

Aus der Klinik und Poliklinik für Orthopädie
der Universität Würzburg
Direktor: Professor Dr. med. J. Eulert

**Beziehung der korakoklavikulären Bänder und des N. suprascapularis zum Schulter-
Eckgelenk bei der Resektion der lateralen Klavikula**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der

Medizinischen Fakultät

der Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg

vorgelegt von

Annegret Weinmann

aus Regenstein

Würzburg, Mai 2008

Referent: Prof. Dr. med. F. Gohlke

Korreferent: Prof. Dr. med. J. Eulert

Dekan: Prof. Dr. med. M. Frosch

Tag der mündlichen Prüfung:

20.01.09

Der Promovend ist Zahnärztin

Inhaltsverzeichnis

Seite

I) Einleitung

1.	Fragestellung.....	1
2.	Anatomische Grundlagen	4
3.	Funktionelle Anatomie	7
4.	Pathologische Veränderungen des AC-Gelenkes bei stabilem Gelenk.....	9
4.1	Idiopathische AC-Gelenkarthrose.....	9
4.2	Posttraumatische Osteolyse der lateralen Klavikula.....	10
4.3	Atraumatische Osteolyse der lateralen Klavikula.....	11
4.4	Posttraumatische AC-Gelenkarthrose.....	11

II) Material und Methoden

1.	Anatomisches Untersuchungsmaterial.....	13
1.1	Allgemeine Daten der Präparate.....	13
1.2	Präparatentnahme.....	13
1.3	Feinpräparation.....	14
2.	Datenerfassung.....	16
2.1	Festlegung der Messpunkte.....	16
2.2	Vorgehen bei der Vermessung der Präparate.....	19
2.3	Statistische Auswertung.....	19

III) Ergebnisse

1.	Begutachtung während der Präparation.....	20
2.	Messwerte.....	20
2.1	Länge der Klavikula.....	20
2.2	Abstand der am weitesten medial inserierenden Kapsel Fasern zum lateralen Klavikulaende.....	21
2.2.1	Mittelwerte.....	21
2.2.2	Zusammenhang zwischen Klavikulaende und Distanz von Kapselbeginn bis lateralem Klavikulaende.....	23

2.3	Abstand des Lig. trapezoideum zum lateralen Klavikulaende.....	23
2.3.1	Mittelwerte.....	23
2.3.2	Minimum-Maximum.....	26
2.3.3	Zusammenhang zwischen Klavikulalänge und dem Abstand des Lig. trapezoideum zum lateralen Klavikulaende.....	28
2.4	Abstand des Lig. conoideum zum lateralen Klavikulaende.....	29
2.4.1	Mittelwerte.....	29
2.4.2	Minimum-Maximum.....	31
2.4.3	Zusammenhang zwischen Klavikulalänge und dem Abstand des Lig. conoideum zum lateralen Klavikulaende.....	33
2.5	Abstand des N. suprascapularis vom Lig. transversum scapulae und vom Lig. spinoglenoidale zum AC-Gelenk.....	34
2.5.1	Abstand des N. suprascapularis vom Lig. spinoglenoidale zum AC- Gelenk.....	35
2.5.2	Abstand des N. suprascapularis vom Lig. transversum scapulae zum AC- Gelenk.....	35
2.6	Prozentanteil der durchtrennten Bandansätze bei einer Resektion der lateralen Klavikula.....	36
2.6.1	Prozentanteil des durchtrennten Lig. trapezoideum bei einer Resektion der lateralen Klavikula.....	36
2.6.2	Prozentanteil des durchtrennten Lig. conoideum bei einer Resektion von 1 inch.....	38
IV)	Diskussion.....	39
V)	Zusammenfassung.....	47
VI)	Literaturverzeichnis.....	48

I) Einleitung

1. Fragestellung

Die Resektion der lateralen Klavikula, offen oder endoskopisch durchgeführt, ist ein verbreitetes operatives Verfahren. Die Indikation dazu ist im Allgemeinen dann gegeben, wenn beim symptomatischen Patienten radiologisch entweder eine deutliche Arthrose des Schulterergelenkes besteht oder eine Osteolyse des akromialen Klavikulaendes vorhanden ist, und die klinischen Beschwerden sich durch konservative Therapie nicht bessern lassen. Des Weiteren besteht die Indikation für eine sparsame Resektion bei der veralteten Schulterergelenksprengrung Grad I-II nach Tossy, wenn die Gelenkflächen bereits Arthrosezeichen aufweisen (Wirth 1990).

In der Literatur werden unterschiedliche Angaben gemacht, wie viel Knochen vom lateralen Schlüsselbein reseziert werden soll. Gurd beschrieb 1941 in seiner Veröffentlichung, das laterale Drittel der Klavikula zu entfernen, ohne dabei die korakoklavikulären Bänder zu verletzen. Mumford (1941) resezierte bei vier Patienten $\frac{1}{2}$ bis 1 inch (2,54 cm) vom lateralen Schlüsselbein und erzielte damit hervorragende Ergebnisse. Rockwood et al. 1996 schlugen ebenfalls eine Resektion von mindestens 2,54 cm, Rowe (1988) von nicht mehr als 1 cm und Wirth (1990) von 10-25 mm vor. Branch et al. (1996) kamen bei einer biomechanischen Analyse zu dem Ergebnis, dass bereits 5 mm Resektionsweite ausreichen würden, um einen Knochenkontakt von Klavikula und Akromion zu verhindern. Klinische Ergebnisse von Levine et al. (1998), die bei einer durchschnittlichen Resektionsweite von 5,4 mm eine Erfolgsrate von 88 % hatten, bestätigen dies. Allgemein werden bei arthroskopischen Resektionsverfahren 0,5 – 1 cm Resektionslänge (Gartsman et al. 1991, Flatow et al. 1992) empfohlen. Die Vorschläge zur lateralen Schlüsselbeinresektion variieren demnach von 0,5 – 8 cm. Zur Übersicht sind die verschiedenen Angaben in Tabelle 1 dargestellt.

Bateman 1972	½ - ¾ inch
Blazar 1998	1.5 - 2 cm
Branch 1996	0.5 cm
Cook 1988	1.9 cm
Curry 1955	¾ - 2 inch
Eskola 1996	1 cm
Flatow 1992	0.5 – 1cm
Hedtmann 1998	1 cm
Inman 1962	½ - ¾ inch
Jacobs 1966	¾ - 1 inch
Lancaster 1987	2 cm
Mumford 1941	½ - 1 inch
Novak 1995	1.5 – 1.7 cm
Peterson 1983	1 – 2 cm
Post 1978	Minimum 2 cm
Rockwood 1984	Minimum 2 cm
Rowe 1988	1 cm
Urist 1946	6 - 8 cm
Wirth 1984	1.0 – 2.5 cm
Worcester 1968	1 inch

Tab. 1: Literaturübersicht über die empfohlene Größe des zu resezierenden Knochens bei lateraler Klavikularesektion

Ziel der lateralen Schlüsselbeinresektion ist letztendlich, unter funktionellen Bewegungen einen Knochenkontakt zwischen Akromion und Klavikula zu vermeiden, ohne dabei eine Instabilität des AC-Gelenkes zu verursachen.

Die korakoklavikulären Bänder sichern im Wesentlichen die vertikale Stabilität, während die horizontale Stabilität aus der Integrität der Gelenkkapsel und der Deltotrapezoidfaszie resultiert (Fukuda et al. 1986, Urist 1946).

Die Folge einer zu weiten Resektion kann nicht nur eine vertikale, sondern auch eine horizontale Instabilität der lateralen Klavikula mit spinoklavikulärem Impingement sein, wie sie sonst nur bei höhergradigen ACG-Verletzungen ab Typ Rockwood IV

vorkommt. Auch der N. suprascapularis kann dadurch irritiert und geschädigt werden bis hin zur Parese des Musculus supra- und infraspinatus (Mallon et al. 1996).

Zur Indikation der Resektion des akromialen Schlüsselbeinendes wurden bis heute viele Untersuchungen durchgeführt (Curry 1955, Cahill 1982, Levine 1976, Wirth 1984). Aber auch über die Anatomie und Funktion der am AC-Gelenk beteiligten Bänder wurde ausführlich berichtet (Urist 1946, DePalma 1957, Fukuda 1986, Salter 1987). Bisher gibt es jedoch noch keine Untersuchung, welche den genauen Abstand des Lig. trapezoideum und des Lig. conoideum zum AC-Gelenk bestimmt hätte. Zudem fehlen Studien, ob der N. suprascapularis, der in enger anatomischer Lage zum AC-Gelenk verläuft, in Gefahr ist, bei einer Resektion verletzt zu werden.

Die vorliegende Untersuchung hatte folgende Fragestellung:

Die Relation der akromioklavikulären Gelenkkapsel und deren ligamentärer Verstärkungen sowie des korakoklavikulären Bandapparates zum N. suprascapularis und der lateralen Klavikula nach verschiedener Resektionsbreite. Damit sollten Anhaltspunkte für das Risiko einer Instabilität im Schulterergelenk nach Resektionsarthroplastik gewonnen werden.

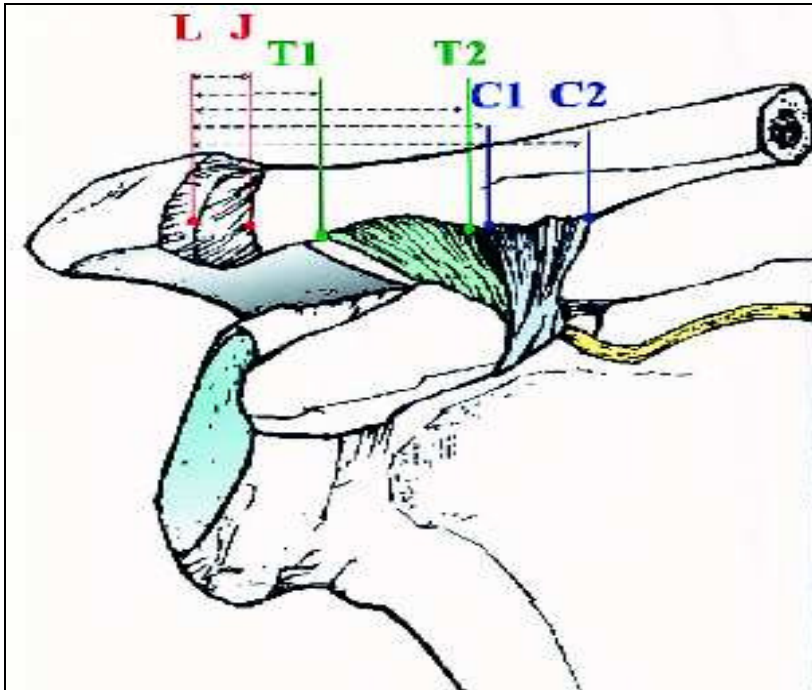


Abbildung 1: Gemessene Abstände: Übersichtgraphik

Abstand des lateralen Klavikulaendes

zum Ende der AC-Gelenkkapsel (L-J).

zur lateralen Begrenzung des Lig. trapezoideum (L-T1)

zum medialen Ende des Lig. trapezoideum (L-T2)

zur lateralen Begrenzung des Lig. conoideum (L-C1)

zum medialen Ende des Lig. conoideum (L-C2)

2. Anatomische Grundlagen

Anatomisch betrachtet lassen sich die einzelnen Komponenten des Schultergelenkes in echte und falsche Gelenke unterteilen, wobei das Schulterreckgelenk, die *Articulatio acromioclavicularis*, zu den echten Gelenken gehört und den Kugelgelenken zugeordnet wird.

Das Schulterblatt, ein dreieckig geformter Knochen, besitzt als Verstärkungsstrebe die *Spina scapulae*, die im oberen dorsalen Drittel nach seitlich oben in das Akromion ausläuft und mehreren Muskeln als Befestigung dient. Das Akromion kann sehr unterschiedlich ausgebildet sein, und seine Artikulationsfläche bildet die korrespondierende Gelenkfläche für das Schlüsselbein.

Unmittelbar neben der Wurzel des Rabenschnabelfortsatzes ist der Oberrand des Schulterblattes unterschiedlich tief eingezogen, die *Incisura scapulae*, die in der Regel vom *Lig. transversum scapulae superior* überquert wird. Lateral davon entspringt der *Processus coracoideus*, der sich zunächst nach vorn oben wendet, um dann nach der Seite umzubiegen. Berührt er das Schlüsselbein, kann sich in Sonderfällen eine *Articulatio coracoclavicularis* ausbilden (Schmidt und Vahlensieck 1996, Gradoyewitch 1939, Nutter 1941). Oberhalb der *Spina scapulae* verläuft die *Fossa supraspinata*, darunter die größere *Fossa infraspinata*. Der Übergang zwischen diesen beiden Muskelgruben befindet sich seitlich der Abhebungszone der *Spina scapulae* an der *Incisura spinoglenoidalis*. In 3 % der Fälle ist hier ein *Lig. transversum scapulae inferius* (*Lig. spinoglenoidale*) angelegt (Demaio et al. 1991).

Das Akromioklavikulargelenk ist ein *planes Gelenk*, dessen Gelenkspalt nach vorne, medial und kranial gerichtet ist. Die durchschnittliche Oberfläche des Akromioklavikulargelenks beträgt 9 mm x 19 mm (Bosworth 1949). Das akromiale Ende des Schlüsselbeins verjüngt sich und besitzt auf der Unterseite eine Artikulationsfläche, die plan oder leicht konvex nach unten hinten und außen schaut. Moseley (1963) beschrieb neben diesem „*underriding type*“ auch AC-Gelenktypen mit vertikalen, inkongruenten und von außen oben nach innen unten schräg („*overriding type*“) verlaufenden Gelenkflächen.

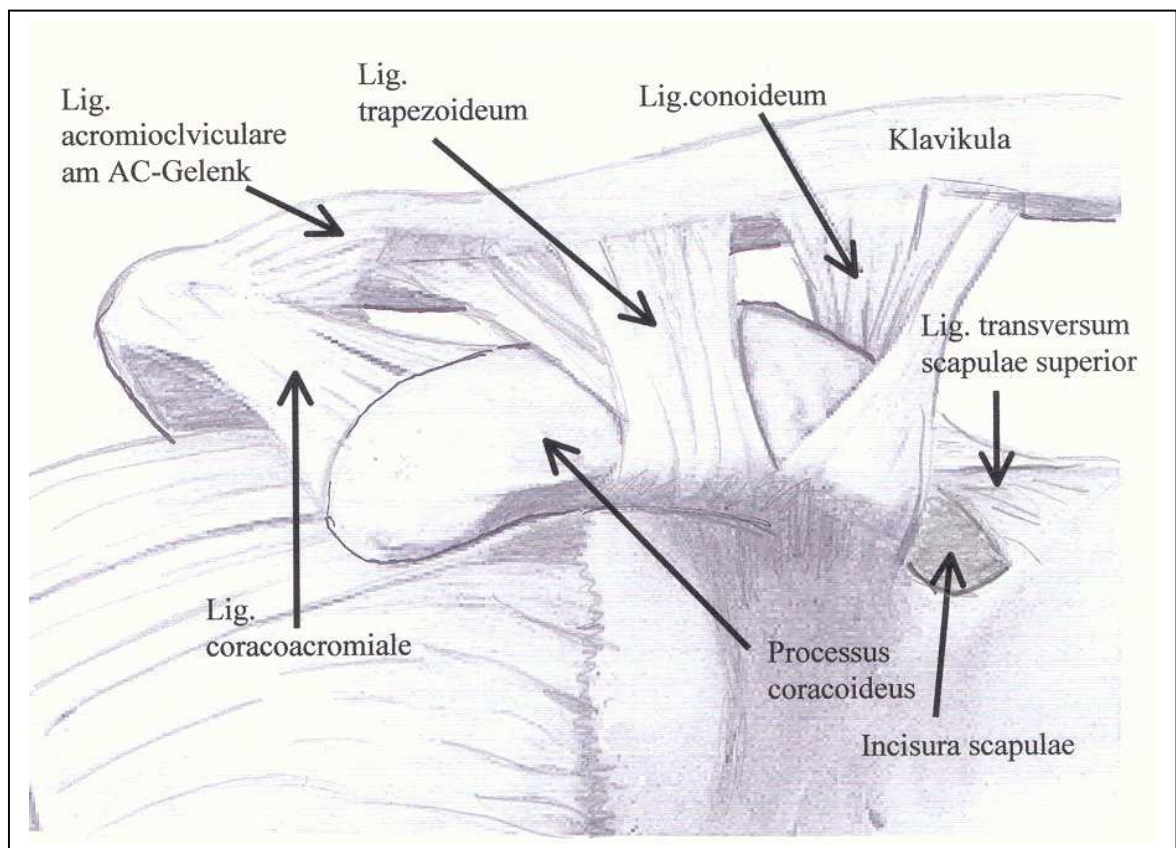


Abbildung 2: Wichtige Bänder im Bereich des AC-Gelenks

An der Basis des Processus coracoideus sind zwei kräftige Bandzüge befestigt. Das Ligamentum conoideum ist am Tuberculum conoideum an der Unterseite des Schlüsselbeins nahe dem hinteren Rand verankert und zieht von dort zur Umknickstelle des Processus coracoideus. Das Lig. trapezoideum ist an einer dreieckigen Rauigkeit befestigt, die in Verlängerung des Tuberculum conoideum an der äußeren Unterseite des Schlüsselbeins zu finden ist. Es inseriert an der Innenkante des horizontalen Teils des Processus coracoideus. Der Hinterrand des Lig. trapezoideum geht meist unmittelbar in das Lig. conoideum über (Platzer 1987). Die beiden Bandanteile sind in zwei fast senkrecht zueinander stehenden Ebenen orientiert und bilden einen nach vorne und medial offenen Winkel.

Um den Gelenkspalt spannt sich die Kapsel, die an Ober- und Unterseite durch das kräftige Lig. acromioclaviculare sowie einstrahlende Fasern der Sehnen des M. deltoideus und M. trapezius (Lizaur 1994) verstärkt wird. Der obere Teil, das Lig.

acromioclaviculare superior, ist dabei stärker als der untere Teil, das Lig. acromioclaviculare inferior (Glick 1977). Zwischen den Gelenkflächen findet man einen sehr variablen, meist unvollständigen Discus articularis. Er kann vollständig fehlen, sodass die akromioklavikuläre Gelenkhöhle nur selten in zwei vollständig getrennte Kammern geteilt wird.

Der N. suprascapularis aus den Segmenten C4-C6 verläuft mit der gleichnamigen Arterie auf der Dorsalseite der Skapula. Während die Arterie oberhalb des Ligamentum transversum scapulae in die Fossa supraspinata eintritt, zieht der Nerv in der Regel unterhalb dieses Bandes hindurch, wo er durch die variable Ausprägung der Incisura scapulae komprimiert werden kann. In der Fossa supraspinata zweigen vom Hauptast zwei motorische Äste zur Versorgung des M. supraspinatus ab. Der Nerv verläuft danach nach dorsal weiter unter das Lig. spinoglenoidale hindurch und kreuzt nahezu vertikal das Intervall zwischen dem M. supra- und infraspinatus. Nach dem Verlauf um die Basis der Spina scapulae entlässt der Nerv nach Eintritt in die Fossa infraspinata drei bis vier motorische Äste zur Versorgung des M. infraspinatus (Kaspi 1988, Wilhelm 1963, Warner 1992).

