

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

**Inzidenz des Os akromiale bei Patienten mit Rotatorenmanschettenruptur
und in
einem Normalkollektiv ohne Schultererkrankung**

Inaugural – Dissertation
Zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Bayerischen Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg

vorgelegt von
Frank Martetschläger
aus Würzburg

Würzburg, September 2007

Referent: Prof. Dr. Frank Gohlke

Koreferent: Prof. Dr. Jochen Eulert

Dekan: Prof. Dr. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 19.02.2008

Der Promovend ist Arzt

**Meiner Familie
in Dankbarkeit**

„Nicht Kunst und Wissenschaft allein,
Geduld will bei dem Werke sein.“
(Johann Wolfgang v. Goethe, Faust I)

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1 Topographische Anatomie	1
1.2 Ätiologie des Os akromiale	4
1.3 Möglichkeiten der Diagnose eines Os akromiale	5
1.4 Behandlung eines Os akromiale	7
1.5 Ziel der Arbeit	9
2. Material und Methoden	10
2.1 Eingesetzte Geräte und verwendete Materialien	10
2.2 Patienten- bzw. Probandengut	11
2.2.1 Patientengut der Gruppe mit Ruptur der Rotatorenmanschette	11
2.2.2 Probandengut der asymptomatischen Gruppe	12
2.3 Untersuchungsmethoden	14
2.3.1 Die Röntgenuntersuchung der Schulter	14
2.3.2 Die Ultraschalluntersuchung der Schulter	15
2.4 Statistische Auswertung	18
3. Ergebnisse	19
3.1 Ergebnisse der Röntgenstudie nach operativer Rekonstruktion der Rotatorenmanschette	19
3.1.1 Inzidenz des Os akromiale bei Patienten mit Ruptur der Rotatorenmanschette	19
3.1.2 Anzahl der gerissenen Sehnen bei Patienten mit und ohne Os akromiale	21
3.1.3 Typisierung der gefundenen Ossa akromialia nach ihrer Lokalisation am Akromion	22
3.1.4 Einteilung der gefundenen Ossa akromialia nach Gumina et al. ¹⁹	24
3.2 Ergebnisse der Sonographiestudie an einem Normalkollektiv	28
3.2.1 Inzidenz des Os akromiale bei einem	

asymptomatischen Probandenkollektiv	28
3.2.2 Beidseitiges Vorkommen des Os akromiale	30
3.2.3 Einteilung der gefundenen Ossa akromialia nach der Lokalisation der fehlenden Verknöcherung am Akromion	32
3.2.4 Typisierung der gefundenen Ossa akromialia nach deren Morphologie im Ultraschall	33
3.2.5 Probanden mit asymptomatischer Rotatorenmanschettenruptur	36
4. Diskussion	38
4.1 Diskussion der Häufigkeiten des Os akromiale in der Literatur	38
4.2 Diskussion der Ergebnisse der Röntgenstudie im Literaturvergleich	40
4.3 Diskussion der Ergebnisse der Sonographiestudie im Literaturvergleich	43
4.4 Schlussfolgerungen aus beiden Studien	45
5. Zusammenfassung	47
6. Literaturverzeichnis	50
7. Anhang	54

1. Einleitung

1.1 Topographische Anatomie der Schulter

Anatomisch betrachtet gibt es an der Schulter zwei wichtige Gelenke. Das eigentliche Schultergelenk, die *Articulatio glenohumoralis*, ist ein Kugelgelenk und erlaubt dadurch den größtmöglichen Bewegungsumfang aller Gelenke des Menschen. Die Stabilität dieses Kugelgelenkes ergibt sich aus der Gelenkkapsel, die im Inneren durch die sog. glenohumoralen Bänder und eine meniskusähnliche Struktur, das sog. *Labrum glenoidale*, gebildet wird. Außerdem sind an der Stabilisierung der Schulter eine Reihe von Muskeln und deren Sehnen beteiligt. Vor allem die sog. Rotatorenmanschette mit ihren drei Hauptmuskeln, dem *M. supraspinatus*, *M. infraspinatus* und *M. subscapularis*, spielt hier eine entscheidende Rolle, da sie zusammen mit der Konkavität der Pfanne die Zentrierung des Humerus in der Pfanne steuert. Ein Teil dieser Rotatorenmanschette (*M. supraspinatus*) verläuft, ebenso wie die lange Sehne des Bizepsmuskels, zwischen Akromion und Humerus. Als eine Art Puffer befindet sich hier, zwischen Akromion und der Rotatorenmanschette die *Bursa subacromialis* ³².

Das zweite wichtige Gelenk im Bereich der Schulter ist das Schulterreckgelenk (*Articulatio acromioclavicularis*), das ebenfalls zu den echten Gelenken gehört. Die durchschnittliche Oberfläche des Akromioklavikulargelenks beträgt 9 mm x 19 mm ⁸.

Nach Rauber und Kopsch ³³ lässt sich das Schulterreckgelenk aufgliedern in die artikulierenden Anteile, den Kapsel- und Bandapparat sowie die Gelenkhöhle.

Die *Articulatio acromioclavicularis* besteht zum einen aus der *Facies acromialis claviculae*, die plane oder geringgradig gewölbt ist, zum anderen aus der *Facies articularis acromii* mit elliptischer, leicht konkaver Form. Die Gelenkfläche der Klavikula weist nach lateral-posterior, während die des Akromions nach medial-

anterior ausgerichtet ist. Der hyaline Knorpel der akromialen Gelenkfläche bleibt bis zum zweiten Lebensjahrzehnt bestehen und wird erst dann zu Faserknorpel umgewandelt. Der Faserknorpel der lateralen Klavikula entwickelt sich schon in der 30. Schwangerschaftswoche aus dem zuvor angelegten hyalinen Knorpel²⁰.

Klavikula und Skapula sind miteinander durch die Ligg. coracoclavicularia verbunden, die sich in einen vorderen Teil, das Lig. trapezoideum, und einen hinteren Teil, das Lig. conoideum, aufspalten lassen. Das Lig. trapezoideum hat seinen Ursprung am oberen medialen Rand des Processus coracoideus und setzt an der Linea trapezoidea an, das Lig. Conoideum entspringt an der Basis des Processus coracoideus und inseriert fächerförmig am Tuberculum Conoideum³².

Zwischen diesen Ligamenta ist die Bursa ligamenti coracoclavicularis lokalisiert. Der superiore Teil des Lig. acromioclaviculare verstärkt ebenso wie die Pars clavicularis bzw. acromialis des M. deltoideus und die Pars transversa des M. trapezius die Gelenkkapsel oben. Der inferiore Anteil des Lig. acromioclaviculare, der eine Verbindung zum Gleitlager des M. supraspinatus aufweist, dient der Stabilisierung der Gelenkkapsel im unteren Bereich. Vorne ist die Gelenkkapsel dicker als hinten⁴⁰.

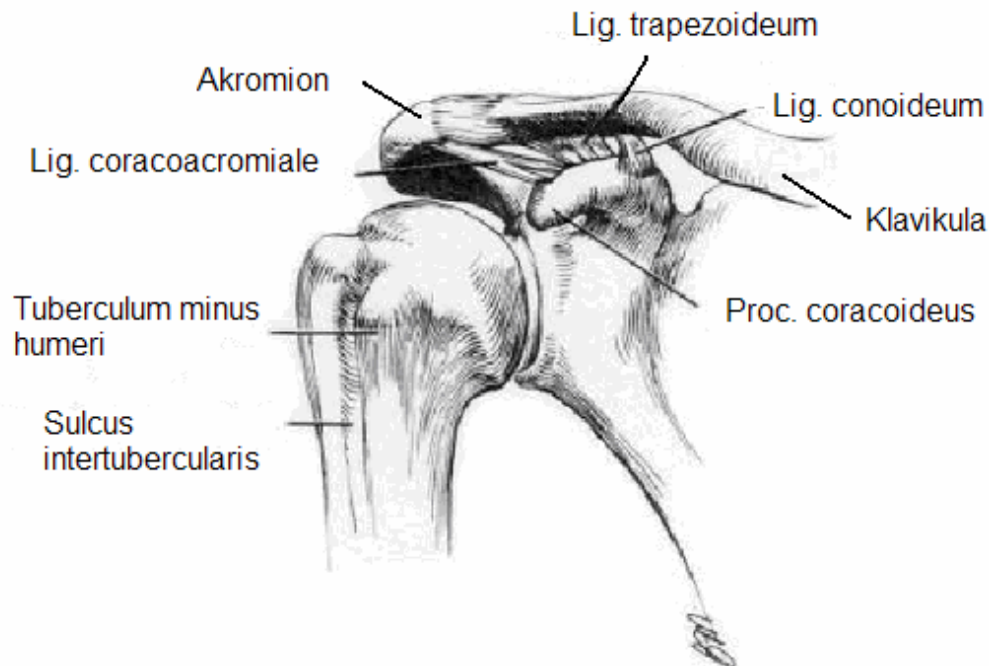


Abb. 1: Die normale Anatomie des Schultergelenkes

Die Abbildung ist entnommen aus: ROCKWOOD, C. A., Green, D. P. (eds.), *Fractures in adults*, 2. Aufl., Lippincott, Philadelphia (1984)³⁵

Im Bereich des Akromioklavikulargelenkes lassen sich verschiedene anatomische Varianten finden:

Nach Bigliani et al.⁵ lassen sich die Formvarianten des Akromions systematisch einteilen: beschrieben sind eine ansteigende Form, eine gekrümmte Form und eine Hakenform. Bei Gagey et al.¹⁴ sind die unterschiedlichen Varianten der Anheftungen des Lig. coracoacromiale an das Akromion dargestellt. Es kann am mittleren, oberen oder unteren Anteil der Akromionspitze, sowie an deren Unterfläche ansetzen.

Das Os acromiale ist eine weitere anatomische Variante des Akromions, auf die im Laufe dieser Dissertation genauer eingegangen wird.

Als Fehlbildungen des Akromioklavikulargelenkes aufzufassen sind die Akromionaplasie und die hereditäre Dysplasia cleidocranialis, ein dominant-erbliches Fehlbildungssyndrom mit verschiedenen Skelettanomalien¹⁰.

1.2 Ätiologie des Os acromiale

Ein Os akromiale ist das seltene Ergebnis einer fehlerhaften bzw. ausgebliebenen Verschmelzung der Epiphyse des anterioren Anteils des Akromions mit dem Basi-Akromion. Die Häufigkeitsangaben für das Vorliegen eines Os akromiale in der Literatur reichen von 1,3 %²⁵ bis 15 %²⁶, worauf in der Diskussion näher eingegangen wird. Das Akromion entwickelt sich aus drei Knochenkernen, die sich im Alter zwischen 15 und 18 Jahren ausbilden und normalerweise zwischen dem 22. und 25. Lebensjahr verschmelzen²⁷. Bleibt diese Verschmelzung mit dem Basi-Akromion aus, können sich drei verschiedenen Arten des Os akromiale ausbilden: Das Os prä-akromiale, das Os meso-akromiale und das Os meta-akromiale (siehe Abb. 2), wovon das Os meso-akromiale der häufigste Typ ist²⁶. In der Literatur sind hauptsächlich das Os meso-akromiale und das Os prä-akromiale beschrieben^{9,21-23,34,37,39}. Lediglich Warner et al.³⁸ haben auch drei Ossa meta-akromialia behandelt. Diese drei verschiedenen Typen werden im Ergebnisteil noch genau erklärt und illustriert.

In anatomischen Studien fanden sich folgende histologische Korrelate: „distinct synovial joints with articular cartilage“¹⁸ („eindeutige synoviale Gelenkverbindungen mit Gelenkknorpel“), „fibrous tissue and imperfect articulation“¹⁷ („Fasergewebe und unvollständige Gelenkverbildung“) oder „synchondrosis“^{3,4} („Knorpelhaft“). Demnach scheinen Ossa akromialia keine einheitliche Morphologie aufzuweisen.

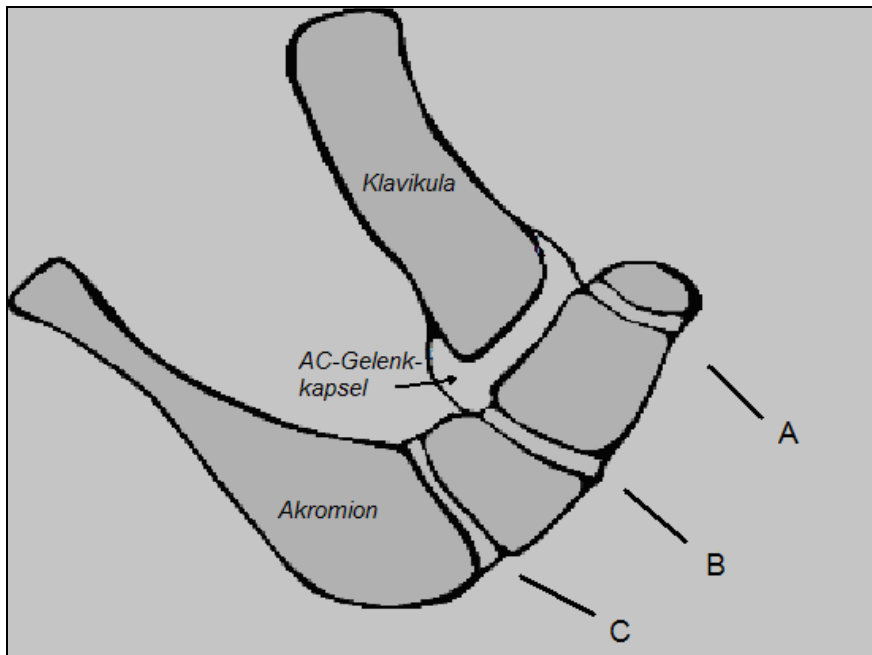


Abb.2: Die verschiedenen Typen eines Os akromiale; A, die Lücke zwischen dem Os präakromiale und dem Akromion; B, die Lücke zwischen dem Os mesoakromiale und dem Akromion; und C, die Lücke zwischen dem Os metaakromiale und dem Akromion.

1.3 Möglichkeiten der Diagnose eines Os akromiale

Wie bereits 1934 von Becker³ berichtet, kann ein Os akromiale radiologisch am besten auf einer axialen Röntgenaufnahme diagnostiziert werden, wohingegen im anterior-posterioren Strahlengang häufig keine genaueren Aussagen gemacht werden können^{3,25}. Auch Granieri et al.¹⁵ unterstützten Beckers These, dass eine axiale Röntgenaufnahme für eine korrekte Diagnosestellung unabdingbar wäre. Lee et al.²⁴ beschreiben 2004, dass ein Os akromiale auch auf einer anterioposterioren Röntgenaufnahme der Schulter, anhand des sog. „double-density sign“, mit einer Wahrscheinlichkeit von 82,4 % erkannt und diagnostiziert werden kann. Die axiale Aufnahme bietet jedoch bis dato die höchste Sensitivität. Dies bestätigt auch die mit 95,6 % höhere Trefferwahrscheinlichkeit für die axiale Röntgenaufnahme bei Lee et al.²⁴ und wird durch den Bildvergleich der beiden Techniken im Abschnitt 2.3.1 nochmals verdeutlicht (siehe Abb. 7a und b).

Auch anhand einer Magnetresonanztomographie kann ein Os akromiale diagnostiziert werden, wenn transversale Schnittebenen durch das komplette Akromion gelegt werden. Außerdem lässt sich, v.a. bei mobilen Ossa akromialia, der Flüssigkeitseintritt in den Spalt zwischen Os akromiale und dem Basi-Akromion gut darstellen. Schräg sagittale und schräg coronare Aufnahmen können die Winkelbildung zwischen dem Os akromiale und dem Akromion zeigen ³⁰. Sowohl im Computertomogramm ¹⁶ als auch im Magnetresonanztomogramm ³⁰ kann ein Os akromiale ohne Überlagerung durch andere Strukturen dargestellt werden (siehe Abb. 3a und 3b). Jedoch fanden Granieri et al. ¹⁵ heraus, dass selbst CT-Untersuchungen mit 3D-Rekonstruktion im Vergleich zu einer axialen Röntgenaufnahme keine zusätzlichen Diagnosekriterien liefern.

