwecken genutzt wurde, wird hier nicht weiter auf die Rehabilitationsmöglichkeit eingegangen. Das mechanische Messsystem ist an einen Computer angeschlossen, mit dem die gemessenen Werte grafisch und als Zahlenwerte dargestellt werden können. Durch die Software kann u.a. das Bewegungsausmaß und die Winkelgeschwindigkeit des Messarmes eingestellt werden. Durch verschieden große Messarme, die an das Gerät (an den Messdynamometer, s.Abb.7) angebracht werden und durch Drehung des Sitzes und des Dynamometers können verschiedene Gelenke (u.a. Knie-, Sprung-, Hüft-, Schulter-, Ellenbogen- und Handgelenk) untersucht werden. Hier wurde das Schultergelenk untersucht.

Die Winkelgeschwindigkeit ist die Geschwindigkeit mit der sich der Messarm durch den Patienten maximal bewegen lässt. Sie ist beschrieben als Winkelgrade pro Sekunde „x°/Sek“. In der Literatur sind zur Messung der Isokinetik an der Schulter verschiedene Winkelgeschwindigkeiten beschrieben. (langsam 60°/Sek bis schnell 300°/Sek)^{27,58}. Cahalan¹¹ stellt in seiner Studie eine „Data-Base“ von 50 gesunden Patienten (26 männlich, 24 weiblich), d.h. ohne Erkrankungen an den oberen Extremitäten und mit nicht eingeschränkter Beweglichkeit im Alter zwischen 21 und 40 vor. Hierbei benutzt er Winkelgeschwindigkeiten von 0°, 60°, 180° und 300° pro Sekunde. Die männlichen Patienten zeigten in allen Bewegungsrichtungen und –geschwindigkeiten eine signifikant höhere Kraft als die weiblichen Patienten. Das gemessene Kraftmaximum (Peak Torque) beschreibt er am höchsten bei der Schulterextension, gefolgt von der Adduktion, Flexion, Innenrotation, Abduktion und Außenrotation.

Gallagher²⁷ vergleicht in seiner Studie zwei Altersgruppen, welche er am Cybex-Dynamometer hinsichtlich der Kraft, des Kraftmaximums und der geleisteten Arbeit bei 60°/Sek und 120°/Sek untersucht. Die Gruppe der Älteren (50 bis 60jährigen) zeigt signifikant schlechtere Ergebnisse in allen Bewegungsrichtungen und beiden Messgeschwindigkeiten für die Kraft, das Kraftmaximum und die Arbeit im Vergleich zur jüngeren Gruppe der 20 bis 30jährigen.

Es zeigt sich, dass bei hohen Winkelgeschwindigkeiten niedrigere „maximale Drehmoment“-werte (Peak Torque) erreicht werden⁵². Davies¹⁹ empfiehlt 30°/Sek, 45°/Sek und vor allem 60°/Sek als Optimum für Normalpersonen. In dieser Studie wurde eine Winkelgeschwindigkeit von 60°/Sek bei den Messungen verwendet.

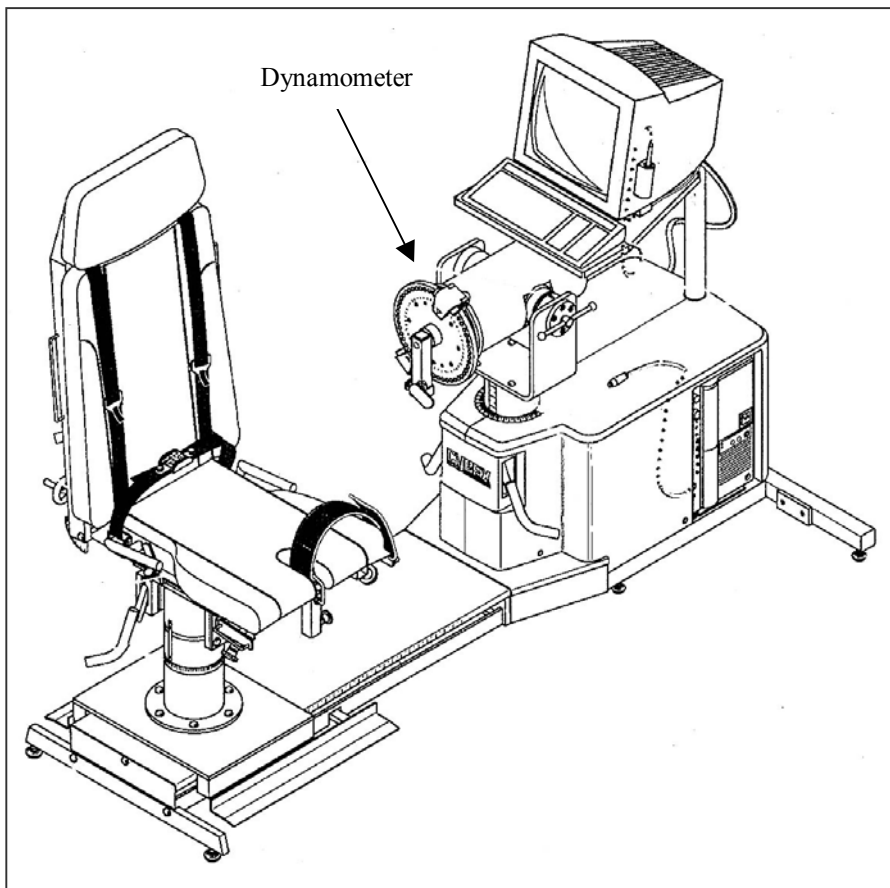


Abbildung 7: Das

Cybex-Norm.

Der verstellbare Sitz und das verstellbare Dynamometer sind gekoppelt an einen Computer. Die an den Dynamometer einsetzbaren Messarme sind im Bild nicht angebaut. (Quelle: Handbuch des Cybex-Norm)

2.1.5 Messvorgang

Um alle Versuchspersonen miteinander vergleichen zu können, wurde darauf geachtet, möglichst standardisierte Messungsbedingungen zu schaffen. Dies wurde erzielt durch die Einhaltung einer konstanten Sitzposition während der Messung. (Die Hüfte und die Schultern sollten während der Messungen am Sitz des Cybex-Norm anliegen.) Um Interferenzen mit anderen Muskelgruppen zu vermeiden, sollte die zu messende Bewegung aus dem Schultergelenk heraus erfolgen, ohne Einbeziehung des restlichen Rumpfes. Zum anderen wurde eine Standardisierung erreicht durch Einhaltung vorher festgelegter Winkelbereiche, in

denen die Messung stattfand. Dies wurde durch Probebewegungen am Gerät vor der eigentlichen Messung geübt. Nach maximal 5 Probeübungen wurde eine Pause von mindestens 30 Sekunden eingehalten um die Messung durch Ermüdung der Muskeln nicht zu verfälschen. Die Patienten wurden instruiert, die jeweilige Übung mit maximaler Kraft und Geschwindigkeit durchzuführen. Alle Mini-open-Patienten und die gesunde Vergleichsgruppe wurden von der gleichen Person untersucht.

Es wurde auf jeweils beiden Seiten gemessen:

1. Abduktion
2. Außenrotation/Innenrotation bei 30° Abduktion.

1. Die Abduktion wurde in einem Winkelbereich von 10°-90°, ausgehend von der Neutral-Null-Methode, gemessen. Der Arm war während den Messungen im Ellenbogen gestreckt bis maximal 5° leicht gebeugt. Die Adduktion wurde ebenfalls gemessen aber nicht in die Auswertung miteinbezogen, da sie hauptsächlich die Kraft des M.laticissimus dorsi und der Mm.pectoralis major et minor wiedergibt und nichts über den M.Supraspinatus aussagt

2. Die Außenrotation/Innenrotation wurde bei 30° Abduktion, in einem Winkelbereich von -15° bis 60° gegenüber der Neutralnullstellung gemessen. Hierbei wurde der Ellenbogen am Gerät fixiert um ein Herausrutschen während der Übung zu vermeiden.

2.1.6 ausgewertete Daten des Cybex-Norm

Auf alle Kategorien von Daten, die das Cybex-Norm-Dynamometer in der Lage ist aufzuzeichnen, soll hier nicht weiter eingegangen werden. Die gesamte Anzahl der gemessenen Daten bei Messungen am Gelenk wurde bisher in keiner Studie komplett ausgewertet. Verschiedene Studien verwerten jeweils verschiedene Daten : maximales Drehmoment (peak torque), Durchschnittsdrehmoment, durchschnittliche Leistung, Winkel des maximalen Drehmoments, Gesamtarbeit, durchschnittliche Arbeit^{11,24,52,53,56,79,83}.

In dieser Studie wurden das maximale Drehmoment und die Winkel des maximalen Drehmoments unter den verschiedenen Gruppen verglichen, um eine Aussage über die Kraftentwicklung machen zu können.

Röntgen

Die Patienten wurden jeweils prä- und postoperativ an der betroffenen Schulter mit einem Röntgengerät der Marke Philips Super 80CP geröntgt. Die Bilder wurden mit einem Röntgenbildentwickler der Marke Kodak X-omat Multiloader 300 entwickelt.

2.1.7 Röntgenaufnahmen

Es wurden jeweils folgende Aufnahmen angefertigt: a.p.-Aufnahme, die Scapula-Y-Aufnahme und outlet-view nach Morrison und Bigliani ⁵.

2.1.8 Röntgenbefunde

Auf diesen Aufnahmen wurde auf typische radiologische Veränderungen prä- und post-OP geachtet (s.Appendix II). So z.B. Veränderungen im Bereich des Tuberculum majus, wie z.B. Zysten, Sklerosierungen, Abflachung, eventuelle Osteophyten im Bereich der lateralen Clavicula oder der Akromionspitze, Erosionen an der Akromionunterfläche, oder Sehnenverkalkungen im Bereich der Rotatorenmanschette. Zusätzlich wurde der akromiohumorale Spalt auf den Röntgen-a.p.-Aufnahmen prä- und post-OP ausgemessen und der Humeruskopfstand beurteilt.

Klinische Untersuchung

Die Patienten wurden alle, zusätzlich zur isokinetischen Messung und zum Röntgen, klinisch untersucht.

Dazu wurden folgende Schultertests und Verfahren verwendet ^{33,76} :

2.1.9 aktive Beweglichkeit

Die Patienten wurden im Stehen mit entkleidetem Oberkörper aufgefordert, den Arm maximal zu flektieren, extendieren, maximal zu abduzieren, zu adduzieren sowie maximal (in Adduktion) eine AR und IR durchzuführen. Die sich ergebenden Winkelgrade wurden per Winkel-Lineal gemessen und in der Neutral-Null-Methode notiert.

2.1.10 passive Beweglichkeit

Alle Bewegungen (siehe 2.3.1) wurden wiederholt, indem der Untersucher den Arm des Patienten passiv in alle Bewegungsebenen führte. Die Winkelgrade wurden ebenfalls in der Neutral-Null-Methode notiert.

2.1.11 0°-Abduktionstest (Supraspinatusstarterfunktion)

Die Abduktion des Arms wird vorwiegend durch den M.supraspinatus und den M.deltoideus eingeleitet. Um den Anteil der Starterfunktion des SSP zu überprüfen wird der 0°-Abduktionstest durchgeführt. Hierbei soll der Arm in 0° Abduktion gegen den Widerstand des Untersuchers, der hinter dem Patienten steht, abduziert werden.

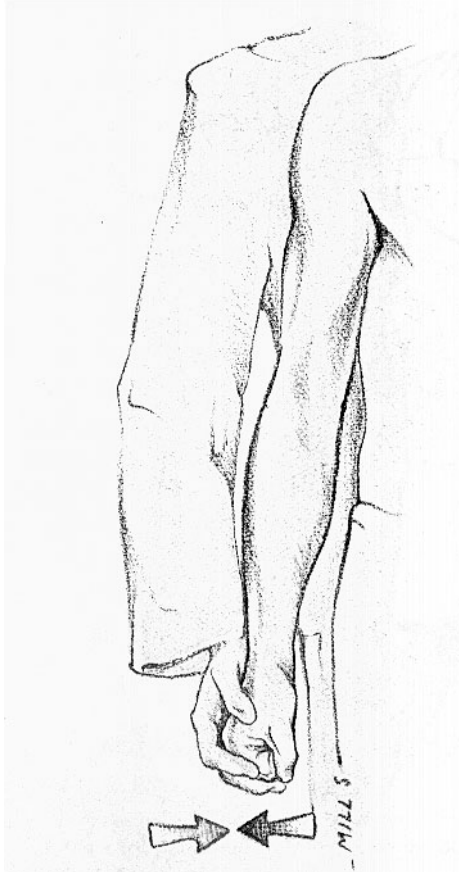


Abbildung 8: Null-Grad-Abduktionstest³³



Abbildung 9: Hawkins-Kennedy-Test³³

2.1.12 Hawkins-Kennedy-Test

Mit diesem Test kann ein subakromiales Impingement der Schulter am anterolateralen Akromion festgestellt werden. Hierbei wird bei mittlerer Flexionsstellung des Arms eine forcierte Innenrotation durchgeführt. Hierbei ist die enge anatomische und funktionelle Nachbarschaft der Bursa subacromialis, der Rotatorenmanschette und der langen Bicepssehne zu beachten, da es in diesen Strukturen oft zu einer gemeinsamen Pathologie kommen kann.

2.1.13 Jobe-Test

Der Patient muss beim Jobe-Test gegen den Widerstand des Untersuchers bei 90° Schulterabduktion, 30° Horizontalflektion (Arm befindet sich in der Skapulaebene) und Pronation des Unterarms (Daumen zeigen nach bodenwärts), den Arm kranialwärts drücken. Bei Schmerzangabe ist das Testergebnis positiv. Das Vorliegen einer Kraftminderung kann ein Hinweis für eine Läsion des M.supraspinatus sein, allerdings ist der Test nicht spezifisch für diesen Muskel, da der M.deltoideus bei dieser Bewegung ebenfalls eine nicht zu vernachlässigende Rolle spielt.

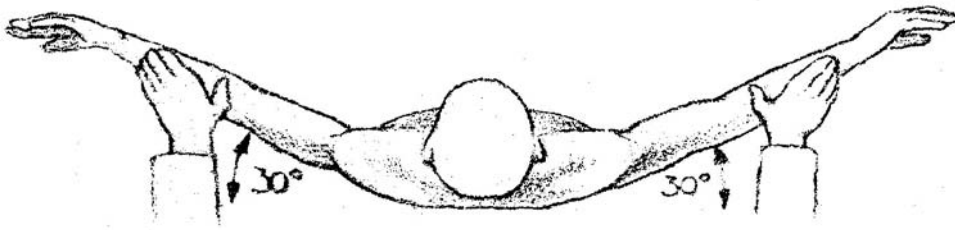


Abbildung 10: Jobe-Test

(Quelle: Habermeyer, Schweiberer: Schulterchirurgie³³)

2.1.14 Painful-Arc

Der schmerzhafte Bogen (painful arc) ist ein Schmerz, der angegeben wird, wenn der Arm von 0° aus der Neutral-Null-Stellung bis zur maximalen Abduktion (normalerweise 180°) aktiv bewegt wird. Hierbei kann der Schmerz streckenweise auftreten und beim Weiterbewegen des Armes wieder verschwinden, oder aber im gesamten Bewegungsausschlag vorhanden sein. Beim passiven Führen des Armes ist kein Schmerz auszulösen. Je nach Winkel des ausgelösten Schmerzes können Rückschlüsse auf die Ursache gezogen werden. So ist ein endgradiger Schmerz im Bereich >120° Abduktion hinweisend auf eine Acromio-Clavicular-Gelenks-(ACG-)pathologie. Ein Schmerz im Bereich 60°-120° ist typisch für ein Impingement-Syndrom. Hierbei werden subacromiale Strukturen, vorwiegend der SSP, zwischen Akromion und Humeruskopf komprimiert.

2.1.15 Gerber-Test

Um die Funktion des M.subscapularis (SSC) zu testen wird nach Gerber der Arm in 90° Ellenbogenflexion und 0° Schulterabduktion gegen Widerstand innenrotiert. Der Untersucher steht hinter dem Patienten und hält mit gestreckten Armen gegen die Innenrotation des Patienten.

2.1.16 Lift-off-Test

Ein weiterer Test für die SSC-Überprüfung ist der Lift-off-Test. Hier wird der Arm zum Schürzengriff innenrotiert und die Hand dann gegen den Widerstand des Untersuchers nach dorsal, d.h. vom Rumpf weggedrückt. Um die fälschliche weitere Dorsalflexion des Oberarms auszuschließen, kann der maximal innenrotierte und dorsal flektierte Arm auch durch den Untersucher vom Rumpf entfernt werden, der Arm ist dann vom Patienten in dieser Position zu halten. Dies entspricht einer maximalen Innenrotation und entsprechend einer maximalen Verkürzung des SSC. Ein negativer Test, d.h. der Patient kann die angegebene Position nicht halten, ist pathognomonisch für eine Ruptur der SSC-Sehne. Bei einer kompletten Ruptur der SSC-Sehne kann bei diesem Test der Arm passiv über die normal maximalen 90° nach außen rotiert werden.

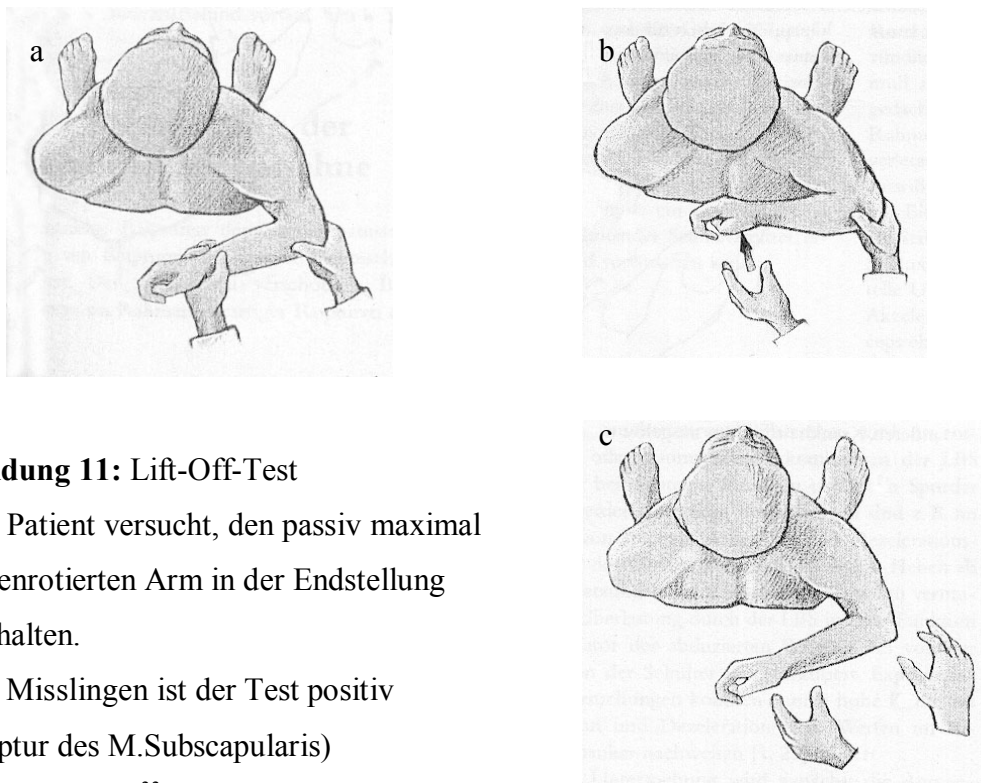
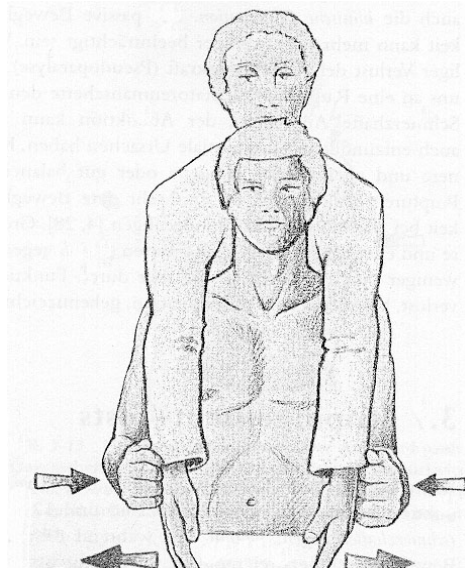


Abbildung 11: Lift-Off-Test

- a) der Patient versucht, den passiv maximal innenrotierten Arm in der Endstellung zu halten.
- b) bei Misserlingen ist der Test positiv (Ruptur des M.Subscapularis)
- c) negativer Test³³

Abbildung 12: Gerber-Test³³



2.1.17 Prüfung auf Druckschmerz über dem Acromioclaviculargelenk (ACG)

Der Untersucher steht hinter dem Patienten und versucht durch Druck auf das ACG einen Schmerz auszulösen.