Das Lig. spinoglenoidale reicht von der Spina scapulae bis zur Glenoidkante und strahlt in das dorsale Labrum und in die hintere Gelenkkapsel ein.

3. Funktionelle Anatomie

Mechanisch gesehen ist das Akromioklavikulargelenk in den Schulterkomplex miteinbezogen. Auf das Schulterreckgelenk wirken zahlreiche Kräfte ein, die zum einen aus antagonistischen Bewegungen kräftiger Muskelgruppen, zum anderen aus dem Gewicht der oberen Extremität bestehen.

Das Schultergelenk erlangt seine außerordentliche Beweglichkeit durch die Vielfalt der Gelenkverbindungen, aus denen es besteht:

Das Sternoklavikulargelenk, das Akromioklavikulargelenk, das Skapulohumeralgelenk sowie die subakromiodeltoide und skapulothorakale Gleitschicht.

Das Schultergelenk ist entsprechend seiner Form ein planes Gelenk. Translatorische Bewegungen nach ventral und dorsal sind ebenso möglich wie Bewegungen nach kranial und kaudal.

Das Akromioklavikulargelenk wird nicht durch knöcherner, sondern durch ligamentäre, intra- und extraartikuläre Anteile geführt und in seinem Bewegungsmaß bestimmt.

Von Fukuda et al. (1986) konnte gezeigt werden, dass die Ligg. acromioclavicularia für die Sicherung des Gelenkes wichtiger sind als vorher angenommen wurde. Sie verleihen dem Gelenk horizontale Stabilität und limitieren die nach dorsal gerichtete Translation und Rotation der Klavikula, um somit vor einer Luxation nach dorsal zu schützen.

Das Lig. coracoclaviculare ist die wichtigste Stabilisierungseinrichtung in der Vertikalebene. Das Lig. conoideum verhindert vorrangig die Dislokation des Schlüsselbeins nach vorne und oben (Rockwood and Young 1990). Dagegen schützt das Lig. trapezoideum erst nach axialer Belastung der Klavikula in Richtung des Akromions vor Translation und Distraction in der Horizontal- oder Vertikalebene. Seine Hauptfunktion besteht darin, den Kompressionskräften im AC-Gelenk entgegenzuwirken (Winkler 1994, Rowe 1988).

Die Bewegungen der oberen Extremität sind so uneingeschränkt, dass es schwer ist, die geringfügige Bewegung, die das Akromion über die Klavikula macht, exakt zu erfassen. Inman et al. (1944) beschreiben, dass der gesamte Bewegungsumfang im Akromioklavikulargelenk 20° beträgt. Sie berichten, dass die Bewegung im Schultergelenk zum einen während der ersten 30° der Abduktion und zum anderen ab einer Elevation des Armes von 135° stattfindet.

Nach Rauber und Kopsch (1987) sind die Articulationes acromioclaviculares und sternoclaviculares an allen Bewegungen gemeinsam beteiligt. Die Skapula wird bei allen Bewegungen, die die Klavikula macht, mitgenommen.

In der Horizontalen rotiert die Klavikula um ihre Längsachse, die, wenn man das Akromioklavikulargelenk isoliert betrachtet, 30° , in Kombination mit dem Sternoklavikulargelenk 60° beträgt.

In der Horizontalebene kann die Skapula gedreht werden. Diese Mobilität mit einem Bewegungsumfang von 50° nennt man auch Flügelbewegung, da der mediale Rand der Skapula vom Rumpf abgekippt wird. Rockwood und Young (1990) nannten diese Bewegung "anterior-posterior-rotation".

Unter „superior-inferior-rotation“ verstanden Rockwood and Young (1990) die Bewegung bei der seitlichen Elevation des Armes. Zu dieser Bewegung trägt das Akromioklavikulargelenk mit 40° bei. Beteiligt sich das Sternoklavikulargelenk an dieser Bewegung, wird ein Winkel von 60° erreicht.

Nach Jäger und Wirth (1978) erfolgt bei voller Abduktion eine maximale Rotation der Klavikula um 45°, wobei die Hälfte der Bewegung im Akromioklavikulargelenk stattfindet.

4. Pathologische Veränderungen des AC-Gelenkes bei stabilem Gelenk

Die Arthrose des Akromioklavikulargelenkes gehört zu den häufigsten des menschlichen Körpers (Sievers 1919). Neben der idiopathischen primären Gelenkarthrose gibt es die posttraumatisch bedingte AC-Gelenkarthrose. Osteolytische Veränderungen der lateralen Klavikula, die atraumatisch (Cahill 1982, 1992) oder posttraumatisch (Levine 1976) entstehen, stellen weitere Erkrankungen des AC-Gelenkes dar. Andere Ursachen der Schulterreckgelenkarthrose können die chronische Polyarthritits, Tuberkulose, Metastasen und Hyperparathyreoidismus sein (Wirth 1990). Die klinischen Symptome einer AC-Gelenkarthrose bestehen aus einer Druckschmerzhaftigkeit des Gelenkes, Ruhe- und Nachtschmerz, sowie aus Schmerzen bei bestimmten Bewegungen, insbesondere bei Bewegungen der betroffenen Extremität über Kopfniveau, zum Beispiel beim Tragen schwerer Gegenstände.

4.1. Idiopathische AC-Gelenksarthrose

Die Degeneration des Akromioklavikulargelenkes ist ein altersbezogener Prozess, wobei der Faserknorpel des Diskus ebenso degeneriert wie der Gelenkknorpel. Es kommt durch den Verlust an Knorpelsubstanz zu einer Einengung des Gelenkspaltes. In den Markräumen des Knochens kommt es zu einer Fibrosierung. Knochendefekte können bis auf die Spongiosa übergreifen und mit Pseudozysten assoziiert sein. An den

Gelenkrändern finden proliferative Prozesse statt. Marginale Randwülste können entstehen. Die Gelenkkapsel fibrosiert und verkalkt (Grundmann 1994).

Henschke (1997) wies erste arthrotische Veränderungen des Akromioklavikulargelenkes histologisch ab dem zweiten Lebensjahrzehnt, radiologisch gegen Ende des dritten Lebensjahrzehntes nach, die vor allem durch das Vorhandensein von minderwertigem Faserknorpel erklärt werden.

Der Discus articularis wird bei Operationen von AC-Arthrosen fast immer defekt aufgefunden. De Palma sieht den Beginn einer idiopathischen Arthrose in Veränderungen des Discus articularis, der mit zunehmenden Alter aufgebraucht wird (DePalma 1957). Kaudale Osteophyten können den Ausgangskanal des Supraspinatusmuskels und seiner Sehne einengen und so zu einer Impingementsymptomatik führen (Habermeyer 2002).

Pathologische Veränderungen des Schultergelenkes werden oftmals als natürliche Altersveränderung abgetan. Das Gelenk wird in vielen Fällen einfach „übersehen“ und „vergessen“, häufig nur unbefriedigend bewertet, weil es auf Routineröntgenaufnahmen der Schulter nicht gut dargestellt wird (Zanca 1971).

4.2. Posttraumatische Osteolyse der lateralen Klavikula

Bei der Osteolyse der lateralen Klavikula handelt es sich um eine Knochennekrose mit anschließender Resorption und Defektheilung, die in ihrer genauen Ätiologie ein noch nicht vollständig verstandenes Phänomen darstellt (Habermeyer 2002).

Madsen präsentierte 1963 acht eigene und neun Fälle aus der Literatur, die eine posttraumatische Osteolyse der lateralen Klavikula aufwiesen. Die Osteolyse folgte in allen Fällen nach einem schweren Schultertrauma. Dazu zählten Dislokationen des AC-Gelenkes, Verletzungen der Gelenkkapsel und des Bandapparates.

4.3. Atraumatische Osteolyse der lateralen Klavikula

Ehrlich (1959) beschrieb das Auftreten der lateralen Klavikulaosteolyse ohne ein adäquates akutes traumatisches Ereignis. Er hält die Osteolyse für eine Folge von repetitiven Mikrotraumata, wie sie vor allem bei sportartenspezifischen Überlastungen auftreten. Cahill (1992) präsentierte 46 männliche Kraftsportler, die alle eine atraumatische Osteolyse zeigten. Auch er vermutet, dass Mikrotraumen die Entstehung der Osteolyse induzieren, da bei 50 % seiner Patienten Mikrofrakturen im subchondralen Knochen zu finden seien. Scavenius und Iversen (1992) untersuchten Gewichtheber und fanden bei 28% das radiologische Bild einer Osteolyse.

Unabhängig von den kausalen Zusammenhängen kommt es zu einer Degeneration des klavikulären Gelenkabschnittes. Die Abgrenzung von arthrotischen Vorgängen durch das Fehlen von arthrosetypischen proliferativen Prozessen ist möglich.

Generalisierte osteolytische Prozesse können auch von Stoffwechselkrankheiten, wie einem Hyperparathyreoidismus oder von rheumatologischen Erkrankungen, wie der Sklerodermie (Wirth 1990) stammen.

4.4. Posttraumatische AC-Gelenkarthrose

Zanca (1971) analysierte 1000 Patienten mit Schulterschmerz und fand heraus, dass 50 % aller Patienten, die ein Schultertrauma erfahren, posttraumatisch degenerative Veränderungen des AC-Gelenkes ausbilden.

Durch eine oder mehrere Verletzungen des AC-Gelenkes und Elongation der stabilisierenden Bänder kann es zur chronischen Instabilität kommen. Im Laufe der Zeit entwickeln sich durch Subluxationen und Dislokationen degenerative Knorpelveränderungen der Gelenkfläche der lateralen Klavikula.

Insbesondere beim Typ Tossy II und III können bei nicht adäquater Therapie später degenerative Veränderungen auftreten (Wirth 1990). Taft et al. (1987) stellten fest, dass bei Patienten mit anatomischer Reposition posttraumatische Arthrosen in 15 % der Fälle zu erwarten sind, dagegen bei bestehender Fehlstellung in 45 % der Fälle.

Gurd und Mumford (1941) empfahlen die laterale Klavikularesektion bei einer frischen vollständigen Luxation, um späteren Arthrosebeschwerden von vornherein vorzubeugen. Dies entspricht allerdings nicht mehr der heutigen Lehrmeinung. Nach Hedtmann et al. (1998) wird das Verfahren nach Weaver und Dunn mit der Stabilisierung des AC-Gelenkes durch das Lig. coracoacromiale favorisiert.

II) Material und Methoden

1. Anatomisches Untersuchungsmaterial

1.1 Allgemeine Daten der Präparate

Zur Aufarbeitung wurden vom Anatomischen Institut der Universität Würzburg 18 Leichen, jeweils neun männliche und neun weibliche, aus dem Präparierkurs des Wintersemesters 1999/2000 zur Verfügung gestellt. Diese waren in einer 70 %-igen Alkohollösung eingelegt.

Das Sterbealter reichte von 73 bis 97 Jahre. Das Durchschnittsalter betrug 84 Jahre, wobei die Frauen mit durchschnittlich 85,3 Jahren älter waren als die Männer mit 82,7 Jahren.

Die Schulteranamnese war postmortem nicht mehr in Erfahrung zu bringen.

Bedingt durch die Präparatentnahme aus dem Präparierkurs waren die Schultern unterschiedlich vorpräpariert: Die Kutis und Subkutis waren entfernt. Musculus pectoralis major und minor waren im Bereich der Schulter durchtrennt und weggeklappt. Die Flexoren und Extensoren der Oberarmmuskulatur sowie Musculus subscapularis, Musculus supraspinatus und Musculus infraspinatus waren vom Ursprung bis zum Ansatz dargestellt, die Nerven und Gefäße in einigen Fällen freigelegt. Das Akromioklavikulargelenk und die korakoklavikulären Bänder waren in keinem der Exemplare präpariert und somit unversehrt.

1.2. Präparatentnahme

Zunächst wurde bei den vorpräparierten Leichen der Musculus trapezius scharf von der Spina scapulae abgetrennt. Nach Absetzen des M. omohyoideus, des M. levator scapulae, des M. rhomboideus major und minor vom Ansatz an der Spina scapulae, erfolgte von ventral die Entfernung des Musculus pectoralis major von der Crista tuberculi majoris und des Musculus pectoralis minor vom Processus coracoideus.

Der Musculus coracobrachialis und das Caput breve musculi bicipitis wurden vom Processus coracoideus gelöst und nach distal geklappt, die lange Bizepssehne distal ihrer Austrittsstelle aus dem Sulcus intertubercularis durchtrennt, die Sehne des Musculus latissimus dorsi von der Crista tuberculi minoris und das Caput longum musculi tricipitis gelöst, sowie das Caput mediale und Caput laterale musculi tricipitis vom Humerus abgetrennt.

Nachdem die schon frei präparierten Gefäß- und Nervenbündel entfernt waren, wurde das Schulterpräparat entnommen, indem die Klavikula aus dem Sternoklavikulargelenk abgesetzt wurde.

Die entnommenen Präparate wurden dabei nummeriert und die Leichennummern dokumentiert. Die Lagerung erfolgte in geschlossenen Kunststoffbehältern, die 70 %igen Alkohol beinhalteten.

1.3. Feinpräparation

Die Feinpräparation der entnommenen Schultergelenke orientierte sich im Wesentlichen an knöchernen, kapsulären und muskulären Strukturen. Noch am Präparat vorhandene Nerven und Gefäße wurden bis auf den N. suprascapularis und die A. suprascapularis entfernt.

Zunächst wurde der M. deltoideus von der Tuberositas deltoidea am Humerus abgetrennt und stumpf nach kranial, unter Erhaltung der Bursa subdeltoidea, abpräpariert, um ihn an seinem Ursprung, der Spina scapulae, dem Akromion und dem lateralen Drittel der Klavikula zu entfernen. Der Musculus teres major wurde nach Abtrennung von der Crista tuberculi minori humeri und dem Angulus inferior scapulae vollständig entfernt, sodass die Muskulatur der Rotatorenmanschette frei zugänglich wurde.

Von anterior wurde der Musculus subscapularis durch einen Schnitt knapp medial der Incisura scapulae bis zum Angulus inferior in einen medialen und lateralen Anteil geteilt. Der mediale Teil des Muskels konnte verworfen und der laterale Teil bis zur Gelenkkapsel stumpf abpräpariert werden. Genauso wurde kranial der Musculus supraspinatus und dorsal der Musculus infraspinatus und der Musculus teres minor

präpariert. Dabei wurde der Anteil der Muskeln an der Incisura scapulae bis etwa 2cm unter der Wurzel der Spina scapulae nicht präpariert, um den N. suprascapularis und die A. suprascapularis zu schonen. Bevor nun die verbliebenen Muskelanteile der Rotatorenmanschette an ihren sehnigen Ansätzen der Kapsel abgetrennt und verworfen wurden, konnte das Lig. coracoacromiale von der Bursaseite her dargestellt werden.

Schließlich wurden perikapsuläres Fettgewebe und bindegewebige Strukturen, vor allem im Bereich des Recessus axillaris, entfernt, sodass sich die Schultergelenkkapsel, sowie alle knöchernen Strukturen der Schulterregion sauber darstellten.

In diesem Präparationsstadium konnte nun die Kapsel des Akromioklavikulargelenkes geöffnet werden. Mit Hilfe eines Skalpells wurde eine kleine Inzision am humeralen Ansatz der Gelenkkapsel im Bereich des Recessus axillaris gesetzt und mit Hilfe einer Schere entlang dem Collum anatomicum des Humerus die Kapsel scharf vom Humeruskopf entnommen

Zunächst wurde das Lig. transversum scapulae mit der darüber verlaufenden A. suprascapularis sauber freigelegt. Der zurückgebliebene Teil des Musculus supraspinatus wurde an dem Ligament gespreizt und der durchtretende N. suprascapularis aufgesucht. Nachdem die Arterie und der Nerv bis zu dem Lig. transversum scapulae inferius verfolgt wurden, konnte der Musculus supraspinatus entfernt werden. Unterhalb des Ligaments wurden ebenfalls die Arterie und der Nerv gesichert und so der Musculus infraspinatus entfernt. Genauso wurde ventral der Musculus subscapularis behandelt.

Schließlich wurden das Lig. conoideum, das Lig. trapezoideum, die Ligg. acromioclavicularia und die Kapsel des Akromioklavikulargelenks von Bindegewebe, Fettgewebe und restlichen Muskelansätzen befreit.

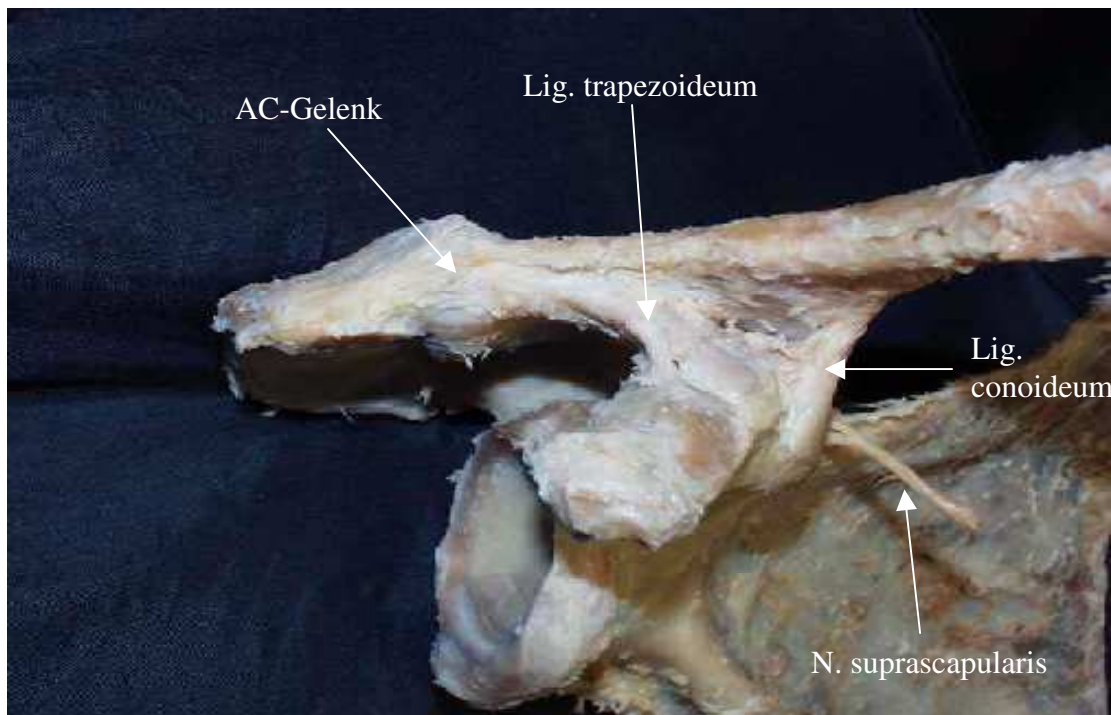


Abbildung 3: Schulterpräparat

2. Datenerfassung

2.1. Festlegung der Messpunkte

An jedem Präparat wurden 18 Messpunkte festgelegt. Die Messungen erfolgten alle mit einer geeichten Schieblehre. Zunächst wurden die Länge, Breite und Höhe des Schlüsselbeins bestimmt. Der Abstand vom lateralen Klavikulaende zum N. suprascapularis wurde zum einen unter dem Lig. transversum scapulae superior, zum anderen unter dem Lig. spinoglenoidale vermessen.