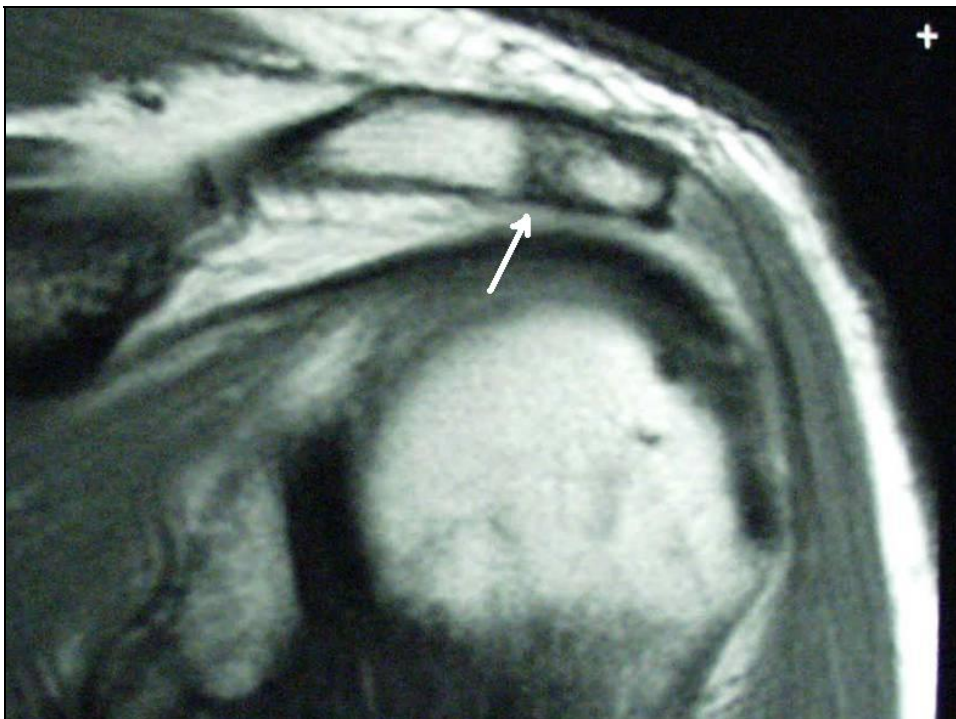


Abb. 3a: Darstellung eines Os akromiale im MRT in coronarer Schnittebene (der weiße Pfeil markiert den Spalt zwischen Os akromiale und Akromion).



Abb. 3b: MRT-Darstellung des Os akromiale einer 54-jährigen Patientin in para-transversaler Schnittebene (der schwarze Pfeil markiert den Spalt zwischen Os akromiale und Akromion)

Boehm et al. ⁶ beschreiben in ihrer Arbeit eine weitere Möglichkeit der Diagnose eines Os akromiale. In einer Studie mit 25 Patienten, die radiologisch ein Os akromiale aufwiesen, konnten sie alle 25 Fälle sonographisch darstellen und in drei Typen klassifizieren. Die Ultraschalluntersuchung sei insbesondere bei unklarer radiologischer Diagnose aufgrund von Überlagerungen durch andere knöcherne Strukturen eine einfache Methode zur Diagnosesicherung.

1.4 Behandlung eines Os acromiale

Alleine der radiologische Nachweis eines Os akromiale impliziert noch keine spezielle Behandlung. Jedoch wird ein Os akromiale nur selten alleine diagnostiziert; häufig ist es assoziiert mit subakromialem Impingement ^{22,39} oder Rotatorenmanschettenrupturen ²⁸. Besteht hierbei eine Indikation zur Operation,

kommen verschiedene Behandlungsmöglichkeiten für das Os akromiale in Betracht: das einfache Belassen⁹ des Os akromiale, die sparsame offene³⁰ oder arthroskopische Akromioplastik^{7,22,23,39}, die Resektion des Os akromiale^{7,28} oder die offene Refixation (siehe Abb. 4a und 4b) mit oder ohne Spongiosaplastik^{7,21,37,38}.

Eine Indikation zur Versorgung bzw. Mitversorgung des Os akromiale besteht nach Boehm et al. bei symptomatischen, instabilen (mobilen) Ossa akromialia⁷. Dementsprechend werden auch an der orthopädischen Universitätsklinik König-Ludwig-Haus in Würzburg die Indikationen gestellt.

Die große Vielfalt an möglichen therapeutischen Verfahren, von einem einfachen Belassen⁹ des Os akromiale bis hin zur Osteosynthese mit Knochentransplantat³⁸, für ein und dieselbe Pathologie, spiegelt jedoch die unterschiedlichen Meinungen zu diesem Thema und die schwierige Entscheidungsfindung für die ideale Therapieform wieder.

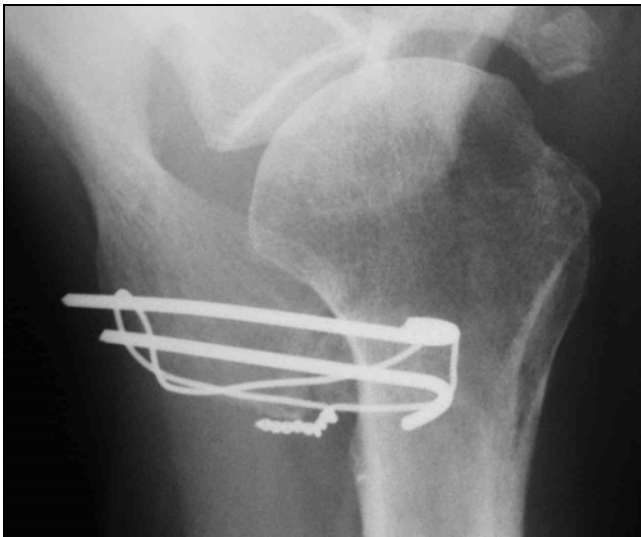


Abb. 4a: Darstellung einer Zuggurtungs-Osteosynthese eines Os akromiale in einer axialen Röntgenaufnahme

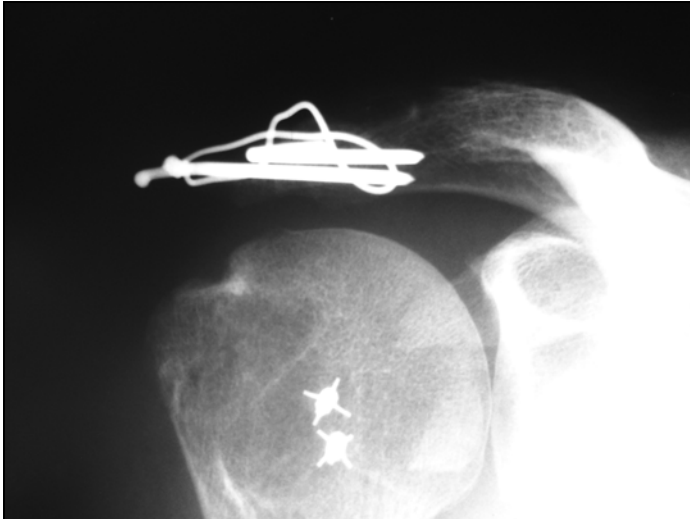


Abb. 4b: Darstellung einer Zuggurtungs-Osteosynthese eines Os akromiale in einer a.p.-Röntgenaufnahme

1.5 Ziel der Arbeit

Das Ziel dieser Arbeit war zum einen die Koizidenz eines Os akromiale und einer Rotatorenmanschettenruptur retrospektiv zu untersuchen, sowie herauszuarbeiten, ob das Vorliegen eines Os akromiale einen Einfluss auf die Defektgröße der Rotatorenmanschettenruptur hat. Außerdem sollte anhand der intraoperativen Befunde und der Röntgenbefunde die Stellung des jeweiligen Os akromiale zum AC-Gelenk beurteilt werden.

Zum anderen sollte in einer zweiten Studie die Inzidenz des Os akromiale in einem Normalkollektiv mit Hilfe einer ultraschallbasierten Untersuchung errechnet werden (Sonographiestudie). Der prospektive Vergleich der beiden Studien sollte letztlich zeigen, inwieweit ein Os akromiale als Kofaktor einer Rotatorenmanschettenruptur angesehen werden kann.

2. Material und Methoden

2.1 Eingesetzte Geräte und verwendete Materialien

Für die erste Studie wurden, anhand von Operationsberichten, 1064 konsekutive Patienten ausgesucht, die zwischen Januar 1990 und März 2001, wegen einer Ruptur der Rotatorenmanschette in der Orthopädischen Universitätsklinik König-Ludwig-Haus operiert wurden.

Von diesen 1064 Patienten wurden alle Röntgenbilder ausgewertet und die Patienten in die Studie aufgenommen, bei welchen ein axiales Röntgenbild vorlag, das eine sichere Diagnose, bzw. den Ausschluss eines Os akromiale erlaubte. Dies war bei 1000 Patienten der Fall. In den restlichen 64 Fällen konnten die Kriterien unserer Studie nicht oder nur unzureichend erfüllt werden. In 36 Fällen stand kein Röntgenbild zur Verfügung, in 28 Fällen war die Qualität der Bilder nicht geeignet für eine radiologische Analyse. Deswegen mussten sie aus der Studie ausgeschlossen werden. Aus den Operationsberichten der 1000 in die Studie eingeschlossenen Patienten wurden Alter und Geschlecht der Patienten, die Händigkeit der Patienten, die Größe der Rotatorenmanschettenruptur (siehe Tab. 1), der vorliegende Typ eines Os akromiale (siehe Abb. 13) und die gewählte Behandlungsform erfasst. In der axialen Aufnahme wurden die Ossa akromialia sowohl nach den Typen Prä-, Meta-, Meso-akromiale als auch nach der Beziehung zum AC-Gelenk (Einteilung nach Edelson¹¹ bzw. Gumina et al.¹⁹) eingeteilt.

Das Ziel der zweiten Studie, bzw. Vergleichsstudie war, 1000 gesunde Schultern ohne Defekt der Rotatorenmanschette zu finden und ebenfalls auf das Vorhandensein eines Os akromiale zu untersuchen. Dafür musste zwischen Dezember 2002 und Februar 2004 an 555 Probanden, bzw. 1110 Schultern eine Ultraschalluntersuchung (genauere Beschreibung der Technik in Kap. 2.3) durchgeführt werden, die ebenfalls die Diagnose eines Os akromiale erlaubt (Boehm et al.⁶). Diese 555 Patienten gaben im Rahmen der

ausführlichen Anamnese an, bisher nie Beschwerden oder Verletzungen an den Schultern gehabt zu haben. Bei 1000 von 1110 Schultern konnte diese Aussage der Patienten auch anatomisch durch den Nachweis einer intakten Rotatorenmanschette in der Ultraschalluntersuchung bestätigt werden. Die übrigen 110 Fälle mussten aus der Studie ausgeschlossen werden, da sie Rupturen der Rotatorenmanschette aufwiesen (in 34 Fällen beidseits) und somit unsere Einschlusskriterien nicht erfüllen konnten. Die aufgenommenen Daten der sonographisch untersuchten Schultern waren Alter, Geschlecht, Beruf und Händigkeit der Patienten sowie die sonographische Beurteilung der Rotatorenmanschette bezüglich einer Ruptur der Sehnen von SSP, ISP, SSC und bezüglich einer Tendinosis calcarea. Außerdem wurde natürlich die Diagnose bzw. der Ausschluss eines Os akromiale und dessen Typisierung dokumentiert.

2.2 Patienten – bzw. Probandengut

2.2.1 Patientengut der Gruppe mit Ruptur der Rotatorenmanschette

Die zur Beurteilung des Akromions für unsere Studie herangezogenen axialen Röntgenaufnahmen stammten durchweg von Patienten, die sich zwischen Januar 1990 und März 2001 zur operativen Rekonstruktion der Rotatorenmanschette an der orthopädischen Universitätsklinik König-Ludwig-Haus befanden. Die Patienteneinschlusskriterien waren ein intraoperativ gesicherter Defekt der Rotatorenmanschette sowie ein adäquates axiales Röntgenbild der betroffenen Seite. Rupturen, die nachweislich traumatischen Ursprungs waren, wurden bei dieser Studie nicht berücksichtigt. Unter den 1000 Patienten, die unsere Kriterien erfüllten, waren 276 Frauen (27,6 %) und 724 Männer (72,4 %) mit einem Durchschnittsalter von 55,2 Jahren (Altersverteilung siehe Abb. 5). Die Frauen hatten hierbei ein Durchschnittsalter von 56,6 Jahren, das der Männer lag bei 54,6 Jahren. Der größte Anteil der Patienten (93,4 %)

war zum Operationszeitpunkt zwischen 40 und 69 Jahren alt, wobei alleine 50,9 % im Alter zwischen 50 und 59 waren.

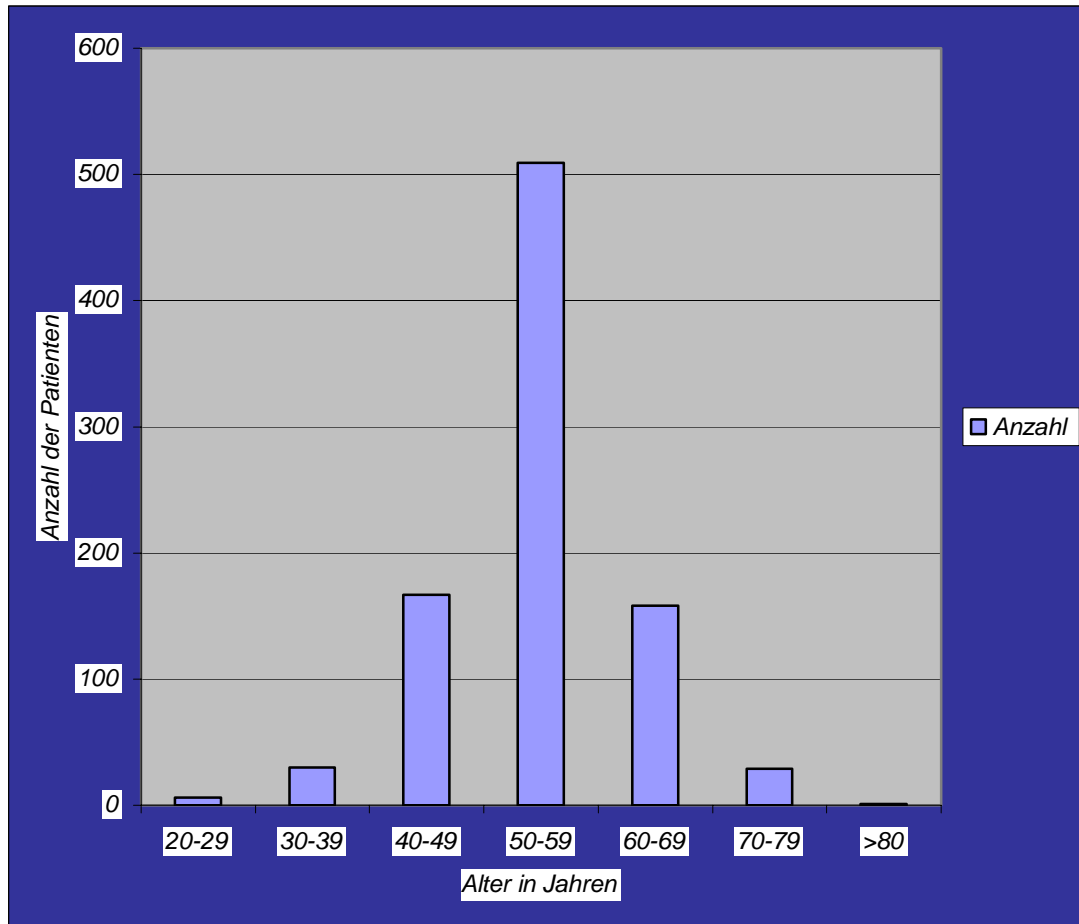


Abb.5: Altersverteilung bei 1000 Patienten mit Ruptur der Rotatorenmanschette

2.2.2 Probandengut der asymptotischen Gruppe

Für die Vergleichsgruppe wurden ebenfalls 1000 Schultern, die objektivierbar gesund sein mussten, auf das Vorliegen eines Os akromiale untersucht. Dafür wurden zwischen Dezember 2002 und Februar 2004 die Schultern von 555 subjektiv schultergesunden Probanden sonographisch untersucht, welche zu Behandlungen der unteren Extremitäten dem stationären oder ambulanten Patientengut der Klinik angehörten. Die Probandeneinschlusskriterien waren zum einen in der Anamnese schmerzfreie Schultergelenke ohne bekanntes

Trauma oder stattgehabte Operation. Zum anderen musste sich sonographisch eine intakte Rotatorenmanschette darstellen lassen. Aufgrund dieser Kriterien mussten bei 42 Probanden eine Schulter und bei 34 Probanden beide Schultern ausgeschlossen werden, da sonographisch eine Rotatorenmanschettenruptur nachweisbar war. Unter den verbleibenden subjektiv und objektiv gesunden 1000 Schultern, die die Einschlusskriterien erfüllten, waren 283 Schultern von Frauen (28,3 %) und 717 Schultern von Männern (71,7 %). Zusammen ergab sich ein Durchschnittsalter von 55,4 Jahren (Altersverteilung siehe Abb. 6), wobei das der Frauen bei 57,7 und das der Männer bei 54,6 Jahren lag. Annähernd drei Viertel der Patienten (73 %) waren zwischen 30 und 69 Jahre alt. 36 (7 %) Patienten waren unter 30, 105 (20 %) Patienten waren über 69 Jahre alt.