2.1.18 Horizontaladduktionstest

Falls durch Druck von außen auf das ACG kein Schmerz auszulösen ist, kann eine Pathologie des Gelenks mit dem Horizontaladduktionstest überprüft werden. Eine Schmerzprovokation erfolgt bei positivem Test durch passive Adduktion des Armes in der Horizontalebene vor dem Körper in Richtung der Gegenschulter. In Modifikation kann durch den Lokalanästhetikum-Test, durch lokale Infiltration des Gelenks, der Schmerz ausgeschaltet werden.

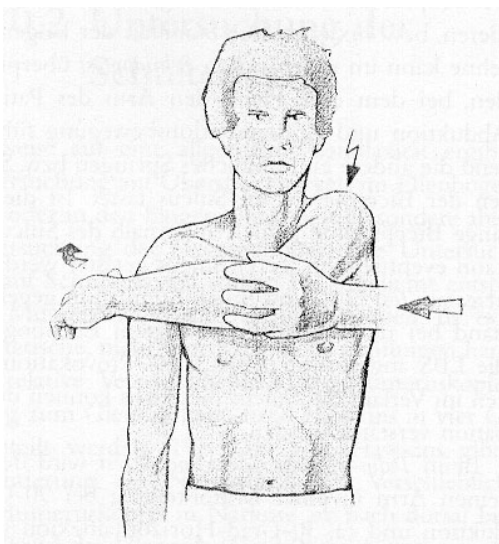


Abbildung 13: Horizontaladduktionstest³³

2.1.19 Palm-Up-Test

Der Palm-Up- oder auch Speed-Test wird verwendet um die lange Bizepssehne zu überprüfen. Hierbei wird der Patient aufgefordert bei 90° abduzierten, 30° horizontalflektierten Armen in Supinationsstellung der Unterarme, gegen den Widerstand des Untersuchers beide Arme nach kranialwärts zu drücken. Der Test fällt positiv aus, falls Schmerzen im Bereich des Glenoids bestehen oder ein starker Kraftunterschied zwischen linker und rechter Schulter auffällt. Da u.a. ein großer Teil der Kraft bei dieser Bewegung von der langen Bizepssehne ausgeht, ist ein positiver Test ein Hinweis auf einen Defekt im Bereich dieser Sehne.

2.1.20 Kraftgrade

Die quantitative Beurteilung der Kraft erfolgte unter Nutzung der Skala des British Medical Research Council. Die Einteilung erfolgte jeweils für die Abduktion, Adduktion, Innen- und Außenrotation.

Tabelle 4: Skala zur Einschätzung der Kraft (British Medical Research Council)

0	keine Muskelaktivität
1/5	Sichtbare Muskelkontraktion ohne Funktion
2/5	Bewegung unter Ausschluss der Schwerkraft
3/5	Bewegung gegen die Schwerkraft
4/5	Bewegung gegen Widerstand
5/5	Normale Kraft

modifizierter Constant-Score

Bei jedem Schulterkranken Patienten wurde prä- und postoperativ der Constant-Score¹⁷ anhand eines Fragebogens erhoben (siehe Appendix I). In diesem Fragebogen werden folgende Punkte berücksichtigt: Schmerzen, der Aktivitätslevel, die Funktion bzw. Positionierung des Arms, die Beweglichkeit in der Flexion und Abduktion, die Beweglichkeit in Innen- und Außenrotation. Insgesamt sind maximal 75 Punkte zu erreichen. Im Originalfragebogen sind maximal 100 Punkte zu erreichen. Die Differenz zum

Originalfragebogen kommt zustande durch Weglassen einer im Originalbogen vorhandenen Kraftprüfung bei Abduktion des Armes. Die grobe Kraftprüfung des Fragebogens in nur einer Ebene wurde in der Studie ersetzt durch eine differenziertere Messmethode, welche durch das Cybex-Norm möglich ist. Die genaue Punktevergabe erfolgte nach den im Anhang I einsehbaren Kriterien.

statistische Auswertung der Daten

Die gesammelten Daten wurden mit SPSS V10.0 ausgewertet. Für jeweils die Abduktion, die Außenrotation und die Innenrotation wurden für 1. die maximalen Drehmomente und 2. die Winkel die Mittelwerte, der Median, Minimal- und Maximalwert, Standardabweichung und Standardfehler des Mittelwerts bestimmt. Die gemessenen Daten des Cybex-Norm (siehe 2.1.6) waren nicht normalverteilt. Um zu prüfen, ob die Messungen signifikant unterschiedlich sind, wurde daher der Mann-Whitney-U-Test für unverbundene Stichproben verwendet. Es wurde mit einem 95% Konfidenzintervall gerechnet. Das Signifikanzniveau wurde bei $p < 0,05$ festgelegt.

3 Ergebnisse

Da die Werte der gemessenen Drehmomente und gemessenen Winkel nicht normalverteilt waren, wurde bei allen Daten der Mann-Whitney-U-Test für unverbundene Stichproben zur Prüfung der Signifikanzen verwendet. Die Berechnung erfolgte mit dem Programm SPSS V10.0.

Cybex-Drehmomente

Ausgewertet wurden von allen Daten welche das Cybex-Norm-Dynamometer während einer Messung aufzeichnet der „peak torque“ in Newtonmeter [Nm], d.h. das maximale Drehmoment und der Winkel der maximalen Kraft in Grad [°] im vorgegebenen Bewegungsraum (siehe 2.1.5). Zur Vereinfachung und zum Vergleich sind den Ergebnissen der gemessenen gesunden Probanden und den gemessenen Mini-open-Patienten die Daten der SAD-Patienten zugefügt. Die Abkürzungen unter den Tabellen bezeichnen jeweils:

- D.ABD = Dominante Schulter, Abduktion
- D.AR = Dominante Schulter, Außenrotation
- D.IR = Dominante Schulter, Innenrotation
- ND.ABD = Nichtdominante Schulter, Abduktion
- ND.AR = Nichtdominante Schulter, Außenrotation
- ND.IR = Nichtdominante Schulter, Innenrotation

Die Aufteilung der Messwerte erfolgt in den Kategorien „männlich“ und „weiblich“ und „operiert an der dominanten Schulter“ und „operiert an der nicht-dominanten Schulter“. Die Aufteilung der Ergebnisse nach Geschlecht wird in verschiedenen Studien angewandt und ist sinnvoll, da sie die Kraftunterschiede von Männern und Frauen mit berücksichtigt^{11,50,52,53,58}. Aus diesen Unterteilungen ergeben sich die folgenden Untergruppen des Gesamtkollektivs:

3.1.1 maximale Drehmomente des Gesamtkollektivs

Die Ergebnisse der Drehmomente des Gesamtkollektivs umfasst alle Personen, männlich und weiblich. In den Grafiken sind jeweils die Mittelwerte aufgetragen. Es ergeben sich in dieser Gruppe für alle untersuchten Personen Fallzahlen von $n=28$ für die Gesunden, $n=22$ für die Mini-open-Patienten und $n=30$ für die untersuchten SAD-Patienten. Die dunkel untermalten Felder in der Mittelwert-Tabelle markieren die jeweils statistisch signifikant unterschiedlichen Werte. Die Fehlerbalken geben die Varianz der Messwerte wieder. (Varianz = Wurzel der Standardabweichung). Gerechnet wurde mit einer Signifikanz bei $p<0,05$.

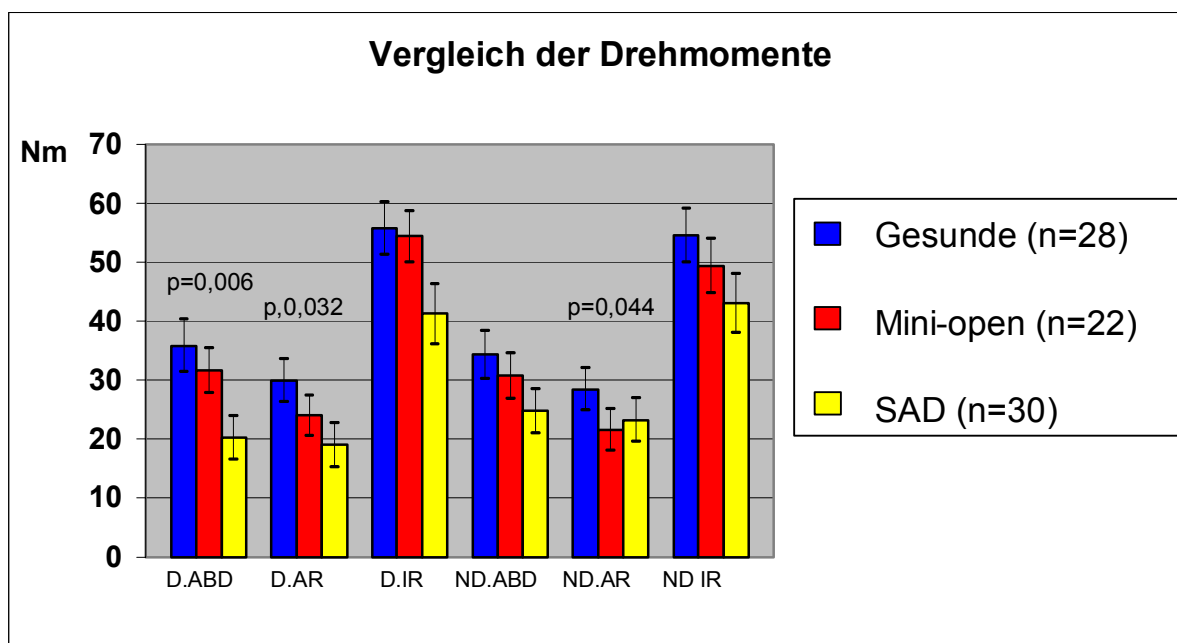


Abbildung 14: Vergleich der Drehmomente

Gesamt	D.ABD	D.AR	D.IR	ND.ABD	ND.AR	ND.IR
Gesunde (n=28)	35,8	29,9	55,7	34,3	28,5	54,5
Mini-open (n=22)	31,7	24	54,4	30,7	21,6	49,4
SAD (n=30)	20,9	21,1	45,8	25,8	23,2	43

Im Gesamtkollektiv ergeben sich statistische signifikante Unterschiede in der Abduktion auf der dominanten Schulter (D.ABD) zwischen den Gesunden Probanden und den SAD-Patienten ($p=0,006$). Weiterhin signifikant unterschiedlich ist die Außenrotation an der dominanten Schulter zwischen den Gesunden und den SAD-Patienten ($p=0,032$) und die Außenrotation an der Nichtdominanten Schulter (ND.AR) zwischen den Gesunden und den Mini-open-Patienten ($p=0,044$). Alle Unterschiede der anderen Werte waren nichtsignifikant.

3.1.2 maximale Drehmomente der Männer

In dieser Gruppe sind nur die Männer jeweils für die dominante und die nichtdominante Schulter ausgewertet. Alle 3 Gruppen (Gesunde, Mini-open-Patienten und SAD-Patienten) sind in der Grafik mit den Mittelwerten und den Varianzen aufgetragen.

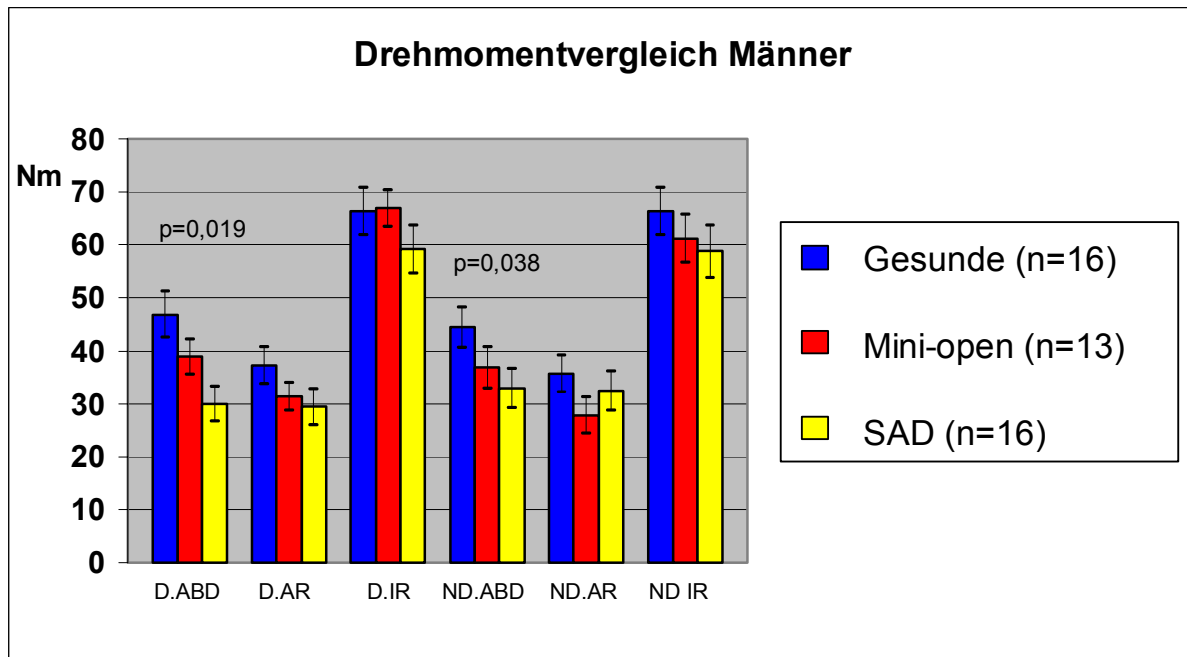


Abbildung 15: Drehmomentvergleich der Männer

Männer	D.ABD	D.AR	D.IR	ND.ABD	ND.AR	ND.IR
Gesunde (n=16)	46,9	37,2	66,4	44,4	35,6	66,4
Mini-open (n=13)	38,5	31,4	66,9	36,8	27,8	61,2
SAD (n=16)	30	29,4	59,2	32,9	32,4	58,8

Hier ergeben sich statistisch signifikante Unterschiede in der Abduktion an der dominanten und der nichtdominanten Schulter (D.ABD, ND.ABD) zwischen den gesunden Versuchspersonen und den SAD-Patienten ($p=0,019$ und $p=0,038$). Die Fallzahlen sind hier mit $n=16$ für die Gesunden, $n=13$ für die Mini-open-Patienten und $n=16$ für die SAD-Patienten kleiner als im Gesamtkollektiv.

3.1.3 maximale Drehmomente der Frauen

Diese Gruppe beinhaltet nur die Frauen aller drei Gruppen. Die Fallzahlen betragen für die Gesunden n=12, die Mini-open n=9 und die subakromial dekomprimierten n=14.

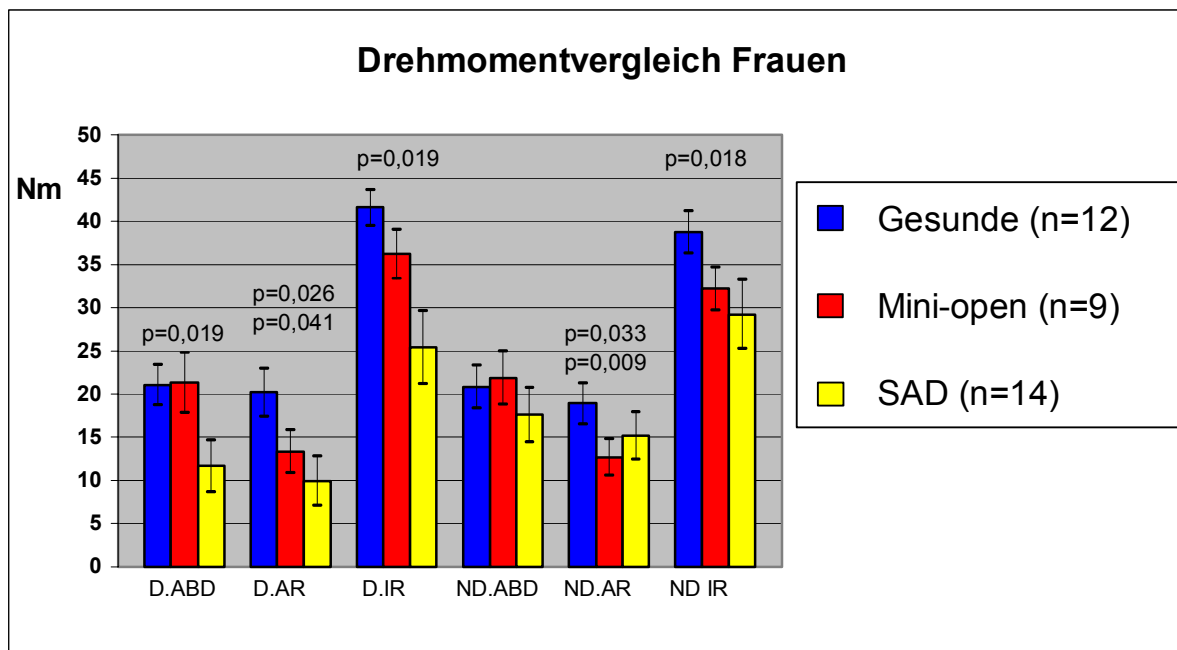


Abbildung 16: Drehmomentvergleich der Frauen

Frauen	D.ABD	D.AR	D.IR	ND.ABD	ND.AR	ND.IR
Gesunde (n=12)	21,1	20,2	41,6	20,8	20,2	38,8
Mini-open (n=9)	21,3	13,3	36,2	21,9	12,7	32,2
SAD (n=14)	12,5	12,2	31,3	17,6	15,2	31,2

Für die Frauen ergaben sich statistisch signifikante Unterschiede zwischen Gesunden und SAD-Patienten in der Dominanten Schulter in allen 3 ausgewerteten Bewegungsebenen, d.h. in der Abduktion (D.ABD, $p=0,019$), Außenrotation (D.AR, $p=0,026$) und Innenrotation (D.IR, $p=0,019$). Ferner auf der Nichtdominanten Schulter in der Außenrotation (ND.AR, $p=0,033$).

Zwischen Gesunden und der Mini-open-Patientengruppe ergaben sich statistisch signifikante Unterschiede auf der dominanten Seite nur in der Außenrotation (D.AR, $p=0,041$). Auf der Nichtdominanten Seite in der Außen- und Innenrotation (ND.AR, $p=0,009$ und ND.IR, $p=0,018$).

3.1.4 maximale Drehmomente der Frauen, dominante Schulter

Die nächsten beiden Gruppen stellen die Messergebnisse der Frauen (siehe 3.1.3) nochmals in zwei Untergruppen dar: Frauen, die auf ihrer dominanten Schulter operiert wurden (3.1.4) und Frauen, die auf ihrer nichtdominanten Schulter operiert wurden (3.1.5). Bei den Werten für die Gesunden in dieser Gruppe handelt es sich um die Messergebnisse der nichtoperierten gesunden Frauen auf ihrer dominanten Schulter. Die Fallzahlen betragen hier n=12 für die Gesunden, n=6 für die Mini-open-Patienten und n=10 für die SAD-Patienten.

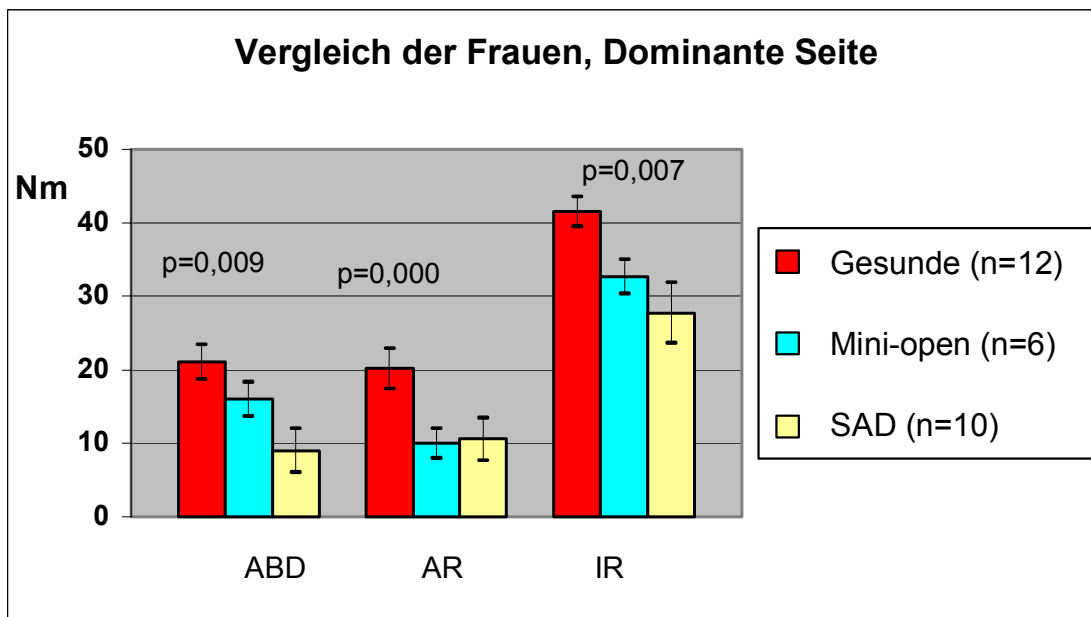


Abbildung 17: Drehmomentvergleich der Frauen, dominante Seite

Weiblich Dominant	ABD	AR	IR
Gesunde (n=12)	21,1	20,2	41,6
Mini-open (n=6)	16	10	32,7
SAD (n=10)	9	10,6	27,7

Es ergaben sich im Mann-Whitney-U-Test signifikante Unterschiede zwischen den Gesunden und den subakromial dekomprimierten Frauen auf der dominanten Seite in der Abduktion (D.ABD, $p=0,009$). Zwischen den Gesunden Frauen und der Mini-open-Frauengruppe ergaben sich signifikante Unterschiede in der Außenrotation sowie in der Innenrotation (D.AR, $p=0,000$ und D.IR, $p=0,007$).