Um den Abstand der Bänder (Lig. acromioclaviculare, Lig. trapezoideum, Lig. conoideum) zu bestimmen, wurden auf der Oberfläche des Schlüsselbeins zunächst drei Referenzpunkte gewählt:

- A: am ventralen Rand des Klavikulaendes
- B: in der Mitte des Klavikulaendes
- C: am dorsalen Rand des Klavikulaendes

Zur Bestimmung des Abstandes zwischen Kapselanfang und Klavikulaende wurden auf der Klavikulaoberfläche ventral (D), zentral (E) und dorsal (F) ebenfalls drei Punkte entlang der beginnenden Kapselfasern festgesetzt und die Strecken abgemessen.

Die Ansatzfläche des Lig. trapezoideum ist nahezu viereckig und verläuft schräg von lateral-ventral nach medial-zentral. Aufgrund des Verlaufes wurden insgesamt 7 Messpunkte am Rande dieser Ansatzfläche bestimmt, die zu den Referenzpunkten A,B,C ventral-zentral und dorsal am unteren Klavikulaende in Beziehung gesetzt wurden.

Das Lig. conoideum ist nur auf der Unterseite der Klavikula am dorsalen Rand fixiert, weshalb der Punkt C als Referenzpunkt ausreicht. Es wurden jeweils der Anfang, die Mitte und das Ende der ansetzenden Fasern des Ligaments als Messpunkte festgelegt.

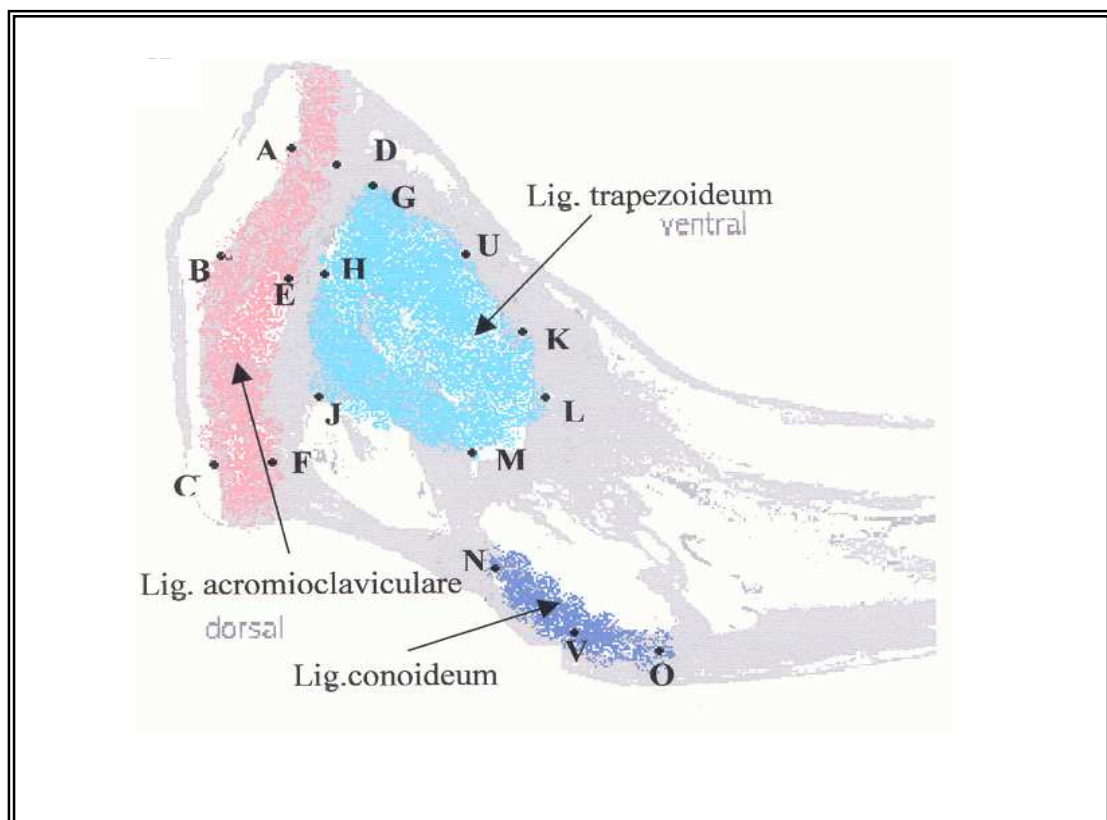


Abbildung 4: Festlegung der Messpunkte auf der Unterseite der Klavikula
 A,B,C sind Referenzpunkte am lateralen Klavikulaende
 D,E,F begrenzen medial die inserierenden Fasern des Lig. acromioclaviculare
 G,H,J,M,L,K,U begrenzen die Fläche der inserierenden Fasern des Lig. trapezoideum
 N,V,O begrenzen die Fläche der inserierenden Fasern des Lig. conoideum

Beziehung der korakoklavikulären Bänder und des N. suprascapularis zum Schulter-Eckgelenk bei der Resektion der lateralen Klavikula

Präparat Nr.

Alter	
Seite	
Länge der Klavikula	
Breite der Klavikula am lat. Gelenk	
Höhe der Klavikula am lat. Gelenk	
Distanz vom Klavikulaende zum N. suprascapularis am Lig. transversum scapulae	
Distanz vom Klavikulaende zum N. suprascapularis in der Fossa supraspinata	

Abstand des lateralen Klavikulaendes zum Anfang der Kapsel des AC-Gelenks und zum Lig. coracoclaviculare:

Kapsel	AD	
	BE	
	CF	
Lig. trapezoideum	AG	
	BH	
	CJ	
	AK	
	BL	
	CM	
Lig. conoideum	AU	
	CN	
	CV	
	CO	

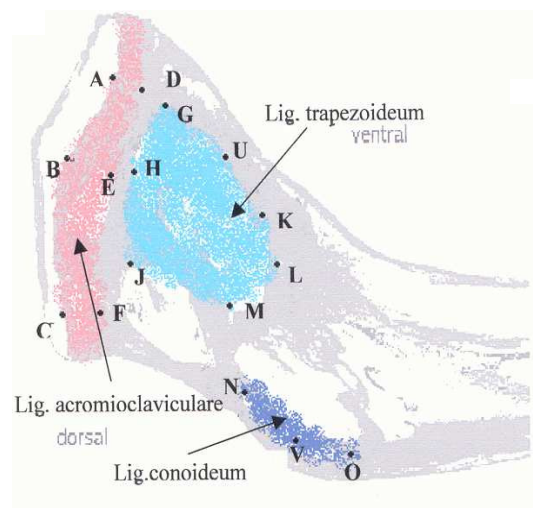


Abbildung 5: Dokumentationsblatt beim Messverfahren

2.2. Vorgehen bei der Vermessung der Präparate

Als Länge des Schlüsselbeins wurde die maximale Distanz zwischen dem medialen und lateralen Ende abgemessen. Die Breite und Höhe der Klavikula sind jeweils am akromialen Klavikulaende bestimmt worden.

Die übrigen Messpunkte wurden mit Stecknadeln markiert. Mittels einer geeichten Schieblehre wurden die Strecken abgemessen und in das Dokumentationsblatt (Abbildung 3) eingetragen. Um die Messungen auf der Unterseite der Klavikula zu den drei Referenzpunkten an der Oberfläche nicht durch den Schlüsselbeinkörper laufen zu lassen, wurden A, B, und C auf die untere Seite projiziert, indem die Stecknadeln exakt senkrecht durch den akromioklavikulären Gelenkspalt geschoben wurden.

Bei allen Messungen verliefen die Strecken immer parallel zur Klavikulalängsachse, um Diagonalmessungen, welche die Werte verfälscht hätten, zu vermeiden.

2.3. Statistische Auswertung

Der Anteil der durchtrennten Fasern des Lig. acromioclaviculare, des Lig. trapezoideum und des Lig. conoideum bei den jeweiligen Resektionen in Prozent, wurde nur linear berechnet. Die Strecke zwischen kleinstem und größtem Abstand zum Akromioklavikulargelenkspalt wurde in den Berechnungen als 100 % des Bandes gleichgesetzt. Die Prozentangaben entsprachen also immer nur einer linearen Strecke und keiner dreidimensionalen Fläche.

Von jeder Messlänge wurden Mittelwert und Standardabweichung bei den Schultern von Frauen, von Männern und geschlechtsunabhängig von allen Präparaten bestimmt.

Die Daten wurden mit den entsprechenden Längen der Klavikula korreliert und auf Signifikanz mit Hilfe von SPSS mit einem Niveau von $p \leq 0,01$ geprüft.

Ein Mittelwertvergleich zwischen Männern und Frauen wurde anhand des t-Testes für unabhängige Stichproben durchgeführt.

III) Ergebnisse

1. Begutachtung während der Präparation

An einer Leiche wurden an der rechten und linken Schulter Verknöcherungen an den korakoklavikulären und akromioklavikulären Bändern gefunden. An beiden Präparaten war das Schlüsselbein nach oben verlagert. Soule beobachtete häufig Ossifikationen als Folgeerscheinung unbehandelter Dislokationen des AC-Gelenks.

An weiteren sechs Präparaten zeigten sich unterschiedlich stark ausgeprägte Arthrosen an den Gelenkflächen des Schlüsselbeins sowie des Schulterblattes.

1. Messwerte

2.1 Länge der Klavikula

Die durchschnittliche Schlüsselbeinlänge betrug bei Männern 15,8 cm und bei Frauen 14,4 cm. Die Schlüsselbeinlänge der Frauen war somit signifikant kürzer ($p < 0,01$; t-Test) als die der Männer.

	Männer	Frauen	Gesamt
Mittelwert (cm)	15,75 (14,5-17,2)	14,40 (12,2-16,8)	15,09
Standardabweichung (cm)	0,74	1,25	1,19

Tabelle 2: Mittelwerte der Klavikulalänge
in Klammern: Minimum und Maximum

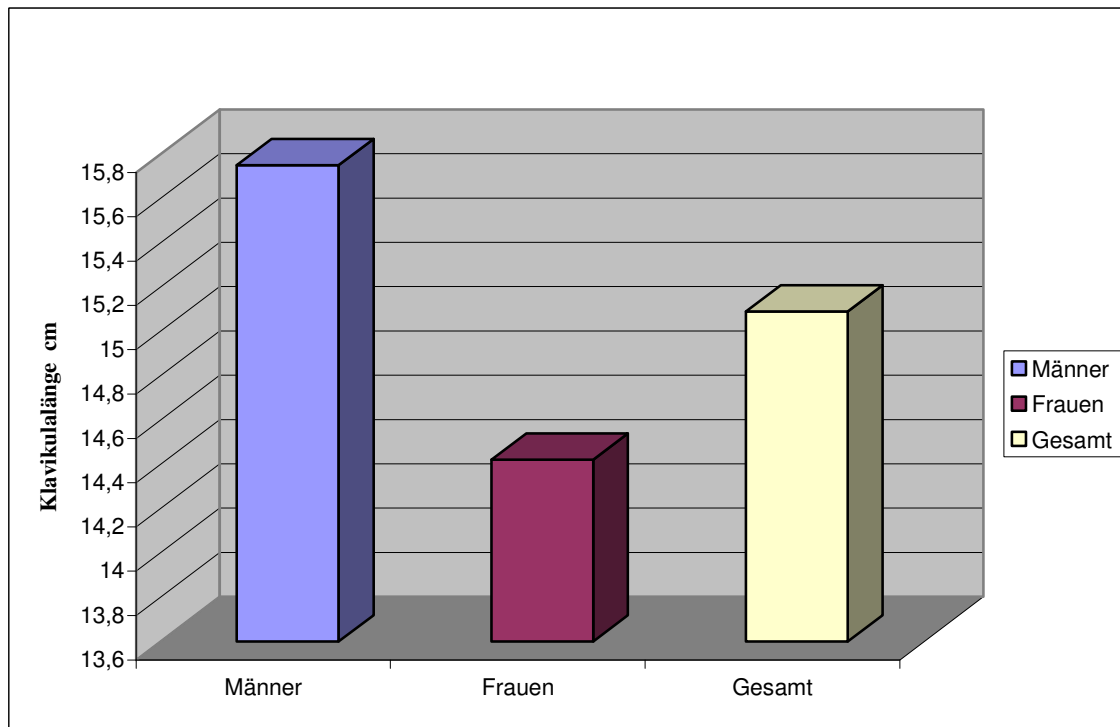


Diagramm 1: Länge der Klavikula

2.2. Abstand der am weitesten medial inserierenden Kapsel Fasern zum lateralen Klavikulaende

2.2.1. Mittelwerte

Die Kapsel Fasern lagen bei den Schulterpräparaten der Frauen mit einer Distanz von 0,7 bis 0,9 cm näher am Gelenkspalt als bei den Schulterpräparaten der Männer, bei denen die Kapsel Fasern eine Distanz von 0,8 bis 1,0 cm zum Gelenkspalt hatten. Die Daten wurden anhand des t-Testes für Mittelwertgleichheit mit 2 unabhängigen Stichproben überprüft. Es zeigten sich dabei keine signifikanten Unterschiede ($p > 0,01$).

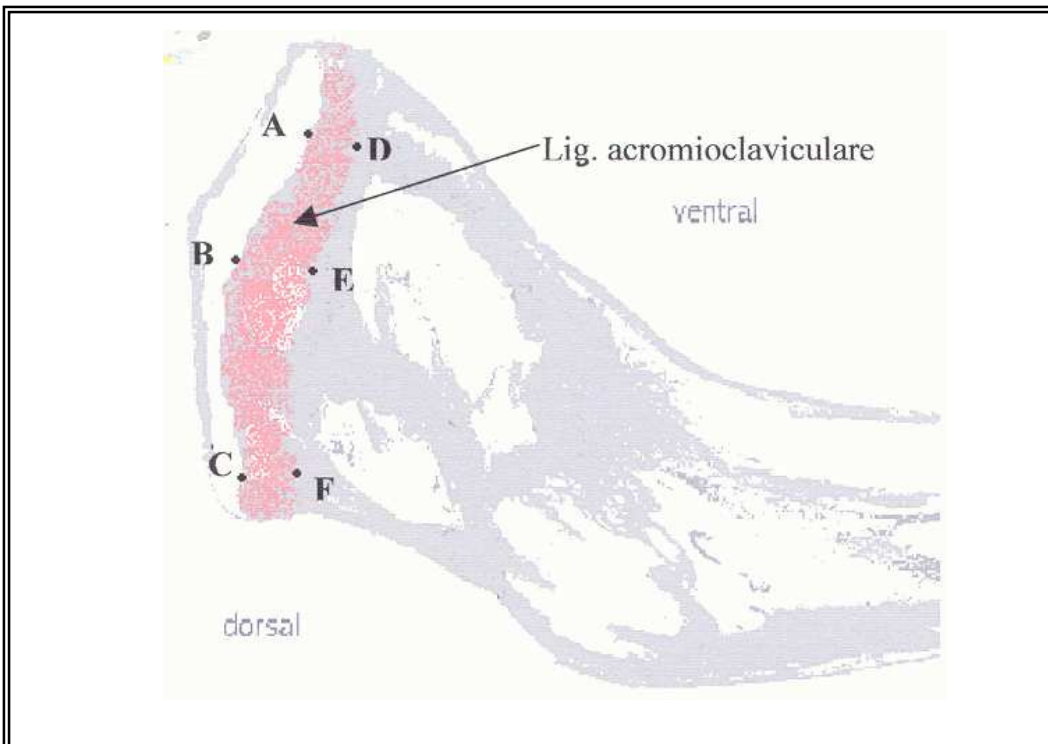


Abbildung 6: Abstände des lateralen Klavikulaendes zum Ende der AC-Gelenkkapsel:
 A,B,C sind Referenzpunkte am Klavikulaende
 D,E,F begrenzen das mediale Ende der AC-Gelenkkapsel
 Abstandsmessung: ventral (A-D), zentral (B-E), dorsal (C-F)

	AD (ventral)	BE (zentral)	CF (dorsal)
Männer	0,80cm	1,0 cm	0,90 cm
<i>Standardabweichung</i>	0,20 cm	0,19 cm	0,22 cm
Frauen	0,68 cm	0,89 cm	0,80 cm
<i>Standardabweichung</i>	0,17cm	0,17 cm	0,15 cm
Gesamt	0,75 cm	0,95 cm	0,84 cm
<i>Standardabweichung</i>	0,19 cm	0,19 cm	0,19 cm

Tab. 3: Abstand der medialen Kapselbegrenzung zum lateralen Klavikulaende

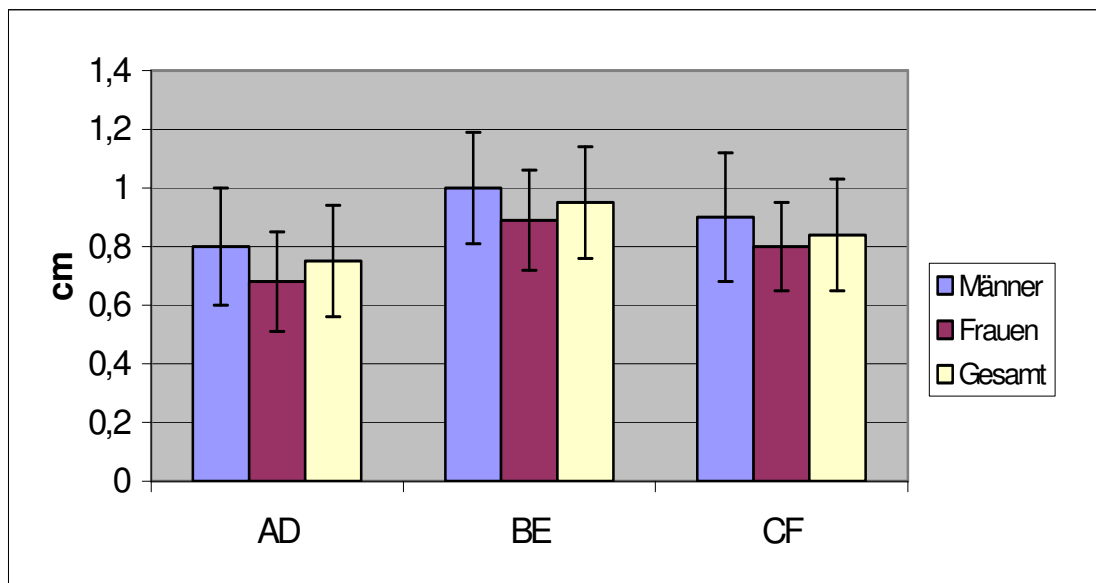


Diagramm 2: Abstand der Kapsel Fasern zum lateralen Klavikulaende

2.2.2. Zusammenhang zwischen Klavikulalänge und Distanz von medialem Kapselbeginn bis lateralem Klavikulaende

Anhand der Korrelation nach Pearson auf einem Niveau von $p < 0,01$ (2-seitig) besteht ein signifikanter Zusammenhang der Weite der ansetzenden Ligg. acromioclavicularia, ventral und zentral bis zum Gelenkspalt (A-D, B-E), mit der Schlüsselbeinlänge. Der gemessene Abstand an der dorsalen Seite der Klavikula (C-F) zeigte keinen signifikanten Zusammenhang mit der Schlüsselbeinlänge ($p > 0,01$).