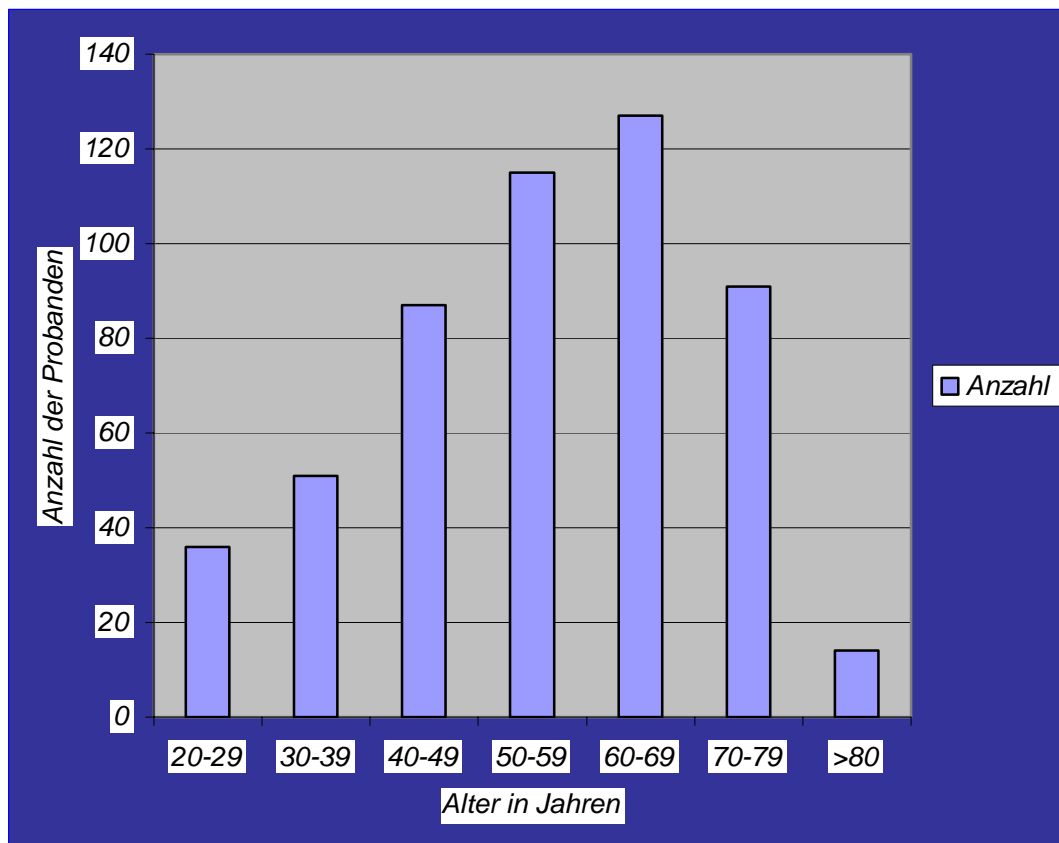


Abb.6: Altersverteilung bei 521 asymptomatischen Probanden

2.3 Untersuchungsmethoden

2.3.1 Die Röntgenuntersuchung der Schulter

Die Basisuntersuchung in zwei Ebenen ist eine konventionelle Röntgenaufnahme der Schulter. Hierzu gehören zum einen die Schulter a.p. - Aufnahme in 20° Kippung und zum anderen die schon erwähnte axiale Aufnahme. Becker³ beschrieb bereits 1934, dass die Diagnose eines Os akromiale nur mit Hilfe des axialen Röntgenbildes gestellt werden könne. Bei dieser Aufnahmetechnik, bei der sich der Arm des Patienten in 70° Abduktion auf einem standardisierten Rahmen befindet und der Röntgenstrahl von oben auf die Röntgenkassette gelenkt wird, ist eine besonders gute Beurteilung des Akromions möglich. Der Fokus-Film - Abstand betrug 120 cm.

Die Abbildungen 7a und 7b verdeutlichen den Vorteil einer axialen Aufnahme gegenüber einer a.p.-Aufnahme bei der Diagnosestellung eines Os akromiale.

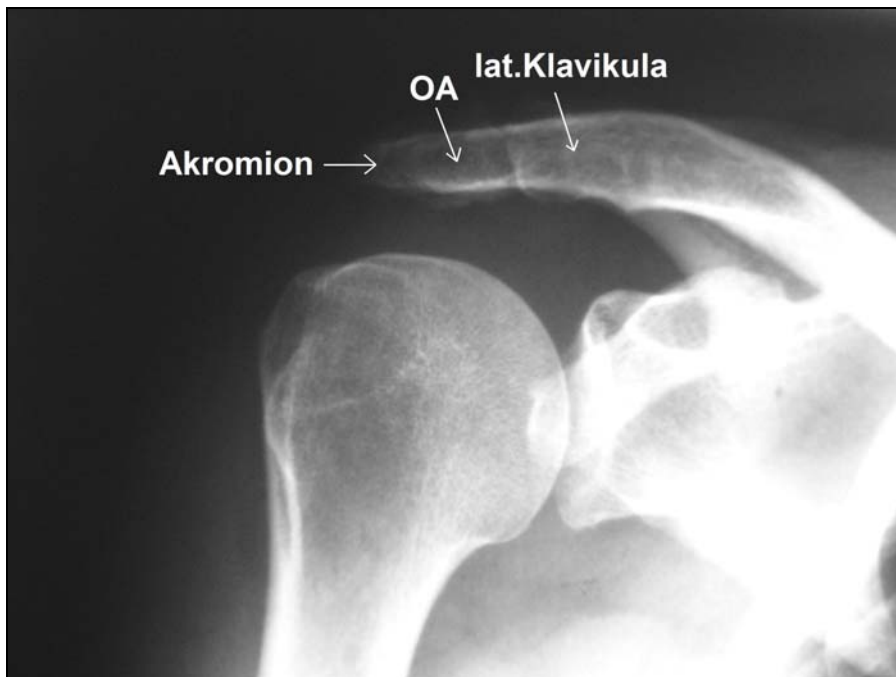


Abb. 7a: Aufnahme eines Os meso-akromiale im a.p.-Strahlengang, welches für das geschulte Auge hier durch das sog. „double-density sign“²⁴ zu erkennen ist (die weißen Pfeile zeigen von links nach rechts auf das Akromion, das Os akromiale (OA) und die laterale Klavikula).

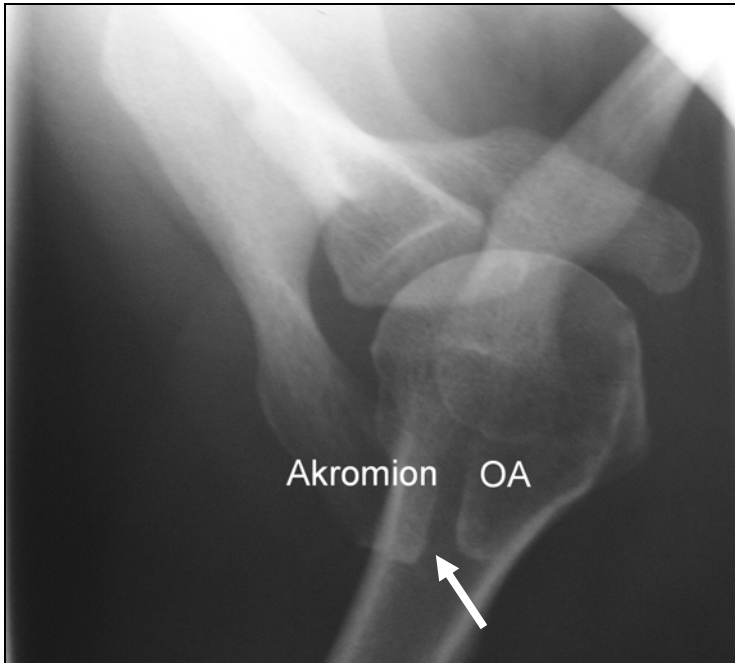


Abb. 7b: Axiale Aufnahme eines Os akromiale mit deutlich zu erkennendem Spalt zwischen dem Os akromiale (OA) und dem Akromion (weißer Pfeil).

2.3.2 Die Ultraschalluntersuchung der Schulter

In den letzten Jahren hat die Sonographie der Schulter sehr an Bedeutung gewonnen. Es können vor allem Weichteildefekte, wie Rupturen der Rotatorenmanschette oder Veränderungen der Bursa, jedoch auch ein Os akromiale⁶ diagnostiziert werden. Während Granieri et al.¹⁵ (Zitat, S. 131) 1998 den Wert der axialen Röntgenaufnahme zur Diagnostik eines Os akromiale noch folgendermaßen beschreiben: „...this is the only correct way to describe the precise size, shape and type of the observed anomaly...“, konnten Boehm et al.⁶ zeigen, dass auch eine sonographische Untersuchung eine sichere Diagnose und genaue Klassifikation eines Os akromiale erlaubt. Ihre Vorteile gegenüber einer Röntgenuntersuchung zur Diagnoseerhebung eines Os akromiale liegen auf der Hand: Keine Strahlenbelastung, die Möglichkeit von dynamischen Aufnahmen, die fehlende Überlagerung durch andere knöcherne Strukturen, sowohl Kosten- als auch Zeitersparnis und ein einfacher Vergleich mit der Gegenseite.

Bei der sonographischen Untersuchung im Rahmen der vorliegenden Studie wurden zunächst die Rotatorenmanschette (SSP, ISP, SSC) und die lange Bizepssehne, wie bei Gohlke et al. ¹³ beschrieben, beurteilt, indem die dazu nötigen Schnittebenen nacheinander mit dem Schallkopf eingestellt wurden. Anschließend wurde das Akromion untersucht. Der Schallkopf wurde dabei im rechten Winkel zur erwarteten Lücke, zwischen Akromion und Os akromiale, aufgesetzt und über das gesamte Akromion geführt (siehe Abb.8a und 8b). Konnte ein Os akromiale diagnostiziert werden, so wurde die Lücke der ausgebliebenen Ossifikation zwischen dem Os akromiale und dem Akromion als Bilddokument festgehalten.

Außerdem wurde das Os akromiale auf seine Mobilität bei isometrischer Anspannung der Schultergelenksabduktoren untersucht. Aufgrund der Bewegungsartefakte war die Mobilität jedoch nur schlecht quantifizierbar und klassifizierbar, weshalb mit dieser Studie keine klare Aussage darüber gemacht werden kann.

Die Studie wurde mit einem 7,5 MHz Schallkopf (Siemens, Germany, Typ Sonoline Elegra) durchgeführt.

In den folgenden Abbildungen sind die anatomischen Verhältnisse und das oben beschriebene Vorgehen bei der sonographischen Diagnoseerhebung eines Os akromiale gemäß der von Boehm et al. ⁶ angegebenen Technik dargestellt.

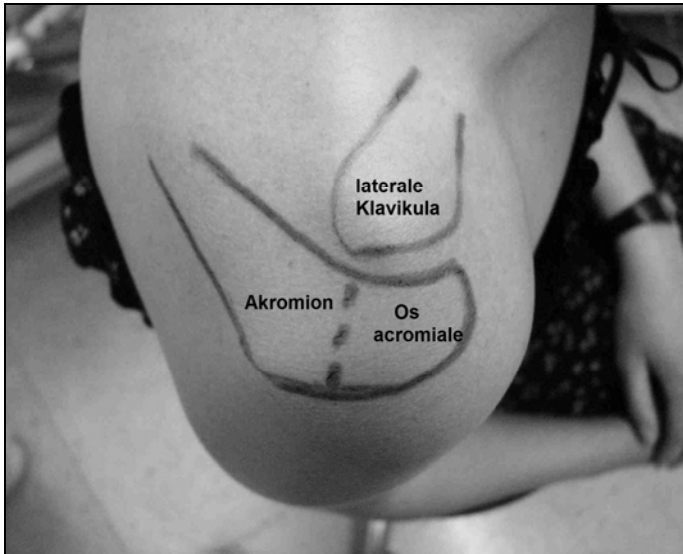


Abb.8a: Anatomische Verhältnisse bei der sonographischen Untersuchung eine Os akromiale. Die gestrichelte Linie zeigt die zu erwartende Stelle der nicht verknöcherten Epiphyse im Akromion bei einem Os akromiale.



Abb.8b: Der Schallkopf wird, unter Verwendung einer 0,7 cm dicken, befeuchteten Polyacrylamid-agarplatte als Verbindungsmedium, im rechten Winkel auf den zu erwartenden Spalt im Akromion gehalten.

2.4 Statistische Auswertung

Die statistische Evaluation der Altersunterschiede erfolgte mittels U-Test und T-Test. Der U-Test nach Mann und Whitney ist ein Rangsummentest zum nichtparametrischen Vergleich zweier unabhängiger Stichproben. Der U-Test ist das verteilungsunabhängige Gegenstück zum ebenfalls durchgeführten parametrischen T-Test. Daher sind ihre Interpretationen im Wesentlichen identisch, mit dem Unterschied, dass der U-Test auf einer gemeinsamen Rangreihe der Werte beider Stichproben basiert und nicht wie Letzterer auf der Grundlage der Mittelwerte berechnet wird.

Die Frage nach der Signifikanz der unterschiedlichen Inzidenz eines Os akromiale bei Probanden mit und ohne Rotatorenmanschettenruptur wurde mit dem 2 - Stichproben – Binomialtest beantwortet.

Zur Untersuchung signifikanter Unterschiede im Hinblick auf die Anzahl der gerissenen Sehnen bei Pat. mit und ohne Os akromiale wurde ebenfalls ein Binomialtest durchgeführt.

Zur Klärung signifikanter Häufigkeitsunterschiede zwischen Frauen und Männern wurde der Chi – Quadrat – Test herangezogen.

Für Irrtumswahrscheinlichkeiten von $p < 0,05$ wurden die Unterschiede zwischen den Stichproben als signifikant verschieden voneinander interpretiert.

3. Ergebnisse

3.1 Ergebnisse der Röntgenstudie nach operativer Rekonstruktion der Rotatorenmanschette

3.1.1 Inzidenz des Os akromiale bei Patienten mit Ruptur der Rotatorenmanschette

Bei 62 von 1000 untersuchten axialen Röntgenaufnahmen konnte die Diagnose eines Os akromiale gestellt werden. Dies entspricht einer Häufigkeit von 6,2 % der Patienten. Das Durchschnittsalter der Patienten ohne Os akromiale lag bei 55,2 Jahren, das der Patienten mit einem Os akromiale bei 55,4 Jahren. Dies stellt keinen signifikanten Altersunterschied dar ($p=0,840$). Unter den 938 Patienten ohne Os akromiale waren 259 (27,6 %) Frauen und 679 (72,6 %) Männer. Der Altersdurchschnitt der Frauen ohne Os akromiale lag bei 56,4 Jahren, der der Männer ohne Os akromiale bei 54,7 Jahren. Unter den 62 Patienten mit Os akromiale waren 17 (27,4 %) Frauen und 45 (72,6 %) Männer. Das Durchschnittsalter der Frauen mit Os akromiale lag bei 58,8 Jahren, das der Männer war 54,1 Jahre.

Die Altersverteilung der 62 Patienten mit Os akromiale ist in Abb. 9 dargestellt.