3.1.5 maximale Drehmomente der Frauen, nichtdominante Schulter

Diese Gruppe enthält die mit Mini-open- und SAD-therapierten Frauen, welche auf ihrer nichtdominanten Seite operiert wurden. Die Werte für die Gesunden stellen die Messungen auf der als nichtdominant angegebenen Seite der gesunden Frauen dar. Die Fallzahlen betragen n=12 für die Gesunden Frauen, n=3 für die Mini-open-Gruppe und n=7 für die SAD-therapierten Frauen.

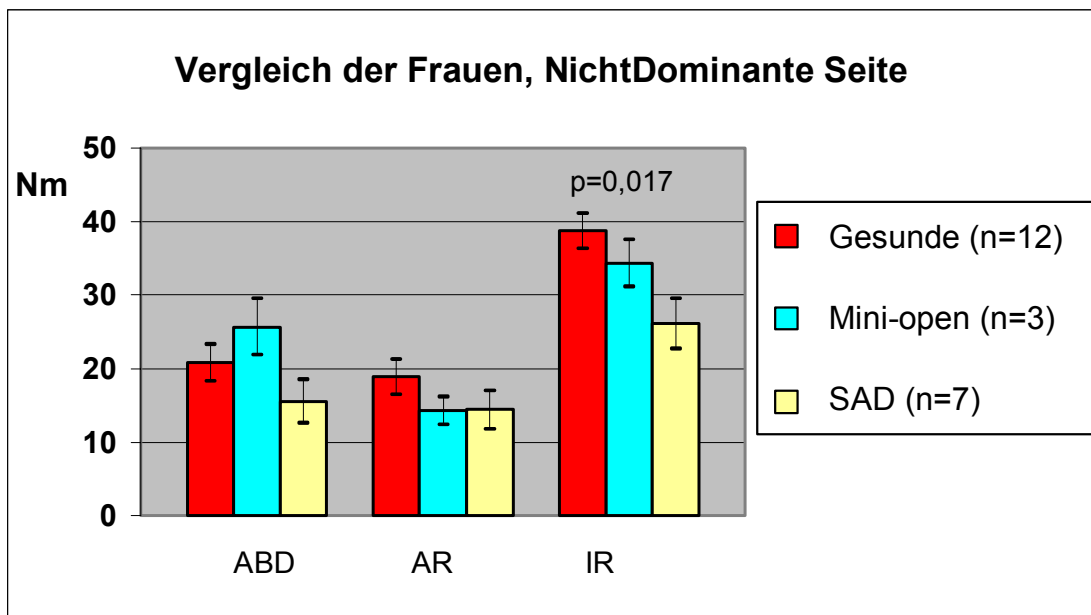


Abbildung 18: Drehmomentvergleich der Frauen, nichtdominante Seite

Weiblich Nicht-Dominant	ABD	AR	IR
Gesunde (n=12)	20,8	18,9	38,7
Mini-open (n=3)	25,7	14,3	34,3
SAD (n=7)	15,6	14,4	26,1

Hier ergab sich als einzige statistisch unterschiedliche Signifikanz die Innenrotation zwischen den Gesunden und den SAD-Patienten (ND.IR, $p=0,017$).

3.1.6 maximale Drehmomente der Männer, dominante Schulter

In dieser Gruppe sind die Ergebnisse der Mini-open operierten Männer und der subakromial dekomprimierten Männer dargestellt, welche auf ihrer dominanten Schulter therapiert wurden. Die Werte der Gesunden Männer stellen die Messergebnisse der dominanten Schulter der Gesundengruppe der Männer dar.

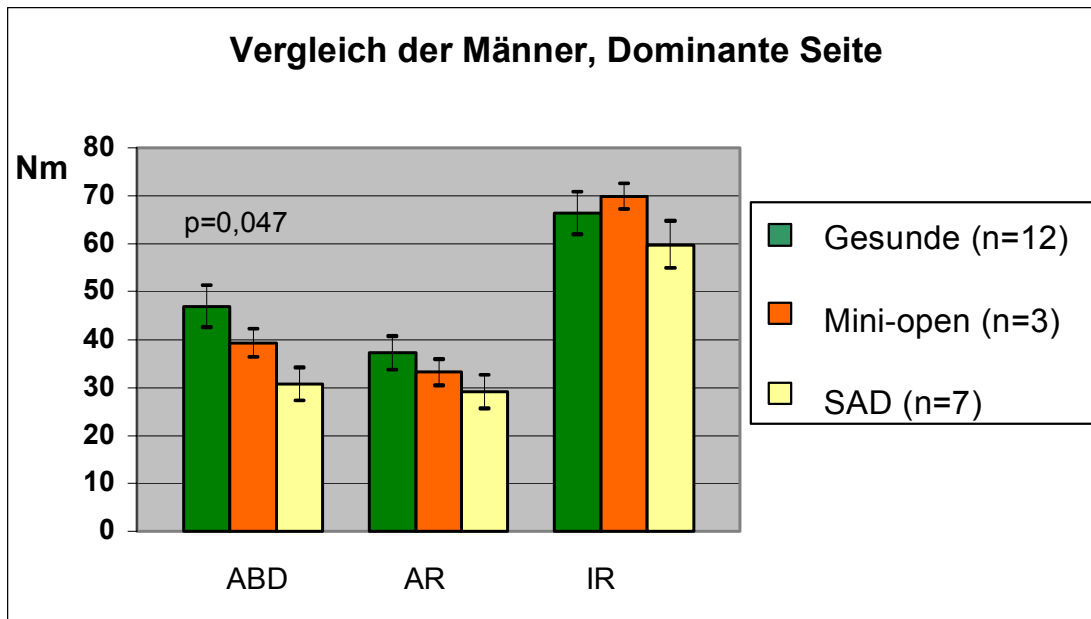


Abbildung 19: Drehmomentvergleich der Männer, dominante Seite

Männlich Dominant	ABD	AR	IR
Gesunde (n=16)	46,9	37,2	66,4
Mini-open (n=7)	39,3	33,1	69,9
SAD (n=10)	30,7	29,1	59,8

Hier ergaben sich mit dem Mann-Whitney-U-Test signifikante Unterschiede zwischen den Gesunden und den SAD-therapierten Männern in der Abduktion (D.ABD, $p=0,047$). Alle anderen Gruppenvergleiche waren nichtsignifikant unterschiedlich. Die Fallzahlen betragen in dieser Aufteilung für die Gesunden $n=16$, für die Mini-open-Patienten $n=7$ und für die SAD-Patienten $n=10$.

3.1.7 maximale Drehmomente der Männer, nichtdominante Schulter

Hier sind die Ergebnisse der Männer dargestellt, welche auf ihrer als nichtdominant angegebenen Schulter entweder einen Mini-open-repair oder eine SAD erhielten. Die Werte für die Gesunden stellen die Messergebnisse der Männer auf ihrer nichtdominanten Seite dar.

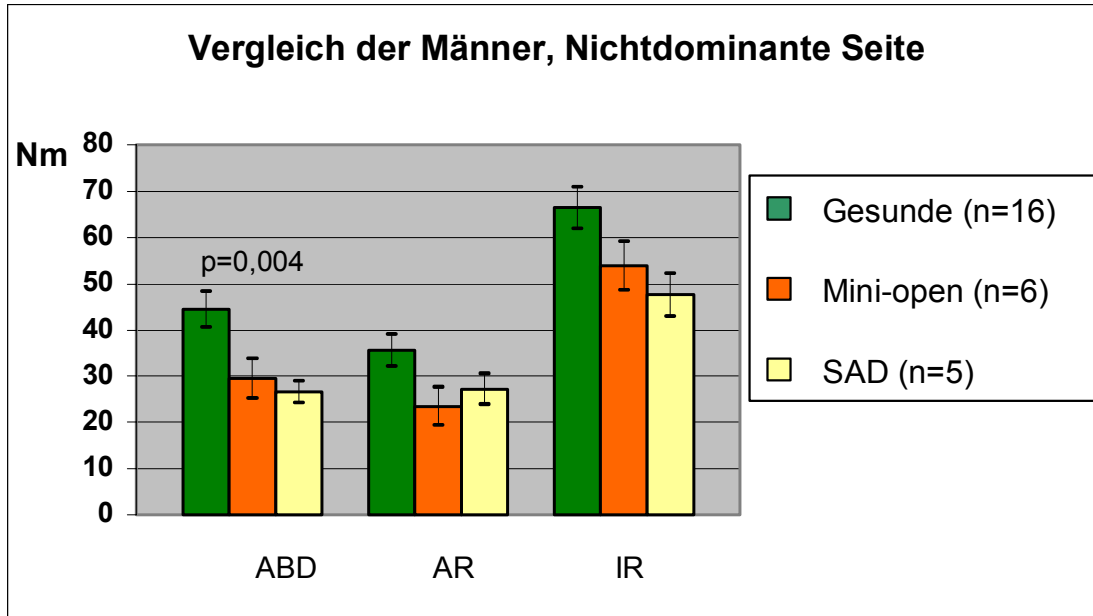


Abbildung 20: Drehmomentvergleich der Männer, nichtdominante Seite

Männlich Nichtdominant	ABD	AR	IR
Gesunde (n=16)	44,4	35,6	66,4
Mini-open (n=6)	29,5	23,5	53,8
SAD (n=5)	26,6	27,2	47,6

In der Statistik zeigten sich hier signifikante Unterschiede in der Abduktion zwischen den Gesunden Männern und den SAD-Männern (ND.ABD, $p=0,004$). Die Fallzahlen waren $n=16$ für die Gesunden Männer, $n=6$ für die Mini-open-Männer und $n=5$ für die SAD-Männer.

3.1.8 maximale Drehmomente, dominante Schulter

In dieser Gruppe sind die Personen mit der Operation auf der dominanten Schulter zusammengefasst. Es ergeben sich für diese Unterteilung Fallzahlen von n=28 für die Gesunden Personen, n=13 für die Patienten mit Mini-open-repair und n=20 für die Patienten mit SAD. In dieser Unterteilung wird nicht in Geschlechter unterteilt. Die Werte für die Gesunden entsprechen den Messwerten für männliche und weibliche Gesunde Probanden auf ihrer dominanten Schulter.

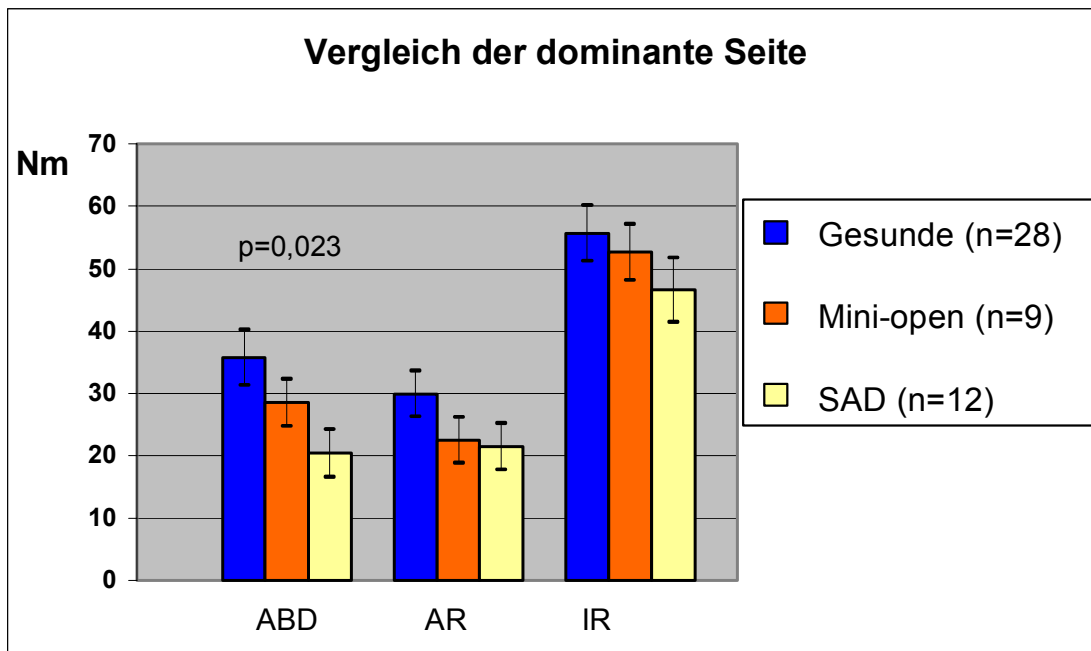


Abbildung 21: Drehmomentvergleich der dominanten Seite

Männer+Frauen, Dominant	ABD	AR	IR
Gesunde (n=28)	35,8	29,9	55,7
Mini-open (n=13)	28,5	22,5	52,7
SAD (n=20)	20,4	21,5	46,6

In der Statistik ergaben sich hier signifikante Unterschiede allein in der Abduktion zwischen Gesunden und SAD-Patienten (D.ABD, p=0,023).

3.1.9 maximale Drehmomente, nichtdominante Schulter

Hier sind alle gemessenen Personen zusammengefasst, welche auf ihrer nichtdominanten Schulter operativ therapiert wurden. Die Messwerte der Gesunden Probanden entsprechen den Messwerten auf ihrer nichtdominanten Schulter. Mit dieser Aufteilung ergeben sich die Fallzahlen wie folgt : n=28 für die Gesunden, n=9 für die Mini-open-Patienten und n=12 für die Patienten mit SAD.

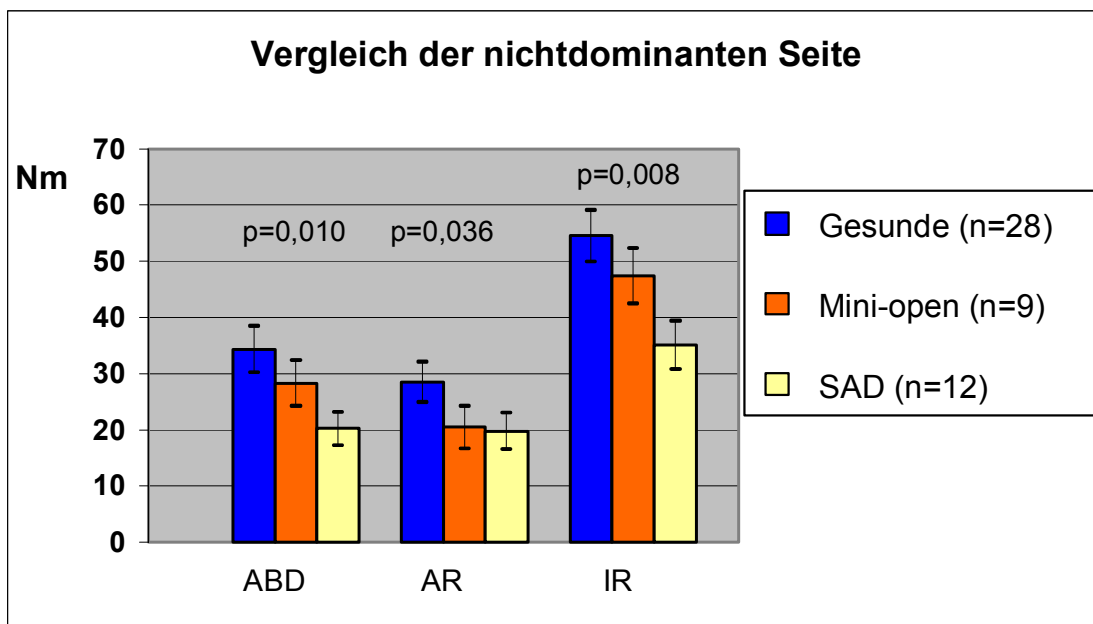


Abbildung 22: Drehmomentvergleich der nichtdominanten Seite

Männer+Frauen, Nichtdominant	ABD	AR	IR
Gesunde (n=28)	34,3	28,5	54,6
Mini-open (n=9)	28,2	20,4	47,3
SAD (n=12)	20,2	19,7	35,1

Für diese Aufteilung ergeben sich statistisch signifikante Unterschiede zwischen Gesunden und SAD-Patienten in der Abduktion, der Außenrotation und der Innenrotation (ND.ABD mit $p=0,010$, ND.AR mit $p=0,036$ und ND.IR mit $p=0,008$). Alle anderen Vergleiche sind nichtsignifikant.

Winkel

Zusätzlich zur maximalen Kraft in [Nm] wurde der Winkel der maximalen Kraft unter den verschiedenen Gruppen verglichen. Dieser Messwert gibt den Winkel wieder, bei dem die zu messende Person während der Bewegung im vorgegebenen Bewegungsraum (s.2.1.5) die maximale Kraft entwickelte. Dieser Winkel wurde für jede Bewegung gemessen. Die Fehlerbalken stellen die Varianz der Messwerte dar. (Varianz = Wurzel der Standardabweichung)

3.1.10 Winkel der maximalen Kraft im Gesamtkollektiv

Die Fallzahlen betragen n=28 für die Gesunden, n=22 für die Mini-open-Patienten und n=30 für die SAD-Patienten. In dieser Einteilung sind männlich, weiblich, „an der nichtdominanten Schulter operiert“, „an der dominanten Schulter operiert“, nicht getrennt.

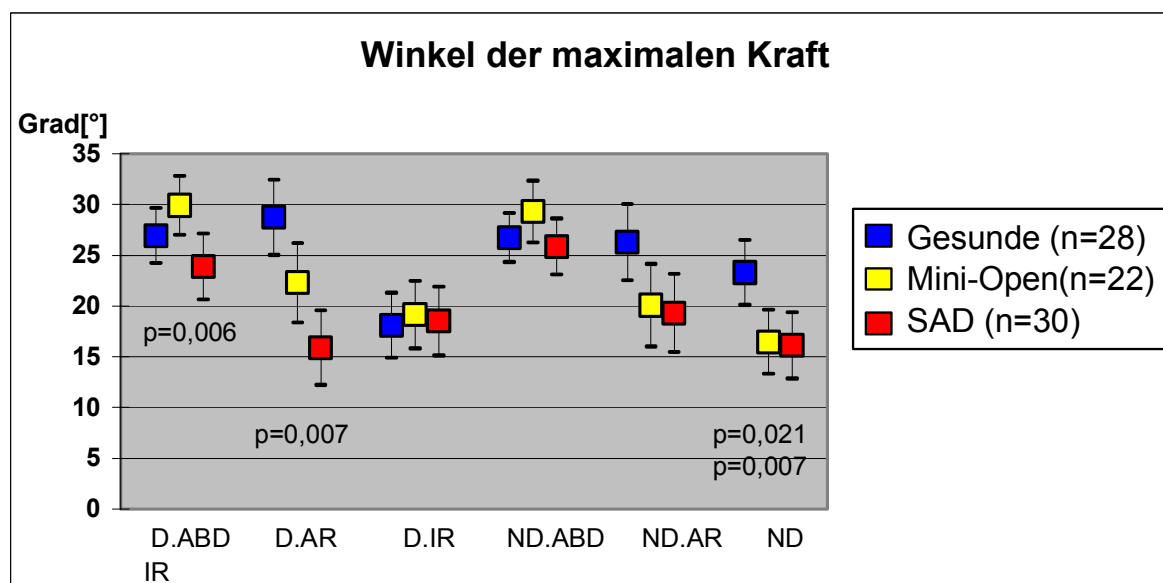


Abbildung 23: Winkel der maximalen Kraft im Gesamtkollektiv

Gesamtkollektiv	D.ABD	D.AR	D.IR	ND.ABD	ND.AR	ND.IR
Gesunde (n=28)	26,9	28,7	18,1	26,7	26,3	23,3
Mini-open (n=22)	29,9	22,3	19,1	29,3	20	16,5
SAD (n=30)	23,9	15,9	18,5	25,8	19,3	16,1

Es finden sich hier folgende statistisch signifikante Unterschiede:

Zwischen den Gesunden und den Mini-open-Patienten ist die Nichtdominante Innenrotation signifikant unterschiedlich (ND.IR, p=0,021). Zwischen Mini-open-Patienten und den SAD-Patienten ist die Dominante Abduktion unterschiedlich (D.ABD, p=0,006). Beim Vergleich zwischen Gesunden und SAD-Patienten findet sich ein signifikanter Unterschied in der

Außenrotation auf der dominanten Schulter (D.AR, $p=0,007$) und bei der Innenrotation auf der Nichtdominanten Schulter (ND.IR, $p=0,007$).