2.3. Abstand des Lig. trapezoideum zum lateralen Klavikulaende

2.3.1 Mittelwerte

Die Mittelwerte der Abstände am Lig. trapezoideum zum lateralen Klavikulaende waren bei Frauen signifikant ($p < 0,01$) geringer als bei Männern. Die am weitesten lateral inserierenden Fasern setzten durchschnittlich nach 0,98 cm, bei Frauen bereits nach 0,89 cm, bei Männern dagegen erst nach 1,02 cm an der Unterseite des Schlüsselbeins an.

Die am weitesten medial inserierenden Fasern des Lig. trapezoideum (zentral) waren durchschnittlich 2,57 cm, bei Frauen 2,41 cm und bei Männern 2,82 cm vom Rand der Artikulationsfläche entfernt (Tabelle 4). Die Messstrecken B-H und C-J, also die am weitesten lateral inserierenden Fasern des Lig. trapezoideum zentral und dorsal an der Klavikulaunterseite, waren im t-Test für Männer und Frauen nicht signifikant unterschiedlich ($p > 0,01$).

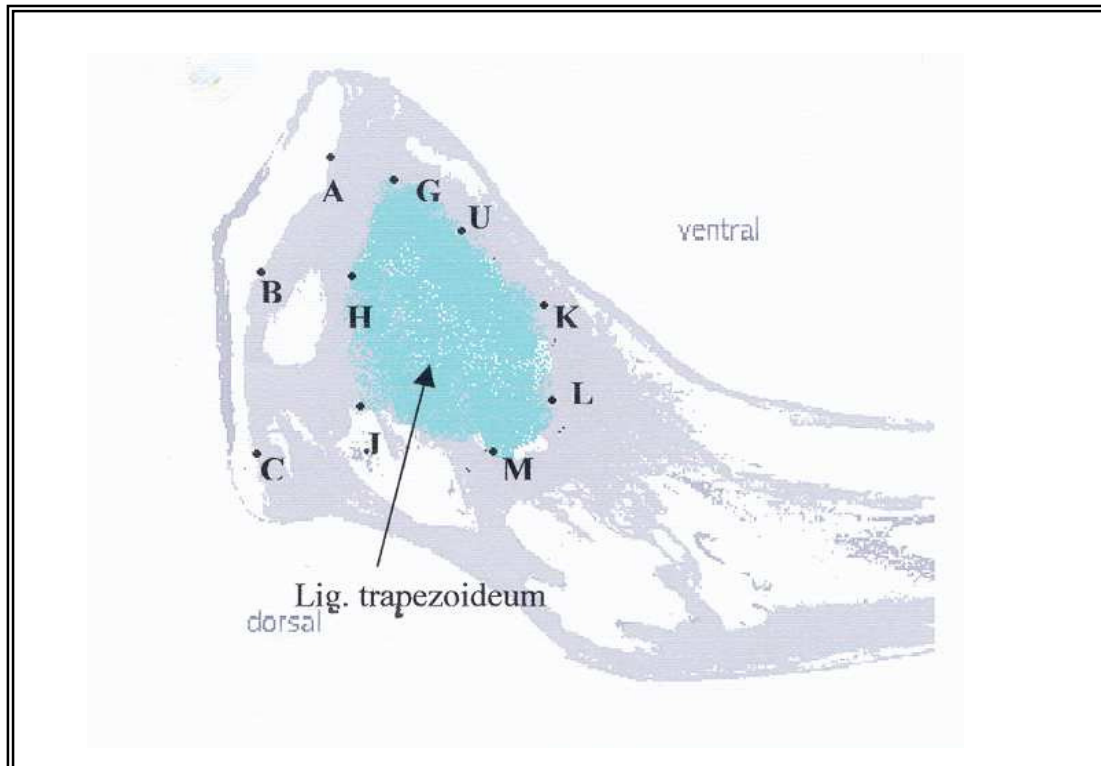


Abbildung 7: Messpunkte auf der Klavikulaunterseite zur Vermessung des Lig. trapezoideum:
 A,B,C sind Referenzpunkte des lateralen Klavikulaendes
 G,H,J,K,L,M,U begrenzen die inserierenden Fasern des Lig. trapezoideum
 Gemessene Abstände: ventral (A-G, A-U, A-K)
 zentral (B-H, B-L)
 dorsal (C-J, C-M)

	Frauen		Männer		Gesamt	
	Mittelwert	Standardab.	Mittelwert	Standardab.	Mittelwert	Standardab.
AG	0,89 cm	0,26 cm	1,13 cm	0,23 cm	1,01 cm	0,27 cm
BH	0,93 cm	0,24 cm	1,02 cm	0,16 cm	0,98 cm	0,21 cm
CJ	1,27 cm	0,27 cm	1,41 cm	0,23 cm	1,34 cm	0,26 cm
AK	2,04 cm	0,13 cm	2,46 cm	0,38 cm	2,25 cm	0,35 cm
BL	2,41 cm	0,21 cm	2,82 cm	0,42 cm	2,57 cm	0,29 cm
CM	2,23 cm	0,28 cm	2,70 cm	0,38 cm	2,46 cm	0,41 cm
AU	1,49 cm	0,20 cm	1,76 cm	0,32 cm	1,62 cm	0,30 cm

Tabelle 4: Mittelwerte der Abstände des Lig. trapezoideum zum lateralen Klavikulaende
Die kleinsten und die größten Abstände bei Frauen, Männern und Gesamt sind fett gedruckt

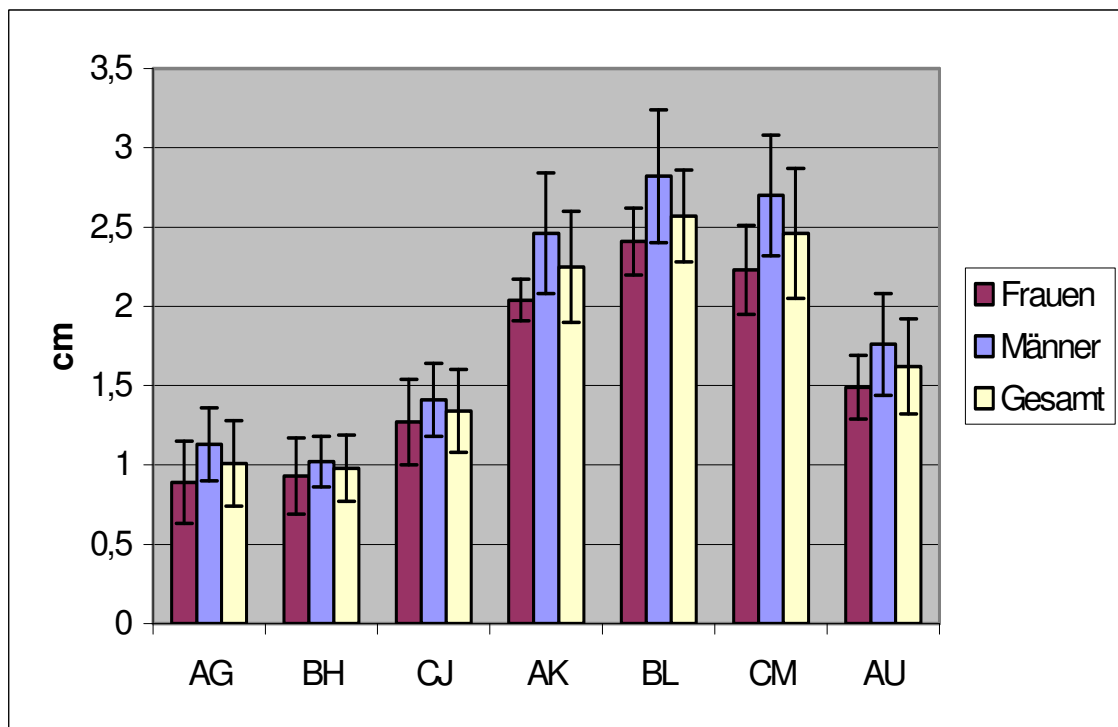


Diagramm 3: Abstand des Lig. trapezoideum vom AC-Gelenkspalt

2.3.2. Minimum –Maximum

Der geringste Abstand des Lig. trapezoideum zum AC-Gelenk betrug 0,5 cm ventral und 2,0 cm medial und wurde am Schulterpräparat einer Frau gefunden. Die vom Gelenk mit 4,1 cm am entferntesten inserierenden Fasern des Lig. trapezoideum zeigten sich an einem Männerschlüsselbein (Tabelle 5, Diagramm 4, 5, 6).

	Gesamt	Frauen	Männer
AG	0,5 -1,6 cm	0,5 -1,6 cm	0,8-1,6 cm
BH	0,6-1,5 cm	0,6-1,5 cm	0,7-1,4 cm
CJ	0,9-1,7 cm	0,9-1,7 cm	1,0-1,7 cm
AK	1,8-3,5 cm	1,8-2,3 cm	1,8-3,5 cm
BL	2,0-4,1 cm	2,0 -2,8 cm	2,1- 4,1 cm
CM	1,9-3,5 cm	1,9-2,8 cm	2,0-3,5 cm
AU	1,2-2,7 cm	1,2-1,8cm	1,5-2,7 cm

Tabelle 5: Minimum und Maximum der Distanz des AC-Gelenkes zum Lig.trapezoideum

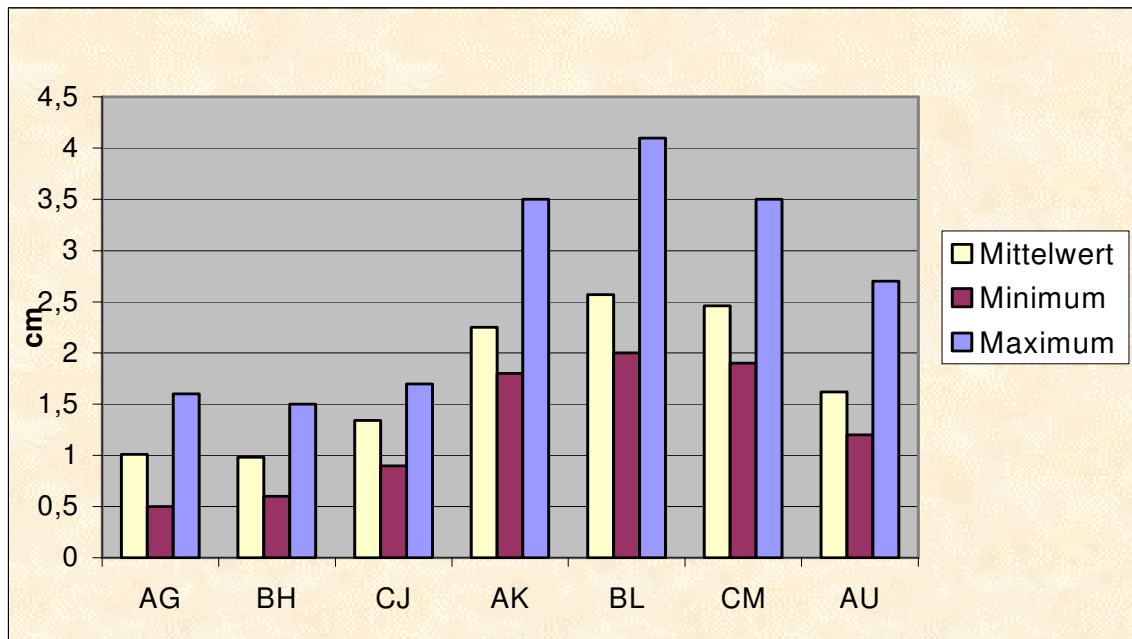


Diagramm 4: Abstand des Lig. trapezoideum vom lateralen Klavikulaende; geschlechtsunabhängig

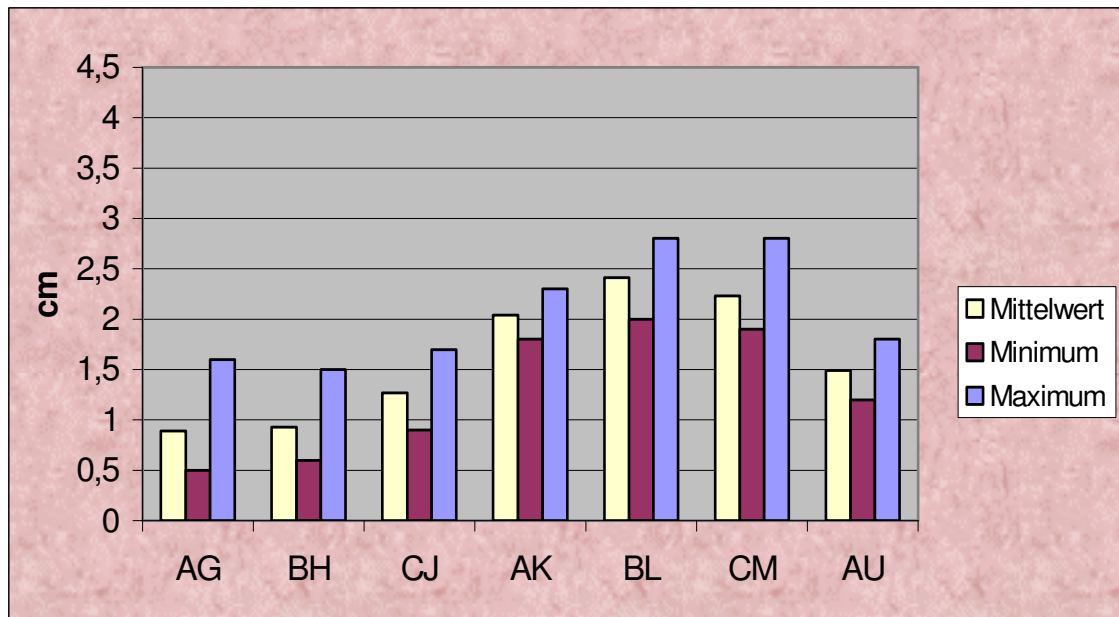


Diagramm 5: Abstand des Lig. trapezoideum vom lateralen Klavikulaende bei Frauen

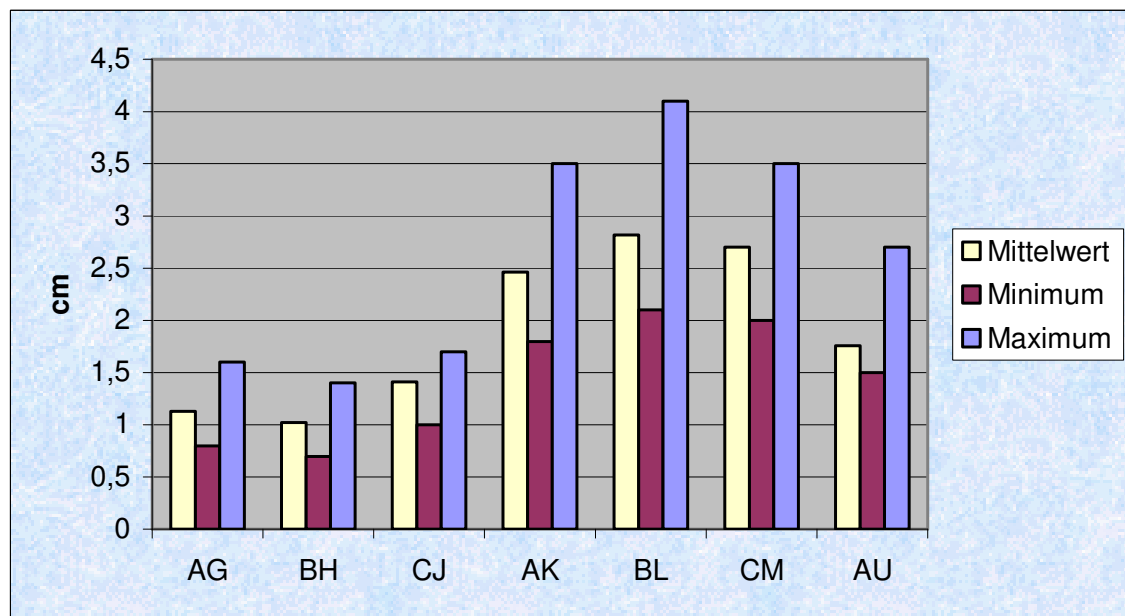


Diagramm 6: Abstand des Lig. trapezoideum vom lateralen Klavikulaende bei Männern

2.3.3. Zusammenhang zwischen Klavikulalänge und dem Abstand des Lig. trapezoideum zum lateralen Klavikulaende

Die Korrelationen zwischen der Schlüsselbeinlänge und der Abstand der Fasern des Lig. trapezoideum ventral und zentral am Schlüsselbein (Messstrecken A-G, A-K, B-L, C-M, A-U) waren auf dem Niveau von $p < 0,01$ (2-seitig) signifikant. Der Zusammenhang des Abstandes der zentral und dorsal am weitesten lateral ansetzenden Bandfasern mit der Schlüsselbeinlänge (Messstrecken C-J und B-H) war nicht signifikant ($p > 0,01$).

Im Streudiagramm (Diagramm 7) wird am Beispiel von der Strecke AG (Abstand der am weitesten lateral inserierenden Fasern des Lig. trapezoideum an der ventralen Klavikulaseite zum Gelenkspalt) der Zusammenhang zwischen größer werdenden Abstand und größer werdender Länge der Schlüsselbeine deutlich erkennbar.