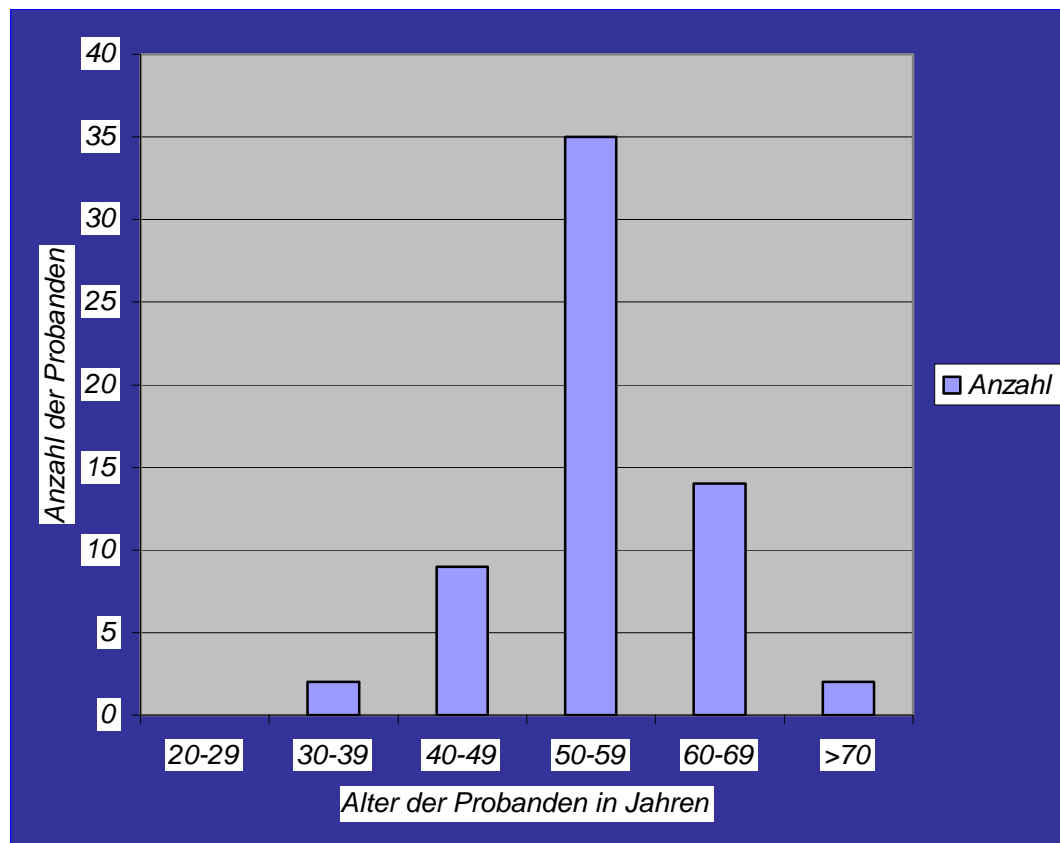


Abb. 9: Altersverteilung der 62 Patienten mit Ruptur der Rotatorenmanschette und Os akromiale

Für die Häufigkeitsverteilung von Frauen und Männern ergab sich folgendes:

- Bei 17 von 276 Frauen lag ein Os akromiale vor. Das entspricht einer Häufigkeit von 6,2 % der Frauen.
- Bei 45 von 724 Männern lag ein Os akromiale vor. Das entspricht ebenfalls einer Häufigkeit von 6,2 % der Männer.

Diese Daten zeigen also keinen geschlechtsspezifischen Unterschied für die Häufigkeit eines Os akromiale bei Patienten mit Rotatorenmanschettenruptur.

3.1.2 Anzahl der gerissenen Sehnen bei Patienten mit und ohne Os akromiale

Unter den 938 Patienten ohne Os akromiale waren bei 624 (66,5 %) Patienten nur eine, bei 227 (24,2 %) zwei und bei 83 (8,9 %) drei Sehnen gerissen. Bei nur vier (0,4 %) Patienten waren alle vier Sehnen beteiligt. Für die Anzahl der im Durchschnitt beteiligten Sehnen ergab sich 1,43.

Bei 40 (64,5 %) von 62 Patienten mit Os akromiale waren eine, bei 17 (27,4 %) zwei, bei 4 (6,5 %) drei und nur bei einem (1,6 %) alle vier Sehnen betroffen. Der Durchschnittswert der hier beteiligten Sehnen war 1,45.

Wie Tabelle 1 nochmals verdeutlicht, zeigte sich in den beiden Gruppen, mit und ohne Os akromiale, kein nennenswerter Unterschied im Hinblick auf die Anzahl der rupturierten Sehnen.

Dieses Ergebnis wurde durch eine statistische Untersuchung verifiziert ($p=0,750$ für eine gerissene Sehne, $p=0,583$ für zwei gerissene Sehnen und $p=0,738$ für drei und vier gerissene Sehnen).

<i>Anzahl der gerissenen Sehnen</i>	<i>Rotatorenmanschetten-ruptur</i>		<i>Rotatorenmanschetten-Ruptur mit Os akromiale</i>	
1	624	66,5%	40	64,5%
2	227	24,2%	17	27,4%
3 und 4	87	9,3%	5	8,1%

Tab.1: Anzahl der gerissenen Sehnen der Rotatorenmanschette bei Patienten ohne und mit Os akromiale

3.1.3 Typisierung der gefundenen Ossa akromialia nach ihrer Lokalisation am Akromion

Macalister²⁶ beschrieb 1893 drei unabhängige Teile des Akromions, „the metacromial...; the mesacromial...; and the preacromial.“(Zitat S.249), die miteinander bzw. mit dem Basi-Akromion verschmelzen. Diese Einteilung basiert auf der unter 1.1 erwähnten Tatsache, dass sich bei der Entwicklung des Akromions im Alter zwischen 15 und 18 Jahren drei Ossifikationszentren zeigen. Bleibt die Verschmelzung des Akromions an einer der drei Stellen aus, so resultiert entweder ein

Os prä-akromiale, ein

Os meso-akromiale oder ein

Os meta-akromiale (siehe Abb.2).

Unter den 62 gefundenen Ossa akromialia waren fünf (8 %) Ossa prä-akromialia und 57 (92 %) Ossa meso-akromialia. Ein *Os meta-akromiale* konnten wir in der gesamten Studiengruppe von 1000 Schultern nicht finden. Dieses Ergebnis (siehe Tab.2) korreliert mit bereits vorhandenen Studien, welche von Ossa meso-akromialia und Ossa prä-akromialia als den häufigsten sprechen^{9,21-23,34,37,39}.

<i>Typ der Ossa akromialia</i>	<i>Anzahl der Patienten mit Os akromiale (insgesamt 62)</i>	
Os pre-akromiale	5	(8,1%)
Os meso-akromiale	57	(91,9%)
Os meta- akromiale	--	--

Tab.2: Die verschiedenen Typen der Ossa akromialia in unserem Patientenkollektiv (im axialen Röntgenbild)

In Abb. 10a-c sind die verschiedenen Typen von Ossa akromialia dargestellt. Das Bild 10c stammt von einem Patienten, der nicht Teilnehmer unserer Studie war und dient der Übersicht zum besseren Verständnis.



Abb. 10a: Axiale Aufnahme eines Os prä-akromiale. Das schwarze Dreieck zeigt auf das Os prä-akromiale, der schwarze Pfeil auf die Lücke zwischen Os prä-akromiale und Akromion.

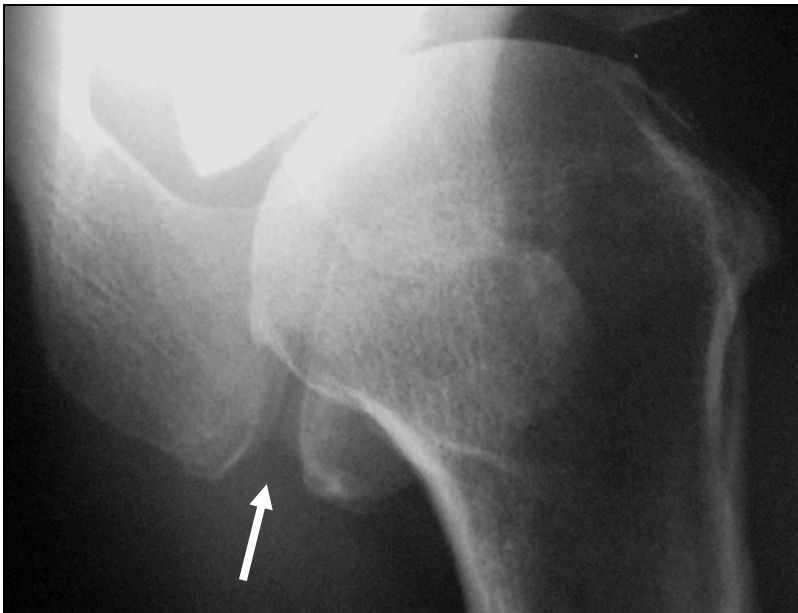


Abb. 10b: Axiale Aufnahme eines Os meso-akromiale (der weiße Pfeil zeigt auf den Spalt zwischen dem Akromion und dem Os meso-akromiale).

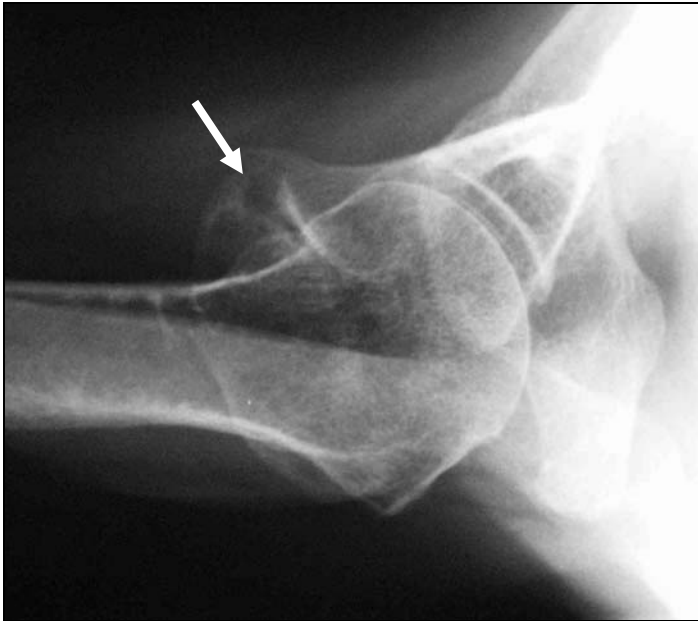


Abb. 10c: Axiale Aufnahme eines Os meta-akromiale (der weiße Pfeil zeigt auf den Spalt zwischen dem Akromion und dem Os meta-akromiale).

3.1.4 Einteilung der gefundenen Ossa akromialia nach Gumina et al.¹⁹

Edelson und Taitz¹¹ untersuchten 1992 als erste eine Beziehung zwischen der Akromionlänge und dem AC-Gelenk. Sie beschrieben daraufhin drei verschiedene Morphologien des Akromions, bzw. des AC-Gelenkes: Einen „square tip“, ein „intermediate-shaped acromion“ und ein „cobra-shaped acromion“ (siehe Abb.11).

Diese Einteilung zogen Gumina et al.¹⁹ 2003 heran und untersuchten 211 Probanden ohne sowie 33 Probanden mit Os akromiale nach deren Zugehörigkeit zu einer der drei Erscheinungsformen.

Als Ergebnis beschrieben sie, dass die Inzidenz des Os akromiale mit zunehmendem Abstand zwischen dem anterioren Anteil des Akromions und dem AC-Gelenk ansteige.

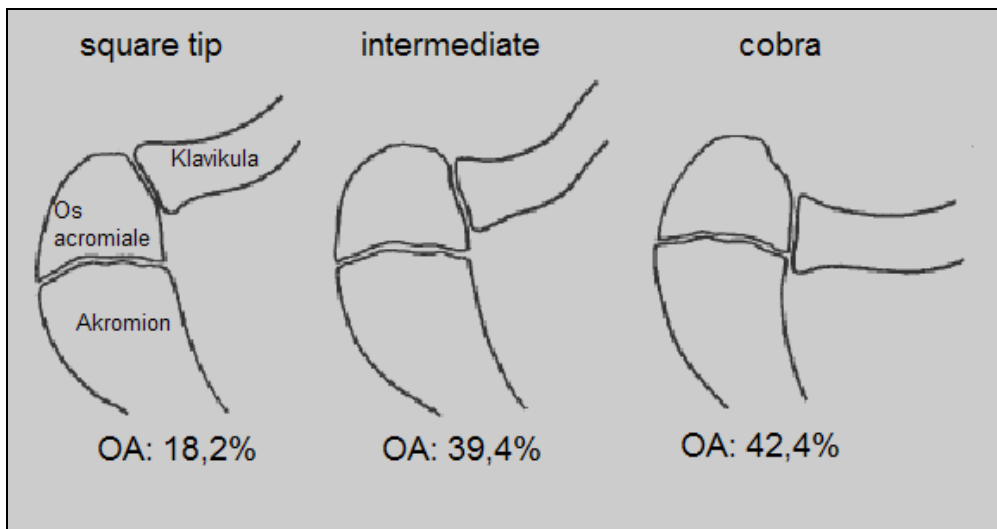


Abb.11: Einteilung der Ossa akromialia von Gumina et al.¹⁹ nach Edelson und Taitz¹¹ in „square tip“, „intermediate-shaped acromion“ und „cobra-shaped acromion“. Lt. Gumina et al. steigt die Inzidenz eines Os akromiale mit zunehmendem Abstand zwischen dem anterioren, bzw. anterolateralen Anteil des Akromions und dem AC-Gelenk.

Die Formulierung dieses scheinbaren Zusammenhangs zwischen der Strecke [anterolaterales Akromion – AC-Gelenk] und der Inzidenz des Os akromiale basierte auf folgenden, rein radiologischen Untersuchungsergebnissen: Unter den 33 Patienten mit Os akromiale fanden Gumina et al.¹⁹ 6 Patienten (18,2 %) mit einem „square tip“, 13 Patienten (39,4 %) mit einem „intermediate-shaped acromion“ und 14 Patienten (42,4 %) mit einem „cobra-shaped acromion“ (siehe Abb.2).

Die Einteilung der bei uns gefundenen 57 Ossa meso-akromialia nach den Kriterien von Edelson und Taitz¹¹, bzw. Gumina et al.¹⁹, ergab nun folgendes: Unter den 57 fanden sich kein (0 %) „square tip“, 3 (5 %) „intermediate-shaped acromion“ und 16 (28 %) „cobra-shaped acromion“. Bei 38 (67 %) lag jedoch eine nicht nach Gumina et al.¹⁹ zu klassifizierende Form vor. Diese stellte eine Mischformen aus „intermediate-“ und „cobra-shaped acromion“ dar, die sich

keinem der von Gumina et al. ¹⁹ beschriebenen Typen genau zuordnen ließ (siehe Tab.3 und Abb.12 und 13).

<i>Typ der Ossa akromialia nach Gumina et al.¹⁹</i>	<i>Anzahl der Patienten mit Os meso-akromiale (insgesamt 57)</i>	
Square tip	0	0%
Intermediate	3	5,3%
Cobra	16	28,1%
Gemischt Intermediate/Cobra	38	66,7%

Tab.3: Die verschiedenen Typen der Ossa akromialia nach Gumina et al.¹⁹ in unserem Patientenkollektiv.

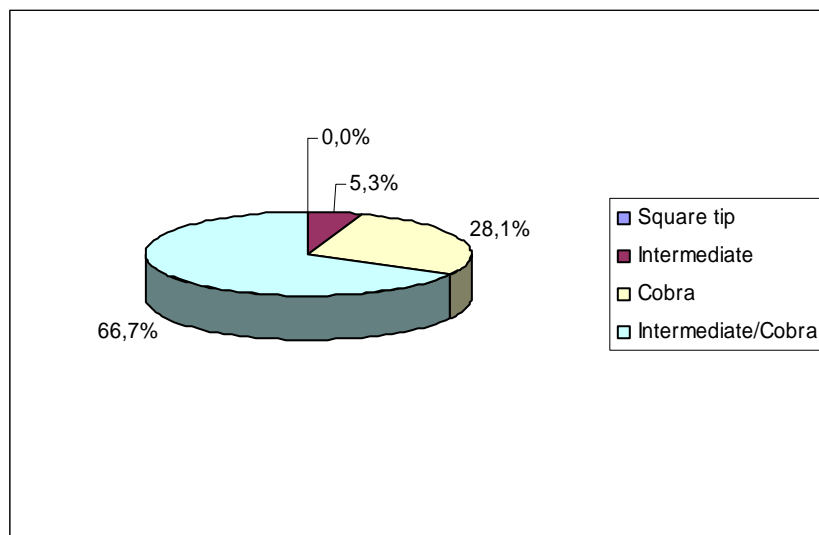


Abb. 12: Graphische Darstellung zu Tab.3

Die Abb. 13 zeigt die gefundenen Typen der Ossa meso-akromialia in unserer Untersuchung nach der Einteilung von Edelson und Taitz ¹¹ bzw. Gumina et al. ¹⁹ und dient dem besseren Vergleich mit dieser (siehe auch Abb.12).

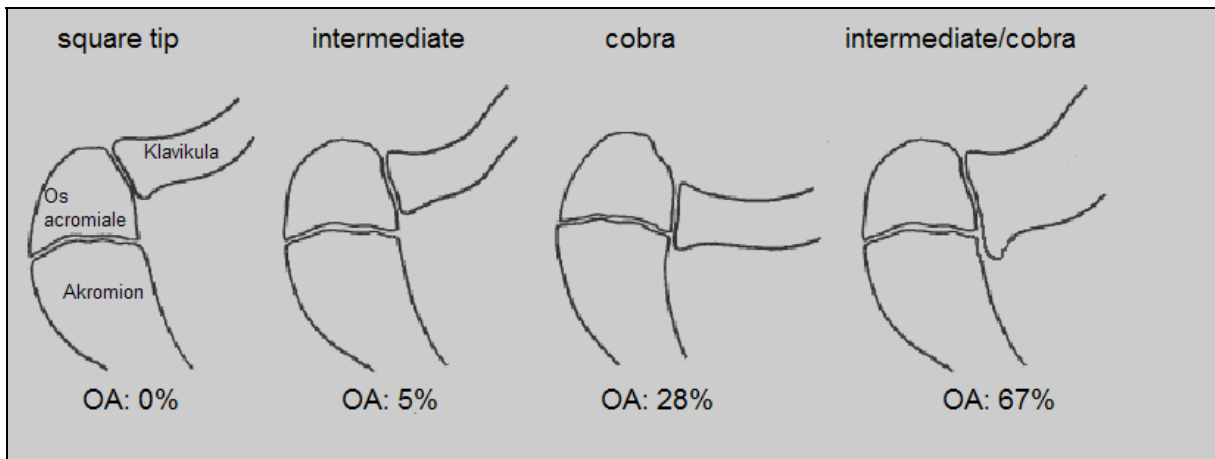


Abb.13: Häufigkeit der verschiedenen Formen von Ossa akromialia in der modifizierten Einteilung nach Gumina et al.¹⁹, wobei der Typ intermediate/cobra, hier als neuer Typ, in der vorliegenden Arbeit gefunden wurde.