3.1.11 Winkel der maximalen Kraft bei den Männern

Für die Männer ergeben sich die Fallzahlen wie folgt: $n=16$ für die Gesunden Probanden, $n=13$ für die Patienten mit Mini-open-repair und $n=14$ für die Patienten mit SAD. Für die Werte der gesunden Probanden wurden die Messwerte für die nichtoperierte dominante bzw. nichtoperierte nichtdominante Schulter ausgewertet.

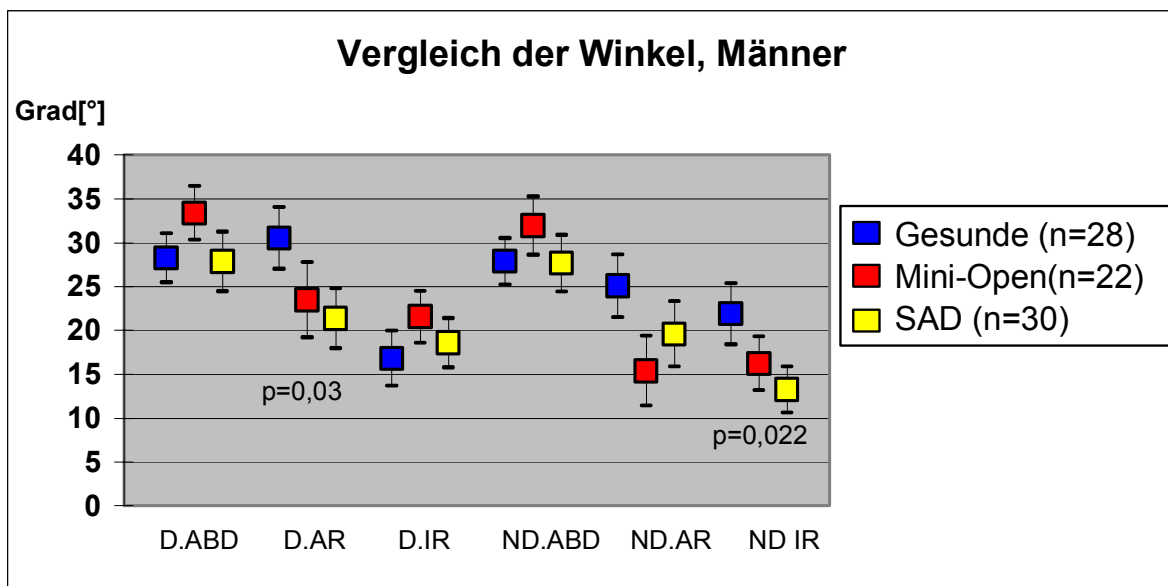


Abbildung 24: Winkel der maximalen Kraft bei den Männern

Männer	D.ABD	D.AR	D.IR	ND.ABD	ND.AR	ND.IR
Gesunde (n=16)	28,3	30,5	16,8	27,9	25,1	21,9
Patienten (n=13)	33,4	23,5	21,5	31,9	15,4	16,2
SAD (n=14)	27,9	21,4	18,6	27,6	19,6	13,2

Es ergeben sich bei der statistischen Auswertung signifikante Unterschiede in der Außenrotation auf der dominanten Schulter (D.AR, $p=0,034$) und bei der Innenrotation auf der nichtdominanten Schulter (ND.IR, $p=0,022$).

3.1.12 Winkel der maximalen Kraft bei den Frauen

In dieser Gruppe werden nur die Frauen aller drei Gruppen betrachtet. Die Fallzahlen betragen n=12 für die Gesunden Frauen, n=9 für die Patientinnen mit Mini-open-repair und n=16 für die Patientinnen mit SAD.

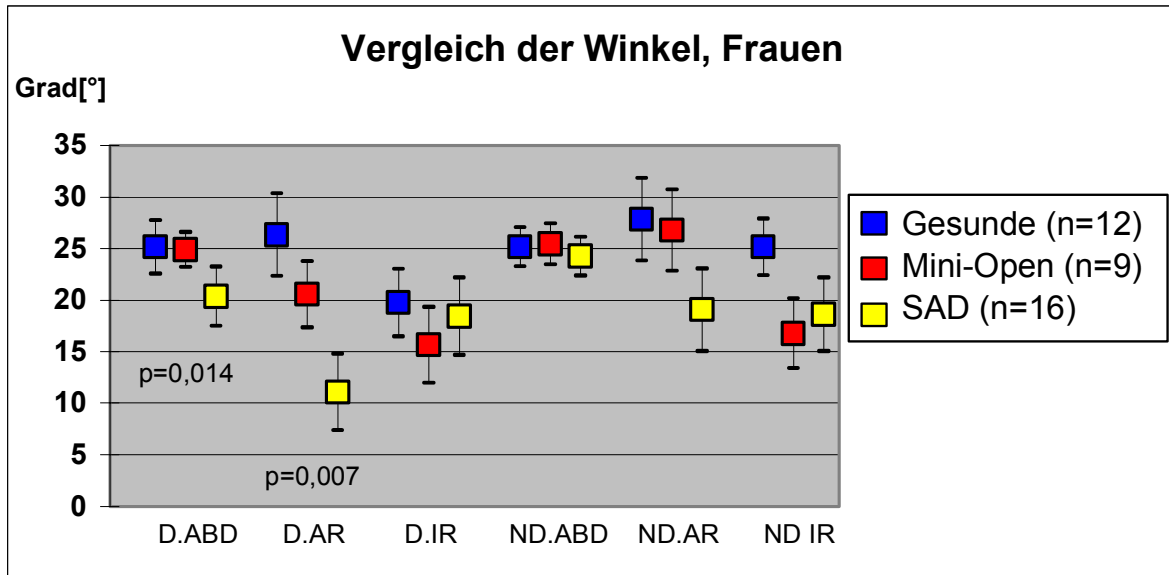


Abbildung 25: Winkel der maximalen Kraft bei den Frauen

Frauen	D.ABD	D.AR	D.IR	ND.ABD	ND.AR	ND.IR
Gesunde (n=12)	25,2	26,3	19,7	25,2	27,8	25,2
Mini-open (n=9)	24,9	20,6	15,7	25,4	26,8	16,8
SAD (n=16)	20,4	11,1	18,4	24,2	19,1	18,6

In der statistischen Auswertung ergeben sich signifikante Unterschiede in der Abduktion auf der dominanten Schulter zwischen den Mini-open-Patienten und den SAD-Patienten (D.ABD, p=0,014). Zwischen den Gesunden und den SAD-Patienten ergibt sich ein statistisch signifikanter Unterschied in der Außenrotation auf der dominanten Schulter (D.AR, p=0,007).

3.1.13 Winkel der maximalen Kraft bei den Männern, dominante Schulter

Diese Unterteilung berücksichtigt isoliert die Männer, welche auf ihrer dominanten Schulter operiert wurden, bzw. die dominante Schulter der gesunden Männergruppe. Die Fallzahlen betragen für diese Einteilung n=16 für die Gesunden Männer, n=7 für die Mini-open-repair-Gruppe und n=10 für die mit SAD therapierten Männer.

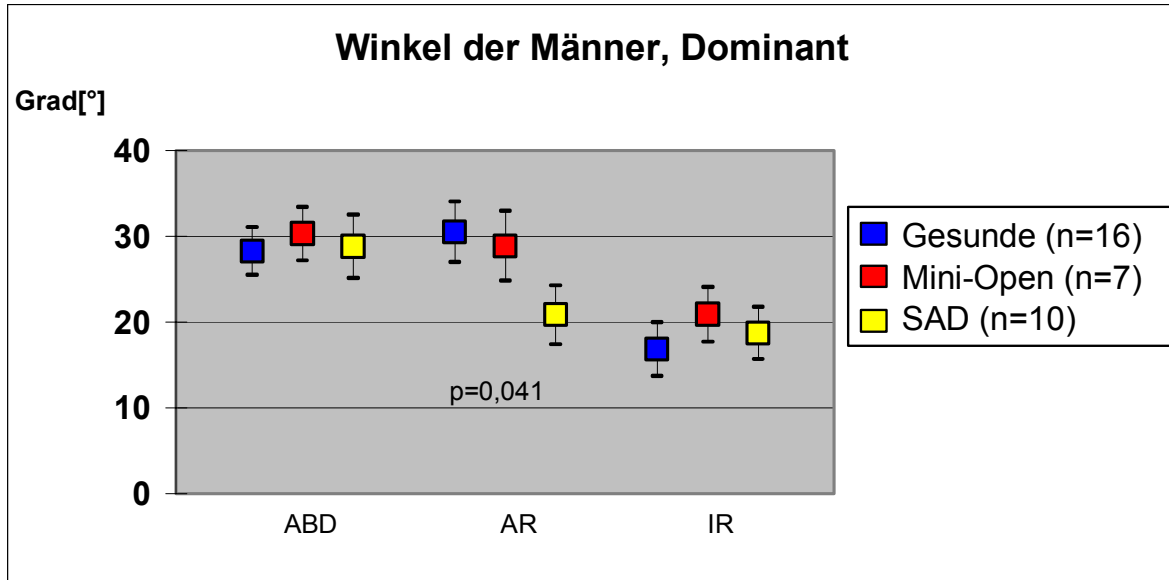


Abbildung 26: Winkel der maximalen Kraft bei den Männern, dominante Seite

Männer Dominant	ABD	AR	IR
Gesunde (n=16)	28,2	30,5	16,8
Mini-open (n=7)	30,3	28,9	20,9
SAD (n=10)	28,8	20,8	18,7

In dieser Aufteilung ergibt sich in der Statistik ein signifikanter Unterschied in der Außenrotation zwischen den Gesunden und den SAD-therapierten Männern (D.AR, p=0,041)

3.1.14 Winkel der maximalen Kraft bei den Männern, nichtdominante Schulter

Diese Gruppe betrachtet, analog der vorherigen Gruppe (s.3.2.4), nur die Männer, die auf ihrer nichtdominanten Schulter operiert wurden, bzw. zum Vergleich die auf ihrer nichtdominanten Seite gemessenen gesunden Männer. Hiermit ergeben sich die Fallzahlen $n=16$ für die Gesunden Männer, $n=6$ für die Mini-open therapierten Männer und $n=5$ für die SAD-Gruppe der Männer.

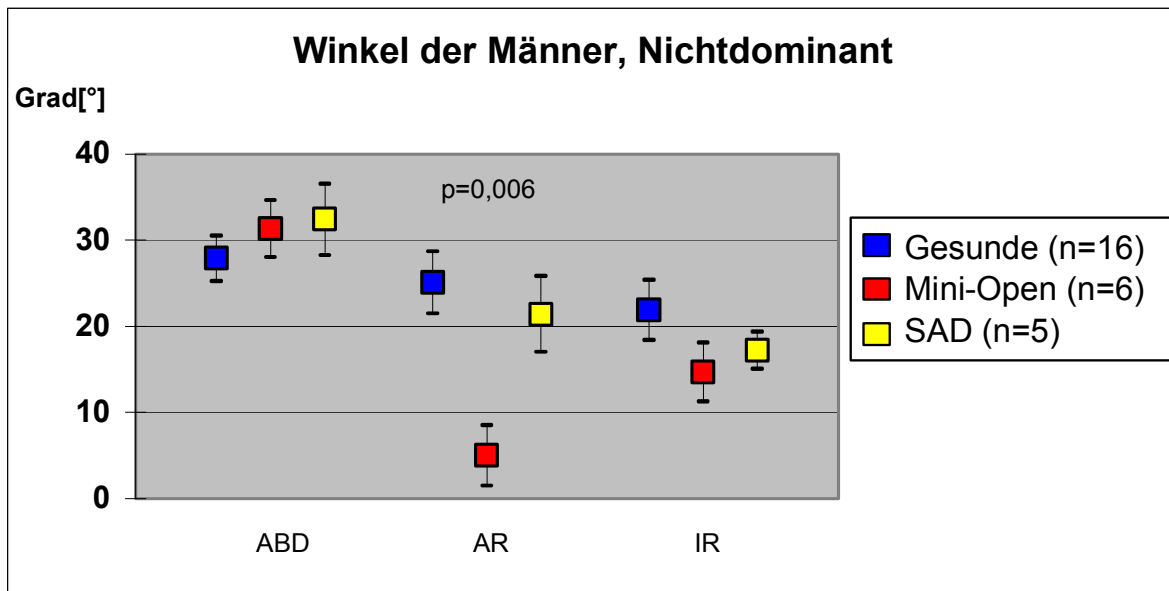


Abbildung 27: Winkel der maximalen Kraft bei den Männern, nichtdominante Seite

Männer Nichtdominant	ABD	AR	IR
Gesunde (n=16)	27,9	25,1	21,9
Mini-open (n=6)	31,3	5	14,7
SAD (n=5)	32,4	21,4	17,2

Ein signifikanter Unterschied ergibt sich hier allein für die Außenrotation zwischen den Gesunden und den Mini-open-Männern (AR, $p=0,006$). Alle anderen Unterschiede sind nichtsignifikant unterschiedlich.

3.1.15 Winkel der maximalen Kraft bei den Frauen, dominante Schulter

In dieser Aufteilung werden nur die Frauen ausgewertet, die auf der dominanten Schulter operiert wurden. Für die Gesunden Frauen wurden die Messwerte der als dominant angegebenen Schulter verwendet. Es ergeben sich hier Fallzahlen von n=12 für die Gesunden Frauen, n=6 für die Frauen mit Mini-open-repair und n=10 für die Frauen mit SAD auf der dominanten Schulter.

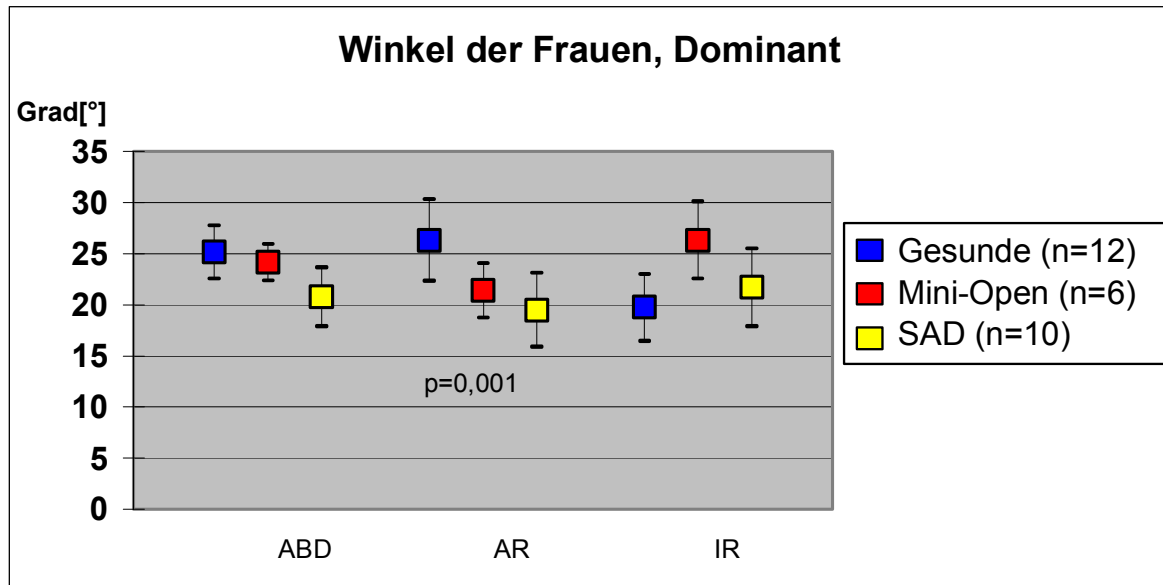


Abbildung 28: Winkel der maximalen Kraft bei den Frauen, dominante Seite

Frauen Dominant	ABD	AR	IR
Gesunde (n=12)	25,2	26,3	19,7
Mini-open (n=6)	24,2	17,8	21,8
SAD (n=10)	18,7	6	15,2

Es ergibt sich ein statistisch signifikanter Unterschied in der Außenrotation zwischen den Gesunden und den SAD-Patientinnen (AR, $p=0,001$). Alle anderen Unterschiede der Mittelwerte sind nichtsignifikant unterschiedlich.

3.1.16 Winkel der maximalen Kraft bei den Frauen, nichtdominante Schulter

Hier werden die Messergebnisse der Frauen ausgewertet, welche auf ihrer nichtdominanten Schulter eine operative Therapie erhalten haben. Verglichen werden diese Werte mit den Werten der Gesunden auf ihrer nichtdominanten Schulter. Die Fallzahlen betragen n=12 für die Gesunden, n=3 für die Mini-open-Patientinnen und n=7 für die Patientinnen mit SAD.

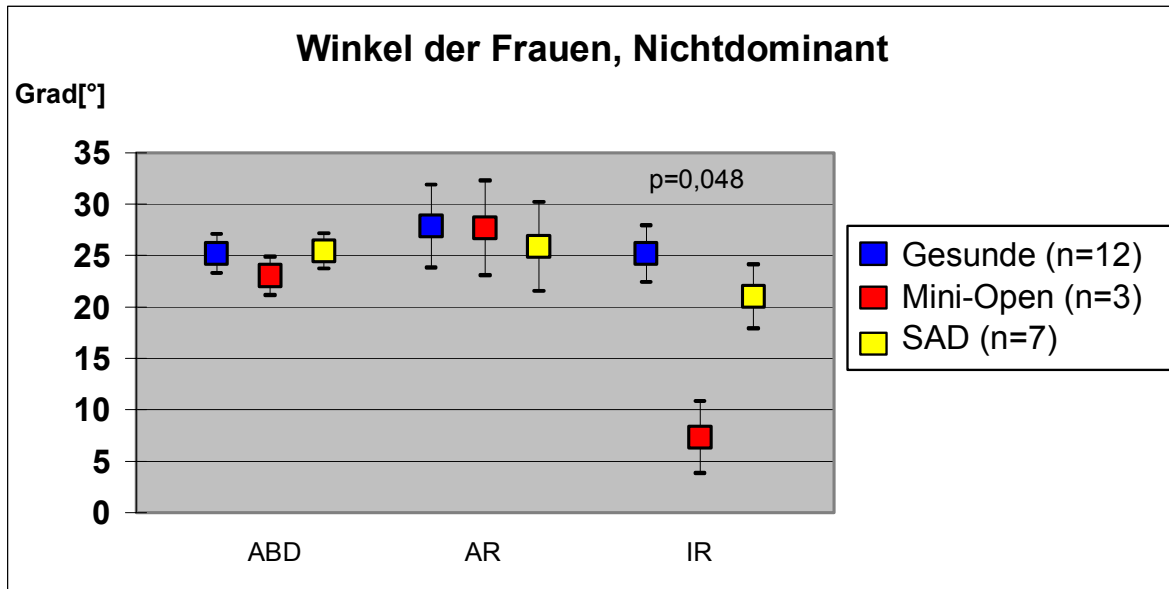


Abbildung 29: Winkel der maximalen Kraft bei den Frauen, nichtdominante Seite

Frauen NichtDom.	ABD	AR	IR
Gesunde (n=12)	25,2	27,8	25,2
Mini-open (n=3)	23	27,7	7,3
SAD (n=7)	25,4	25,9	21

Signifikante Unterschiede ergeben sich hier in der Innenrotation zwischen den Gesunden und den Patientinnen mit Mini-open-repair (IR, p=0,048).

Röntgen

Die Röntgenaufnahmen wurden nach spezifischen Veränderungen beurteilt (s.2.2.2. + s.Appendix II). Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse der 22 Mini-open-repair-Patienten jeweils präoperativ und postoperativ an. (prä/post). Die Nummerierung der Patienten entspricht der Nummerierung in Tabelle 2 (Seite 24).