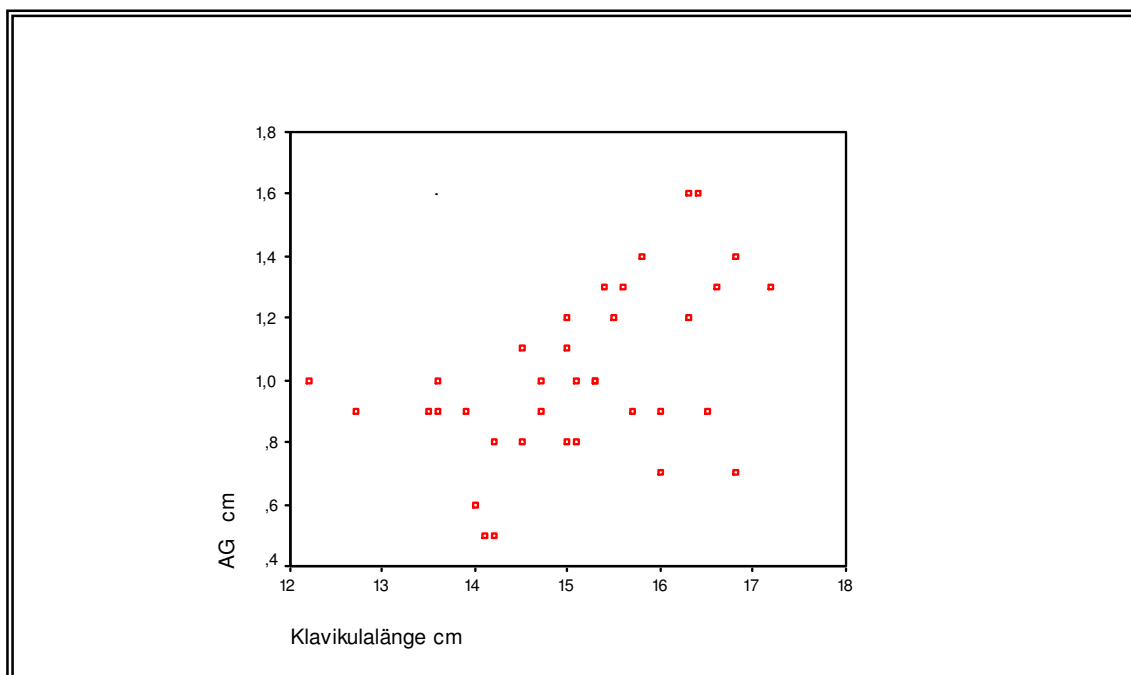


Diagramm 7: Zusammenhang der Klavikulalänge und der Messlänge AG

2.4. Abstand des Lig. conoideum zum lateralen Klavikulaende

2.4.1 Mittelwerte

An allen 3 Messpunkten setzte das Lig. conoideum in der Gruppe der Frauen näher am Gelenk an als in der Gruppe der Männer. Der Abstand reichte von durchschnittlich 2,34 cm bis 4,36 cm bei Frauen und 2,91cm bis 4,96 cm bei Männern (Tabelle 6). Alle 3 Messstrecken waren für Frauen und Männer im t-Test signifikant unterschiedlich ($p < 0,01$).

		CN	CO	CV
Frauen	Mittelwert	2,34 cm	4,36 cm	3,41 cm
	Standardab.	0,26 cm	0,30 cm	0,22 cm
Männer	Mittelwert	2,91 cm	4,96 cm	4,04 cm
	Standardab.	0,46 cm	0,54 cm	0,47 cm
Gesamt	Mittelwert	2,62 cm	4,67 cm	3,67 cm
	Standardab.	0,47 cm	0,53 cm	0,44 cm

Tabelle 6: Mittelwerte des Abstandes des Lig. conoideum am lateralen Klavikulaende
Die kleinsten, sowie die größten Abstände sind fett gedruckt.

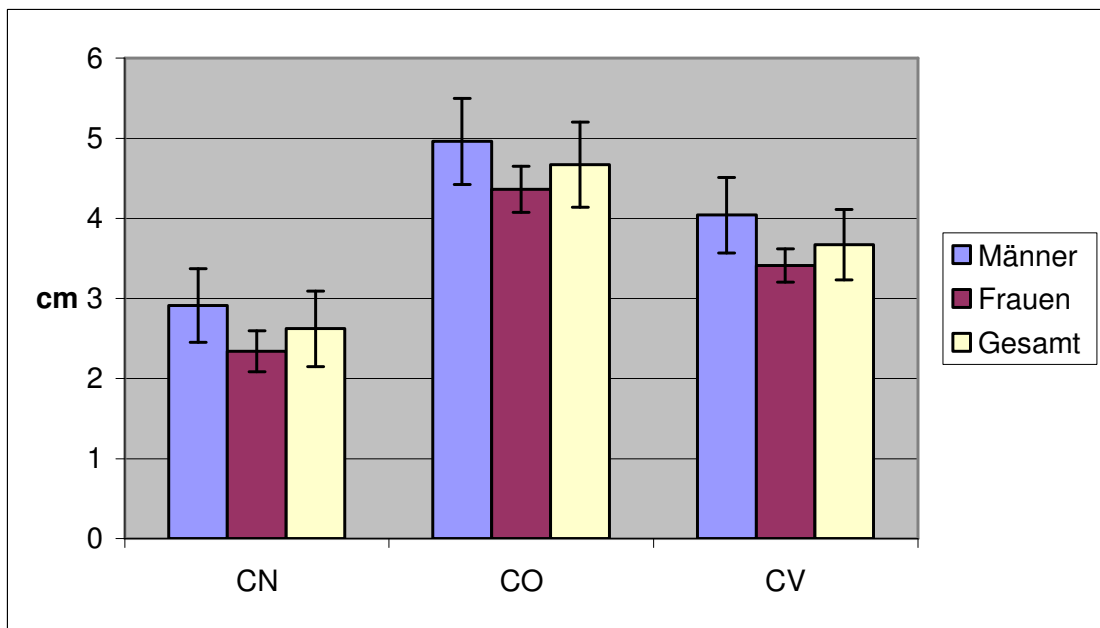


Diagramm 8: Abstand des Lig. conoideum vom lateralen Klavikulaende: Mittelwerte

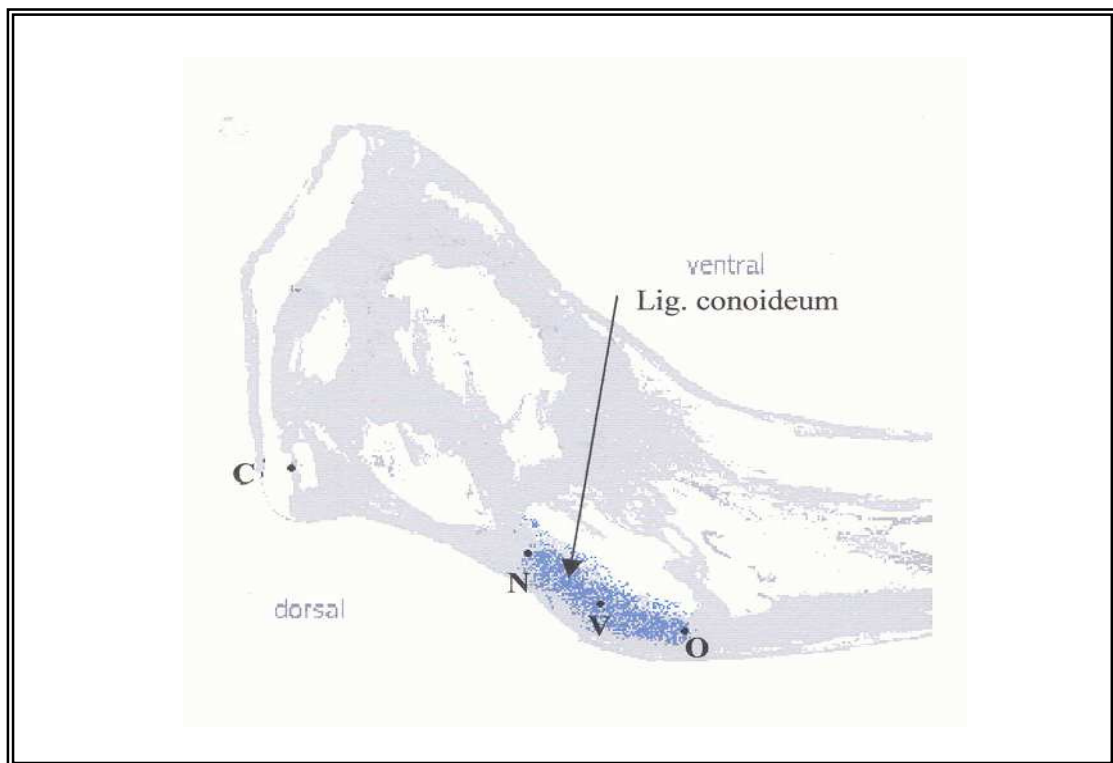


Abbildung 8: Messpunkte auf der Klavikulaunterfläche zur Vermessung des Lig. conoideum:
 C ist Referenzpunkt am lateralen Klavikulaende dorsal
 N und O begrenzen die am weitesten lateral und am weitesten medial inserierenden Fasern des Lig. conoideum
 V liegt im Zentrum der Ansatzfläche des Lig. conoideum
 Gemessene Abstände: C-N, C-V, C-O

2.4.2. Minimum-Maximum

Der geringste Abstand des Lig. conoideum zum Akromioklavikulargelenkspalt betrug in der Präparategruppe der Männer 2,4 cm und der Frauen 1 cm. Der größte Abstand der am weitesten medial inserierenden Fasern des Lig. conoideum wurde mit 6,2 cm an einem Präparat eines Mannes gefunden. In der Präparategruppe der Frauen inserierten Fasern des Lig. conoideum maximal 5 cm vom Gelenkspalt entfernt an der Klavikula.

	Gesamt	Frauen	Männer
CN	1,0 -4,1 cm	1,0 -2,8 cm	2,4 -4,1 cm
CO	3,9- 6,2 cm	3,9- 5,0 cm	4,4- 6,2 cm
CV	3,0-5,0 cm	3,0-3,8 cm	3,2-5,0 cm

Tabelle 7: Minimum und Maximum des Lig. conoideum

Die kleinsten und die größten Abstände bei Frauen, Männern und Gesamt sind fett gedruckt

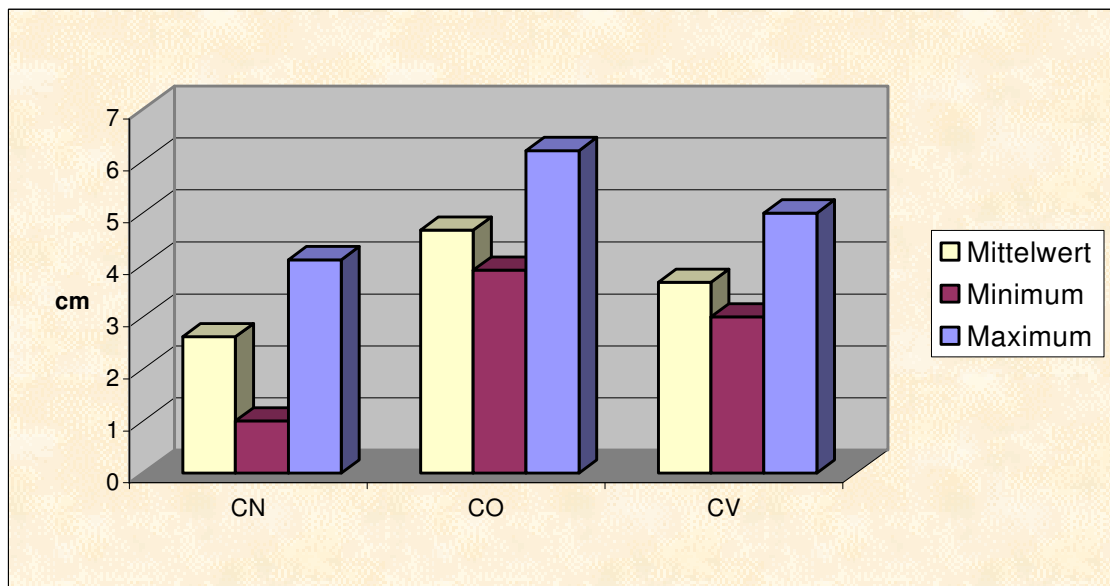


Diagramm 9: Abstand des Lig. conoideum vom lateralen Klavikulaende geschlechtsunabhängig: Minimum-Maximum

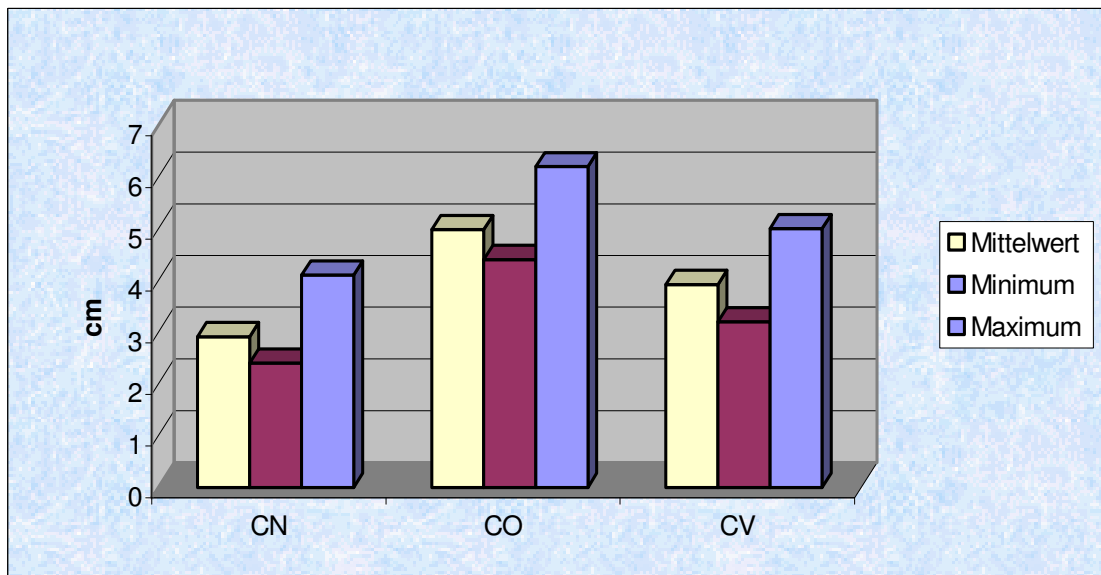


Diagramm 10: Abstand des Lig. conoideum vom lateralen Klavikulaende bei Männern:
Minimum-Maximum

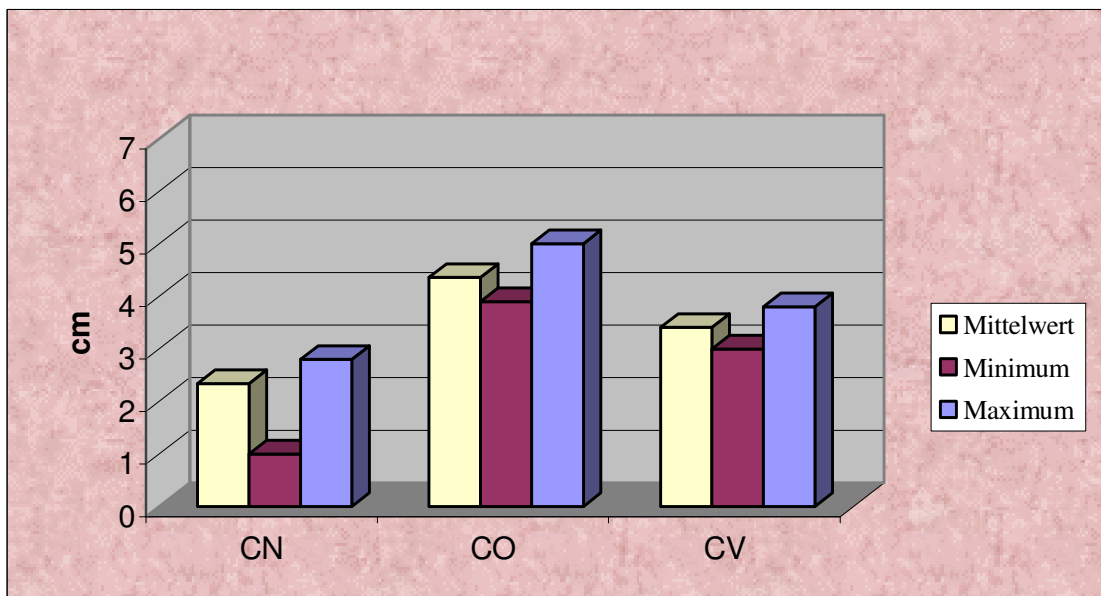


Diagramm 11: Abstand des Lig. conoideum vom lateralen Klavikulaende bei Frauen:
Minimum-Maximum

2.4.3. Zusammenhang der Klavikulalänge und dem Abstand des Lig. conoideum zum lateralen Klavikulaende

Es zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang des Abstandes des Lig. conoideum zum Gelenkspalt an allen 3 festgelegten Messpunkten (Messstrecken C-N, C-O, C-V) mit der Klavikulalänge ($p < 0,01$).

Im Streudiagramm wird die Tendenz der größer werdenden Abstände des Lig. conoideum bei zunehmender Klavikulalänge erkennbar.

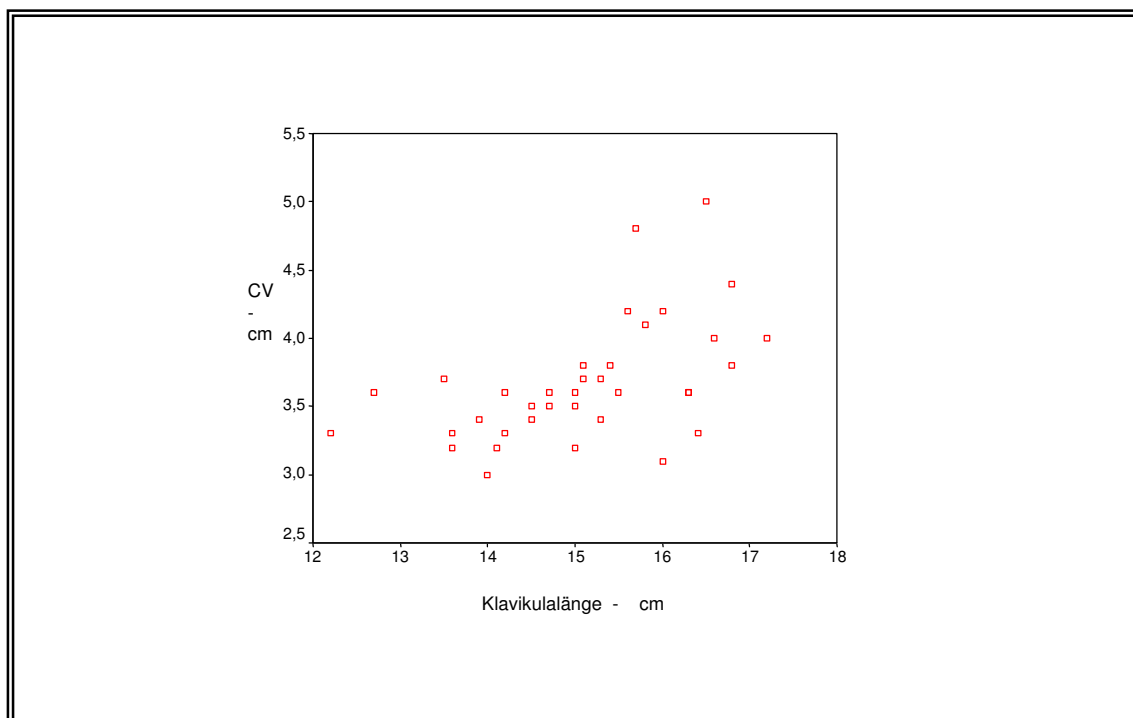


Diagramm 12: Zusammenhang der Klavikulalänge und der Messlänge C-V des Lig. conoideum

2.5 Abstand des N. suprascapularis vom Lig. transversum scapulae und vom Lig. spinoglenoidale zum AC-Gelenk

Der N. suprascapularis verläuft unter dem Lig. transversum scapulae hindurch und zieht in der Tiefe der Fossa supraspinata unterhalb eines Bandes, dem Lig. spinoglenoidale (Demirhan), in die Fossa infraspinata.