Die Abbildung 14 zeigt das radiologische Korrelat von 67 % der Ossa mesoakromialia, die wir nicht eindeutig einem Typ der Einteilung von Gumina et al.¹⁹ zuordnen konnten. Folgende Charakteristika haben sie gemeinsam: Der Abstand der AC-Gelenkfläche war weniger als 5 mm vom anterioren Ende des Akromions entfernt und die unverknöcherte Lücke des Os akromiale endete innerhalb des AC-Gelenkes (siehe auch Abb.14).

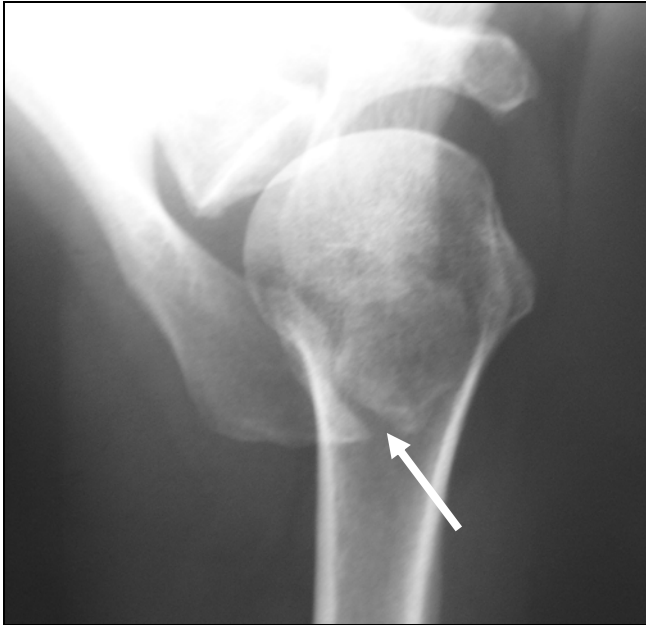


Abb.14: Axiale Aufnahme des Os meso-akromiale einer 54-jährigen Patientin, das nicht exakt einem Typ nach Gumina et al. zugeordnet werden konnte. Deutlich zu erkennen sind die keilförmigen Lücken (weißer Pfeil) der nicht verknöcherte Epiphyse innerhalb des AC-Gelenkes.

3.2 Ergebnisse der Sonographiestudie an einem Normalkollektiv

3.2.1 Inzidenz des Os akromiale bei einem asymptomatischen Probandenkollektiv

Unter den 1000 sonographisch untersuchten Schultern, die keinen Defekt in der Rotatorenmanschette zeigten, fanden sich 33 Schultern mit einem Os akromiale. Dies entspricht einer Häufigkeit von 3,3 % der untersuchten Schultern. Das Durchschnittsalter der Probanden ohne Os akromiale war 55,1 Jahre, das der Probanden mit Os akromiale 62,6 Jahre. Dies stellt zwar einen signifikanten Altersunterschied dar ($p=0,006$), was jedoch aufgrund der großen Differenz der Gruppenstärken als relativ angesehen werden muss.

Von den 1000 untersuchten Schultern waren 283 (28,3 %) Schultern von Frauen und 717 (71,7 %) Schultern von Männern. Der Altersdurchschnitt der Frauen ohne Os akromiale war 57,6 Jahre, der der Männer ohne Os akromiale 54,0 Jahre. Unter den 33 Schultern mit Os akromiale waren 11 (33,3 %) Schultern von Frauen und 22 (66 %) von Männern. Das Durchschnittsalter der Frauen mit Os akromiale lag bei 59 Jahren, das der Männer mit Os akromiale bei 63,9 Jahren.

Die Altersverteilung der Probanden mit Os akromiale ist in Abb.15 dargestellt.

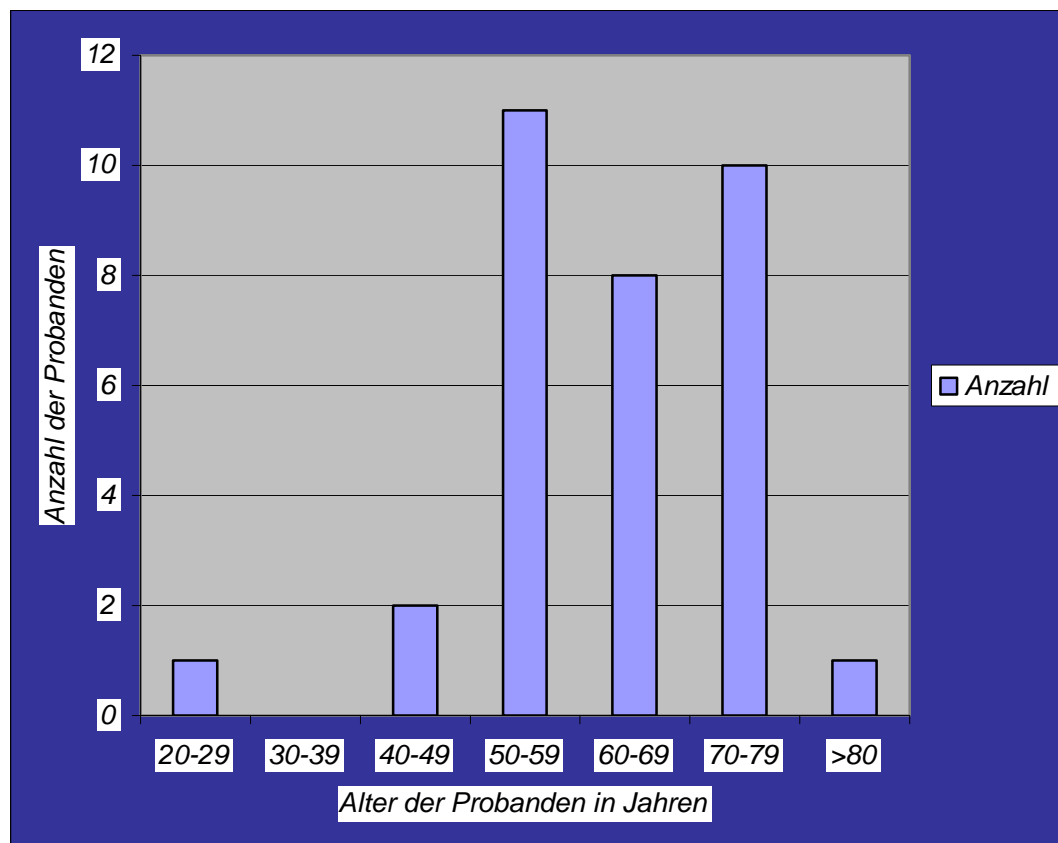


Abb.15: Altersverteilung der asymptotischen Probanden mit 33 Ossa akromialia im Ultraschall

Für die Häufigkeitsverteilung bei Frauen und Männern ergab sich folgendes:

- Bei 11 von 283 Schultern der weiblichen Probanden lag ein Os akromiale vor. Dies entspricht einer Häufigkeit von 3,9 % der Frauen
- Bei 22 von 717 Schultern der männlichen Probanden lag ein Os akromiale vor. Dies entspricht einer Häufigkeit von 3,1 % der Männer

Diese Daten zeigen einen nur geringen geschlechtsspezifischen Unterschied der Häufigkeit eines Os akromiale bei asymptomatischen Probanden, wobei Frauen mit einer Häufigkeit von 3,9 % häufiger betroffen sind als Männer, die eine Inzidenz von 3,1 % aufwiesen. Ein signifikanter Unterschied konnte jedoch nicht festgestellt werden ($p=0,514$).

3.2.2 Beidseitiges Vorkommen des Os akromiale

Unter den 555 Probanden, an denen eine Sonographie durchgeführt wurde, fanden sich 39 Schultern mit einem sonographisch gesicherten Os akromiale. Dies entspricht einer Häufigkeit von 3,5 % aller Studienteilnehmer. Darunter befanden sich 794 (71,5 %) Schultern von Männern und 316 (28,5 %) Schultern von Frauen. Für unsere Basisstudie mussten jedoch 110 Schultern ausgeschlossen werden, da diese eine Ruptur der Rotatorenmanschette zeigten, was als Ausschlusskriterium galt. Bei der Frage nach einem bilateralen Vorkommen eines Os akromiale konnten diese jedoch miteinbezogen werden, da hier lediglich das beidseitige Vorkommen, ohne Rücksicht auf eventuelle Schäden der Rotatorenmanschette, betrachtet werden sollte.

In dem untersuchten Probandenkollektiv verteilen sich 39 Ossa akromialia auf 29 Patienten, wovon zehn ein Os akromiale beidseitig aufweisen. Dies entspricht einer Häufigkeit von 34,5 % der Patienten. In diesem Kollektiv befanden sich 15 Schultern von Frauen und 24 von Männern. Im Bezug auf die

untersuchte Anzahl von Schultern ergibt sich hieraus für die Frauen eine Inzidenz von 4,8 % und für die Männer eine Inzidenz von 3,1 %.

Bei den Frauen verteilten sich die 15 Ossa akromialia auf 9 Probandinnen, wobei sechs (66,7 %) von ihnen ein Os akromiale beidseits und drei (33,3 %) ein Os akromiale auf nur einer Seite zeigten.

Bei den Männern verteilten sich die 24 Ossa akromialia auf 20 Probanden, wovon vier (20 %) von ihnen ein Os akromiale beidseits und 16 (80 %) ein Os akromiale auf nur einer Seite aufwiesen (siehe Abb.16).

Diese Daten zeigen einen deutlichen geschlechtsspezifischen Unterschied der Häufigkeit eines beidseitigen Os akromiale. Dies erlaubt jedoch aufgrund der relativ geringen Zahl beidseitiger Ossa akromialia in dieser Studie keine allgemeingültige, statistisch genauere Aussage.

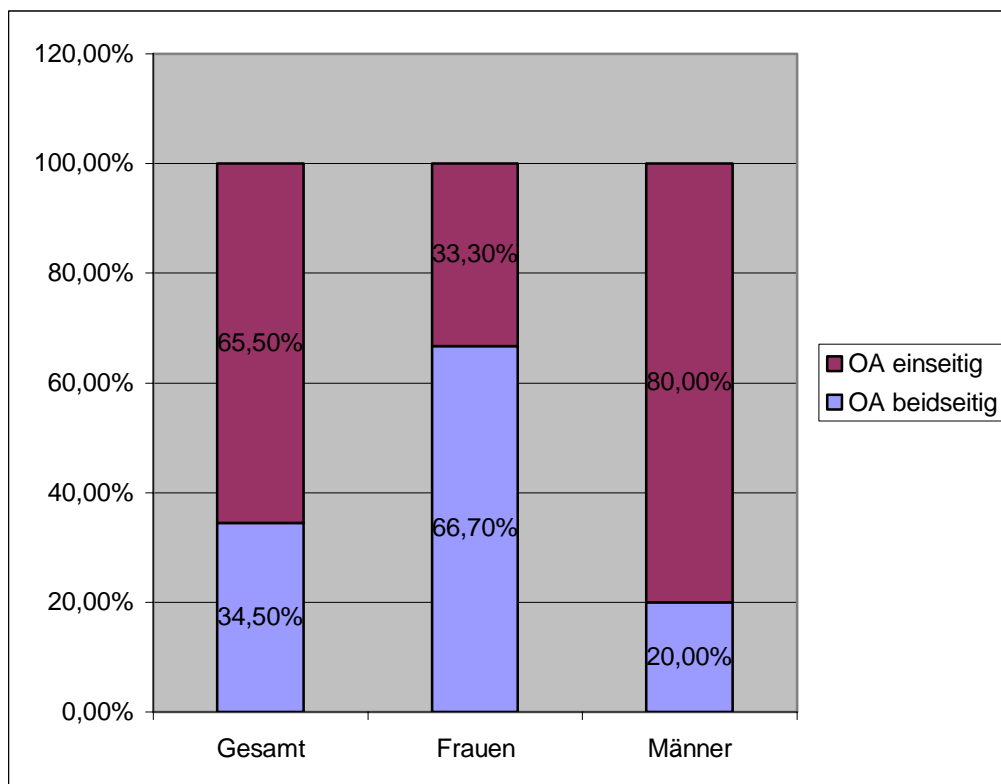


Abb. 16: Graphische Darstellung der Häufigkeiten eines Os akromiale im Bezug auf ein- bzw. beidseitiges Vorkommen.

3.2.3 Einteilung der gefundenen Ossa akromialia nach der Lokalisation der fehlenden Verknöcherung am Akromion (siehe auch Kap. 3.1.3)

Die Einteilung der von uns im Ultraschall diagnostizierten Ossa akromialia nach der Lokalisation der fehlenden Verknöcherung in Os pre-, meso-, bzw. meta-akromiale zeigte folgendes:

Unter den 33 gefundenen Ossa akromialia entsprachen 32 (97,0 %) einem Os meso-akromiale und eines (3,0 %) einem Os prä-akromiale (siehe Abb.17 a und b). Ein Os meta-akromiale konnten wir bei keiner der untersuchten Schultern finden (siehe Tab. 4). Dieses Ergebnis untermauert die Daten der ersten Studie sowie die Ergebnisse bereits vorhandener Studien, welche von den Ossa meso-akromialia als den häufigsten sprechen (siehe Kap. 3.1.3).

<i>Typ der Ossa akromialia</i>	<i>Anzahl der Patienten mit Os akromiale (insgesamt 33)</i>	
Os pre-akromiale	1	(3%)
Os meso-akromiale	32	(97%)
Os meta- akromiale	--	--

Tab.4: Die verschiedenen Typen der Ossa akromialia in unserem Probandenkollektiv (im Ultraschall)

In Abb. 17 a und b sind die beiden Typen von Ossa akromialia dargestellt, die bei unserer Untersuchung festgestellt werden konnten.

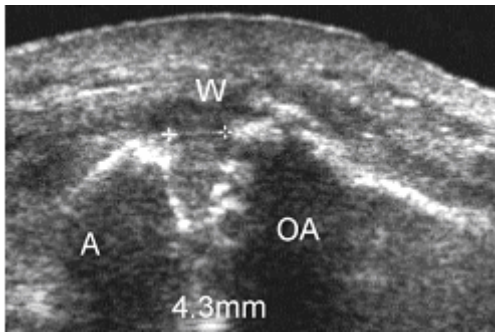


Abb. 17a: Darstellung eines Os meso-akromiale mit einer Spaltbreite von 4,3 mm zwischen Akromion und Os akromiale (hier Typ II) im Ultraschall.

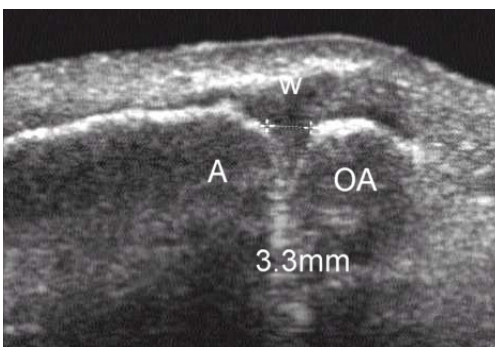


Abb. 17b: Darstellung eines Os prä-akromiale mit einer Spaltbreite von 3,3 mm zwischen Akromion und Os akromiale (hier Typ III) im Ultraschall.

3.2.4 Typisierung der gefundenen Ossa akromialia nach deren Morphologie im Ultraschall

Wie unter 1.3 bereits erwähnt, konnten Böhm et al.⁶ 2003 zeigen, dass ein Os akromiale anhand einer Ultraschalluntersuchung einwandfrei diagnostiziert werden kann. Außerdem konnte gezeigt werden, dass die Ossa akromialia im Ultraschall drei unterschiedliche Morphologien aufweisen. Dementsprechend wurden die Ossa akromialia in folgende drei Typen eingeteilt (siehe auch Abb. 18 a, b und c):

- Typ I: Os akromiale mit *flachen Rändern*
- Typ II: Os akromiale mit *osteophytären Anbauten*
- Typ III: Os akromiale mit *invertierten Rändern*.