3.1.17 Radiologische Daten der Mini-open-Patienten

Patienten Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Zysten im Bereich des Tuberkulum maj.	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n
Sklerosierung im Bereich des Tuberkulum maj.	n/n	n/n	j/j	j/j	n/n	n/n	n/n
Abflachung des Tuberkulum maj.	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	j/j
Atrophie des Tuberkulum maj.	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n
Osteophyten an der Unterseite der lat.Clavicula	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n
Erosionen an der Akromionunterfläche	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n
Akromiohumerale Spalt in cm	1,1/1,4	0,8/1,0	0,9/1,3	1,0/1,1	0,9/1,1	1,0/1,0	0,8/0,8
Humeruskopfstand	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n
Akromiontyp n. Bigliani	2/1	1/1	2/1	2/1	1/1	1/1	1/1
Osteophyten an der Akromionspitze	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n
Sehnenverkalkungen an der Rotatorenmanschette	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n

Patienten Nr.	8	9	10	11	12	13	14
Zysten im Bereich des Tuberkulum maj.	n/j	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n
Sklerosierung im Bereich des Tuberkulum maj.	n/n	n/n	j/j	n/n	n/n	j/j	j/j
Abflachung des Tuberkulum maj.	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n
Atrophie des Tuberkulum maj.	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n
Osteophyten an der Unterseite der lat.Clavicula	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n
Erosionen an der Akromionunterfläche	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n
Akromiohumerale Spalt in cm	0,9/1,1	0,9/1,1	1,0/1,0	1,3/1,2	1,0/1,1	1,0/1,1	0,9/1,1
Humeruskopfstand	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n
Akromiontyp n. Bigliani	2/1	2/1	1/1	1/1	1/1	2/1	2/1
Osteophyten an der Akromionspitze	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n
Sehnenverkalkungen an der Rotatorenmanschette	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n

Patienten Nr.	15	16	17	18	19	20	21	22
Zysten im Bereich des Tuberkulum maj.	n/n	j/j	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n
Sklerosierung im Bereich des Tuberkulum maj.	j/n	j/j	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n
Abflachung des Tuberkulum maj.	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	j/j
Atrophie des Tuberkulum maj.	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n
Osteophyten an der Unterseite der lat.Clavicula	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n
Erosionen an der Akromionunterfläche	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n
Akromiohumerale Spalt in cm	0,9/1,1	0,9/1,1	1,0/1,0	0,9/1,1	0,9/1,1	1,3/1,5	0,8/0,9	1,0/1,2
Humeruskopfstand	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n
Akromiontyp n. Bigliani	3/2	2/1	1/1	1/1	1/1	2/1	3/1	1/1
Osteophyten an der Akromionspitze	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n
Sehnenverkalkungen an der Rotatorenmanschette	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n	n/n

Tabelle 5: Die Mini-open-Patienten mit ihren radiologischen Befunden prä-/postoperativ

3.1.18 Veränderungen im Röntgenbild prä- und postoperativ

Außer den Unterschieden im akromiohumeralen Spalt ließen sich andere Veränderungen in der Knochenstruktur der Schulter finden. So hatte ein Patient bereits vor der Operation Zysten im Bereich der Tuberkulum majus (Nr.16). Diese bildeten sich auch nach der Operation nicht zurück. Ein anderer (Nr.8) entwickelte postoperativ Zysten im Bereich des Tuberkulum majus. Insgesamt sieben Patienten (Nr.3, 4, 10, 13, 14, 15, 16) wiesen präoperativ Sklerosierungen im Bereich des Tuberkulum majus aus. Nur bei einem Patienten (Nr.15) war ein Rückgang nach der Operation zu beobachten. Bei zwei Patienten war ein abgeflachtes Tuberkulum majus auffällig (Nr.7, Nr.22). Bei elf Patienten kam es nach der Operation zu einer Änderung des Akromiontyps nach Bigliani⁵ (s.Abbildung 3, Patienten Nr.1, 3, 4, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 20, 21).

3.1.19 Der Akromiohumerale Spalt prä- und postoperativ

Wie aus der obigen Tabelle ersichtlich ist haben sich insbesondere Veränderungen in der Höhe des akromiohumeralen Spalts ergeben. Gerade eine Erweiterung ist erwünscht, da in der Enge des akromiohumeralen Spalts die Hauptursache für das Impingementsyndrom zu suchen ist (s.1.6.4 und 1.6.5 operative Verfahren beim Impingement der Schulter). Im Mittel betrug die engste Stelle zwischen Akromion und Humerus vor der Operation 0,96 cm. Nach der Operation ergab sich ein Mittel von 1,11 cm, wobei die Einzelwerte stark variierten und radiologisch sogar bei einem Patienten (Nr.11) eine Verschmälerung des Spalts zu erkennen war. Der Unterschied der Mittelwerte ist statistisch signifikant ($p < 0,000$).

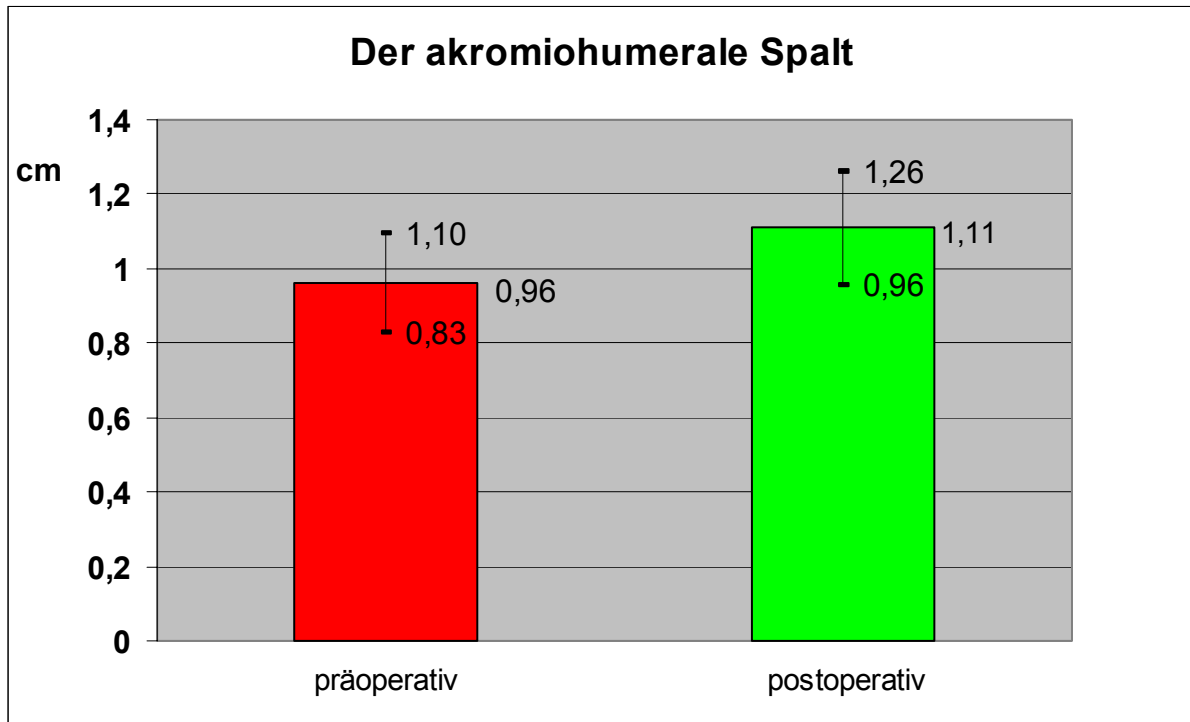


Abbildung 30: Der akromiohumerales Spalt.

Der Graf zeigt die Veränderung von prä- zu postoperativ. Die Fehlerbalken geben die Standardabweichung wieder.

klinische Untersuchung

Die Patienten wurden in bezug auf die Beweglichkeit des Schultergelenks und mit ausgesuchten Schultertests untersucht (siehe 2.3).

3.1.20 Beweglichkeit der Mini-open-Patienten

Die folgende Graphik zeigt die prä- und postoperative Beweglichkeit der Patienten, welche durch einen Mini-open-repair therapiert wurden (n=22).

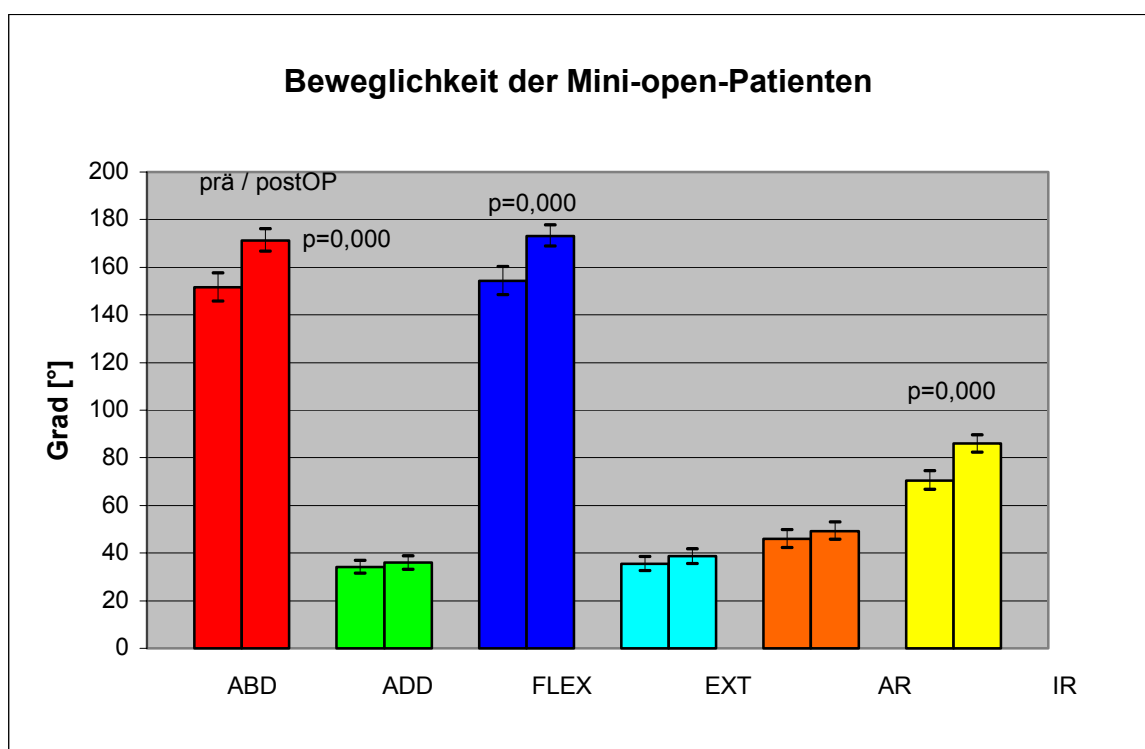


Abbildung 31: Beweglichkeit der Mini-open-Patienten prä- und postoperativ

	ABD	ADD	FLEX	EXT	AR	IR
Mittelwerte	151,6 / 171,3	34,1 / 35,9	154,3 / 173,2	35,5 / 38,6	45,9 / 49,3	70,5 / 86

Es ergeben sich statistisch signifikante Unterschiede für die Abduktion mit $p=0,000$, für die Flexion mit ebenfalls $p=0,000$ und die Innenrotation mit $p=0,000$. Die Unterschiede in den Mittelwerten für die Adduktion, Extension und Außenrotation sind nicht signifikant unterschiedlich.

3.1.21 Beweglichkeit der Mini-open-Männer

Der folgende Graph zeigt die klinische Beweglichkeit der Männer, welche einen Mini-open-repair erhalten haben (n=13).

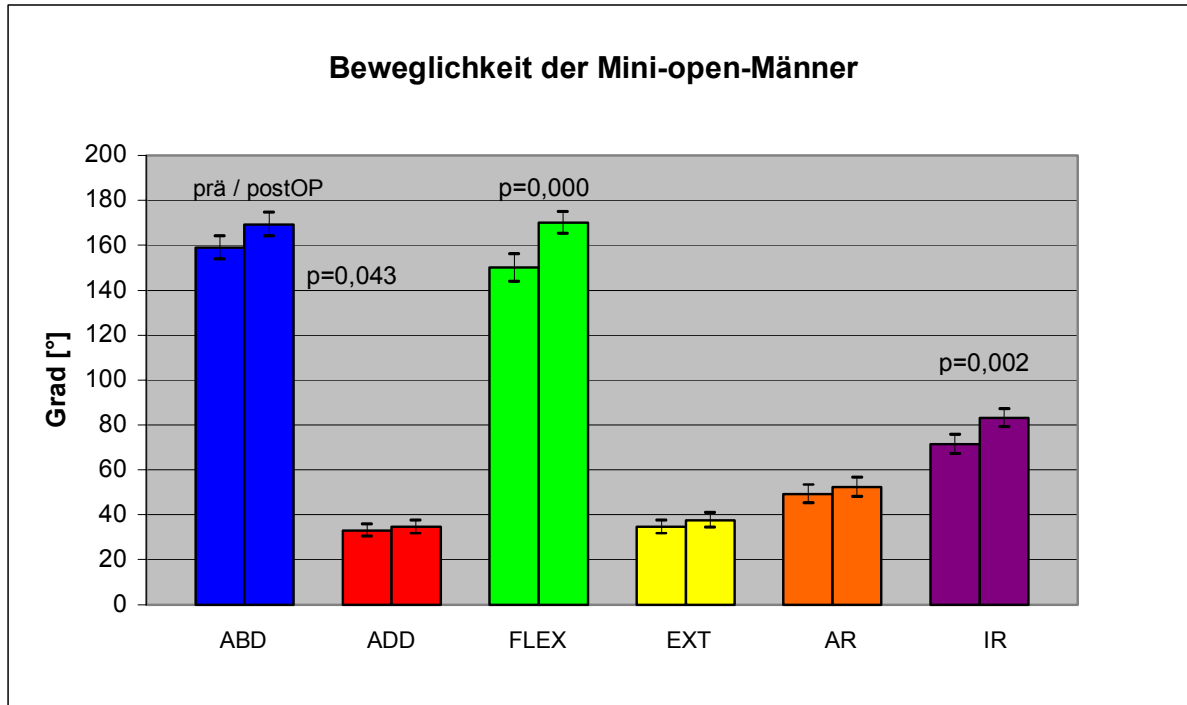


Abbildung 32: Beweglichkeit der Mini-open-repair Männer prä- und postoperativ

	ABD	ADD	FLEX	EXT	AR	IR
Mittelwerte	158,8 / 169,2	33,1 / 34,6	150 / 170	34,6 / 37,7	49,2 / 52,3	71,5 / 83,1

Statistisch signifikant verbessert haben sich die Abduktion mit $p=0,043$, die Flexion mit $p=0,000$ und die Innenrotation mit $p=0,002$. Die restlichen Unterschiede sind statistisch nicht signifikant unterschiedlich. Die signifikanten Unterschiede in der Gruppe der Männer entsprechen somit denen der Gesamtgruppe.

3.1.22 Beweglichkeit der Mini-open-Frauen

Die folgende Graphik zeigt die prä- und postoperative klinische Beweglichkeit der mit Mini-open-repair therapierten Frauen (n=9).

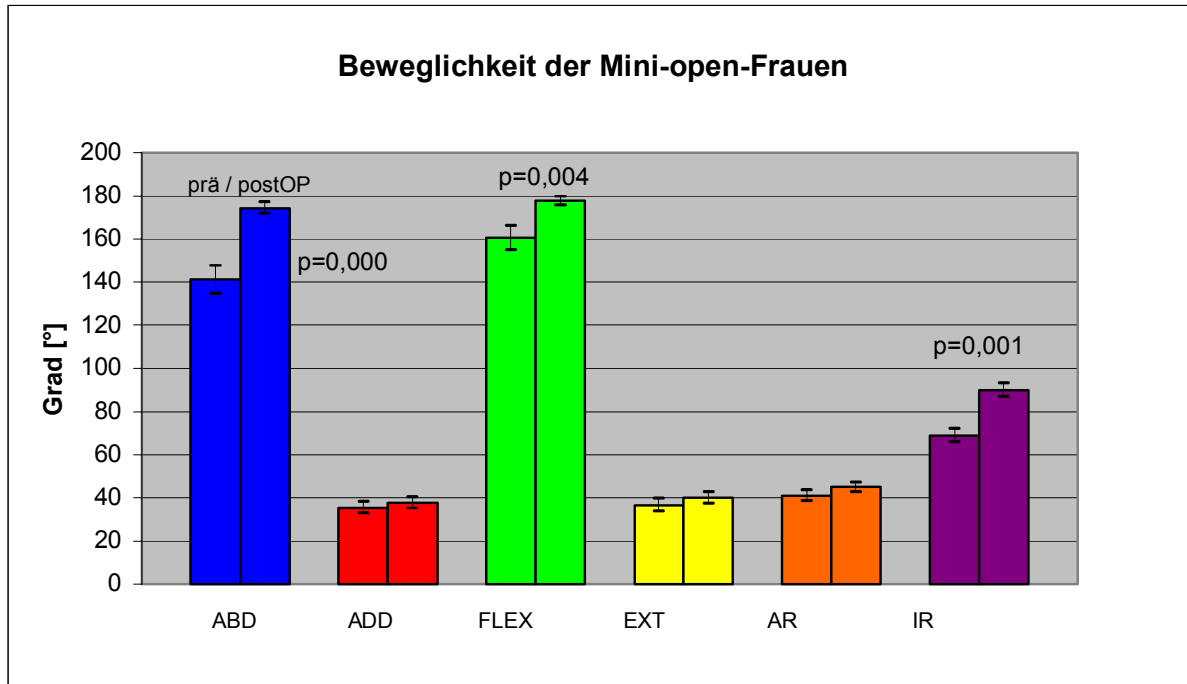


Abbildung 33: Beweglichkeit der Mini-open-repair Frauen, prä- und postoperativ

	ABD	ADD	FLEX	EXT	AR	IR
Mittelwerte	141,1 / 174,4	35,5 / 37,8	160,5 / 177,8	36,7 / 40	41,1 / 45	68,9 / 90

Es ergibt sich eine statistisch signifikante Verbesserung bei den Frauen bei der Abduktion mit $p=0,000$, der Flexion mit $p=0,004$ und der Innenrotation mit $p=0,001$. Die Adduktion, Extension und die Außenrotation sind nichtsignifikant unterschiedlich. Die signifikanten Unterschiede der Frauen entsprechen ebenfalls denen der Gesamtgruppe.

3.1.23 Beweglichkeit der SAD-Patienten

Die folgenden Graphen zeigen die prä- und postoperative Beweglichkeit der subakromial dekomprimierten Patienten. Es wurde mit einem Signifikanzniveau von $p < 0,05$ gerechnet.

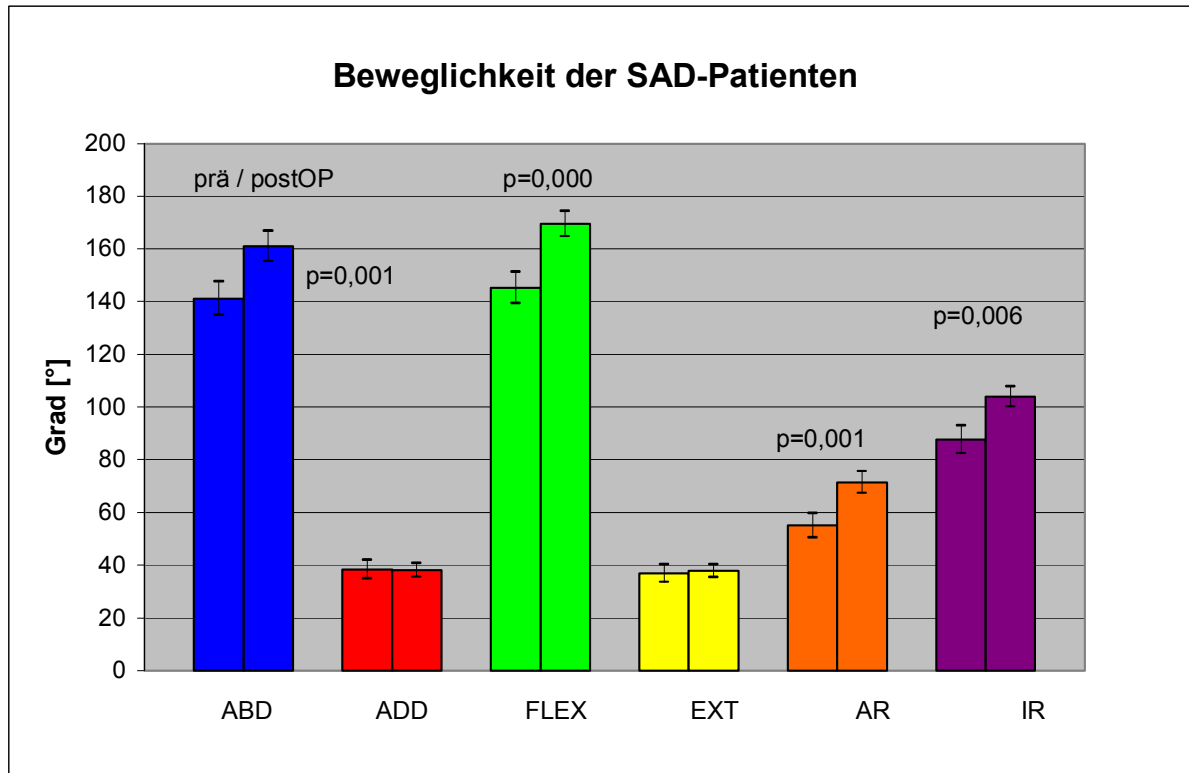


Abbildung 34: Beweglichkeit der Patienten mit SAD, prä- und postoperativ

	ABD	ADD	FLEX	EXT	AR	IR
Mittelwerte	141,3 / 161,0	38,5 / 38,1	145,3 / 169,7	36,9 / 37,8	55,2 / 71,5	87,7 / 104,0

Es ergibt sich eine statistisch signifikant Verbesserung bei der Abduktion ($p=0,001$), bei der Flexion ($p=0,000$), der Außenrotation ($p=0,001$) und der Innenrotation ($p=0,006$).

Die Unterschiede in der Adduktion und der Extension sind nicht signifikant unterschiedlich.

3.1.24 Beweglichkeit der SAD-Männergruppe

Der folgende Graphik zeigt die Beweglichkeit der subakromial dekomprimierten Männer (n=14) vor und nach der Operation.