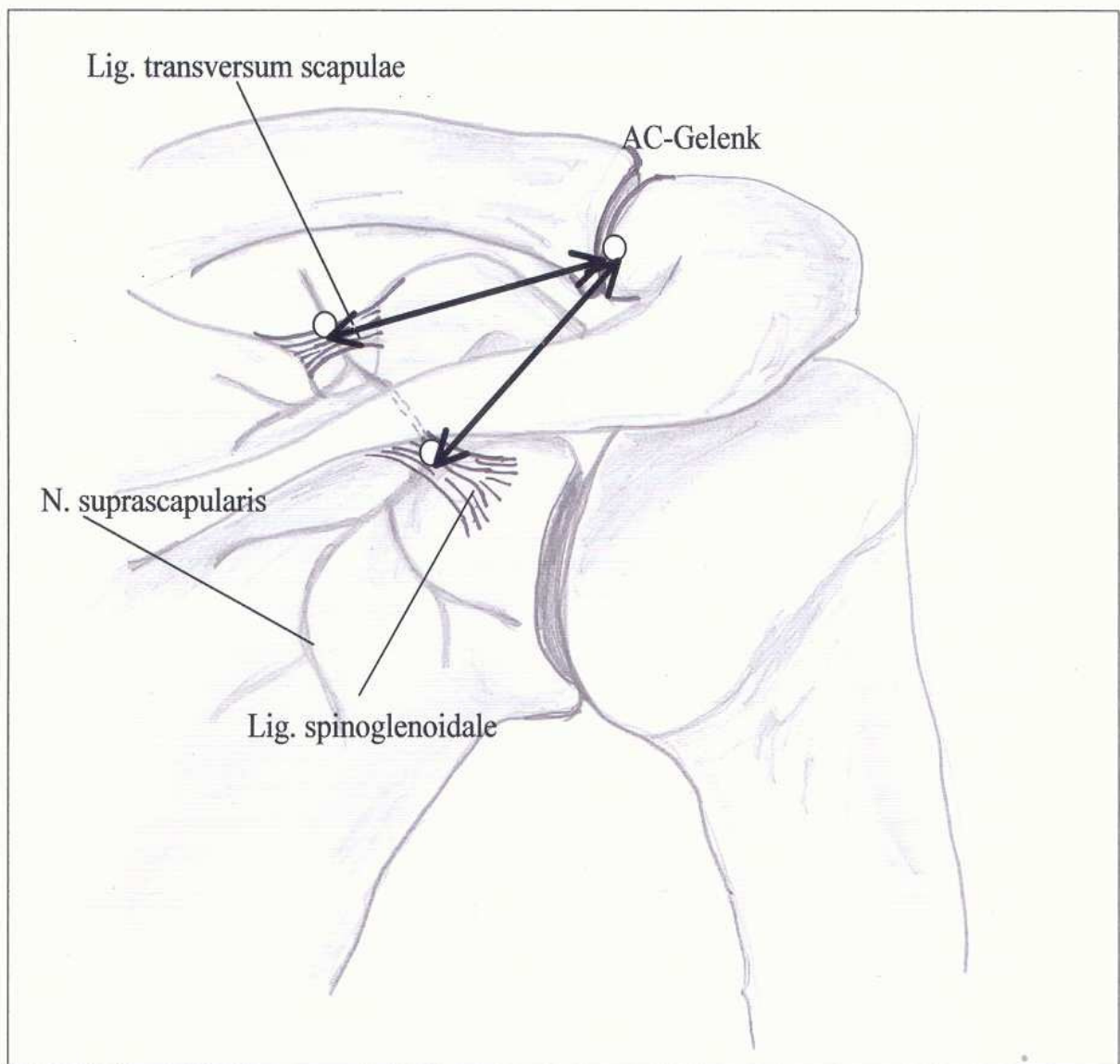


Abbildung 9: Der Abstand zwischen AC-Gelenk zum Lig. transversum scapulae und zum Lig. spinoglenoidale

2.5.1. Abstand des N. suprascapularis vom Lig. spinoglenoidale zum AC-Gelenk

	Am Lig. spinoglenoidale
Mittelwert	3,25 (2,6-4,3) cm
Standardabweichung	0,41 cm

Tabelle 8: Abstand des N. suprascapularis zum AC-Gelenk am Lig. spinoglenoidale in Klammern: Minimum und Maximum

Der N. suprascapularis verlief am Lig. spinoglenoidale im minimalen Abstand von 2,6 cm und im maximalen Abstand von 4,3 cm zum AC-Gelenk. Durchschnittlich betrug der Abstand des Nervs am Lig. spinoglenoidale zum AC- Gelenk 3,3 cm.

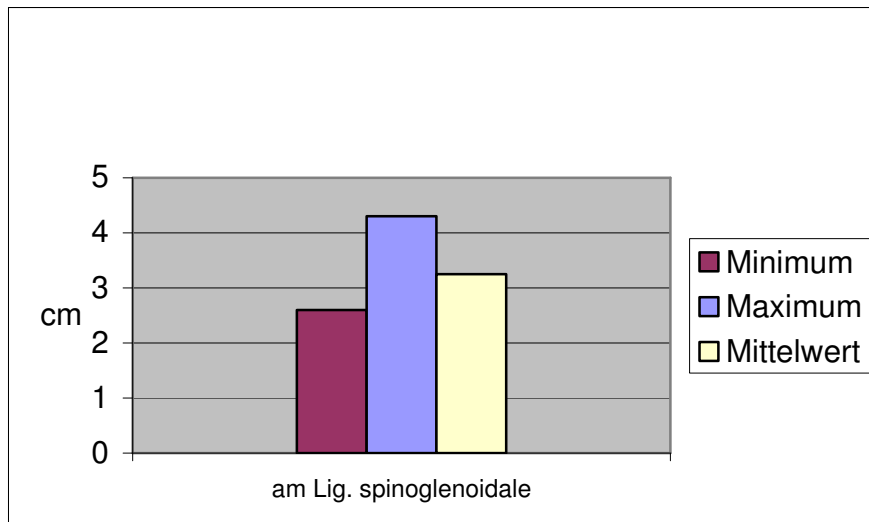


Diagramm 13: Abstand des N. suprascapularis am Lig. spinoglenoidale: Minimum-Maximum

5.2.2. Abstand des N. suprascapularis vom Lig. transversum scapulae zum AC-Gelenk

	Am Lig. transversum scapulae
Mittelwert	3,80 (3,1-5,3) cm
Standardabweichung	0,43 cm

Tabelle 9: Abstand des N. suprascapularis zum AC-Gelenk vom Lig. transversum scapulae in Klammern: Minimum und Maximum

Vom Lig. transversum scapulae war der Nerv minimal 3,1cm und maximal 5,3 cm zum AC-Gelenk entfernt. Durchschnittlich betrug der Abstand 3,8 cm.

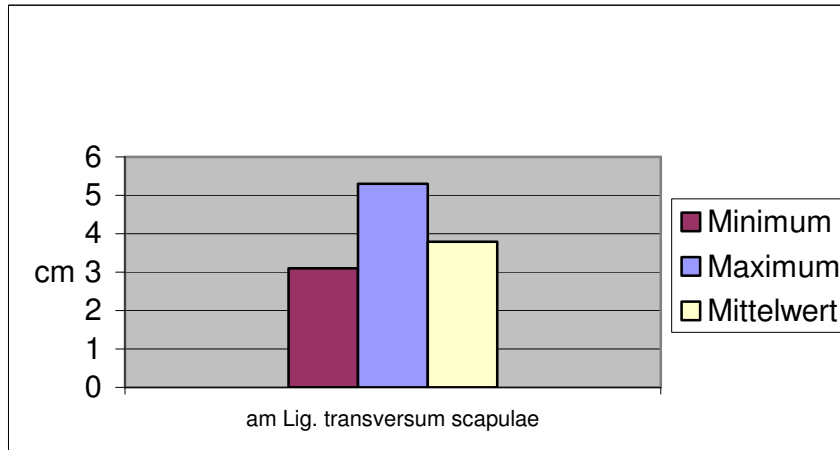


Diagramm 14: Abstand des N. suprascapularis vom Lig. transversum scapulae zum AC-Gelenk: Minimum-Maximum

Der N.suprascapularis war am Lig. spinoglenoidale bei allen Schulterpräparaten näher zum AC-Gelenk gelegen als am Lig. transversum scapulae.

2.6. Prozentanteil der durchtrennten Bandansätze bei einer Resektion der lateralen Klavikula

2.6.1. Prozentanteil des durchtrennten Lig. trapezoidum bei einer Resektion der lateralen Klavikula

Werden 1 cm des lateralen Schlüsselbeinendes reseziert, so werden bei den Präparaten der Frauen 12 % des Lig. trapezoideum in seiner Verbindung vom Schlüsselbein zum Processus coracoideus durchtrennt. Bei den größeren Schlüsselbeinpräparaten der Männer werden dabei 4 % des Lig. trapezoideum durchtrennt.

Wird eine laterale Schlüsselbeinresektion von 2 cm durchgeführt, so sind bei den Präparaten der Frauen 73 % und bei denen der Männer 54 % des Bandes durchtrennt.

Nach einer Resektion von 1 inch (2,54 cm) sind bei der Präparatengruppe der Frauen 97 % der inserierenden Fasern des Lig. trapezoideum und bei denen der Männern 83 % der Fasern durchtrennt.

Anhand des t-Tests waren die Mittelwerte von Frauen und Männern auf einem Niveau von $p < 0,01$ signifikant unterschiedlich.

	Frauen		Männer		Gesamt	
	Mittelwert	Standardab	Mittelwert	Standardab	Mittelwert	Standardab
1cm	12,33 %	8,58	4,15 %	5,54	8,24 %	8,24
2cm	72,98 %	14,42	53,71 %	10,62	63,2 %	15,04
1inch	96,50 %	5,67	82,82 %	10,71	89,66 %	10,93

Tabelle 10: Prozentanteil des durchtrennten Lig. trapezoidum bei einer Resektion des lateralen Schlüsselbeins

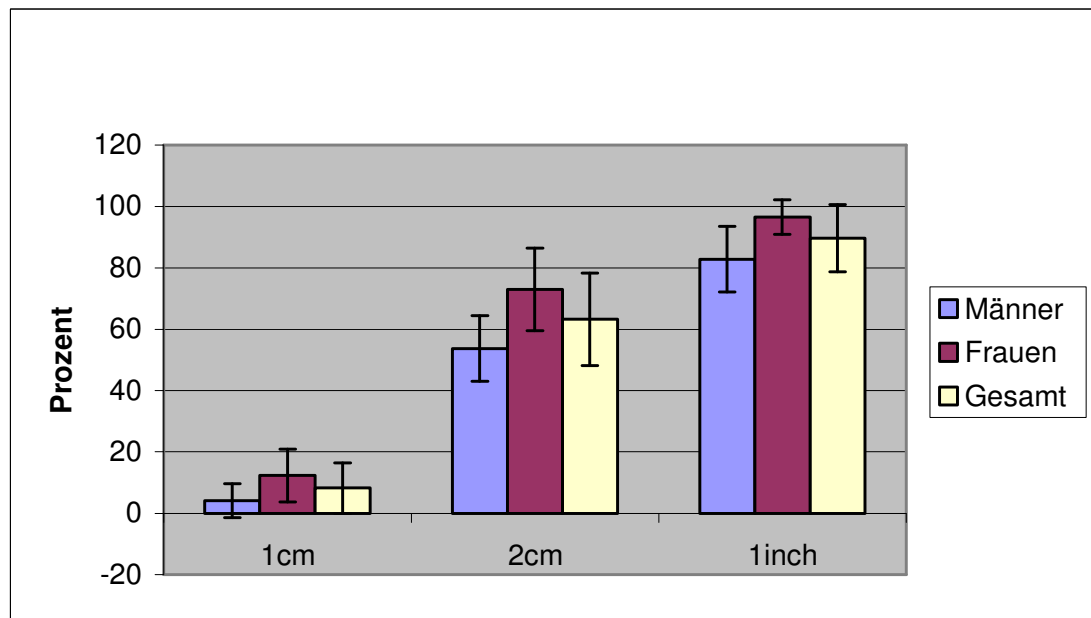


Diagramm 15: Prozentanteil des durchtrennten Lig. trapezoideum

2.6.2 Prozentanteil des durchtrennten Lig. conoideum bei einer Resektion von 1 inch

Die ersten Fasern des Lig. conoideum waren bei allen Präparaten mehr als 2 cm vom AC-Gelenk entfernt. Bei einer Resektion von 1 inch werden 6 % der Fasern des Lig. conoideum durchtrennt. Bei den Präparaten der Frauen liegt dieser Anteil mit 11 % deutlich höher als bei denen der Männer mit 1 %.

	Frauen	Männer	Gesamt
1 inch	11,45 %	1,05 %	6,25 %
Standardabweichung	9,65	2,09	8,66

Tabelle 11: Prozentanteil der durchtrennten Fasern des Lig. conoideum bei einer Resektion von 1 inch

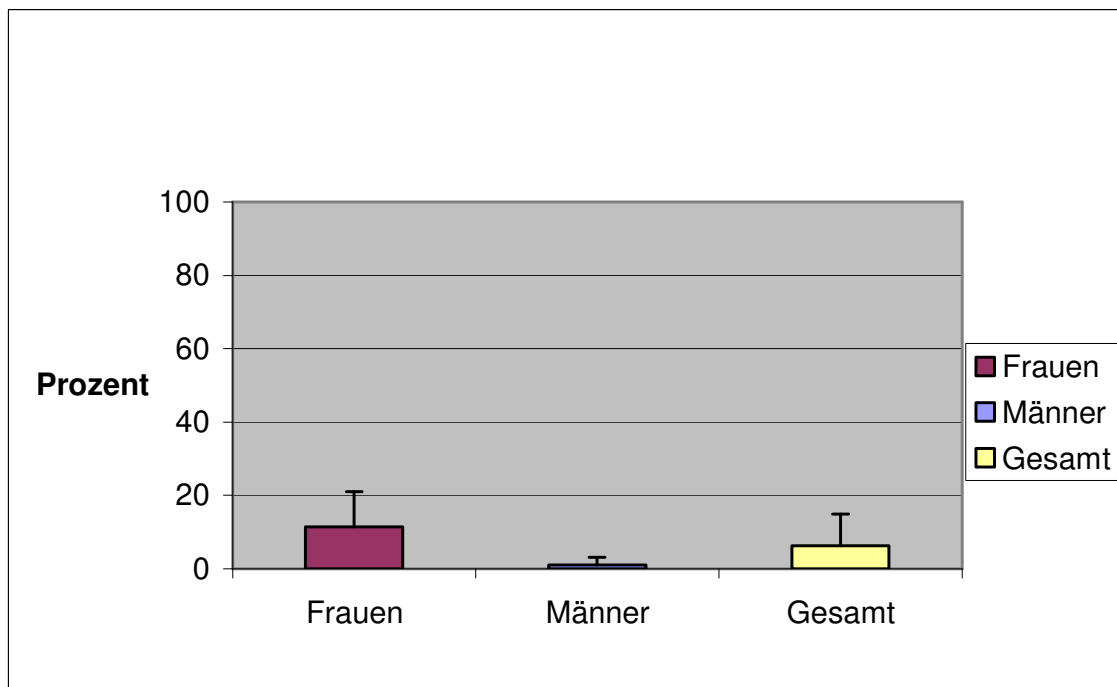


Diagramm 16: Prozentanteil der durchtrennten Fasern des Lig. conoideum bei einer Resektion von 1 inch

IV) Diskussion

Die Resektion der lateralen Klavikula, eine orthopädisch-unfallchirurgische Routineoperation, wird bei primären oder sekundären degenerativen Gelenkveränderungen, sowie den symptomatischen AC-Gelenkarthrosen, empfohlen (Curry 1955, Cahill 1982, De Palma 1957, Levine 1976). Weitere Ursachen für Affektionen des Schulterergelenks können chronische Polyarthrits, Tuberkulose, Metastasen, Hyperparathyreoidismus oder Osteolysen sein. Die Akromioklavikulararthrose führt oft zu erheblichen, meist belastungsabhängigen Schmerzen im Schulterbereich (Wirth 1990).

Damit der Chirurg gute Behandlungsergebnisse erzielen kann, ist die genaue Kenntnis der Anatomie und der Funktionalität des Gelenkes und ihrer beteiligten Bänder Voraussetzung.

Beim Auftreten von symptomatischen Erkrankungen des Akromioklavikulgelenks und beim Versagen konservativer Maßnahmen, ist die Resektion der lateralen Klavikula die Therapie der Wahl. Dabei lassen sich im Wesentlichen drei Verfahren unterscheiden:

Zum einen die offene Resektionsarthroplastik des AC-Gelenks nach Gurd und Mumford (1941). Dabei wird nach einer kleinen bogenförmigen Inzision über dem AC-Gelenk das laterale Klavikulaende dargestellt und vom Bindegewebe befreit. Nun erfolgt die Resektion der Klavikula und das distale Ende wird zusammen mit dem Diskus entfernt (Mumford 1941).