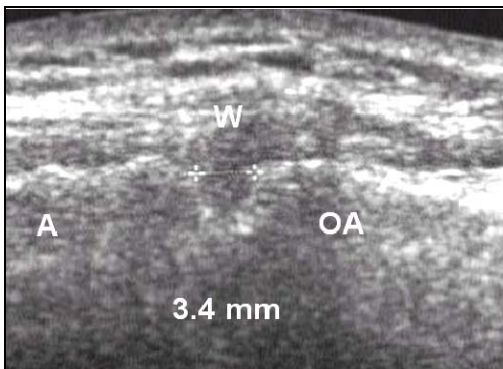


Abb. 18a: Ultraschalldarstellung eines Typ I-Os akromiale **mit flachen Rändern** und einer Spaltbreite von 3,4 mm zwischen Akromion und Os akromiale.

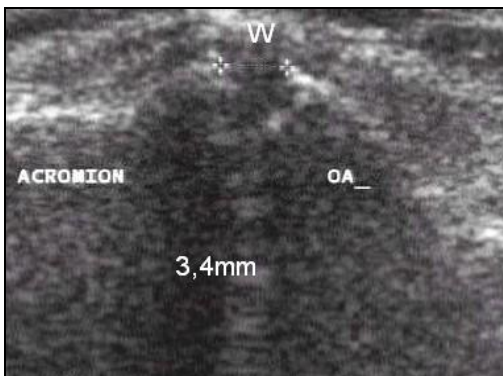


Abb. 18b: Ultraschalldarstellung eines Typ II-Os akromiale **mit osteophytären Anbauten** und einer Spaltbreite von 3,4 mm zwischen Akromion und dem Os akromiale.

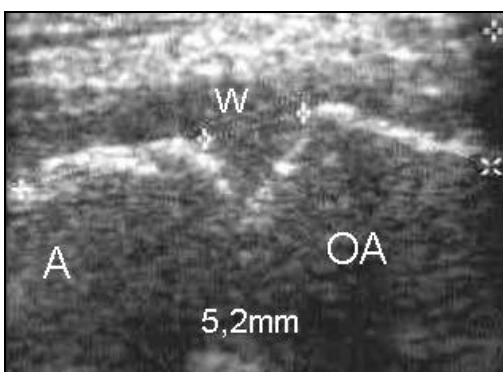


Abb. 18c: Ultraschalldarstellung eines Typ III-Os akromiale **mit invertierten Rändern** und einer Spaltbreite von 5,2 mm zwischen Akromion und dem Os akromiale.

Unter 37 Ossa akromialia fanden Böhm et al.⁶ 8 mit flachen Rändern (Typ I; 21,6 %), 25 mit osteophytären Anbauten (Typ II; 67,6 %) und 4 mit invertierten Rändern (Typ III; 10,8 %). Das Os akromiale mit osteophytären Anbauten, also Typ II, wurde mit Abstand am häufigsten diagnostiziert.

Die Einteilung der von uns gefundenen 33 Ossa akromialia in die drei Typen nach Böhm et al.⁶ ergab folgendes:

Unter den 32 (ein Os akromiale konnte wegen der Bildqualität nicht zur späteren Beurteilung herangezogen werden) Ossa akromialia konnten 6 (18,7 %) dem Typ I, 19 (59,4 %) dem Typ II und 7 (21,9 %) dem Typ III zugeordnet werden. Es zeigt sich hier wie bei Böhm et al.⁶ eine deutliche Dominanz der Typ II – Morphologie (zur Veranschaulichung siehe Abb. 19 und Tab. 5).

<i>Typ der Ossa akromialia nach Böhm et al.¹⁹</i>	<i>Anzahl der Probanden mit Os meso-akromiale (insgesamt 33)</i>	
OA mit flachen Rändern (Typ I)	6	18,7%
OA mit osteophytären Anbauten (Typ II)	19	59,4%
OA mit nach innen abgerundeten (invertierten) Rändern (Typ III)	7	21,9%

Tab.5: Die verschiedenen Typen der Ossa akromialia im Ultraschall nach Böhm et al.⁶ in unserem Probandenkollektiv.

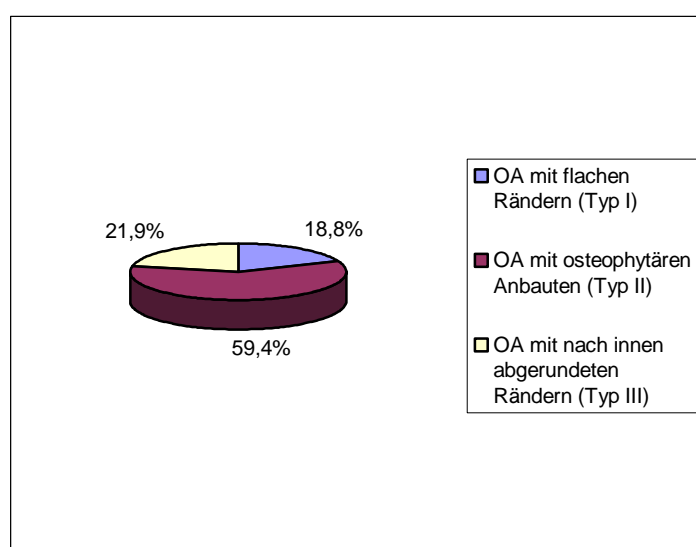


Abb. 19: Graphische Darstellung zu Tab.5

3.2.5 Probanden mit asymptomatischer Rotatorenmanschettenruptur

Neben den 1000 Schultern, die die Einschlusskriterien der Studie erfüllten, wurden auch 110 Schultern untersucht, bei denen sonographisch eine Ruptur der Rotatorenmanschette festgestellt wurde. Folglich wurden diese, wie bereits erwähnt (siehe Kap. 2.2.2 und 3.2.2), von der eigentlichen Studie ausgeschlossen. Da diese 110 Schultern zwar keine klinischen Symptome zeigten, wohl aber das morphologische Korrelat einer Ruptur der Rotatorenmanschette, boten sie durchaus einen interessanten Aspekt, der mit der Röntgenstudie (siehe Kap. 3.1) vergleichbar ist und nun genauer betrachtet werden soll.

Bei diesen 110 untersuchten Schultern fanden sich sonographisch sechs Ossa akromialia. Dies entspricht einer Häufigkeit von 5,5 % der Probanden. Das Gesamtdurchschnittsalter der 110 Probanden war 69 Jahre. Das Durchschnittsalter der Probanden ohne Os akromiale war 68,9 Jahre, das der Probanden mit Os akromiale 70,0 Jahre. Dies stellt keinen signifikanten Altersunterschied dar ($p=0,723$). Unter den 110 Schultern waren 33 (30 %) Schultern von Frauen und 77 (70 %) von Männern. Der Altersdurchschnitt der Frauen ohne Os akromiale war 70,0 Jahre, der der Männer ohne Os akromiale 68,4 Jahre. Unter den 6 Schultern mit Os akromiale waren 4 (66,6 %) Schultern von Frauen und 2 (33,3 %) Schultern von Männern. Das Durchschnittsalter der Frauen mit Os akromiale lag bei 68,0 Jahren, das der Männer war 75,0 Jahre. Für die Häufigkeitsverteilung von Frauen und Männern ergab sich folgendes:

- Bei 4 von 33 Schultern der Frauen lag ein Os akromiale vor. Dies entspricht einer Häufigkeit von 12,1 %.
- Bei 2 von 77 Schultern der Männer lag ein Os akromiale vor. Dies entspricht einer Häufigkeit von 2,6 %.

Betrachtet man die Anzahl der gerissenen Sehnen (siehe Tab. 6), so zeigten 69 (62,7 %) Schultern die Ruptur einer Sehne, 28 (25,5 %) die Ruptur zweier

Sehnen und 13 (11,8 %) eine Ruptur, die sich sogar auf drei Sehnen ausgedehnt hatte. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass auch diese Probanden mit einer kompletten Ruptur der Rotatorenmanschette keine Symptome angaben und eine klinisch uneingeschränkte Beweglichkeit zeigten! Der Durchschnittswert der hier beteiligten Sehnen war 1,49. Bei den sechs Probanden mit Os akromiale hatten drei (50 %) eine, keiner zwei und drei der Probanden drei Sehnen gerissen. Es ergab sich ein Durchschnittswert von 2 gerissenen Sehnen. Allerdings ist hier zu beachten, dass die Anzahl der Probanden mit Os akromiale in diesem Kollektiv sehr klein war, was eine statistisch genauere Interpretation des Durchschnittswertes der gerissenen Sehnen sowie der oben genannten geschlechtsspezifischen Häufigkeitsverteilung des Os akromiale nicht zulässt.

<i>Anzahl der gerissenen Sehnen</i>	<i>Rotatorenmanschetten-Ruptur</i>		<i>Rotatorenmanschetten-Ruptur mit Os akromiale</i>	
1	69	62,7%	3	50%
2	28	25,5%	0	0%
3	13	11,8%	3	50%

Tab.6: Anzahl der gerissenen Sehnen der Rotatorenmanschette bei Probanden ohne und mit Os akromiale im Ultraschall.

4. Diskussion

Das Ziel der Studie war auf der einen Seite die Koinzidenz eines Os akromiale und einer Rotatorenmanschettenruptur retrospektiv zu untersuchen. Es sollte evaluiert werden, ob Unterschiede in der Größe der Rotatorenmanschettendefekte bei Patienten mit und ohne Os akromiale vorliegen und inwieweit eine Relation zwischen dem Spalt des Os akromiale und dem AC-Gelenk besteht (Röntgenstudie). Andererseits sollte die Inzidenz des Os akromiale in einem Normalkollektiv von Schultergelenken mit intakter Rotatorenmanschette untersucht werden, um Vergleichszahlen zu erhalten (Sonographiestudie) und letztlich zu zeigen, inwieweit ein Os akromiale als Kofaktor einer Rotatorenmanschettenruptur angesehen werden kann (Vergleich der beiden Studien). Diese Punkte sollen in der Folge im Literaturvergleich diskutiert werden. Zu Beginn steht eine allgemeine Diskussion der Häufigkeiten des Os akromiale in der Literatur.

4.1 Diskussion der Häufigkeiten des Os akromiale in der Literatur

Zum ersten Mal wurde eine derartige Veränderung des Akromions 1863 bei Gruber ¹⁸ erwähnt. Er beschrieb das Phänomen als „Akromialknochen..., der sich durch eine Art unvollständiges Gelenk mit dem übrigen Akromion verband“ und fand es bei drei von 100 untersuchten Leichen.

In der nachfolgenden Literatur fand man für die Inzidenz von Ossa akromialia große Unterschiede von 1,3% ²⁵ bis 15 % ²⁶ mit einem beidseitigen Auftreten von 33,3 % ³⁶ bis 62 % ²⁶. Diese Unterschiede mögen an den verschiedenen Methoden der Untersuchungen bei anatomischen und radiologischen Studien liegen. Liberson, der eine Inzidenz von 1,3 % beschrieb, hat lediglich anterior-posterior Röntgenaufnahmen analysiert und selbst festgehalten, dass er Ossa akromialia übersehen haben könnte, da keine axialen Röntgenaufnahmen verwendet wurden ²⁵. Becker ³ hatte bereits 1934, also drei Jahre zuvor,

berichtet, dass ein Os akromiale nur anhand einer axialen Röntgenaufnahme sicher diagnostiziert werden kann. Er kam auf eine Inzidenz von 6,6 %. Folglich basieren nicht alle Berichte über Häufigkeiten des Os akromiale in der Literatur auf adäquaten Techniken. Neuere anatomische Studien von Edelson ¹², Nicholson ²⁹ und Sammarco ³⁶ berichteten über Häufigkeiten des Os akromiale von etwa 8 %.

Die Tabelle 7 zeigt eine Zusammenfassung der Häufigkeiten des Os akromiale in der wesentlichen Literatur.

Autor	Jahr	Fallzahlen	Häufigkeit des Os akromiale	Technik zur Erfassung
Gruber ¹⁸	1863	100	3%	Anatomische Studie
Macalister ²⁶	1893	100	15%	Anatomische Studie
Becker ³	1934	240	6,6%	Radiologische Studie (a-p/axial)
Liberson ²⁵	1937	1800	1,3%	Radiologische Studie (a-p)
Mudge ²⁸	1984	145	6,2%	Radiologische Studie an Pat. mit RM-Ruptur
Grasso ¹⁶	1992	398	9,5%	265 mit Röntgen, 133 mit CT
Edelson ¹²	1993	270	8,2%	Anatomische Studie
Jerosch ²³	1994	122	9,8%	Radiologische Studie an Pat. mit subacr. Impingement
Nicholson ²⁹	1996	420	8%	Anatomische Studie
Sammarco ³⁶	2000	1198	8%	Anatomische Studie

Tab. 7: Zusammenfassung der Häufigkeiten des Os akromiale in der Literatur

4.2 Diskussion der Ergebnisse der Röntgenstudie im Literaturvergleich

Die klinische Relevanz des Os akromiale als eine Ursache für Schulterschmerzen ist bisher nicht hinreichend untersucht. Die gefundenen Häufigkeiten in anatomischen und radiologischen Studien reichen, wie oben beschrieben, von 1,3 %²⁵ bis 15 %²⁶. Untersuchungen der Inzidenz des Os akromiale bei symptomatischen Patienten, die über Beschwerden im Sinne eines subakromialen Schmerzsyndroms klagen, sind selten. Es existieren lediglich zwei Studien, die eine Häufigkeit des Os akromiale bei Schultererkrankungen angeben. Mudge et al.²⁸ untersuchten 145 Patienten mit einer Ruptur der Rotatorenmanschette und fanden neun Ossa akromialia, was einer Häufigkeit von 6,2 % entspricht. Jerosch et al.²³ fanden 12 Ossa akromialia unter 122 Patienten mit einem subakromialen Impingement ohne Ruptur der Rotatorenmanschette. Dies entspricht einer Häufigkeit von 9,8 %. Der Vergleich dieser Daten mit den neuesten anatomischen Studien, die Häufigkeiten von 8 %^{29,36}, bzw. 8,2 %¹² lieferten, zeigt keine wesentlichen Unterschiede. Ein pathogenetischer Effekt des Os akromiale bei der Entstehung einer Rotatorenmanschettenruptur konnte hier deshalb nicht klar gezeigt werden.

Park et al.³⁰ fanden 1994 bei zehn von zehn Patienten mit Os akromiale eine Affektion der Supraspinatussehne im MRT. Bei vier von ihnen zeigte sich eine Entzündung der Sehne, bei den übrigen sechs eine Ruptur. Folglich kamen sie zu dem Schluss, dass ein Os akromiale ein wichtiger Faktor bei der Entstehung von Impingement und Rupturen der Rotatorenmanschette sein kann. Eine Fallstudie von Barbiera et al.² aus dem Jahre 2002 untersuchte diesen Zusammenhang mit folgendem Ergebnis: „Os acromiale producing rotator cuff impingement and rupture...“ (Überschrift des Artikels). Zu dem gleichen Ergebnis kamen auch Peckett et al.³¹ im Jahre 2004, nachdem sie 26 Patienten mit einem symptomatischen Os meso-akromiale untersucht und operiert hatten. Alle 26 waren zunächst wegen Impingementsymptomen behandelt worden, 17 davon zeigten später eine manifeste Ruptur der

Rotatorenmanschette. Hutchinson et al.²², Wright et al.³⁹, Armengol et al.¹ und Bigliani et al.⁵ waren ebenfalls der Ansicht, dass ein Os akromiale eine potentielle Ursache für Schulterschmerzen ist und subakromiales Impingement sowie Rupturen der Rotatorenmanschette verursachen kann. Im Gegensatz dazu beschreibt z.B. Burkhart⁹ den Fall eines radiologisch gesicherten asymptomatischen Os akromiale bei einem erwachsenen Patienten. Aber auch andere, so z.B. Peckett et al.³¹ berichten vom Vorkommen asymptomatischer Ossa akromialia. Böhm et al.⁶ untersuchten 2003 zwölf asymptomatische Ossa akromialia im Ultraschall und fanden nur in einem einzigen Fall eine Ruptur der Rotatorenmanschette. Die Diskrepanz zwischen den häufigen Aussagen über die pathogenetische Bedeutung des Os akromiale und dem Vorkommen asymptomatischer Ossa akromialia zeigt, dass das Os akromiale immer noch eine unklare Rolle bei der Entstehung von Schultererkrankungen spielt.

Unsere Studie an 1000 Schultern mit einer Ruptur der Rotatorenmanschette bekräftigt die Ergebnisse von Mudge et al.²⁸, die unter 145 Patienten mit Rotatorenmanschettenruptur ebenfalls eine Inzidenz von 6,2 % für ein Os akromiale fanden. Folglich ist die Häufigkeit eines Os akromiale bei Patienten mit Ruptur der Rotatorenmanschette geringer als bei 1888 Leichenpräparaten mit unklarem Status der Rotatorenmanschette, die auf ein Os akromiale untersucht wurden^{12,29,36}. Diese anatomischen Studien zeigten, wie bereits erwähnt, Inzidenzen um die 8 % und konnten die Aussagen von Barbiera² nicht unterstützen, wonach ein Os akromiale zur Ruptur der Rotatorenmanschette führt.