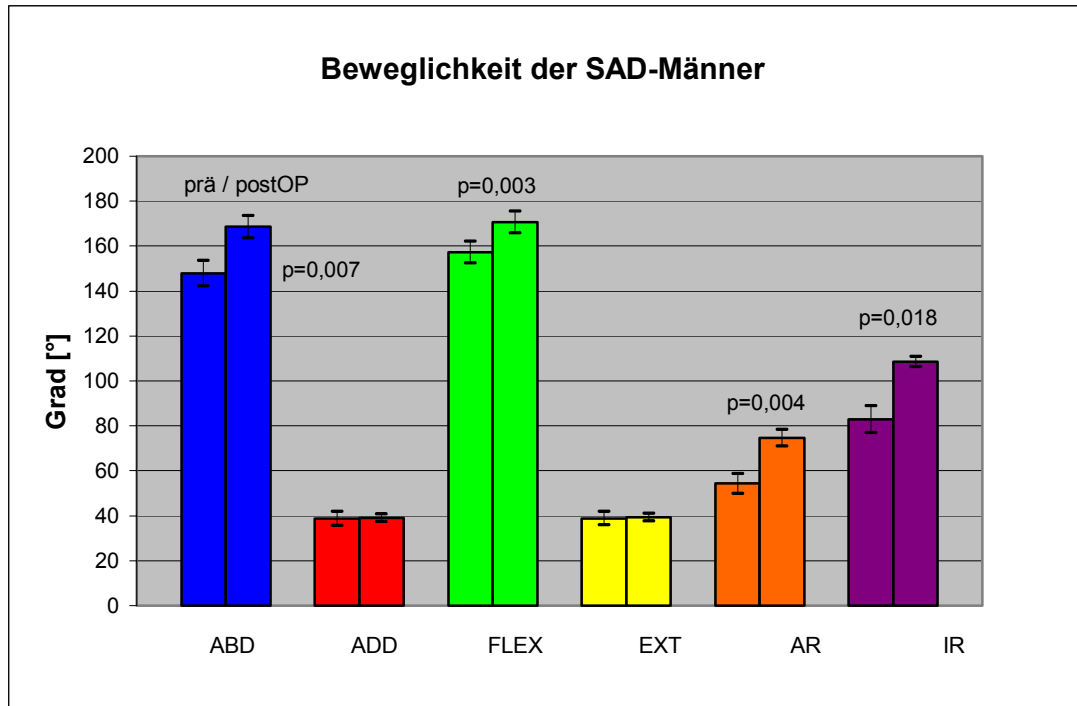


Abbildung 35: Beweglichkeit der Männer mit SAD, prä- und postoperativ

	ABD	ADD	FLEX	EXT	AR	IR
Mittelwerte	147,9 / 168,6	38,6 / 39,1	157,1 / 170,7	38,8 / 39,2	54,3 / 74,6	82,9 / 108,6

Hier ergeben sich statistisch signifikante Unterschiede in der Abduktion ($p=0,007$), in der Flexion ($p=0,003$), der Außenrotation ($p=0,004$) und der Innenrotation ($p=0,018$).

Die Bewegung in der Adduktion und der Extension im Schultergelenk waren nicht signifikant unterschiedlich. D.h. die statistischen Unterschiede der Beweglichkeit der Männergruppe entsprechen dem des Gesamtkollektivs.

3.1.25 Beweglichkeit der SAD-Frauengruppe

Die Graphik zeigt die Gruppe der subakromial dekomprimierten Frauen mit n=16 präoperativ und postoperativ.

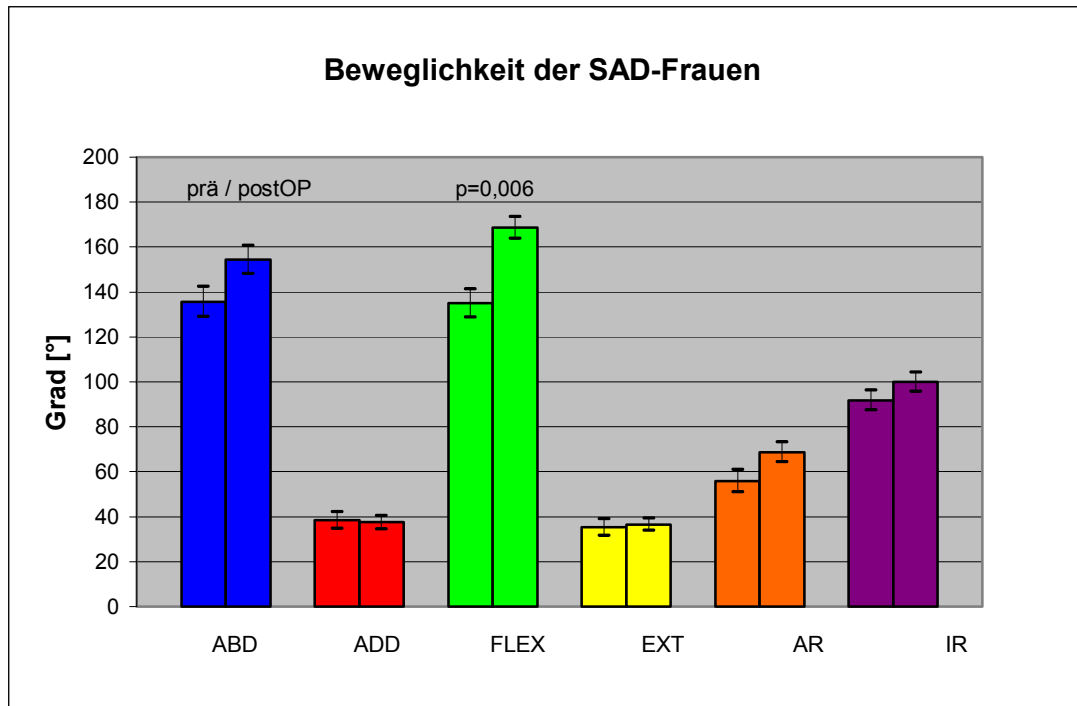


Abbildung 36: Beweglichkeit der Frauen mit SAD, prä- und postoperativ

	ABD	ADD	FLEX	EXT	AR	IR
Mittelwerte	135,6 / 154,4	38,4 / 37,5	135 / 168,8	31,7 / 36,6	55,9 / 68,7	91,9 / 100,0

In dieser Gruppe ergab sich eine signifikante Verbesserung der Beweglichkeit allein in der Flexion ($p=0,006$).

Obwohl die Mittelwerte eine Verbesserung andeuten, sind die Abduktion mit $p=0,057$, die Adduktion mit $p=0,783$, die Extension mit $p=0,720$, die Außenrotation mit $p=0,057$ und die Innenrotation mit $p=0,139$ nicht signifikant unterschiedlich.

3.1.26 Vergleich der Beweglichkeit zwischen Mini-open und SAD-Patienten

Die folgende Graphik zeigt den Vergleich der Mini-open und der SAD-Gruppe jeweils prä- und postoperativ.

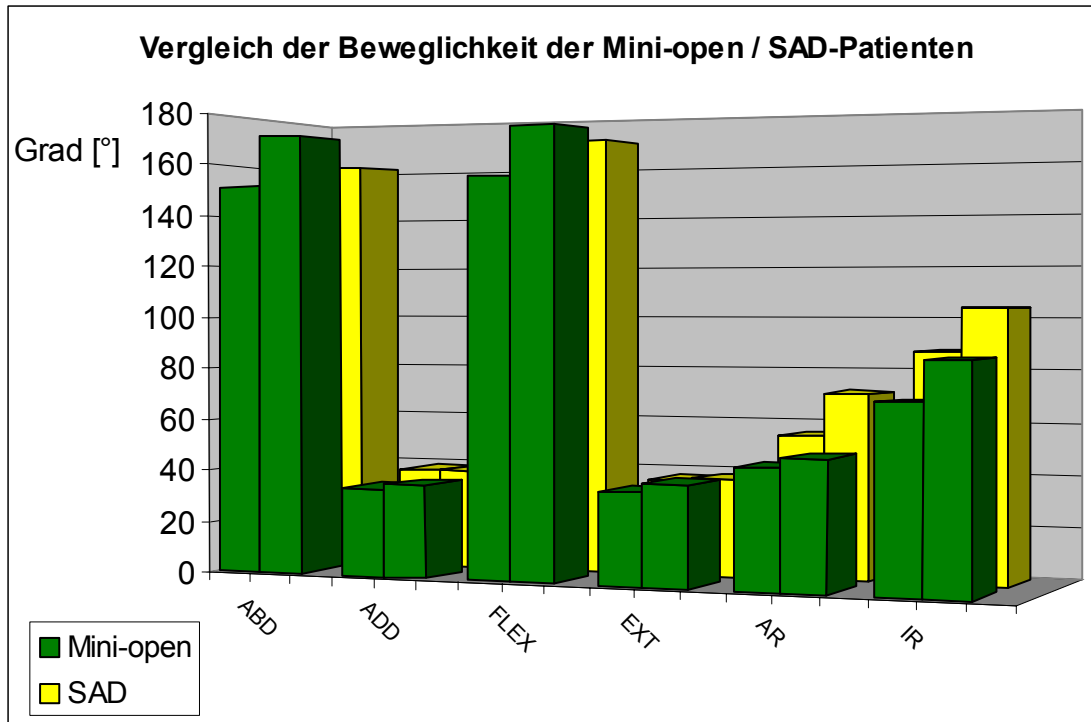


Abbildung 37: Vergleich der Beweglichkeiten der Patienten mit Mini-open-repair und SAD, prä- und postoperativ

	ABD	ADD	FLEX	EXT	AR	IR
Mini-open	151,6 / 171,4	34,1 / 35,9	154,3 / 173,2	35,5 / 38,6	45,9 / 49,3	70,5 / 85,9
SAD	141,3 / 161	38,5 / 38,1	145,3 / 169,7	36,9 / 37,8	55,2 / 71,5	87,7 / 104

Es ergeben sich im Vergleich der Mini-open-Messwerte mit den SAD-Messwerten, statistisch signifikante Unterschiede in allen Ebenen der Bewegungen, sowohl prä- als auch postoperativ.

3.1.27 Schultertests

Da die präoperativen Schultertests retrospektiv erhoben wurden, lagen von den insgesamt 22 Mini-open Patienten nur bei 17 verwertbare Schultertestergebnisse vor. Bei 16 Patienten war der Jobe-Test positiv. Bei 13 war mit dem Hawkins-Kennedy-Test Schmerz auslösbar. Zwei der 17 Patienten hatten Druckschmerz über dem AC-Gelenk. Bei sechs Patienten imponierte präoperativ ein painful arc und sieben hatten einen positiven 0°-Abduktionstest.

Postoperativ ließen sich von 22 Patienten noch bei zwei Personen ein positiver Jobe Test auslösen. Zwei Patienten hatten einen positiven Druckschmerz über dem AC-Gelenk und bei einem war noch ein positiver painful-arc nachweisbar.

modifizierter Constant-Score

Im Graphen ist der modifizierte Constant-Score (siehe 2.4) der Mini-open-Patienten prä- und postoperativ dargestellt. Es sind maximal 75 Punkte zu erreichen. Die Fehlerbalken geben die Varianz (= Wurzel der Standardabweichung) wieder.

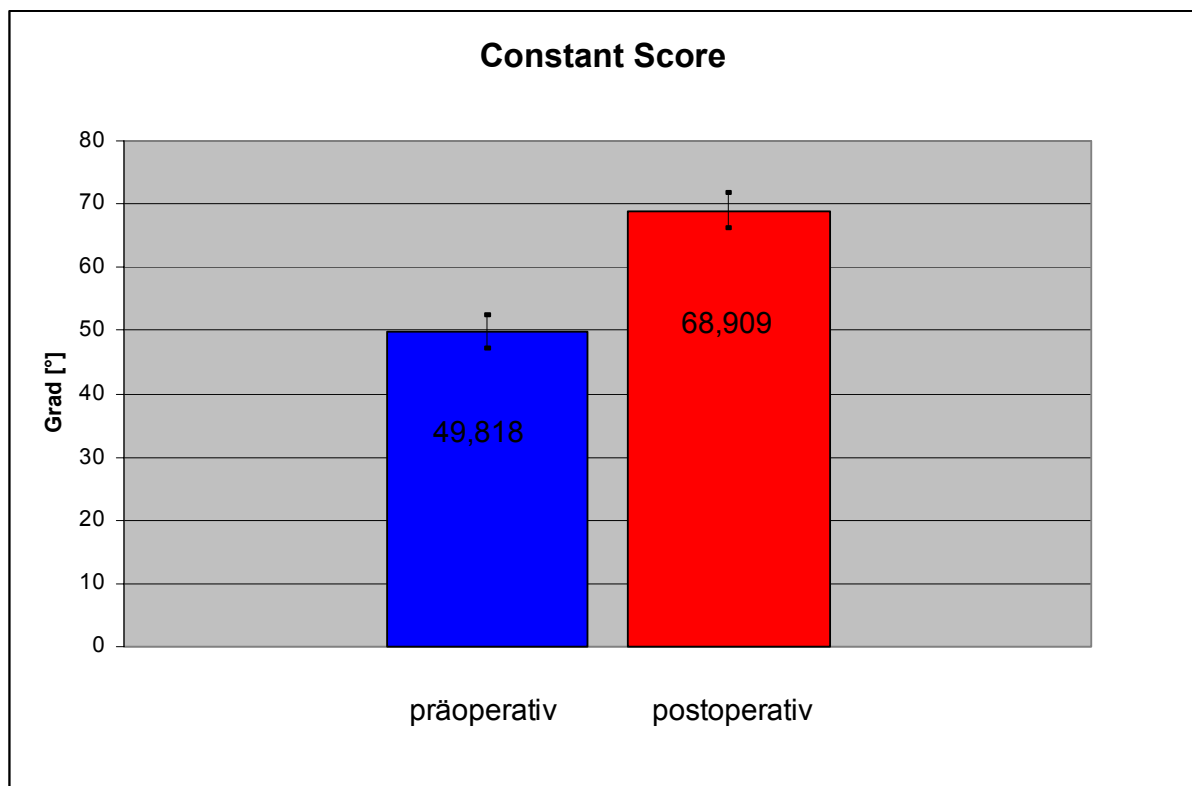


Abbildung 38: Der Constant-Score der Patienten mit Mini-open-repair, prä- und postoperativ. Es erfolgte ein Anstieg des Scores von prä- nach postoperativ um 19,091 Punkte. Der Anstieg ist mit $p=0,000$ statistisch signifikant unterschiedlich.

4 Diskussion

Das Impingementsyndrom gilt mit seinen vielfältigen Pathogenesefaktoren als Hauptursache einer Partial- oder Komplettruptur der Rotatorenmanschette, insbesondere der Supraspinatussehne^{61,62}. Für den Patienten mit manifester Ruptur der Sehne des M.supraspinatus steht, neben den Schmerzen, besonders der Kraftverlust in der Schulter im Mittelpunkt des Leidens.

Mit Hilfe des Cybex-Dynamometers untersuchte diese Arbeit inwieweit Patienten

a) postoperativ nach einem Mini-open-repair und b) postoperativ nach einer subakromialen Dekompression statistische Unterschiede zu schultergesunden Probanden in bezug auf die Kraftentwicklung zeigten. Zusätzlich zu diesen Messergebnissen wurden klinische Untersuchungen in Form von Bewegungsumfang und Schmerz ausgewertet.

Betrachtet man die Messergebnisse nur in bezug auf die Abduktion, so findet man statistisch signifikante Unterschiede zwischen Gesunden und SAD-Patienten an der dominanten Schulter im Gesamtkollektiv, bei der Gruppe der Männer auf beiden Seiten (dominant und nichtdominant) zwischen Gesunden und SAD, bei der Gruppe der Frauen nur auf der dominanten Seite zwischen Gesunden und SAD, bei den Frauen, welche an der dominanten Schulter operiert wurden ebenfalls zwischen Gesunden und SAD. Bei den Männern, welche an der dominanten Schulter operiert wurden und bei denen, die an der nichtdominanten Schulter operiert wurden ergeben sich ebenfalls statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Gesunden und den SAD. Wenn man das Gesamtkollektiv der gemessenen Patienten aufteilt zwischen an der dominanten Seite operiert und an der nichtdominanten Seite operiert, findet man ebenfalls statistisch signifikante Unterschiede in der Abduktion zwischen den Gesunden und den SAD.

D.h. es findet sich durchgehend ein signifikanter Unterschied mit verminderter Kraft der Abduktion der SAD-Patienten im Vergleich zu den Gesunden bis auf wenige Ausnahmen (Nichtdominante Seite im Gesamtkollektiv, Nichtdominante Seite im Frauenkollektiv und bei den Frauen welche auf der Nichtdominanten Seite operiert wurden).

In keiner einzigen Gruppe besteht ein statistisch signifikanter Unterschied in der Abduktion zwischen den Gesunden und den Mini-open-Patienten. Das legt den Schluss nahe, dass die

Patienten, deren Supraspinatussehne genäht wurde, postoperativ bessere Kraftentwicklung zeigen, als die Patienten, welche nur dekomprimiert wurden.

Ähnliche Ergebnisse findet Paulos et al. ^{65,66} in seiner Arbeit. Er beschreibt in seiner ersten Studie sieben Fälle, bei denen er zunächst nur subakromial dekomprimierte. Bei drei dieser Patienten wurde später eine erneute Operation zur Vernähung der Sehne erforderlich. So geht er über, die Patienten zu dekomprimieren und zusätzlich eine Sehnennaht durchzuführen. Er untersucht in seiner zweiten Studie 18 Patienten nach Mini-open-repair mit einem Durchschnitts-follow-up von 46 Monaten. 16 Patienten (88%) zeigen ein gutes oder exzellentes Ergebnis in dem von Ihnen benutzten Schulter Score-Fragebogen.

Diese Ergebnisse decken sich mit der Studie von Hersch et al. ³⁷. Er untersuchte 22 Patienten mit isolierter Totalruptur der Supraspinatussehne mit einem durchschnittlichen Follow-up von 39 Monaten (24 bis 80 Monate) und einem Durchschnittsalter von 56 Jahren (29-80 Jahre). Bei 95% der Patienten zeigte sich eine Verbesserung der Symptomatik, 86% der Patienten waren mit dem postoperativen Ergebnis zufrieden. Im Durchschnitt erzielte die operierte Schulter postoperativ 97% der Kraft der unoperierten Schulter bei der Abduktion und 95% bei der Außenrotation.

Leroux konstatiert eine Verschiebung der Kräfte-Relation zwischen Innen- und Außenrotatoren an der Schulter als einen Faktor beim Impingement-Syndrom ⁵². Der Quotient IR/AR, welcher normalerweise 1.3-1.5 beträgt, d.h. dass beim gesunden die Innenrotatoren normalerweise stärker sind als die Außenrotatoren, tendiert beim Impingement gegen 1. In seiner Studie ergibt sich nach einer chirurgischen Intervention zur Behandlung des Impingement-Syndroms wieder ein normales Verhältnis ⁵³ zwischen den Schulterrotatoren, der Autor geht aber leider nicht näher auf die genauen Zusammenhänge ein.

Auch andere Autoren berichten über gute postoperative Ergebnisse nach Mini-open-repair ^{1,6,31,54,65,66,87}. Dabei scheinen das Alter des Patienten, die Defektgröße, die Zeit zwischen Ruptur und operativer Versorgung und die prä- und postoperative Rehabilitation eine große Rolle zu spielen ^{30,31,36,71,74,83}. Je älter der Patient, desto schwächer ist die von ihm aufbrachte durchschnittliche Kraft in der Schulter ^{27,30}. Je jünger, desto stärker ist die biomechanische Stabilität der SSP-Sehne ⁷¹. Mit Zunahme des Alters nimmt jedoch auch die Defektgröße zu ³⁶, wobei größere Defekte eine höhere Rerupturrate bedingen ³¹.

In Bezug auf die postoperative Kraftentwicklung lässt diese Studie, wie auch andere den Schluss zu, dass sofern eine Partialruptur besteht, eine Naht der SSP-Sehne mehr Vorteile aufweist, als die alleinige Dekompression des Subakromialraumes^{65,66,85}. Obwohl Nachteile gegenüber der reinen arthroskopischen Dekompression⁸⁵ existieren wie z.B. mehr postoperative Schmerzen und verzögerte Heilung, bietet die Mini-open-Operationstechnik gegenüber der offenen Naht Vorteile, wie z.B. Erhaltung des M.deltoideus, kürzere Krankenhausaufenthalte, kürzere Rehabilitationszeiten, kleinere Narben^{34,68}. Rein arthroskopisch behandelte SSP-Sehnenrupturen, scheinen sich mit der Zeit wieder zu verschlechtern^{22,88}. Die Ergebnisse einer Naht der Sehne mit der Mini-open-Technik zeigt keine wesentliche Verschlechterung im Laufe der Zeit⁶⁹.