Die Resektion ist auch endoskopisch möglich. Es werden grundsätzlich zwei verschiedene Techniken unterschieden: der indirekte bursale Zugang zum AC-Gelenk über den Subakromialraum und der direkte superiore Zugang, wie ihn Flatow 1992 beschreibt. Der Vorteil beim direkten Zugang ist, dass die subakromiale Bursa unangetastet bleibt und die Gelenkkapsel bei dieser Methode wesentlich intakter bleibt als beim bursalen Zugang (Henry 1995). Allerdings kann keine Arthroskopie des Glenohumeralgelenkes und des Subakromialraumes über den bei dieser Technik angelegten Portalen durchgeführt werden. Die zusätzliche Arthroskopie des Glenohumeralgelenkes bei Schulterergelenkarthrosen wird von einigen Autoren aber

gefordert (Berg 1997, Brown 2000), da eine hohe Inzidenz anderer Schulterpathologien bei Patienten mit arthrotischen AC-Gelenken aufgefunden wurde. Liegt eine Instabilität des Schultergelenkes vor, so kann mit der Resektions-Transpositions-Arthroplastik nach Weaver-Dunn (1972), wieder Stabilität im Gelenk hergestellt werden.

Die Operation erfolgt analog der Klavikularesektion nach Gurd und Mumford. Anschließend wird nach der Reposition des Gelenkes das Lig. coracoacromiale von der Vorderunterkante des Akromions abgelöst und auf den lateralen Klavikulastumpf transponiert. Es wird dort mit transossären Nähten befestigt. Vorteil ist die stabilisierende Wirkung des transponierten Lig. coracoacromiale auf das AC-Gelenk (Habermeyer 2002).

Obwohl die Resektion der lateralen Klavikula heute eine Routineoperation ist, weichen die Empfehlungen und Daten bezogen auf die Weite der Resektion deutlich voneinander ab. Die Angaben, wie viel Knochen vom distalen Ende der Klavikula entfernt werden sollen, reichen von 0,5 cm bis 8 cm. Um eine ungefähre Übersicht über die variierenden Empfehlungen verschiedener Autoren zu bekommen, wurden deren Daten bereits in Tabelle 1 dargestellt.

Ziel der Studie war, anatomische Daten zur Resektion der lateralen Klavikula zu erheben und die Frage, inwieweit die akromio- und korakoklavikulären Bänder bei einer Resektion von 1 cm, 2 cm oder 1 inch (2,54 cm) durchtrennt werden, zu beantworten.

Das Lig. acromioclaviculare endete mit seinen Fasern durchschnittlich in einem Abstand von 0,9 cm zum lateralen Klavikulaende. Zwischen Frauen und Männern zeigten sich keine signifikant unterschiedliche Abstände, aber es bestand ein signifikanter Zusammenhang der Abstände der ventralen und zentralen Kapsel Fasern zum Klavikulaende und der Schlüsselbeinlänge. In Anbetracht der Ergebnisse würde also eine Resektion von nur 1 cm die akromioklavikulären Kapselbänder komplett durchtrennen. Ähnliche Ergebnisse erhielten auch Renfree et al. (2003). Sie berichteten in ihrer Studie, dass bereits 5,2 mm Resektionsweite bei Frauen und 7,6 mm Resektionsweite bei Männern das Lig. acromioclaviculare durchtrennen würde. Diese Ergebnisse stellen den Vorteil der Arthroskopie, das Lig. acromioclaviculare zu schonen, in Frage. Allerdings stellten Branch et al. eine ausreichende Stabilisierung des

Schlüsselbeins fest, wenn bei einer arthroskopischen Resektion das Lig. acromioclaviculare superior geschont wurde.

Die vorliegende Studie ergab, dass die am weitesten lateral an der Klavikula inserierenden Fasern des Lig. trapezoideum durchschnittlich 1 cm vom Akromioklavikulargelenk entfernt waren, und die weitesten medial inserierenden Fasern des Ligamentums im Durchschnitt 2,6 cm vom AC-Gelenk entfernt lagen. Der minimale Abstand des Bandansatzes des Lig. trapezoideum betrug sogar nur 0,5 cm bei Frauen und 0,8 cm bei Männern. Es zeigten sich signifikante Zusammenhänge zwischen der Schlüsselbeinlänge und dem Abstand der inserierenden Bandfasern des Lig. trapezoideum zum Klavikulaende. Da Frauen meist kleinere Schlüsselbeine besitzen, können die signifikanten Unterschiede wahrscheinlich auf den kleineren weiblichen Körperbau zurückgeführt werden. Die Abstände der Faseransätze zum Klavikulaende zentral und dorsal auf der Schlüsselbeinunterfläche zeigten keine signifikanten Unterschiede im Vergleich der Mittelwerte dieser Abstände zwischen Männern und Frauen und auch keine signifikanten Zusammenhänge mit der Schlüsselbeinlänge. Das war zu erwarten, da die lateralen Gelenkflächen der Klavikula von konvex bis konkav variierten. Die Abstände des Klavikulaendes zum Lig. trapezoideum zentral waren dementsprechend bei konkaven Gelenkflächen der Klavikula geringer als bei konvexen. Die Abstände der inserierenden Fasern des Lig. conoideum zum lateralen Klavikulaende betrugen durchschnittlich 2,6 – 4,7 cm. Hier zeigte sich allerdings ein signifikanter Unterschied dieser Abstände bei Frauen und Männern und ein Zusammenhang mit der Schlüsselbeinlänge. Somit kann bei einem Mann mit längerem Schlüsselbein auch ein größerer Abstand des Lig. conoideum zum Klavikulaende erwartet werden als bei einer Frau mit kleinem Schlüsselbein.

Die vorliegenden Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass bei einer Resektion von 1 cm geschlechtsunabhängig durchschnittlich 8 % des Lig. trapezoideum durchtrennt werden, wobei der Anteil bei Frauen von 12 % höher liegt als bei Männern mit 4 %. Bei einer Resektion von 2 cm würden bereits durchschnittlich 63 % des Lig. trapezoideum durchtrennt werden, bei Frauen im Durchschnitt 73 % des Bandes, bei Männern durchschnittlich 53 %. Würde man, wie Worceseter es 1968 empfiehlt, 1 inch

der lateralen Klavikula resezierten, wären sogar 96% des Lig. trapezoideum bei Frauen und 83% des Ligaments bei Männern durchtrennt.

Das Lig. conoideum wird bei einer Resektion von 1 oder 2 cm in den meisten Fällen noch nicht verletzt. Bei den von mir untersuchten 36 Schulterpräparaten konnte ich lediglich einen Fall finden, bei welchem das Lig. conoideum einen geringeren Abstand zum lateralen Klavikulaende hatte als 2 cm. Bei einer Resektionsweite von 1 inch (2,54 cm) wären nach meinen Ergebnissen durchschnittlich 6 % des Lig. conoideum durchtrennt.

1941 haben Mumford und Gurd, wie auch später Rockwood und Young (1990), unabhängig voneinander die Resektion der lateralen Klavikula von etwa ½ inch - 1 inch bei akuten und chronischen AC- Gelenkluxationen empfohlen. Nach den vorliegenden Ergebnissen würde dies bedeuten, dass 90 % des Lig. trapezoideum in seiner Verbindung zum Processus coracoideus durchtrennt werden. Bei Frauen wären sogar 96 % des Bandes durchtrennt. Die Funktion des Lig. trapezoideum den Kompressionskräften im AC-Gelenk und einer anterior-posterioren Instabilität entgegen zu wirken, kann damit nicht mehr erhalten werden. Urist resezierte 1946 6 - 8 cm vom Schlüsselbein und berichtete von hervorragenden Ergebnissen. Curry (1955) entfernte immerhin noch ¾ - 2 inch. Bei 2 inch (5,08 cm) Resektionsausmaß der lateralen Klavikula wären anhand meiner Ergebnisse alle 3 Bänder, das Lig. acromioclaviculare, das Lig. trapezoideum und das Lig. conoideum vollständig durchtrennt, und es würde eine vertikale und horizontale Instabilität im AC- Gelenk zur Folge haben. Flatow (1992) beschreibt, dass mit der Arthroskopie sogar nur 5 – 6 mm vom distalen Schlüsselbein reseziert werden kann, vorausgesetzt die Resektion umfasse die gesamte Breite des Schlüsselbeins. Sie konnten bei der Nachuntersuchung in keinem Fall ein schlechtes Ergebnis auf eine unzureichende Resektion zurückführen. Branch et al. bestätigten diese Ergebnisse 1996 mit ihrer Studie. Sie resezierten nur 5 mm von der lateralen Klavikula und stellten fest, dass dies ausreicht, um Knochenkontakt zwischen Akromion und Klavikula bei Rotation des Schulterblattes in allen 3 Achsenrichtungen zu vermeiden. Auge et al. (1998) verzeichnen gute Ergebnisse nach einer Resektion von durchschnittlich 4,5 mm in einem Kollektiv von zehn Gewichthebern, die eine atraumatische Osteolyse der distalen Klavikula aufwiesen. Zawadsky et al. (2000)

stellten ebenfalls nach einem Resektionsausmaß von vier bis sieben mm gute Ergebnisse fest. Aufgrund vorliegender Ergebnisse kann den Vorschlägen zur Resektionsweite von Branch, Flatow, Auge und Zawadsky zugestimmt werden.

Hinsichtlich der Schmerzsymptomatik stellten Eskola et al. (1996) fest, dass Resektionen über 1 cm signifikant häufiger mit schlechten Ergebnissen korrelieren als geringere Resektionsweiten. Leider geben sie keine Gründe für die Ursache der postoperativen Schmerzen bei diesen Patienten an. Bei einer solchen Resektionsweite kommt es zur erhöhten Instabilität des AC-Gelenkes (Branch 1996) was auch die vorliegenden Ergebnisse zeigen: Diese Instabilität im Schulterreckgelenk, insbesondere in der anterior-posterioren Richtung und möglicherweise ein Absinken und Rotation der Scapula durch Bewegung als auch die Zugwirkung des Armgewichtes, könnte eine Erklärung für die verursachten Beschwerden sein. Auch Blazar (1998) und Hedtmann (1998) führen schlechte klinische Ergebnisse auf zu weite Resektionen mit Beeinträchtigung der Insertion der korakoklavikulären Bänder und konsekutiver sekundärer Destabilisierung zurück.

Aufgrund der Stabilitätsfunktion empfehlen die meisten Autoren bei der Resektion den korakoklavikulären Bandapparat möglichst zu belassen (Gurd 1941, Worcester and Green 1968, Post 1978). Rockwood et al. (1996) würden eine Resektion des Lig. trapezoideum durchaus akzeptieren, solange das Lig. conoideum zur Stabilisierung erhalten bleibt. Sie sehen wie Fukuda et al. (1986) im Lig. conoideum eine wichtigere Stabilisierungseinheit als im Lig. trapezoideum. In ihrer Untersuchung zeigte sich das Lig. conoideum als wichtige Einschränkung bei einer Rotation nach anterior und superior sowie als Hindernis für Dislokationen der Klavikula nach anterior und superior.

Allerdings kamen Fukuda et al. (1986) ebenfalls zum Ergebnis, dass hauptsächlich das Lig. trapezoideum bei axialer Druckbelastung den Kompressionskräften im AC- Gelenk entgegenwirkt. Die Folge einer zu weiten Resektion ist also nicht nur eine vertikale sondern auch eine horizontale Instabilität der lateralen Klavikula. Bei den untersuchten Schulterpräparaten dieser Studie wäre bei einem Schulterpräparat bereits bei 2 cm Resektionsweite das Lig. trapezoideum vollständig durchtrennt. Durch die hervorgerufene Instabilität könnten also 2 cm Resektionsweite schmerzhaften

Knochenkontakt bei Bewegungen, die mit axialer Druckbelastung im AC-Gelenk einhergehen, hervorrufen. Solche Bewegungen wären beispielsweise die Adduktion beim Kreuzen oder eine Hyperabduktion beim Heben des Arms. Blazar et al. 1998 stellten durch Belastungsaufnahmen fest, dass Patienten, bei denen eine antero-posteriore Translation von mehr als 12 mm nach einer Schlüsselbeinresektion auftrat, mehr Schmerzen hatten als Patienten, bei denen eine geringere Translation auftrat. Sie konnten jedoch keine Korrelation zwischen Schmerzskala und Menge des resezierten Knochens aufweisen, noch lieferten sie Daten zur horizontalen Stabilität und der Länge des resezierten Knochens bei den Patienten mit den schlechten Ergebnissen.

Urist (1963) betrachtete das obere Ligamentum acromioclaviculare und die Gelenkkapsel als die wichtigsten Stabilisatoren des AC-Gelenkes in antero-posteriorer Richtung, da nach einer vollständigen Abtrennung der Gelenkkapsel das Schlüsselbein komplett nach posterior disloziert, aber nach superior nur subluxierbar ist. Nur durch ein zusätzliches Durchtrennen des Lig. conoideum und des Lig. trapezoideum wird eine Dislokation nach superior möglich. Branch et al. (1996) berichten in ihrer biomechanischen Studie, dass die Resektion von 0,5 cm in Verbindung mit einer vollständigen Abtrennung des Ligamentum acromioclaviculare die Rotation des Schulterblattes von 35° auf 130° vergrößert, mit dem Ergebnis, dass es zu einer Instabilität des Schulterblattes in Rotation führt. Das Gewicht des Armes und die mediale Rotatorenmuskulatur des Humerus bewirken so eine Subluxation des Schulterblattes nach anteromedial. Dies wäre nach Branch et al. der Grund für die postoperativen Schmerzen. Er erhielt, unabhängig davon, ob eine standardisierte arthroskopische Resektion durch das untere Band oder eine chirurgisch offene Operation durch Schnitt im oberen Kapselband durchgeführt wurde, keine unterschiedlichen Ergebnisse. Allerdings waren bei allen untersuchten AC-Gelenken das obere Lig. acromioclaviculare, welches mit der deltotrapezoidalen Faszie verbunden ist, dicker als das untere. Dies bestätigen auch die Ergebnisse von Salter (1987), der 0,2 – 0,55 cm Dicke des oberen Kapselbandes maß und eine wichtige Stabilisierungsaufgabe in dem Band sieht. Flatow (1995) benutzte, um Verletzungen der Kapsel und der akromioklavikulären Bänder zu minimieren, Miniendoskope für eine intraartikuläre Resektion, um die Stabilität des Gelenkes nicht zu gefährden.

Die arthroskopische Technik bietet gegenüber der offenen Technik mehrere Vorteile. Dazu gehören die kürzere Rehabilitationszeit und die kosmetisch eindeutig akzeptablen Narbenverhältnisse (Jerosch 1993). Insbesondere der beobachtete Kraftverlust, für welchen das Ablösen des Deltamuskels vom anterioren Akromion und von der lateralen Klavikula sowie die Beschädigung der deltoideotrapezoidale Faszie verantwortlich gemacht wird, stellen Nachteile der offenen Methode dar (Gartsman 1991). Die deltotrapezoidale Faszie trägt zusätzlich zur Stabilität des AC-Gelenkes bei (Post 1985).

Schlussfolgernd ließe sich, um eine Instabilität und die damit verbundenen Schmerzen zu vermeiden, empfehlen, bei Frauen nur maximal 0,8 cm und bei Männern maximal 1 cm zu reseziieren. Falls sich intraoperativ nach einer Resektion von 0,8 cm bzw. 1 cm zwischen Akromion und reseziertem Schlüsselbein immer noch eine Kompression zeigt, wäre, wie Rowe (1988) und Renfree et al. (2003) vorschlagen, eine zusätzliche Resektion am akromialen Teil des AC-Gelenkes sinnvoll. Außerdem sollte die AC-Gelenkkapsel während der offenen lateralen Schlüsselbeinresektion durch eine längliche Inzision und einen vollständigen Verschluss nach der Resektion geschont werden, um die Stabilität möglichst zu erhalten.

Der N. suprascapularis ist Teil des Truncus superior des Plexus brachialis und enthält Fasern aus den Nervenwurzeln C4-C6. Er verläuft supraklavikulär nach dorsal und erreicht dann die Incisura scapulae. Unter dem Lig. transversum scapulae superius in der Fossa supraspinata teilt er sich in zwei Äste. Der Ast zum M. infraspinatus zieht weiter nach dorsal unter dem Lig. spinoglenoidale hindurch in die Fossa infraspinata. Nervverletzungen können die Folge eines Traumas, chronischer Überbelastung der Schulter oder iatrogener Eingriffe sein (Cummins 2000).

Das Kompressionssyndrom am N. suprascapularis wurde seit der ersten Beschreibung von Kopell et al. (1959) häufig untersucht und mit den Engstellen am Lig. transversum und am Lig. spinoglenoidale in Verbindung gebracht (Padua 1996, Holzgraefe 1988, Kaspi 1988). Häufig zeigt sich das Syndrom bei Hochleistungssportlern mit stereotypen Bewegungen, wie beispielsweise bei Volleyballspielern. Dabei kommt es offenbar zu ausgeprägten Zug- und Druckwirkungen auf den N. suprascapularis mit Schwerpunkt an den anatomischen Engen. Die Nervkompression kann dabei zur Muskelschwäche des

M. supraspinatus und M. infraspinatus führen und erfordert nach erfolgloser konservativer Therapie die Durchtrennung des Lig. transversum scapulae oder des Lig. spinoglenoidale (Holzgraefe 1988). Desweiteren können aber auch Ganglien, die von den benachbarten Gelenken ausgehen, den oberen und unteren Ast des N. suprascapularis komprimieren (Ganzhorn 1981). Mallon et al. (1996) fanden 2 Fälle, die eine Neuropathie nach einer Excision der distalen Klavikula aufwiesen. Bei beiden Fällen wurde im Bereich der Resektionsstelle Narbengewebe gefunden, welches den N. suprascapularis komprimierte. Anhand einer anatomischen Studie fanden sie heraus, dass der N. suprascapularis nur maximal 1,4 cm vom posterioren Klavikularand und 2-3 cm zum AC-Gelenk entfernt ist. Aufgrund dieser Ergebnisse empfehlen sie, nicht nur zur Schonung des Lig. coracoclaviculare, maximal 1 cm der lateralen Klavikula zu reseziieren, sondern auch um eine Kompression des N. suprascapularis durch fibröses Narbengewebe zu vermeiden. Besonders bei der Periostanhebung am posterioren Klavikularand sollte mit höchster Vorsicht vorgegangen werden.

Aufgrund des nahen Verlaufes des N. suprascapularis zu den untersuchten Bändern und dem AC-Gelenk, sollte vorliegende Studie auch Daten liefern, ob eine Gefährdung des Nervs bei einer Resektion der lateralen Klavikula vorliegt.

Die Abstände des N. suprascapularis zum akromioklavikulärem Gelenk waren in vorliegender Studie mit einer Entfernung von durchschnittlich 3,8 cm am Lig. transversum scapulae und 3,3 cm am Lig. spinoglenoidale überraschend groß. Selbst am Präparat mit dem geringsten Abstand von 2,6 cm am Lig. spinoglenoidale bestünde keine Gefahr, den Nerv bei einer Resektion von 2 cm zu verletzen. Am Lig. transversum scapulae lag der Nerv in allen Fällen am AC-Gelenk weiter entfernt als am Lig. spinoglenoidale.