Es zeigte sich weiterhin, dass das Vorhandensein eines Os akromiale die Anzahl der betroffenen Sehnen bei einer Ruptur der Rotatorenmanschette nicht beeinflusst. Der Durchschnitt der betroffenen Sehnen bei Patienten ohne Os akromiale war 1,43 Sehnen, der bei Patienten mit Os akromiale 1,45.

Sammarco³⁶ beschreibt 2000 in seiner Arbeit eine ungleiche Geschlechtsverteilung des Os akromiale, da es in seiner Studie bei Männern häufiger vorkam als bei Frauen. Das konnte mit dieser Studie nicht bestätigt werden. Für Frauen, wie auch für Männer mit Rotatorenmanschettenruptur wurde gleichermaßen eine Inzidenz von 6,2 % ermittelt. Der Unterschied könnte

mit dem unterschiedlichen Patientengut zusammenhängen und mit der Tatsache, dass wir eine ausschließlich weiße Population untersucht haben. Sammarco³⁶ hingegen untersuchte eine gemischte Population und fand eine Inzidenz des Os akromiale von 13,2 % bei Schwarzen, wobei er keine Aussage über die Geschlechtsverteilung von Schwarzen und Weißen traf. Da der Quotient der Geschlechtsverteilung weiblich/männlich in unserer Studie bei Rotatorenmanschettenrupturen mit und ohne Os akromiale 0,38 war, konnte keine unterschiedliche Verteilung bei den Geschlechtern festgestellt werden.

Gumina et al.¹⁹ beschreibt Lagebeziehungen zwischen dem Os akromiale und der anatomischen Position des Akromioklavikulargelenkes. Demnach sollte die Inzidenz der Ossa akromialia mit zunehmendem Abstand zwischen dem anterioren Anteil des Akromions und dem AC-Gelenk steigen. Dieser Zusammenhang zwischen dem Os akromiale und der anatomischen Position des AC-Gelenks konnte in unserer Studie nicht bestätigt werden. Das Hauptproblem lag darin, dass 67 % der Ossa meso-akromialia nicht in eine der drei Gruppen nach Edelson und Taitz¹¹ bzw. Gumina et al.¹⁹ eingeteilt werden konnten. Lediglich bei 5 % der Ossa meso-akromialia verlief die unverknöcherte Lücke des Os acromiale nicht im Bereich des AC-Gelenks. Diese konnten als „intermediate“- Typ angesehen werden. Bei allen übrigen Ossa meso-akromialia verlief die Lücke des Os akromiale zwar im Bereich des AC-Gelenks, doch konnten nur 28 % als sog. „cobra“- Typ eingeteilt werden, da der Rest einen zu geringen Abstand zum anterioren Anteil des Akromions aufwies. Der „cobra“- Typ ist jedoch nach Gumina et al.¹⁹ der einzige, bei dem das Os akromiale im Bereich des AC-Gelenks liegt. Demzufolge blieben 67 % der von uns gefundenen Ossa akromialia als eine Mischform aus „intermediate“- Typ und „cobra“- Typ ohne exakte Einteilung in diese Klassifikation.

Die Einteilung nach Gumina et al.¹⁹ erscheint somit, anhand der in dieser Arbeit gefundenen Daten, als nicht geeignet.

4.3 Diskussion der Ergebnisse der Sonographiestudie im Literaturvergleich

Über die Häufigkeit des Os akromiale bei asymptomatischen Probanden, also einer Population ohne Beschwerden mit den Schultergelenken, ist bisher nicht viel bekannt. Lediglich bei Burkhart⁹, Boehm et al.⁶ und Peckett³¹ wird, wie bereits erwähnt, von asymptomatischen Ossa akromialia berichtet. Eine Aussage über die Häufigkeit des Os akromiale war in diesen Fällen allerdings nicht möglich.

Eine mögliche Erklärung für diese spärlichen bzw. fehlenden Untersuchungsergebnisse liefert die genaue Betrachtung der bisherigen Studien zur Untersuchung der Inzidenz des Os akromiale. Es handelte sich entweder um radiologische oder aber anatomische Studien. Da jedoch einerseits eine radiologische Untersuchung der Schulter nur bei bestehenden Symptomen gerechtfertigt ist, andererseits aber die Frage nach Beschwerden oder Verletzungen im Bereich der Schulter in anatomischen Studien nicht mehr hinreichend geklärt werden kann, bleiben diese Studien eine Aussage über asymptomatische Ossa akromialia schuldig.

Böhm et al.⁷ fanden 2002 mit der Ultraschalluntersuchung eine Möglichkeit beide Fragen, die für diesen Teil der Studie wichtig waren, beantworten zu können. Mit diesem Verfahren war es möglich, einerseits festzustellen, ob subjektiv asymptomatische Schultergelenke auch objektiv keine asymptomatische Rotatorenmanschettenruptur hatten und andererseits ein Os akromiale ohne Strahlenbelastung zu diagnostizieren oder auszuschließen.

Die darauf aufgebaute Untersuchung von 1000 asymptomatischen Schultern mit sonographisch intakter Rotatorenmanschette lieferte eine Inzidenz für asymptomatische Ossa akromialia von 3,3 %. Vergleichszahlen über asymptomatische Ossa akromialia fehlen aus oben genannten Gründen in der Literatur. Im Vergleich zu den Studien an Patienten mit Erkrankungen der Rotatorenmanschette von Mudge et al.²⁸ und Jerosch et al.²³ mit Inzidenzen von 6,2 % bzw. 9,8 % ist die Inzidenz der asymptomatischen Ossa akromialia

deutlich geringer. Ebenso deutlich verhält sich der Unterschied zu den neueren anatomischen Studien ^{11,29,36}, die von einer Häufigkeit um die 8 % ausgehen.

Das bei Sammarco ³⁶ beschriebene gehäufte Vorkommen des Os akromiale bei Männern, das schon in der Röntgenstudie nicht gezeigt werden konnte, konnte auch in der Sonographiestudie nicht bestätigt werden. Wie schon in der ersten Studie zeigten sich auch hier ähnliche Werte bei Frauen und Männern, wobei die Häufigkeit des Os akromiale bei Frauen mit 3,9 % sogar etwas größer war als die bei Männern mit 3,1 %.

Im Gegensatz dazu ließen sich die Ergebnisse von Sammarco ³⁶ im Bezug auf das beidseitige Vorkommen eines Os akromiale bekräftigen. Er errechnete eine Häufigkeit von 33 % der Ossa akromialia mit beidseitigem Vorkommen. Bei unserer Studie erhielten wir einen Wert von 34,5 %. Damit war die Inzidenz des beidseitigen Vorkommens in unserer Studie etwas niedriger als bei Nicholson et al. ²⁹, Edelson et al. ¹¹, Becker ³ und Böhm et al. ⁶, die von Inzidenzen zwischen 40 und 48 % berichten und viel niedriger als bei Liberson ²⁵, der sogar 62 % beidseitige Ossa akromialia fand.

Anhand von 110 Probanden, die in der Ultraschalluntersuchung eine Ruptur der Rotatorenmanschette aufwiesen und so aus der initialen Studie ausgeschlossen wurden, lässt sich in dieser Studie auch eine Aussage über die Inzidenz des Os akromiale bei Rotatorenmanschettenruptur treffen. Hier zeigte sich bei sechs Ossa akromialia unter 110 Probanden eine Häufigkeit von 5,5 %. Dieser Wert korreliert besser mit der in der Röntgenstudie festgestellten Häufigkeit von 6,2 % für ein Os akromiale bei Rotatorenmanschettenruptur als mit der Häufigkeit von 3,3 % im asymptomatischen Kollektiv mit intakter Rotatorenmanschette und unterstützt somit die dort getroffenen Aussagen über die Inzidenzen des Os akromiale.

4.4 Schlussfolgerungen aus beiden Studien

Vergleicht man die Ergebnisse der beiden Studien, so zeigt sich ein recht deutlicher Unterschied im Bezug auf die Inzidenz eines Os akromiale. Tritt es bei Patienten mit einer Ruptur der Rotatorenmanschette noch mit einer Häufigkeit von 6,2 % auf, so zeigt sich bei asymptomatischen Probanden mit intakter Rotatorenmanschette lediglich eine Häufigkeit von 3,3 %. Dies stellt einen statistisch signifikanten Unterschied dar ($p=0,002$).

Folglich tritt ein Os akromiale im Zusammenhang mit einer Rotatorenmanschettenruptur nahezu doppelt so häufig auf, wie bei asymptomatischen, gesunden Probanden.

Es scheint also tatsächlich so, als sei ein Os akromiale keine bloße anatomische Variante ohne jeglichen Krankheitswert, sondern durchaus in der Lage bei der Entstehung einer Rotatorenmanschettenruptur mitzuwirken, was bereits bei mehreren Autoren diskutiert wurde ^{1,5,22,28,39}. Das Ergebnis lässt freilich keine allgemeingültige Aussage über die Entstehung einer Ruptur der Rotatorenmanschette bei Patienten mit Os akromiale zu. Wie auch in anderen Publikationen, so z.B. bei Burkhart ⁹ oder Jerosch ²³, die in einem Os akromiale eher eine anatomische Variante sehen, welche nicht automatisch der operativen Behandlung bedürfe, finden sich in unserer Studie 33 Probanden, die zwar ein Os akromiale aufweisen, jedoch ohne jede Affektion des Schultergelenkes. Aus diesem Grund kann ein Os akromiale natürlich nur als möglicher Kofaktor bei der Entstehung einer Rotatorenmanschettenruptur angesehen werden. Offensichtlich scheint ein gewisses Zusammenspiel mehrerer Faktoren von pathogenetischer Bedeutung zu sein.

Die genaue Bedeutung des Os akromiale im Rahmen dieses Pathomechanismus kann mit der vorliegenden Studie nicht gezeigt werden.

Es bedarf somit weiterer Untersuchungen, um den exakten Zusammenhang zwischen stabilem oder instabilem Os akromiale und einer Ruptur der Rotatorenmanschette bei der Entstehung einer Schulterpathologie zu klären.

Letztendlich sollte jedoch das Wissen um die Rolle des Os akromiale als möglicher Kofaktor bei der Entstehung einer Rotatorenmanschettenruptur auch in die präoperative Entscheidungsfindung einfließen und über eine eventuelle Mitversorgung des Os akromiale entscheiden. In den Fällen, bei denen eine symptomatische Kombination eines instabilen (mobilen) Os akromiale und einer Ruptur der Rotatorenmanschette besteht, sollte der Operateur, nach Warner et al.³⁸, beides behandeln. Zu dem gleichen Ergebnis kamen auch Böhm et al.⁷ 2003. Die gleichen Schlussfolgerungen lieferte unsere Studie.

5. Zusammenfassung

Ein Os akromiale ist das seltene Ergebnis einer fehlerhaften bzw. ausgebliebenen Verschmelzung der Epiphyse des anterioren Anteils des Akromions. Die Häufigkeiten eines Os akromiale in der Literatur reichen von 1,3 %²⁵ bis 15 %²⁶.

Das Ziel der Arbeit war letztlich zu zeigen, inwiefern ein Os akromiale als Kofaktor einer Rotatorenmanschettenruptur angesehen werden kann. Eventuelle Unterschiede in der Größe der Rupturen bei Patienten mit und ohne Os akromiale sowie die radiologische Untersuchung der Stellung des Os akromiale zum AC-Gelenk sollten ebenfalls deutlich werden (Röntgenstudie). Dafür wurden zwei Studien, zum einen an Patienten mit und zum anderen an Probanden ohne Ruptur der Rotatorenmanschette, durchgeführt.

Für die erste Studie wurden anhand von Operationsberichten der orthopädischen Universitätsklinik König-Ludwig-Haus 1064 Patienten ausgewählt, die zwischen Januar 1990 und März 2001 wegen einer Ruptur der Rotatorenmanschette operiert wurden. Bei 1000 dieser Patienten konnte, mit Hilfe eines axialen Röntgenbildes, ein Os akromiale nachgewiesen, bzw. ausgeschlossen werden.

Für die Vergleichsgruppe wurden zwischen Dezember 2002 und Februar 2004 555 Probanden sonographisch untersucht, die entweder aus dem stationären oder dem ambulanten Krankengut der Klinik stammten. Die Einschlusskriterien waren intakte, nicht voroperierte Schultergelenke und ein Alter von mindestens 20 Jahren. Nach Beurteilung des Schulterstatus und Diagnose, bzw. Ausschluss eines Os akromiale, mussten 110 Schultern wegen sonographisch nachgewiesener, asymptomatischer Rupturen der Rotatorenmanschette von der Studie ausgeschlossen werden. Auf diese Weise erhielten wir Inzidenzen für ein Os akromiale bei Patienten mit Ruptur der Rotatorenmanschette und bei sowohl subjektiv als auch objektiv gesunden Probanden.

Bei der Auswertung der ersten Studie fanden sich 62 Patienten mit einem Os akromiale, was einer Häufigkeit von 6,2 % entspricht. Es zeigte sich in beiden

Gruppen, mit und ohne Os akromiale, kein nennenswerter, signifikanter Unterschied (p -Werte $>0,05$, siehe Kap. 3.1.2) im Hinblick auf die Anzahl der gerissenen Sehnen. Unter den 62 gefundenen Ossa akromialia waren fünf (8 %) Ossa prä-akromialia und 57 (92 %) Ossa meso-akromialia. Unter diesen 57 Ossa meso-akromialia waren, nach der Einteilung von Gumina et al.¹⁹, kein (0 %) „square tip“, 3 (5 %) „intermediate-shaped acromion“, und 16 (28 %) „cobra-shaped acromion“. 38 (67 %) Patienten konnten nicht nach Gumina et al.¹⁹ klassifiziert werden, da sie eine Mischform aus „intermediate-“ und „cobra-shaped acromion“ zeigten. Deshalb konnten wir die These von Gumina et al.¹⁹ über die Beziehung zwischen der Strecke [anterolaterales Akromion – AC-Gelenk] und der Inzidenz des Os akromiale mit dieser Studie nicht bekräftigen. Unter den 1000 sonographisch untersuchten Schultern, die keinen Defekt in der Rotatorenmanschette zeigten, fanden sich 33 Schultern mit einem Os akromiale. Dies entspricht einer Häufigkeit von 3,3 %. Es zeigte sich auch hier kein signifikanter geschlechtsspezifischer Unterschied der Häufigkeiten eines Os akromiale bei asymptomatischen Probanden.

Bei den 555 beidseits sonographisch untersuchten Probanden fanden sich 39 Ossa akromialia, wobei zehn Probanden ein Os akromiale beidseitig aufwiesen. Dies entspricht einer Häufigkeit von 34,5 % der Probanden mit Os akromiale.

Bei der Einteilung der von uns im Ultraschall gefundenen 33 Ossa akromialia nach der Lokalisation der fehlenden Verknöcherung in Os prä-, meso-, bzw. meta-akromiale waren es 32 (97 %) Ossa meso-akromialia und ein (3 %) Os prä-akromiale. Bei der Einteilung in die drei Typen nach Böhm et al.⁶ fanden wir unter den 32 (ein Os akromiale konnte wegen der Bildqualität nicht zur späteren Beurteilung herangezogen werden!) Ossa akromialia 6 (18,7 %), die dem Typ I, 19 (59,4 %), die dem Typ II und 7 (21,9 %), die dem Typ III zugeordnet werden konnten. Es zeigte sich hier wie bei Böhm et al.⁶ eine deutliche Dominanz der Typ II – Morphologie.

Zuletzt wurden noch die 110 Schultern mit asymptomatischer Ruptur der Rotatorenmanschette betrachtet. Bei diesen Schultern fanden sich sonographisch sechs Ossa akromialia. Dies entspricht einer Häufigkeit von 5,5 % der Probanden. Vergleicht man die Ergebnisse der beiden Studien, so zeigt

sich ein recht deutlicher Unterschied im Bezug auf die Inzidenz eines Os akromiale. Tritt es bei Patienten mit einer Ruptur der Rotatorenmanschette noch mit einer Häufigkeit von 6,2 % auf, so zeigt sich bei asymptomatischen Probanden lediglich eine Häufigkeit von 3,3 %, was einen statistisch signifikanten Unterschied darstellt ($p=0,002$). Es scheint folglich so zu sein, dass ein Os akromiale durchaus als Kofaktor bei der Entstehung der Rotatorenmanschettenruptur angesehen werden kann. Offensichtlich ist jedoch ein gewisses Zusammenspiel mehrerer Faktoren von pathogenetischer Bedeutung, worauf nicht zuletzt die 33 beschwerdefreien Probanden hinweisen. Aus diesem Wissen heraus halten wir die operative Mitversorgung des Os akromiale für sinnvoll, wenn eine symptomatische Kombination eines instabilen (mobilen) Os akromiale und einer Ruptur der Rotatorenmanschette vorliegt. Eine Indikation zur operativen Versorgung besteht außerdem bei symptomatischem Os akromiale, auch ohne Rotatorenmanschettenruptur^{22,39}.