In Bezug auf die Winkel der maximalen Kraft bei postoperativ nach SSP-Rupturen untersuchten Patienten findet man in der Literatur fast keine Untersuchungen.

Blevins et al.⁶ findet in seiner Arbeit an 47 nach Mini-open-repair der SSP-Sehne postoperativ nachuntersuchten Patienten den Winkel der aktiven Abduktion erhöht von präoperativ 129 Grad auf postoperativ 166 Grad.

Hattrup³⁶ untersucht 88 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 65,8 Jahren nach offener Naht der SSP-Sehne bei isolierter SSP-Sehnen-Ruptur. Dabei ist der Winkel der passiven Beweglichkeit kaum erhöht mit einer Differenz von prä- zu postoperativ von 3°-5°. Aktiv jedoch findet er jedoch eine Verbesserung bei der Abduktion von 20° (von 148° auf 168°), bei der Flexion von 19° (von 143° auf 162°) und bei der Außenrotation von 6° (von 61° auf 67°).

Dies alles sind Beschreibungen der Verbesserung der Beweglichkeit nach einer Naht der SSP-Sehne, jedoch keine Arbeit untersucht den Winkel der maximalen Kraft prä- und postoperativ während dieses Bewegungsausmaßes.

In dieser Studie wurden neben der maximalen Kraft in [Nm] die Winkel der maximalen Kraft in den verschiedenen Gruppeneinteilungen untersucht.

Hierbei findet sich im Gesamtkollektiv ein statistisch signifikanter Unterschied an der dominanten Schulter für die Abduktion zwischen Mini-open- und SAD-Patienten, ebenfalls an der dominanten Schulter für die Außenrotation zwischen Gesunden und SAD-Patienten und an der nichtdominanten Schulter für die Innenrotation zwischen allen 3 Patientengruppen. Für die Gruppe der Männer finden sich statistisch signifikante Unterschiede an der dominanten Schulter für die Außenrotation zwischen Gesunden und SAD-Patienten und an

der nichtdominanten Schulter für die Innenrotation ebenfalls zwischen Gesunden und SAD-Patienten.

Signifikante Unterschiede finden sich für die Gruppe der Frauen nur an der dominanten Seite für die Abduktion zwischen Mini-open- und SAD-Patienten und für die Außenrotation zwischen den Gesunden und den SAD-Patienten.

Wenn man die weitere Unterteilung in die Untergruppen betrachtet, lässt sich kein einheitlich durchgehendes Muster erkennen, welches Rückschlüsse auf die Operation erlaubt. Es zeigen sich keine relevanten Veränderungen für die Abduktion (außer im Kollektiv aller Frauen), welche z.B. durch eine Längenänderung der Sehne durch die Naht zu erklären wäre. Vielmehr scheint die individuelle Streuung der Winkel so groß zu sein, dass sich kein einheitliches Bild ergibt. Aus der Messung der Winkel der maximalen Kraft prä- und postoperativ lassen sich also, zumindest in dieser Studie, keine Aussagen bezüglich der Qualität der Operation oder die weitere Prognose ableiten.

Durch die radiologische Diagnostik lassen sich eine Vielzahl von Befunden erheben, wie z.B. Zystenbildung, Sklerosierungen, Abflachungen oder Atrophien des Tuberkulum majus und Osteophytenbildung. Das Hauptaugenmerk liegt aber in dem Bereich, in der die Pathogenese des Impingementsyndroms zu suchen ist : im subakromialen Raum zwischen dem höchsten Scheitelpunkt des Humeruskopfes und der Akromionunterfläche. Das chronische Impingementsyndrom ist durch die Einengung des subakromialen Spaltes und damit der Einengung der dort verlaufenden Supraspinatussehne ein Vorläufer der SSP-Sehnenruptur^{61,62}. Gemessen wird der akromiohumorale Abstand auf der a.p.-Aufnahme (siehe Appendix II). Dabei kann bei einem Abstand von >7mm von einem günstigen Operationsergebnis ausgegangen werden^{22,82}. Zwischen 7 und 5mm ist der Verschluß der Rotatorenmanschette schwierig und unter 5mm ist ein komplett verschließender Defektverschluß nicht mehr möglich^{31,82}.

Bei den hier untersuchten Patienten war der akromiohumorale Abstand präoperativ nie kleiner als 8mm, so daß hier von einem guten Ergebnis ausgegangen werden konnte. Es lässt sich bei den in dieser Studie Untersuchten, welche mit dem Mini-open-Verfahren operiert wurden, eine postoperative Erweiterung des akromiohumeralen Spaltes feststellen. Der radiologisch ermittelte präoperative durchschnittliche Spalt von 0,96cm erweiterte sich postoperativ auf

einen Durchschnitt von 1,11cm. Dieser Unterschied entspricht einer statistisch signifikanten Differenz von 0,15cm.

Zusätzlich liessen sich andere prä- und postoperative Veränderungen beobachten. Insbesondere ist hier die Veränderungen des Akromiontyps nach Bigliani bei 50% (11 von 22) der Patienten zu beachten, welche durch die Akromioplastik erzielt wurde. Insgesamt lagen präoperativ 2 Akromii vom Typ III und 9 vom Typ II vor. Postoperativ waren dies noch 1 Akromion vom Typ II und 21 entsprachen einem Akromion Typ I.

In einer Arbeit von Hersch et al.³⁷, in der er 22 Patienten mit einem Follow-up von 2-7 Jahren nach Mini-open-repair untersucht, findet er präoperativ in 5 Fällen den Akromion Typ II nach Bigliani und in 17 Fällen Typ III. Zusätzlich beschreibt er präoperativ noch einen Fall von glenohumeraler Arthrose und bei zwei Patienten eine AC-Gelenks-Arthrose. Da die Studie allerdings retrospektiv erstellt wurde, fehlen genügend postoperative radiologische Klassifizierungen. Nur von 3 Patienten wird postoperativ berichtet, wobei 2 Patienten von Typ III-Akromion zu Typ I und einer von Typ II zu Typ I wechselten. Diese Befunde decken sich mit den Ergebnissen dieser und anderer Arbeiten^{22,61,62,82}.

Warner et al.⁸⁴ schlägt einige prä- und intraoperative Ausschlusskriterien für eine arthroskopisch assistierte Operation vor. Neben einer Degeneration und Atrophie der Sehne im MRT und einer stark eingeschränkten aktiven Beweglichkeit ist dies ein radiologisch feststellbarer Humeruskopfhochstand. Diese Kriterien scheinen eine positive Korrelation mit einer schlechten Sehnenqualität und schlechteren Ergebnissen zu haben^{28,29}. Ein Humeruskopfhochstand war in dieser Arbeit weder prä- noch postoperativ bei den Untersuchten radiologisch festzustellen.

In der Mini-open-repair-Gesamtgruppe, sowie bei den Mini-open-Männern und -Frauen zeigt sich ein einheitliches Bild. Es sind in der aktiven Beweglichkeit signifikant verbessert die Abduktion, die Flexion und die Innenrotation.

In der nur subakromial dekomprimierten Gruppe zeigen sich statistisch signifikante Verbesserungen der aktiven Beweglichkeit in der Abduktion, Flexion, Außen- und Innenrotation bei der Gesamt- und bei der Männergruppe. Die Frauengruppe weist lediglich eine signifikante Verbesserung in der Flexion auf, obwohl auch eine Verbesserung der Abduktion angedeutet ist. Somit erscheint die Therapie, im Hinblick auf die Verbesserung der

Beweglichkeit der Schulter, bei den Mini-open-Patienten und bei den SAD-Patienten erfolgreich zu sein.

Vergleicht man die Mini-open-Gruppe und die SAD-Gruppe direkt miteinander, fällt die Mini-open-Gruppe in der Abduktion mit $171,4^\circ$ um über 10° besser aus als die SAD-Gruppe. Aber bereits präoperativ zeigt die SAD-Gruppe eine um 10° schlechtere Beweglichkeit, sodass beide sich postoperativ gleichwertig um 20° gebessert haben.

Die Verbesserung der Beweglichkeit wird aber nicht nur mechanisch durch die Naht der SSP-Sehne erklärt, sondern ist auch Ergebnis der Beseitigung des präoperativ bestehenden Schmerzes. Bei subakromialer Injektion eines Lokalanästhetikums bei bestehender Ruptur der SSP-Sehne, verbessert sich die Beweglichkeit für die Abduktion bei bis zu 93% der Patienten^{4,46}. Auch die Kraft zeigt bei Totalrupturen nach subakromialer Injektion eines Lokalanästhetikums einen Anstieg bei der Abduktion von 67% auf 81%, gemessen an der gesunden Schulter.

Die Außenrotation verbessert sich postoperativ bei der SAD-Gruppe um 16° , bei der Mini-open-Gruppe nur um 4° . Aber auch hier differieren bereits die Ausgangswerte um 10° , sodass es fraglich erscheint, ob ein direkter Vergleich sinnvoll ist, oder ob nicht die präoperativ bestehende große individuelle Streuung die Aussagekraft einschränkt.

Bei 94% der untersuchten Patienten (16 von 17) war präoperativ mit dem Jobe-Test ein Schmerz auslösbar. Bei 76% (13 von 17) war der Hawkins-Kennedy-Test positiv. Ein Druckschmerz über dem AC-Gelenk war mit 12% (2 von 17) eher die Ausnahme. Der painful-arc war bei 35% zu beobachten (6 von 17) und bei 41% (7 von 17) fiel der 0° -Abduktionstest positiv aus. Somit erscheint jeder einzelne Test für sich keine absolute Sicherheit zu bieten eine Impingement-Symptomatik oder eine SSP-Ruptur zu diagnostizieren. Die Summe der verschiedenen Tests zeigt aber eine wegweisende Richtung und mit zusätzlicher Hilfe von bildgebenden Verfahren ist dann die Diagnose zu finden.

Der in dieser Studie benutzte Constant Score Schulterfragebogen wurde modifiziert. Normalerweise ergibt die Summe aller Punkte in diesem Fragebogen 100 Punkte. Da allerdings die im Test vorkommende grobe Kraftmessung mit einer Federwaage ersetzt wurde

durch die differenzierte Messung mit dem Cybex-Norm, kann man in dieser modifizierten Form lediglich 75 Punkte erreichen.

In den Constant-Score gehen mit ein: der Schmerz, inwieweit sportliche Aktivitäten möglich sind, die Fähigkeit zu arbeiten, Einschränkungen in der Freizeit, ob ungestörter Schlaf möglich ist und mit einem Hauptanteil die Beweglichkeit der Schulter in der Flexion, der Abduktion, der Außen- und Innenrotation (s. Appendix I). Präoperativ lag die Durchschnittspunktzahl aller untersuchten Mini-open-Patienten bei 49,8 Punkten (s. 3.5). Postoperativ ergab sich ein Durchschnitt von 68,9 Punkten. Die Verbesserung von über 19 Punkten ist statistisch signifikant. Ebenso bei den Patienten, welche mit einer SAD versorgt wurde. Hier liegt der präoperative Durchschnitt bei 45,2 Punkten und hebt sich postoperativ auf 64,2 Punkte. Diese Verbesserung ist ebenfalls statistisch signifikant. Weder bei den Mini-open-, noch bei den SAD-Patienten besteht zwischen der Männer- und Frauengruppe ein statistisch signifikanter Unterschied, d.h. der modifizierte Constant-Score ergibt in allen Gruppen eine signifikante Verbesserung.

In Lyon wurden 120 Patienten nach isolierter SSP-Ruptur mit einem Durchschnittsalter von 54 Jahren und einem mittleren follow-up von 30 Monaten nachuntersucht. Hierbei fand sich ein Constant Score von 88 Punkten⁷ und insgesamt wurden 75% gute und sehr gute Ergebnisse erzielt.

Ähnliche Ergebnisse beobachtet eine Arbeit von Hersch aus New York, welche 22 Patienten mit einer SSP-Totalruptur versorgt mit Mini-open-repair, einer mittleren Nachuntersuchungszeit von 39 Monaten und einem Durchschnittsalter von 59 Jahren nachuntersucht³⁷. Hier wird ein postoperativer Constant Score von 84 beschrieben.

Andere Autoren verwenden den UCLA (University of California, Los Angeles)-Schulterfragebogen^{1,6,69,74}. Auch hier findet sich regelmäßig eine Verbesserung des Scores. Da sich die Ergebnisse dieser Arbeit mit den Beobachtungen anderer Studien vergleichen lassen, könnte man davon ausgehen, daß sich mit dem von Constant und Murley beschriebenen Constant-Score die klinische Verbesserung in Bezug auf Beweglichkeit und Kraft im Fragebogen widerspiegeln.

5 Zusammenfassung

Das Impingement Syndrom gehört zu den häufigsten Ursachen für Schulterschmerzen und ist ein Vorläufer für eine Ruptur der Rotatorenmanschette. Die nichttraumatische Rotatorenmanschettenruptur ist eine Erkrankung des älteren Menschen über 50 mit nicht geringen Inzidenzraten in der heutigen Bevölkerung. In einer Vielzahl der Fälle besteht die Rotatorenmanschettenruptur aus einer Ruptur der Supraspinatussehne. Diese Arbeit verglich zwei Operationsmethoden hinsichtlich der postoperativen Kraftentwicklung, der postoperativen Beweglichkeit und der postoperativen Schmerzen miteinander, welche bei der Partialruptur der SSP-Sehne angewandt werden.

Beim Vergleich der postoperativen Kraftentwicklung zeigt sich die Gruppe, welche einen Mini-open-repair, also eine Naht der SSP-Sehne erhalten hatte besser als die Gruppe der subakromial dekomprimierten ohne Naht der SSP-Sehne. Die Gruppe der SAD war in allen gemessenen Bewegungsrichtungen (Abduktion, Außen- und Innenrotation) bis auf wenige Ausnahmen postoperativ signifikant schlechter als die Gesunde Kontrollgruppe. Für die Gruppe der Mini-open-Patienten konnte postoperativ kein signifikanter Unterschied zur gesunden Kontrollgruppe festgestellt werden. Das legt den Schluss nahe, dass eine Naht der Supraspinatussehne bei Partialruptur eine bessere postoperative Kraftentwicklung zeigt, als eine alleinige Dekompression ohne Naht.

Es wurden zusätzlich die Winkel der maximalen Kraft der verschiedenen Gruppen miteinander verglichen. Diese Winkel wurden bisher in keiner Arbeit untersucht. Es zeigte sich in jeder der drei Gruppen eine große individuelle Streuung, welche bei einem Vergleich der Gruppen untereinander kein durchgehendes Muster erkennen lässt. D.h. die Winkel der maximalen Kraft scheinen keine Korrelation zu haben zum Geschlecht, zur Operationsmethode oder der betroffenen Schulter der Patienten.

Die klinische Untersuchung des betroffenen Patienten kann anhand von Schultertests durchgeführt werden, welche eine mehr oder weniger hohe Sensitivität haben. Von den hier angewandten Tests, zeigte sich der Jobe-Test am sensitivsten mit 94%, gefolgt vom Hawkins-Kennedy-Test mit 76% und mit 41% vom 0°-Abduktionstest. Es zeigt sich also, dass erst die Summe der Test einen Gesamteindruck vermittelt und eine (Teil-)ruptur der Rotatorenmanschette erkennen lässt. Ein Test für sich alleine genommen kann eine Pathologie nicht mit Sicherheit erkennen.

Die Beweglichkeit des Schultergelenks ist bei beiden Gruppen postoperativ verbessert. Bei den Mini-open-Patienten tritt eine signifikante Besserung für die Abduktion, die Flexion und die Innenrotation ein. Bei den SAD-Patienten bessert sich statistisch signifikant bei den

Männern die Abduktion, Flexion, Außen- und die Innenrotation, bei den SAD-Frauen die Flexion. Es erscheint jedoch schwer die Verbesserung der Schulterbeweglichkeit unter den Gruppen zu vergleichen, da bereits präoperativ eine große Streuung vorhanden ist. So erscheint die Mini-open-Gruppe z.B. in der Abduktion postoperativ mit einem Durchschnitt von $171,4^{\circ}$ um 10° besser als die SAD-Gruppe mit 161° , jedoch differieren die Ausgangswerte präoperativ bereits um 10° . Beide Gruppen verbessern sich also nach der Operation gleichwertig um 20° .

Der Fragebogen nach Constant und Murley wurde so modifiziert, dass maximal 75 Punkte zu erreichen waren. Die grobe Kraftprüfung durch eine Federwaage, mit der maximal 25 Punkte zu erreichen waren, wurde weggelassen, da die Kraft durch das Cybex-Norm differenzierter erfasst wurde. Der modifizierte Constant-Score stieg von präoperativ 49,8 Punkten auf postoperativ 68,9 Punkte bei den Mini-open-Patienten. Der Unterschied von über 19 Punkten entspricht einer statistisch signifikanten Verbesserung.

Damit ist der Mini-open-repair der SAD in dieser Studie in der postoperativen Kraftentwicklung überlegen. Die Beweglichkeit bessert sich bei beiden operativen Verfahren gleichwertig.

6 Literaturverzeichnis

1. Baker CL, Liu SH, „Comparison of open and arthroscopically assisted rotator cuff repairs.“, Am J Sports Med 1995 Jan-Feb;23(1):99-104
2. Bardenheuer B, “Die Verletzung der oberen Extremitäten.”, Reihe Dtsch Chir 63:418
3. Bateman JE, „The diagnosis and treatment of ruptures of the rotator cuff.“ Surg Clin N Am, 1963, 43:1523-1530
4. Ben-Yishay A, Zuckerman JD, Gallagher M, Cuomo F, „Pain inhibition of shoulder strength in patients with impingement syndrome.“, Orthopedics 1994 Aug;17(8):685-8
5. Bigliani LU, Morrison DS, April EW, “The Morphology of the Acromion and its Relationship to Rotator Cuff Tears.”, Orthop Trans, 1986(10):228
6. Blevins FT, Warren RF, Cavo C, Altchek DW, Dines D, Paletta G, Wickiewicz TL, „Arthroscopic assisted rotator cuff repair: results using a mini-open deltoid splitting approach.“, Arthroscopy 1996 Feb;12(1):50-9
7. Bonnin M, Versier G, “Les ruptures du tendon sus-epineux”, J Lyonnaises epaule 4 :305-320, 1993
8. Brockbank W, Griffiths S, “Orthopaedic surgery in the sixteenth and seventeenth centuries, luxations of the shoulder.” J Bone Joint Surg 1948, 30B:365
9. Buchholz H, “Der Abriss der Supraspinatussehne.”, Arch Clin Chir 1922;121:255-264
10. Budoff JE, Nirschl RP, Guide EJ, „Current Concepts Review. Debridement of partial-thickness tears of the rotator cuff without acromioplasty.”, J Bone Joint Surg Am, 1998(80):733-748
11. Cahalan TD, Johnson ME, Chao EY, „Shoulder strength analysis using the Cybex II isokinetic dynamometer.“, Clin Ortop 1991 Oct;(271):249-57
12. Clark JM, Harryman DT, „Tendons, ligaments, and capsule of the rotator cuff.“, J Bone Joint Surg, 1992 Jun;5(74-A):713-725
13. Codman EA, “The Shoulder”, Thomas Todd, Boston 1934. (Neudruck durch G.Miller and Co., Medical Publishers Inc., Brooklyn, New York)
14. Codman EA, “Complete rupture of supraspinatus tendon. Operative treatment with support of two successful cases.”, Boston Med J, 1911(164):708-710
15. Codman EA, “The classic rupture of the supraspinatus tendon.”, Clin Orth 1990, 254:3-26

16. Coefield RH, "Concepts review rotator cuff disease of the shoulder", *J Bone Joint Surgery Am*, 1985;67:974-979
17. Constant CR, Murley AMG, "A clinical method of functional assessment of the shoulder", *Clin Orthop* 214: 160-164, 1987
18. Cooper A, "A Treatise on Dislocation and Fractures of Joints.", Philadelphia, Carey and Lea 1825
19. Davies et al, „A compendium of isokinetics in clinical usage“ S.u.S Publishers,1985
20. Ellman H, "Arthroscopic Subacromial Decompression : A preliminary Report.", *Orthop.Trans.*9, 1985, 49
21. Ellman H, Kay SP, Wirth M, "Arthroscopic treatment of full-thickness rotator cuff tears: 2-7 year follow-up-study.", 1993, *Arthroscopy*; 9:195-200
22. Ellman H, Hanker G, Bajer M, "Repair of the rotator cuff and result study of factors in influencing reconstruction.", *J Bone Joint Surg [Am]* 68:1136-1144, 1986
23. Ellman H, "Treatment of partial thickness rotator cuff tears: arthroscopic and mini-open." In : Ellman H, Gartsman GM, *Arthroscopic Shoulder Surgery and Related Procedures*. Lea&Febiger, Philadelphia 1993
24. Frisiello S, Gazaille A, O'Halloran J, Palmer ML, Waugh D, „Test-retest reliability of eccentric peak torque values for shoulder medial and lateral rotation using the Biodex isokinetic dynamometer.“, *J Orthop Sports Phys Ther* 1994 Jun;19(6):341-4
25. Fukuda H, Hamada K, Nakajima T, Tomonaga A, „Pathology and Pathogenesis of the intratendinous tearing of the rotator cuff viewed from en bloc histologic sections.“, *Clin Orthop Related Res* 1994 Jul;(304):60-67
26. Fukuda H, Hamada K, Yamanaka K, „Pathology and Pathogenesis of bursal-side rotator cuff tears viewed from en bloc histologic sections.“, *Clin Orthop Related Res* 1990 May;(254):75-80
27. Gallagher MA, Zuckerman JD, Cuomo F, Ortiz J, „The effect of age, speed, and arm dominance on shoulder function in untrained men.“, *J Shoulder Elbow Surg* 1996 Jan-Feb;5(1):25-31
28. Gerber C, "Latissimus dorsi transfer for the treatment of irreparable tears of the rotator cuff.", *Clin Orthop* 275:152-160, 1992
29. Goutallier D, Postel JM, Bernageau J, et al ., "Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and postoperative evaluation by CT-Scan.", *Clin Orthop* 304:78-83, 1994
30. Greenfield B, Johanson M, "Isokinetic and isometric measurement of strength of external rotation and abduction of the shoulder.", *J Bone Joint Surg Am* Aug 1993; 75(8):1254