Vorliegende Ergebnisse lassen sich mit Warners (1992) durchaus vereinbaren, der herausfand, dass der Abstand des N. suprascapularis am Boden der Fossa zur Acromionspitze durchschnittlich 4,5 cm entfernt war. Auch wenn der Abstand mit 2,6 cm so groß ist, dass keine direkte Verletzungsgefahr des N. suprascapularis besteht, sollte aufgrund der Kompressionsgefahr durch Narbengewebe und der möglichen Zugwirkung am Nerven durch das nach kaudal ziehende Armgewicht, die Resektionsweite von 1 cm nicht überschritten werden.

V) Zusammenfassung

Die Resektion der lateralen Klavikula ist eine häufig durchgeführte Operation bei symptomatischer AC-Gelenkarthrose. Es lagen bislang allerdings keine Daten vor, in welchem Abstand zum AC- Gelenk die Ligg. coracoclavicularia an der Klavikula inserieren. In vorliegender Studie wurden 36 Schulterpräparate, 18 von Männern und 18 von Frauen untersucht. Es wurde der Abstand der AC- Gelenkkapsel, des Lig. trapezoideum und des Lig. conoideum zum AC-Gelenk gemessen. Zusätzlich wurde der Abstand des N. suprascapularis aufgrund seiner Nähe zum AC-Gelenk an der Incisura scapula und am Lig. spinoglenoidale zum AC- Gelenk gemessen.

Der Abstand der an der Klavikula inserierenden Kapselfasern zum AC-Gelenk betrug im Durchschnitt bei Frauen 0,7 cm und bei Männern 0,8 cm. Die Fasern des Lig. trapezoideum an der Klavikula waren durchschnittlich 0,9 – 2,4 cm bei Frauen und 1,0 – 2,8 cm bei Männern vom distalen Klavikulaende entfernt. Die an der Klavikula inserierenden Fasern des Lig. conoideum lagen durchschnittlich bei Frauen 2,3 – 4,4 cm und bei Männern 2,9 – 5,0 cm vom lateralen Klavikulaende entfernt. Der N. suprascapularis verlief an der Incisura scapula durchschnittlich im Abstand von 3,8 cm und am Lig. spinoglenoidale durchschnittlich im Abstand von 3,3 cm zum AC-Gelenk. Es besteht also ein ausreichender Sicherheitsabstand zum Nerv bei der empfohlenen Resektionsweite von maximal 1 cm.

Bei einer Resektion der lateralen Klavikula von 1 cm würden im Durchschnitt 8 % des Lig. trapezoideum durchtrennt werden. Bei einer Resektionsweite von 2 cm wären bereits 63 % des Lig. trapezoideum und bei einer Resektionsweite von 1 inch (2,54 cm) 90 % durchtrennt.

Daher ist eine Resektionsweite der lateralen Klavikula von maximal 0,8 cm bei Frauen und maximal 1,0 cm bei Männern zu empfehlen. Falls sich bei Bewegungen wie Hyperabduktion und Hyperadduktion immer noch Knochenkontakt zwischen Akromion und Klavikula zeigt, sollten auch wenige Millimeter vom medialen Akromion reseziert werden. Bei einer größeren Resektionsweite an der lateralen Klavikula wäre eine Instabilität und damit verbundene Beschwerden möglich.

VI) Literaturverzeichnis

Adolfsson L, Lysholm J, Nettelblad H. Adverse effects of extensive clavicular resections and a suggested method of reconstruction. *J Shoulder Elbow Surg* 1999; 8:361-364

Allmann FL Jr. Fractures and Ligamentous injuries of the clavicle and its articulation. *J. Bone Joint Surgery* 1967; 49A: 774

Apprill G, Gelfert G. Zur operativen Behandlung der Luxatio acromio-clavicularis. Ergebnisse der Fixation des Schlüsselbeins an den Processus coracoideus mit einem Nylonfaden. *Chirurg* 1975; 46: 140-142

Auge WK, Fischer RA. Arthroscopic distal clavicle resection for isolated atraumatic osteolysis in weight lifters. *Am J Sports Med* 1998; 26: 189-192

Bannister GC, Wallace WA, Stableforth PG, Huston MA. The management of acute acromioclavicular dislocation. *J Bone Joint Surg* 1975; 36B: 848-850

Bargren JH, Erlanger S, Dick HM. Biomechanics and comparison of two operative methods of treatment of complete acromioclavicular separation. *Clin Orthop* 1978; 130: 267-72

Bateman JE. Acromioclavicular Arthritis. In: Bateman JE *The Shoulder and neck.* Philadelphia: Saunders, 1072: 26-269

Berg EE, Ciullo JV. The Slap lesion: A cause of failure after distal clavicle resection. *Arthroscopy* 1997; 13: 85-89

Blazar PE. Anteroposterior Instability of the Distal Clavicle Resection: *Clin Orthop* 1998; 348: 114-120

Bosworth BM. Complete Acromioclavicular Dislocation. *N. Engl. J. Med.* 1949; 241: 221-225

Branch TP, Burdette HL, Shahriari AS. The role of the acromioclavicular ligaments and the effect of the distal clavicle resection. *Am J Sports Med* 1996; 24: 293-7

Brown JN, Roberts SN, Hayes MG, Sales AD. Shoulder pathology associated with symptomatic acromioclavicular joint degeneration. *J Shoulder Elbow Surg* 2000; 9: 173-176

- Cahill BR.** Osteolysis of the Distal Part of the Clavicle in Male Athletes. *J Bone Joint Surg* 1982; 64A: 1053-1058
- Cahill BR.** Atraumatic Osteolysis of the Distal Clavicle. A review. *Am J Sports Med.*1992; 13: 214-222
- Cummins CA, Messer TM, Nuber GW.** Currents concepts review- suprascapular nerve entrapment. *J Bone Joint Surg* 2000 ; 82A : 415-424
- Curry CS, Lyttle N.** Expendable Bone. *Am J Surg* 1955; 89: 819-833
- Demaio M, Drez D Jr, Mullins RC.** The inferior transverse scapular ligament as a possible cause of entrapment neuropathy of the nerve to the infraspinatus. *J Bone Joint Surg* 1991; 73A: 1061-1063
- Demirhan M, Imhoff AB, Debski RE, Patel PR, Fu FH, Woo SL.** The spinoglenoid and its relationship to the suprascapular nerve. *J Shoulder Elbow Surg* 1998; 7: 238-243
- Depalma AF.** Degenerative Changes in the Sternoclavicular and Acromioclavicular Joints in Various Decades. Springfield Illinois: Thoms-CC; 1957
- De Palma AF.** Surgical anatomy of acromioclavicular and sternoclavicular joints. *Surg Clin N Am* 1963 ; 43: 1541-1550
- Ehricht HG.** Die Osteolyse im lateralen Klavikulaende nach Pressluftschaden. *Arch Orthop Unfallchir* 1959; 50: 576-582
- Eskola A.** The Results of Operative Resection of the Lateral End of the Clavicle. *J Bone Joint Surg* 1996; 78A: 584-887
- Flatow EL, Codacso FA, Bigliani LU.** Arthroscopic resection of the outer end of the clavicle from superior approach: acritical quantitative radiographic assessment of bone removal. *Arthroscopy* 1992; 8: 55-64
- Flatow E.L., Duralde X.A., Nicholson G.P., Pollock R.G., Bigliani L.U..**
Arthroscopic resection of the distal clavicle with superior approach. *J Shoulder Elbow Surg* 1995; 4: 41-50.
- Fukuda K, Craig EV, An KN, Cofield RH, Chao EYS.** Biomechanical Study of the Ligamentous System of the Acromioclavicular Joint. *J. Bone Joint Surg* 1986; 68A: 434-440
- Ganzhorn RW, Hocker JT, Horowitz M, Switzer HE.** Suprascapular nerve entrapment. A case report.*J Bone Joint Surg.* 1981; 63A: 492-493

- Gartsman GM, Combs AH, Davis PF, Tullos HS.** Arthroscopic acromioclavicular joint resection. An anatomical study. *Am J Sports Med* 1991; 19: 2-5
- Glick JM, Milburn LJ, Haggerty JF, Nischimoto D.** Dislocated acromioclavicular joint: Follow up study of 35 unreduced acromioclavicular dislocations. *Am J Sports Med* 1977; 5: 264-270
- Gradoyevitch B.** Coracoclavicular Joint. *J Bone Joint Surg* 1939; 21: 918-920
- Grimes DW, Garner RW.** The degeneration of the acromioclavicular joint. *Orth. Rev.* 1980; 9: 41-44
- Grundmann E.** Allgemeine Pathologie. Fischer Verlag. Stuttgart 1994
- Gurd FB.** The treatment of Complete Dislocation of the Outer End of the Clavicle: A Hitherto Undescribed Operation. *Ann Surg* 1941; 113: 1094-1098
- Habermeyer P.** Schulterchirurgie. München-Jena. 2002; 3. Aufl.: 293-331
- Hedtmann A, Fett H, Ludwig J.** Die Behandlung veralteter posttraumatischer Akromioklavikulargelenkinstabilitäten und –arthrosen. *Orthopäde* 1998; 27: 556-66
- Henry MH, Liu SH, Loffredo AJ.** Arthroscopic management of the acromioclavicular joint disorder. A review. *Clin Orthop* 1995; 316: 556-566
- Henschke F, Zeiler G, Reinhold R.** Relevanz der konventionellen Radiologie in der Traumatologie des Akromioklavikulargelenkes. *Osteologie* 1997; 6(2): 70-80
- Hessmann M, Gotzen L, Gehling H.** Acromioclavicular Reconstruction Augmented with Polydioxansulphate Bands. *Surgical Technique and Results. Am J Sports Med.* 1995; 23: 552-556
- Hipp E.** Pathologie und Klinik des Schulterreckgelenkes und des Schlüsselbein-Brustgelenkes. In: Lange M. Verhandlungen der Deutschen Orthopädischen Gesellschaft, 52. Kongreß 1965; Thieme Stuttgart 1966; 110 ff.
- Holzgraefe M, Klingelhöfer J, Eggert S, Benecke R.** Zur chronischen Neuropathie des N. suprascapularis bei Hochleistungssportlern. *Der Nervenarzt* 1988; 59: 545-548
- Inman VT, Saunders JB, Abbott LC.** Observations on the Function of the Shoulder Joint. *J Bone Joint Surg* 1944; 26: 1-30
- Jäger M, Wirth CJ.** Kapselbandschaden des Schulterreckgelenkes. In: Kapselbandläsionen. Biomechanik, Diagnostik und Therapie. Thieme Verlag Stuttgart/New York. 1978

Jerosch J, Steinbeck J, Schroder M, Castro WH. Arthroscopic resection of the acromioclavicular joint. *Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy* 1993; 1: 209-215

Kaspi A, Yanai J, Pick CG, Mann G. Entrapment of the distal suprascapular nerve. *International Orthopaedics* 1988; 12: 273-275

Kopell HP, Thompson WHL. Pain and the frozen shoulder. *Surg Gynecol Obstet* 1959; 109: 92-96

Levine AH, Pais MG, Schwartz EE. Posttraumatic osteolysis of the distal clavicle with emphasis on early radiologic changes. *Am J Roentgenol* 1976;127: 781-784

Lizaur A, Marco L, Cebrian R. Acute Dislocation of the Acromioclavicular Joint. Traumatic Anatomy and the Importance of Deltoid and Trapezius. *J. Bone Joint Surg* 1994; 76B: 602-606

Madsen B. Osteolysis of the acromial end of the clavicle following trauma. *BJ Radiol.*1963; 36: 822-828

MallonWJ, Bronec PR, Spinner RJ, Levin LS. Suprascapular neuropathy after distal clavicle excision. *Clin Orthop* 1996; 329: 207-211

Meeder PJ, Wentzensen A, Weise K. Die operative Behandlung der frischen acromio-claviculären Luxation (TossyIII) durch Naht der Ligamente und Kirschner-Drahtzuggurtung. *Langenbecks Arch.Chir.* 1980; 350: 169-173

Moseley HF. Athletic Injuries to the Shoulder Region. *Am. J Surg* 1959; 98: 401-422.

Moseley HF, Templeton J. Dislocation of Acromioclavicular Joint (Abstract). *J Bone Joint Surg* 1969; 51B: 196

Mumford EB. Acromioclavicular Dislocation. *J Bone Joint Surg* 1941; 23: 799-802

Neviaser JS. Acromioclavicular Dislocation Treated by Transference of the Coraco-Acromial Ligament: A Long-Term Follow-Up in a Series of 112 Cases. *Clin. Orthop* 1968; 58: 57-68

Nutter PD. Coracoclavicular articulations. *J Bone Joint Surg* 1941; 23: 177-197

Padua L, LoMonaco M, Padua R, Gregori B, Valente EM, Tonali P. Suprascapular nerve entrapment. Neurophysiological localization in 6 cases. *Acta Orthop Scandinavica* 1996; 67: 482-484

Phemister D. The treatment of dislocation of the acromioclavicular joint by open reduction and threaded-wire fixation. *J Bone Joint Surg* 1942; 24: 166-168

- Platzer W .** Taschenatlas der Anatomie (Band 1, Bewegungsapparat). Hrsg. Kahle W, Leonhart H, Platzer W. Thieme Verlag Stuttgart/ New York. 1987
- Post M.** Dislocations of the shoulder. In: The shoulder (ed: Post M.) Philadelphia: Lea & Febiger 1978: 429-508
- Post M.** Current concepts in the diagnosis and management of the acromioclavicular dislocations. Clin Othop 1985; 200: 234-247
- Rauber A, Kopsch F.** Anatomie des Menschen. Lehrbuch und Atlas (Band 1, Bewegungsapparat) Hrsg. Leonhardt H, Tillmann B, Töndury G. Thieme Verlag Stuttgart/ New York. 1987
- Rehn J, Thelen E..** Die Verletzung des Acromioclaviculargelenkes. Hefte Unfallheilkunde 1976; 126. 131-136
- Rockwood CA Jr, Williams GR, Young DC.** Injuries to the Acromioclavicular Joint. In Rockwood CA Jr, Green DP, Buchholz RW, Heckman JD. Fractures in Adults Philadelphia: Lippincott Raven, 1996: 1341-1413
- Rockwood CA, Young DC.** Disorders of the acromioclavicular dislocations. In: Rockwood CA, Malsen Co; FA. The shoulder; Philadelphia, W.B. Saunders Co; 1990: 413-476
- Rowe CR.** Trends in treatment of complete acromioclavicular dislocations. Surg Shoulder 1988; 73-78
- Salter EG, Nasca RJ, Shelley BS.** Anatomical observations on the acromioclavicular joint and supporting ligaments. Am J Sports Med 1987; 15: 199-206
- Scavenius M, Iversen BF.** Nontraumatic clavicular osteolysis in weight lifters. Am J Sports Med 1992; 20: 463-467
- Schmidt, Vahlensieck M.** Klinisch-radiologische Anatomie der Schulterregion. Der Radiologe 1996; 36: 993-943
- Sievers R.** Arthritis deformans des Acromioclaviculargelenkes. Virchows Arch. Path. Anat 1919; 1:226
- Taft TN, Wilson FC, Oglesby JW.** Dislocation of the Acromioclavicular Joint. An End Result Study. J Bone Joint Surg 1987 ; 69A : 1045-1051
- Tossy JD.** Acromioclavicular seperation: Useful and practical classification for treatment. Clin Orth 1963; 28: 111-119

- Urist MR.** Complete Dislocation of the Acromioclavicular Joint. *J. Bone and Joint Surg* 1949; 28A: 813-37
- Warner JP, Krushell RJ, Masquelet A, Gerber C.** Anatomy and Relationship of the Suprascapular Nerve: Anatomical Constraints to Mobilization of the Supraspinatus Muscles in the Management of Massive Rotator Cuff-Tears. *J Bone Joint Surg* 1992; 74A: 36-45
- Weaver JK, Dunn HK.** Treatment of acromioclavicular Injuries, especially complete acromioclavicular separation. *J Bone Joint Surg* 1972; 54A: 1187-1194
- Wilhelm A.** Die gezielte Schmerzausschaltung am Schultergelenk und ihre anatomische Grundlagen. *Langenbecks Arch Chir* 1963; 302: 799
- Winkler H, Schlapp D, Wentzensen A.** Die Behandlung der Akromioklavikulargelenksverrenkung durch Zuggurtung und Bandnaht. *Akt Traumatol* 1994; 24: 133-139
- Wirth CJ.** Erkrankungen des Akromioklavikulargelenks. In: *Degenerative Schultererkrankungen*. Hedtmann, A. (eds.), Stuttgart 1990: 148-151
- Worcester JN, Green DP.** Osteoarthritis of the acromioclavicular joint. *Clin Orthop* 1968; 58: 69-73
- Zanca P.** Shoulder Pain: Involvement of the Acromioclavicular Joint (Analysis of 1000 Cases). *Am J Radium Ther Nucl Med.* 1971; 112: 493-506
- Zawadsky M, Marra G, Wiater JM, Levine WN, Pollock RG, Flatow EL, Bigliani LU.** Osteolysis of the distal clavicle: Long term results of arthroscopic resection. *Arthroscopy* 2000; 16: 600-605
- Zeiler G.** Die operative Behandlung der akromioklavikulären Luxation. *Operat. Orthop. Traumatol.* 1994; 6: 38-45

Danksagung

Mein Dank geht an Prof. Dr. med. F. Gohlke für die Überlassung des Themas und Korrektur. Prof. Dr. med J. Eulert danke ich für die Arbeitsmöglichkeit und die Übernahme des Korreferates.

Ein besonderer Dank geht an Herrn Dr. Dirk Böhm für die persönliche Betreuung und das lange Durchhaltevermögen.

Bei meinem Mann möchte ich mich für seine Geduld und wertvollen Ratschlägen und Verbesserungen ganz herzlich bedanken.

Meinen Eltern und meiner Patin C. Friml danke ich für die langjährige Unterstützung.

Lebenslauf

Persönliche Daten:

Annegret Weinmann, geb. Fischer
Bahnweg 9
93128 Regenstauf

geb. am 28.01.1975 in Ulm
verheiratet, 1 Kind

Berufliche Tätigkeit:

seit Juli 2007

Angestellte Zahnärztin in Weiden

Juli 2004 – Juni 2007

Assistentenstelle in Regensburg

Okt. 2003 - Juni 2004

Assistentenstelle in Laaber

Juni 2002 - Sept.2003

Assistentenstelle in Buchen

Hochschulstudium:

Nov. 2001

Examen der Zahnmedizin

Mai 1996 –Nov. 2001

Studium der Zahnmedizin an der Universität Würzburg

Mai 1995 –März 1996

Studium der Empirischen Psychologie an der Universität
Würzburg

Freiwilliges Soziales Jahr:

Sept. 1994 –März 1995

Stationsarbeit in der Uniklinik Freiburg

Schulbildung:

21.06.1994

Abitur

Sept. 1985 – Juli 1994

Gymnasium Ulm - Wiblingen

Sept. 1981 – Juli 1985

Grundschule Ulm - Wiblingen

Regenstauf, den 03.06.2008