6. Literaturverzeichnis

1. Armengol, J.; Brittis, D.; Pollock, R. G.; and al., e.: The association of an unfused acromial epiphysis with tears of the rotator cuff: a review of 42 cases. *J Shoulder Elbow Surg*, 3: 14, 1994.
2. Barbiera, F.; Bellissima, G.; Iovane, A.; and De Maria, M.: OS acromiale producing rotator cuff impingement and rupture. A case report. *Radiol Med (Torino)*, 104: 359-62, 2002.
3. Becker, F.: Das Os acromiale und seine Differentialdiagnosen. *Fortschr. Geb. Roentgen*, 49: 135-142, 1934.
4. Bernadeau, M.: Los acromial. *Thesis*, 7, 1907.
5. Bigliani, L. U.; Ticker, J. B.; Flatow, E. L.; Soslowky, L. J.; and Mow, V. C.: The relationship of acromial architecture to rotator cuff disease. *Clin Sports Med*, 10: 823-38, 1991.
6. Boehm, T. D.; Kenn, W.; Matzer, M.; and Gohlke, F.: Ultrasonographic appearance of os acromiale. *Ultraschall Med*, 24: 180-3, 2003.
7. Boehm, T. D.; Matzer, M.; Brazda, D.; and Gohlke, F. E.: Os acromiale associated with tear of the rotator cuff treated operatively. Review of 33 patients. *J Bone Joint Surg Br*, 85: 545-9, 2003.
8. Bosworth, B. M.: Complete acromioclavicular dislocation. *N Engl J Med*, 241: 221-225, 1949.
9. Burkhart, S. S.: Os acromiale in a professional tennis player. *Am J Sports Med*, 20: 483-4, 1992.
10. Dihlmann, W.: Gelenke-Wirbelverbindungen. *Thieme Verlag Stuttgart/New York*, 1987.
11. Edelson, J. G., and Taitz, C.: Anatomy of the coraco-acromial arch. Relation to degeneration of the acromion. *J Bone Joint Surg Br*, 74(4): 589-94, 1992.
12. Edelson, J. G.; Zuckerman, J.; and HersHKovitz, I.: Os acromiale: anatomy and surgical implications. *J Bone Joint Surg Br*, 75: 551-5, 1993.

13. Gohlke, F., Müller, Th.: Stellenwert der Sonographie in Eulert, J., und Hedtmann, A.: Das Impingement-Syndrom der Schulter. *Georg Thieme Verlag Stuttgart/New York*: 52-56, 1996.
14. Gagey, N.; Ravaud, E.; and Lassau, J. P.: Anatomy of the acromial arch: correlation of anatomy and magnetic resonance imaging. *Surg Radiol Anat*, 15: 63-70, 1993.
15. Granieri, G. F., and Bacarini, L.: A little-known cause of painful shoulder: os acromiale. *Eur Radiol*, 8: 130-3, 1998.
16. Grasso, A.: The incidence and role of the os acromiale in the acromiohumeral impingement syndrome. *Radiol Med (Torino)*, 84: 567-70, 1992.
17. Gray, H.: Anatomy of the human body. *Philadelphia; Lea & Febinger*, 1930.
18. Gruber, W.: Über die Arten der Akromialknochen und accidentellen Akromialgelenke. *Arch Anat Physiol und Wissensch Med*: 373-87, 1863.
19. Gumina, S.; De Santis, P.; Salvatore, M.; and Postacchini, F.: Relationship between os acromiale and acromioclavicular joint anatomic position. *J Shoulder Elbow Surg*, 12: 6-8, 2003.
20. Henschke, F., Zeiler, G., Reinhold, R.: Relevanz der konventionellen Radiologie in der Traumatologie des Akromioklavikulargelenkes. *Osteologie*, 6: 70-80, 1997.
21. Hertel, R.; Windisch, W.; Schuster, A.; and Ballmer, F. T.: Transacromial approach to obtain fusion of unstable os acromiale. *J Shoulder Elbow Surg*, 7: 606-9, 1998.
22. Hutchinson, M. R., und Veenstra, M. A.: Arthroscopic decompression of shoulder impingement secondary to Os acromiale. *Arthroscopy*, 9: 28-32, 1993.
23. Jerosch, J.; Steinbeck, J.; Strauss, J. M.; und Schneider, T.: Arthroscopic subacromial decompression--indications in os acromiale?. *Unfallchirurg*, 97(2): 69-73, 1994.

24. Lee, D. H.; Lee, K. H.; Lopez-Ben, R.; und Bradley, E. L.: The double-density sign: a radiographic finding suggestive of an os acromiale. *J Bone Joint Surg Am*, 12: 2666-70, 2004.
25. Liberson, F.: Os acromiale: a contested anomaly. *J Bone Joint Surg Am*, 19: 683-9, 1937.
26. Macalister, A.: Notes on the acromion. *J. Anat. and Physiol.*, 27: 245-51, 1893.
27. McClure, J. G., and Raney, R. B.: Anomalies of the scapula. *Clin Orthop*, 110: 22-31, 1975.
28. Mudge, M. K.; Wood, V. E.; und Frykman, G. K.: Rotator cuff tears associated with os acromiale. *J Bone Joint Surg Am*, 66: 427-9, 1984.
29. Nicholson, G. P.; Goodman, D. A.; Flatow, E. L.; und Bigliani, L. U.: The acromion: morphologic condition and age-related changes. A study of 420 scapulas. *J Shoulder Elbow Surg*, 5: 1-11, 1996.
30. Park, J. G.; Lee, J. K.; und Phelps, C. T.: Os acromiale associated with rotator cuff impingement: MR imaging of the shoulder. *Radiology*, 193: 255-7, 1994.
31. Peckett, W. R.; Gunther, S. B.; Harper, G. D.; Hughes, J. S.; and Sonnabend, D. H.: Internal fixation of symptomatic os acromiale: a series of twenty-six cases. *J Shoulder Elbow Surg*, 13(4): 381-5, 2004.
32. Platzer, W.: Taschenatlas der Anatomie (Band 1, Bewegungsapparat). *Kahle, W., Leonhardt H., Platzer, W., Thieme Verlag Stuttgart/New York*, 1987.
33. Rauber, A., Kopsch, F.: Anatomie des Menschen, Lehrbuch und Atlas(Band 1, Bewegungsapparat). *Leonhardt, H., Tillmann, B., Töndury, G. (Hrsg.), Thieme Verlag*, 1987.
34. Richman, N.; Curtis, A.; und Hayman, M.: Acromion-splitting approach through an os acromiale for repair of a massive rotator cuff tear. *Arthroscopy*, 13: 652-5, 1997.
35. Rockwood, C. A., Green, D: Fractures in adults. *Lipincott Philadelphia*, 1984.

36. Sammarco, V. J.: Os acromiale: frequency, anatomy, and clinical implications. *J Bone Joint Surg Am*, 82: 394-400, 2000.
37. Satterlee, C. C.: Successful osteosynthesis of an unstable mesoacromion in 6 shoulders: a new technique. *J Shoulder Elbow Surg*, 8: 125-9, 1999.
38. Warner, J. J.; Beim, G. M.; und Higgins, L.: The treatment of symptomatic os acromiale. *J Bone Joint Surg Am*, 80: 1320-6, 1998.
39. Wright, R. W.; Heller, M. A.; Quick, D. C.; und Buss, D. D.: Arthroscopic decompression for impingement syndrome secondary to an unstable os acromiale. *Arthroscopy*, 16: 595-9, 2000.
40. Zanca, P.: Shoulder pain: involvement of the acromioclavicular joint. (Analysis of 1,000 cases). *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med*, 112: 493-506, 1971.

7. Anhang

Abbildungen

- Abb. 1: Die normale Anatomie des Schultergelenkes
- Abb. 2: Die verschiedenen Typen eines Os akromiale
- Abb. 3a: Darstellung eines Os akromiale im MRT in frontaler Schnittebene
- Abb. 3b: Darstellung eines Os akromiale einer 54-jährigen Patientin in para - transversaler Schnittebene
- Abb. 4a: Darstellung einer Zuggurtungs - Osteosynthese eines Os akromiale in einer axialen Röntgenaufnahme
- Abb. 4b: Darstellung einer Zuggurtungs - Osteosynthese eines Os akromiale in einer ap – Röntgenaufnahme
- Abb. 5: Altersverteilung der 1000 Patienten mit Ruptur der Rotatorenmanschette
- Abb. 6: Altersverteilung der 521 asymptomatischen Probanden
- Abb. 7a: Aufnahme eine Os meso-akromiale im p.a.-Strahlengang
- Abb. 7b: Axiale Aufnahme eines Os akromiale
- Abb. 8a: Anatomische Verhältnisse bei der sonographischen Untersuchung eines Os akromiale
- Abb. 8b: Der Schallkopf wird, unter Verwendung einer 0,7 cm dicken, befeuchteten Polyacrylamid-agarplatte als Verbindungsmedium, im rechten Winkel auf den zu erwartenden Spalt im Akromion gehalten
- Abb. 9: Altersverteilung der 62 Patienten mit Ruptur der Rotatorenmanschette und Os akromiale
- Abb. 10a: Axiale Aufnahme eines Os prä-akromiale
- Abb. 10b: Axiale Aufnahme eines Os meso-akromiale
- Abb. 10c: Axiale Aufnahme eines Os meta-akromiale
- Abb. 11: Einteilung der Ossa akromialia von Gumina et al.¹⁹ nach Edelson und Taitz¹¹

- Abb. 12: Graphische Darstellung zu Tab. 3
- Abb. 13: Häufigkeit der verschiedenen Formen von Ossa akromialia in der modifizierten Einteilung nach Gumina et al.¹⁹
- Abb. 14: Axiale Aufnahme des Os meso-akromiale einer 54-jährigen Patientin, das nicht exakt einem Typ nach Gumina et al. zugeordnet werden konnte
- Abb. 15: Altersverteilung der asymptomatischen Probanden mit 33 Ossa akromialia im Ultraschall
- Abb. 16: Graphische Darstellung der Häufigkeiten eines Os akromiale im Bezug auf ein- bzw. beidseitiges Vorkommen
- Abb. 17a: Darstellung eines Os meso-akromiale mit einer Spaltbreite von 4,3 mm zwischen Akromion und Os akromiale (hier Typ II) im Ultraschall
- Abb. 17b: Darstellung eines Os prä-akromiale mit einer Spaltbreite von 3,3 mm zwischen Akromion und Os akromiale (hier Typ III) im Ultraschall
- Abb. 18a: Ultraschalldarstellung eines Typ I - Os akromiale mit flachen Rändern und einer Spaltbreite von 3,4 mm zwischen Akromion und Os akromiale
- Abb. 18b: Ultraschalldarstellung eines Typ II - Os akromiale mit osteophytären Anbauten und einer Spaltbreite von 3,4 mm zwischen Akromion und dem Os akromiale
- Abb. 18c: Ultraschalldarstellung eines Typ III - Os akromiale mit invertierten Rändern und einer Spaltbreite von 5,2 mm zwischen Akromion und dem Os akromiale
- Abb. 19: Graphische Darstellung zu Tab. 5

Tabellen

- Tab. 1: Anzahl der gerissenen Sehnen der Rotatorenmanschette bei Patienten ohne und mit Os akromiale

- Tab. 2: Die verschiedenen Typen der Ossa akromialia in unserem Patientenkollektiv (im axialen Röntgenbild)
- Tab. 3: Die verschiedenen Typen der Ossa akromialia nach Gumina et al.¹⁹ in unserem Patientenkollektiv
- Tab. 4: Die verschiedenen Typen der Ossa akromialia in unserem Patientenkollektiv (im Ultraschall)
- Tab. 5: Die verschiedenen Typen der Ossa akromialia im Ultraschall nach Böhm et al.⁶ in unserem Probandenkollektiv
- Tab. 6: Anzahl der gerissenen Sehnen der Rotatorenmanschette bei Probanden ohne und mit Os akromiale im Ultraschall
- Tab. 7: Zusammenfassung von Häufigkeiten des Os akromiale in der Literatur

Abkürzungen:

- AC – Gelenk: Akromioklavikulargelenk
- a.-p. – Aufnahme: anterior – posterior Aufnahme
- Abb.: Abbildung
- CT: Computertomographie
- ISP: Musculus infraspinatus
- Kap.: Kapitel
- Lig.: Ligamentum
- Ligg.: Ligamenta
- M.: Musculus
- MRT: Magnetresonanztomographie
- OA: Os akromiale
- SSC: Musculus subscapularis
- SSP: Musculus supraspinatus
- ISP : Musculus infraspinatus
- Tab. :Tabell

Danksagung

Herrn Direktor Professor Dr. med. Jochen Eulert danke ich zunächst für die Möglichkeit an seiner Klinik die vorliegend Studie durchführen zu können. Außerdem möchte ich mich recht herzlich für die freundliche Übernahme des Koreferates bedanken.

Herrn Professor Dr. med. Frank Gohlke danke ich recht herzlich für die Vergabe des interessanten Dissertationsthemas, die freundliche Übernahme des Referates sowie die hilfreichen Ratschläge bei der Entstehung der Arbeit.

Herrn Privatdozent Dr. med. Thomas Dirk Böhm gilt mein ganz besonderer Dank. Ohne seine geduldige, inspirative und vor allem freundschaftliche Betreuung sowie die ständige Diskussionsbereitschaft und prompte Verfügbarkeit wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.

Meinen Eltern und meiner Schwester, sowie meiner ganzen Familie, möchte ich von ganzem Herzen danken, dass sie mir in allen Lebenslagen liebevoll mit Rat und Tat zur Seite stehen, mein Studium finanziert haben und stets an mich glauben. Danke auch für das Korrekturlesen der Arbeit.

Außerdem möchte ich Silvia für die Hilfe, die Aufmunterungen und die sehr hilfreichen Ratschläge beim Formatieren sowie der Durchsicht meiner Arbeit ganz herzlich danken.

Zuletzt danke ich in memoriam meiner lieben Oma Angela und meiner lieben Tante Anna für all ihre Unterstützung.

LEBENS LAUF

Angaben zur Person

Name: Frank Martetschläger
Wohnort: Hebelstr. 21
68161 Mannheim
Tel.: 0179/6785022

Geburtstag und -ort: 09.08.1977 in Würzburg
Familienstand: ledig
Nationalität: deutsch
Konfession: r./k.

Schulbildung

09/1984 – 07/1988 Grundschole Margetshöchheim
09/1988 – 06/1997 Friedrich-Koenig-Gymnasium Würzburg
Juni 1997 Allgemeine Hochschulreife

Zivildienst

08/1997 – 09/1998 Krankenpflegehelfer in der Missionsärztlichen Klinik
Würzburg

Nebentätigkeiten

1995 – 1999 Angestellter der Firma Jungbauer&Kohrmann
1998 - 2005 Angestellter in der Würzburger Gastronomie
10/1998 – 03/1999 Angestellter als Pflegehelfer in der
Missionsärztlichen Klinik Würzburg

Berufsausbildung

11/1999 – 11/2005 Studium der Humanmedizin an der Bayerischen
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
08/2001 Ärztliche Vorprüfung, Universität Würzburg
08/2002 Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung, Universität
Würzburg
08/2004 Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung, Universität
Würzburg
18.10.2004 - 06.02.2005 Erstes Tertial des Praktischen Jahres im Fach
Chirurgie in der Missionsärztlichen Klinik, Universität
Würzburg
07.02. - 29.05.2005 Zweites Tertial des Praktischen Jahres im Fach
Orthopädie im Koenig-Ludwig-Haus, Universität
Würzburg

30.05. – 18.09.2005 Drittes Tertial des Praktischen Jahres im Fach Innere Medizin in der Missionsärztlichen Klinik, Universität Würzburg

Arbeitsstätte

01.03.2006 – 31.05.2007 Assistenzarzt im Orthopädisch-Unfallchirurgischen Zentrum der Universitätsklinik Mannheim
Direktor Prof. Dr. H.-P. Scharf

Seit 01.06.2007 Assistenzarzt in der ATOS – Praxisklinik, Abt. Schulter- und Ellenbogenchirurgie bei Prof. Dr. Habermeyer/Dr. Lichtenberg/Dr. Magosch

Sonstige

Fremdsprachen: Englisch in Wort und Schrift
Französisch(Grundlagenkenntnisse)
Latein (Leistungskurs)

Würzburg, 12.02.2008

F. Martetschläger