31. Habermeyer P, „Open surgical therapy of the rotator cuff.“, Orthopade 1995 Nov;24(6):512-28
32. Habermeyer P, Ebert T, Jung D, „Current status of shoulder arthroscopy“, Ther Umsch 1998 Mar;55(3):175-83
33. Habermeyer P, Schweiberer L, Brunner UH, „Klinische Untersuchung der Schulter“ aus Habermeyer, Schweiberer „Schulterchirurgie“, Urban&Schwarzenberg, 41-58
34. Hata Y, Saitoh S, Murakami N, et al., „A less invasive surgery for rotator cuff tear: mini-open repair.“,
35. J Shoulder Elbow Surg (United States), Jan-Feb 2001, 10(1) p11-6
36. Hattrup SJ, „Rotator cuff repair: relevance of patient age.“, J Shoulder Elbow Surg 1995 Mar-Apr;4(2):95-100
37. Hersch JC, Sgaglione NA, „Arthroscopically assisted mini-open rotator cuff repairs. Functional outcome at 2- to 7-year follow up.“, Am J Sports Med 2000 May-Jun;2(3):301-11
38. Hippocrates, “The Genuine Works of Hippocrates.”, Translated by Adams F, Baltimore, Williams and Wilkins, 1946:205-15
39. Hislop HJ, Perrine JJ, „The isokinetic concept of exercise“, Phys Ther (United States), Feb 1967, 47(2) p114-7
40. Hussein MK, “Kocher’s Method is 3000 years old.”, J Bone Joint Surg 1968, 50B:669
41. Imhoff A, “The Use of Lasers in orthopaedic surgery. Controversial topics in sports medicine.”, Operat Tech Orthop 5:192-203, 1995
42. Imhoff A, König U, „Schulterinstabilität - Rotatorenmanschette“, Steinkopff-Darmstadt, 1999
43. Imhoff A, Ledermann Th, „Das Impingementsyndrom der Schulter, Definition, Pathogenese-pathologische Befunde.“, in :Eulert J, Hedtmann A (Hrsg): Das Impingementsyndrom der Schulter, 1996, Thieme Verlag, S.1-13
44. Imhoff A, „Schulterarthroskopie“, deutsche Ausgabe von Bunker T, Wallace A: „Shoulder arthroscopy“, 1992, Thieme, Stuttgart
45. Imhoff A, „Diagnostische Schulterarthroskopie.“ In: Springorum HW, Katthagen BD, „Aktuelle Schwerpunkte der Orthopädie, Bd. III, 1992, Thieme, Stuttgart, S.131-38
46. Itoi E, Minagawa H, Sato T, Sato K, Tabata S, „Isokinetic strength after tears of the supraspinatus tendon.“, J Bone Joint Surg Br 1997 Jan;79(1):77-82
47. Jössel G, “Anatomische Beiträge zur Kenntnis der Humerusluxationen mit Fractur der Tuberkel”, Dtsch Z Chir 1874(4):124-129

48. Jössel G, „Über die Recidive der Humerusluxationen“, Dtsch Z Chir 1880(13):167-184
49. Kocher T, „Eine neue Reduktionsmethode für Schulterverrenkung.“, Berl.Klein. Wehnscher., 7:101, 1870
50. Kuhlman JR, Ianotti JP, Kelly MJ, Riegler FX, Gevaert ML, Ergin TM, „Isokinetic and isometric Measurement of strength of external rotation and abduction of the shoulder.“, J Bone Joint Surg Am 1992 Oct;74(9):1320-33
51. Leggin BG, Neumann RM, Ianotti JP, Williams GR, Thompson EC, „Intrarater and interrater reliability of three isometric dynamometers in assessing shoulder strength.“, J Shoulder Elbow Surg 1996 Jan-Feb;5(1):18-24
52. Leroux JL, Codine P, Thomas E, Pocholle M, Mailhe D, Blotman F, „Isokinetic evaluation of rotational strength in normal shoulders and shoulders with impingement syndrome.“, Clin Orthop 1994 Jul;(304):108-15
53. Leroux JL, Hebert P, Mouilleron P, Thomas E, Bonnel F, Blotman F, „Postoperative shoulder rotators strength in stages II and III impingement syndrome.“, Clin Orthop 1995 Nov;(320):46-54
54. Levy HJ, Uribe JW, Delaret L, „Arthroscopic Assisted Rotator Cuff Repair: Preliminary Results.“, Arthroscopy 1990(6):55-60
55. Magnusson SP, Gleim GW, Nicholas JA, „Subject variability of shoulder abduction strength testing.“, Am J Sports Med 1990 Jul-Aug;18(4):349-53
56. Malerba JL, Adam ML, Harris BA, Krebs DE, „Reliability of dynamic and isometric testing of shoulder external and internal rotators.“, J Orthop SportsPhys Ther 1993 Oct;18(4):543-52
57. Marechal E, „Ruptures associées des tendons sus et sous-épineux. Journées Lyonnaises d'épaule, Lyon 1.-4.Apr 1993, Kongreßband 331-354
58. Mayer F, Horstman T, Rocker K, Heitkamo HC, Dickhuth HH, „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 1994 Jan;15 Suppl 1:S19-25
59. Meyer AW, „Chronic functional lesions of the shoulder.“, Arch Surg, 1937(35):646
60. Müller W, „Über habituelle Schulterluxationen. Vortrag XXVII. Chirurgenkongress zu Berlin.“, 1898
61. Neer CS, „Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder.“, J Bone Joint Surg Am, 1972(54A):41-50
62. Neer CS, „Impingement lesions.“, Clin Orthop 1983;173:70-77

63. Neer CS, Craig EV, Fukuda H, "Cuff – tear arthropathy.", J Bone Joint Surg Am 1983, 65:1232-1244
64. Neer CS, "Displaced fracture of the humeral head." J Bone Joint Surg, 1970(52A):1077 (Part I), and 1970(52A):1090 (Part II)
65. Paulos LE, Kody MH, „Arthroscopically enhanced „miniapproach“ to rotator cuff repair.“, Am J Sports Med 1994 Jan-Feb;22(1):19-25
66. Paulos LE, Franklin JL, "Arthroscopic shoulder decompression development and application. A five year experience", Am J Sports Med 1990, 18:235-244
67. Perthes G, "Über Operationen bei habituellen Schulterluxationen", Dtsch Z Chir 1906; 85:199-227
68. Pollock RG, Flatow EL, „The rotator cuff. Full-thickness tears. Mini-open repair.“, Orthop Clin North Am 1997 Apr;28(2):169-77
69. Posada A, Uribe JW, Hechtman KS, Tjin-A-Tsoi EW, Zvijac JE, „Mini-deltoid splitting rotator cuff repairs: do results deteriorate with time?“, Arthroscopy 2000 Mar;16(2):137-41
70. Rathbun JB, MacNab I., "The microvascular pattern of the rotator cuff", J Bone Joint Surg Br 1970;52:540-553
71. Rickert M, Georgousis H, Witzl U, „Tensile strength of the tendon of the supraspinatus muscle in the human. A biomechanical study.“, Unfallchirurg 1998 Apr;101(4):265-70
72. Rokito AS, Namkoong S, Zuckerman JD, Gallagher MA, "Open surgical treatment of anterior glenohumeral instability: an historical perspective and review of the literature. Part I.", Am J Orthop 1998 Nov;27(11):723-5
73. Rokito AS, Namkoong S, Zuckerman JD, Gallagher MA, "Open surgical treatment of anterior glenohumeral instability: an historical perspective and review of the literature. Part II.", Am J Orthop 1998 Dec;27(12):784-90
74. Rokito AS, Zuckerman JD, Gallagher MA, Cuomo F, „Strength after surgical repair of the rotator cuff.“, J Shoulder Elbow Surg 1996 Jan-Feb;5(1):12-7
75. Rothman RH, Parke WW, "The vascular anatomy of the rotator cuff", Clin Orthop 1965, 41:176-186
76. Schwamborn T, Imhoff AB, „Diagnostik und Klassifikation der Rotatorenmanschettenläsionen, Untersuchungstechniken, Differentialdiagnostik, Klassifikationen“, aus: A.B.Imhoff, U.König, „Schulterinstabilität – Rotatorenmanschette“, 1999, 191-201, Steinkopff Darmstadt
77. Smith JG, "Pathological appearance of seven cases of injury of the shoulder-joints with remarks.", London M Gaz 1834(14):280-85

78. Strafford BB, Del Pizzo W, "A historical review of shoulder arthroscopy.", Orthop Clin North Am 1993 Jan;24(1):1-4
79. Thorwesten L, Steinbeck J, Schroder M, Jerosch J, „Isokinetic force measurements of the shoulder joint.“, Sportverletz Sportschaden 1995 Jun;9(2):62-4
80. Uthoff HK, Löhr J, Sarkar K, "The pathogenesis of rotator cuff tear.", In: Takagishi N (ed) The shoulder. Prof postgrad Serv 211-212
81. Uthoff HK, Hammond DI, "The role of the coracoacromial ligament in the impingement syndrome: a clinical, radiological and histological study" 1988, Int Orthop (SICOT) 12/2:97-104
82. Walch G, "Synthese sur l'épidémiologie et l'étiologie des ruptures de la coiffe des rotateurs.", Journées Lyonnaises d'épaule, Lyon 1.-4. April 1993, Kongressband 256-266,435-442
83. Walker SW, Couch WH, Boester GA, Sprowl DW, „Isokinetic strength of the shoulder after repair of a torn rotator cuff.“, J Bone Joint Surg Am 1987 Sep;69(7):1041-4
84. Warner JJP, Goitz RJ, Irrgang JJ, et al, "Arthroscopic-assisted rotator cuff repair: Patient selection and treatment outcome", J Shoulder Elbow Surg 6:463-472, 1997
85. Weber SC, „Arthroscopic debridement and acromioplasty versus mini-open repair in the treatment of significant partial-thickness rotator cuff tears.“, Arthroscopy 1999 Mar;15(2):126-31
86. Wright SA, Cofield RH, "Management of partial thickness rotator cuff tears.", J Shoulder Elbow Surg 1996(5):458-66
87. Yamaguchi K, "Mini-open rotator cuff repair: an updated perspective", Instr Course Lect (United States), 2001, 50 p53-61
88. Zvijac JE, Levi HJ, Lemak LJ, "Arthroscopic subacromial decompression in the treatment of full thickness rotator cuff tears: A 3 to 6 year follow-up.", Arthroscopy 1994, 10:518-523

7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Das rechte Schultergelenk nach Entfernung aller Muskeln bis auf den Ansatz des M.supraspinatus und des M.subscapularis	5
Abbildung 2: rechte Schulter seitlich, nach Entfernung des M. deltoideus und der Oberarmbeuger.	8
Abbildung 3: Schema eines in verschiedenen Schichten transversal angeschichtenen Schulterpräparates.....	10
Abbildung 4: Akromiontypen nach Bigliani	18
Abbildung 5: Das Schultergelenk mit seinen arthroskopischen Zugängen.....	19
Abbildung 6: Anterolateraler Zugang beim Mini-open-Repair.....	20
Abbildung 7: Das Cybex-Norm.....	26
Abbildung 8: Null-Grad-Abduktionstest ³³ Abbildung 9: Hawkins-Kennedy-Test ³³	29
Abbildung 10: Jobe-Test	30
Abbildung 11: Lift-Off-Test	31
Abbildung 12: Gerber-Test ³³	32
Abbildung 13: Horizontaladduktionstest ³³	32
Abbildung 14: Vergleich der Drehmomente	36
Abbildung 15: Drehmomentvergleich der Männer	37
Abbildung 16: Drehmomentvergleich der Frauen	38
Abbildung 17: Drehmomentvergleich der Frauen, dominante Seite	39
Abbildung 18: Drehmomentvergleich der Frauen, nichtdominante Seite.....	40
Abbildung 19: Drehmomentvergleich der Männer, dominante Seite	41
Abbildung 20: Drehmomentvergleich der Männer, nichtdominante Seite	42
Abbildung 21: Drehmomentvergleich der dominanten Seite	43
Abbildung 22: Drehmomentvergleich der nichtdominanten Seite	44
Abbildung 23: Winkel der maximalen Kraft im Gesamtkollektiv.....	45
Abbildung 24: Winkel der maximalen Kraft bei den Männern.....	46
Abbildung 25: Winkel der maximalen Kraft bei den Frauen	47
Abbildung 26: Winkel der maximalen Kraft bei den Männern, dominante Seite	48
Abbildung 27: Winkel der maximalen Kraft bei den Männern, nichtdominante Seite	49
Abbildung 28: Winkel der maximalen Kraft bei den Frauen, dominante Seite	50
Abbildung 29: Winkel der maximalen Kraft bei den Frauen, nichtdominante Seite.....	51
Abbildung 30: Der akromiohumerales Spalt.....	54

Abbildung 31: Beweglichkeit der Mini-open-Patienten prä- und postoperativ.....	55
Abbildung 32: Beweglichkeit der Mini-open-repair Männer prä- und postoperativ	56
Abbildung 33: Beweglichkeit der Mini-open-repair Frauen, prä- und postoperativ	57
Abbildung 34: Beweglichkeit der Patienten mit SAD, prä- und postoperativ	58
Abbildung 35: Beweglichkeit der Männer mit SAD, prä- und postoperativ.....	59
Abbildung 36: Beweglichkeit der Frauen mit SAD, prä- und postoperativ	60
Abbildung 37: Vergleich der Beweglichkeiten der Patienten mit Mini-open-repair und SAD, prä- und postoperativ	61
Abbildung 38: Der Constant-Score der Patienten mit Mini-open-repair, prä- und postoperativ	62

8 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Liste der gesunden Kontrollgruppe	Tabelle 2: Liste der Mini-open-Gruppe ...	23
Tabelle 3: Liste der Patienten, die einer subakromialen arthroskopischen Dekompression unterzogen wurde.....		24
Tabelle 4: Skala zur Einschätzung der Kraft (British Medical Research Council).....		33
Tabelle 5: Die Mini-open-Patienten mit ihren radiologischen Befunden prä-/postoperativ....		52

9 Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

A.	Arteria
a.p.	anterior-posterior
Abb.	Abbildung
Abd.	Abduktion
Add.	Adduktion
ACG	Acromioclavikulargelenk
AC	Acromioclavikular-
AHA	Akromio-humerale Abstand
AR	Außenrotation
D	Dominant
Ext.	Extension
Flex.	Flexion
IR	Innenrotation
Lig.	Ligamentum
maj.	majus
med.	medial
M.	Musculus
Mm.	Musculi
MRT	Magnetresonanztomographie
ND	Nichtdominant
Nm	Newtonmeter
Proc.	Processus
SAD	subakromiale arthroskopische Dekompression
Sek.	Sekunde
SLAP	superior labral instability from anterior to posterior
SSC	Subscapularis
SSP	Supraspinatus
Tub.	Tuberculum

10 Danksagung

Ich bedanke mich herzlich bei allen Personen, die mir bei der Durchführung der Arbeit unterstützt haben. Mein besonderer Dank gilt:

Prof. Dr. med. A.B. Imhoff für die Überlassung dieser interessanten Fragestellung und dem großen Freiraum bei dessen Bearbeitung.

Vielen Dank an die hervorragende Betreuung durch Dr. med. A. Burkart und Dr. med. J. Agneskirchner, Ihre Diskussionbereitschaft, wertvollen Anregungen und ihre freundliche Unterstützung durch die ich einen tieferen Einblick in das Themengebiet erreichte.

Dr. med. A. Burkart und Dr. H. Fredrich für die Organisation und Durchführung der Doktorandentreffs, die im Verlauf der Entstehung der Arbeit eine große Hilfe waren.

Meinen Mitdoktoranden Britta Oppelt, Carolin Knebel, Patrick Riffel, David Wolff, Stephan Fischer, Michael Maier und Frank Traupe möchte ich für Ihr Zuhören und die wertvollen Anregungen bei den Doktorandentreffs danken.

Herrn Dr. Wagenpfeil für die Durchsicht der Daten und der Hilfe bei der statistischen Auswertung und Darstellung der Ergebnisse.

Fr.Goder für die Hilfe bei der Auffindung der Patienten und Daten aus dem Krankenblattarchiv im Klinikum Rechts der Isar.

Den Schwestern und Mitarbeitern der Abteilung und Poliklinik für Sportorthopädie der TU München für Ihre Hilfe bei meinen Untersuchungen aller Freiwilligen und Patienten und die Unterstützung bei der Fertigung der Röntgenbilder, sowie die Hilfe bei den Patientendateien und im Archiv.

Und vor allem einen herzlichen Dank an meine Eltern, meine Schwester und meinen Freunden, die alle auf Ihre Weise zur Entstehung der Arbeit beigetragen haben.

APPENDIX I

CONSTANT SCHULTER-SCORE

Sportorthopädie München

Patient		Datum	0
			6 Wo
			3 Mt
			6 Mt
			12 Mt
		Betroffene Schulter	rechts/links
		Dominante Hand	rechts/links
Schmerzen / Pain			Sport
Keine (none)	15		Ohne Probleme
Wenig (mild pain)	10		Über Kopf eingeschränkt
Mässig (moderate pain)	5		Alle Armbewegungen eingeschränkt
Stark (severe pain)	0		Unmöglich wegen Arm
Activity level			Funktion / Positioning
Volle Arbeitsfähigkeit	0-4		über Kopf (above head) 10
Freizeit / Sport	0-4		bis Scheitel (up to top of head) 8
Ungestörter Schlaf	0-2		bis Nacken (up to neck) 6
			bis Sternum (up to xiphoid) 4
			bis Taille (up to waist) 2
Beweglichkeit		Forward Flexion	Lateral Abduktion
151°-180°	10		10
121°-150°	8		8
91° - 120°	6		6
61° - 90°	4		4
31° - 60°	2		2
0° - 30°	0		0
Combined active external Rotation			Combined active Internal Rotation
Position of the hand	0		Position of the hand : lateral thigh 0
Behind head, elbow forward (0°-19°)	2		Buttock 2
Behind head, elbow back (20°-39°)	4		Lumbosacral junction (<90°) 4
Top of head, elbow forward (40°-59°)	6		Waist, L3 vertebra (91°-100°) 6
Top of head, elbow back (60°-89°)	8		Th12 vertebra (101°-110°) 8
Full elevation from top of head (>90°)	10		Interscapular, Th7 (>110°) 10

APPENDIX II**Röntgenbefund**

Name : Vorname :

Geb.datum :

Untersuchungsdatum :

1. Anteroposteriore Aufnahme :

- | | | |
|--|------------------------------------|--|
| -Zysten im Bereich des Tbc.majus | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| -Sklerosierung im Bereich des Tbc.majus | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| -Abflachung des Tbc.majus | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| -Atrophie des Tbc.majus | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| -Osteophyten an der Unterseite der lat.clavicula | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| -Erosionen an der Acromionunterfläche | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| -Acromiohumeraler Spalt : _____cm | | |
| -Humeruskopfstand : | <input type="checkbox"/> o.B. | <input type="checkbox"/> Dezentrierung |
| | | <input type="checkbox"/> Hochstand |
| | <input type="checkbox"/> Tiefstand | |
| -Sonstige Auffälligkeiten : | | |

2. Outlet-view :

- | | | | |
|--|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| -Akromiontyp nach Bigliani : | <input type="checkbox"/> Typ I | <input type="checkbox"/> Typ II | <input type="checkbox"/> Typ III |
| -Osteophyten an der Akromionspitze: | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | |
| -Sehnenverkalkungen an der Rotatorenmanschette : | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | |

3. Röntgenzielaufnahme des AC-Gelenks

- | | | | |
|------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| - Breite des AC-Gelenks | | | |
| - Arthrose des AC-Gelenks | | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| - Stellung der lat.Clavicula | <input type="checkbox"/> o.B. | <input type="checkbox"/> Hochstand | <input type="checkbox"/> |
| Tiefstand | | | |

