

Strukturelle Befunde am Lig. coracoacromiale bei Rotatorenmanschettenruptur, Tendinosis calcarea und Supraspinatussyndrom

R. Putz, A. Reichelt

Anatomische Anstalt München, Lehrstuhl I (Vorstand: Univ. Prof. Dr. med. Reinhard Putz)
Abteilung Orthopädie, Universitätsklinikum Freiburg (Direktor: Univ. Prof. Dr. med. Achim Reichelt)

Zusammenfassung

An 133 Operationspräparaten wird die Anheftungszone des Lig. coracoacromiale am Acromion histomorphologisch untersucht. 85% der Präparate weisen Zeichen einer mittel- bis hochgradigen Degeneration auf, in 67% bis 85% der Fälle zeigt sich eine chondroide Metaplasie im Ursprungsbereich. Der Vergleich der drei Krankheitsbilder ergibt keine signifikanten Unterschiede. Es ist daher davon auszugehen, daß bei diesen Erkrankungen lokaler intermittierender Druck auf den Ursprungsbereich des Lig. coracoacromiale in einer Größenordnung ausgeübt wird, der zum chondroiden Umbau des Bandes, auch über die eigentliche Anheftungszone hinaus führt.

Structural Findings in the Coracoacromial Ligament in Rupture of Rotator Cuffs, Tendinosis calcarea, and Calcareous Tendonitis Syndrome

Coracoacromial ligaments from 133 operation specimens were examined histomorphologically near their acromial attachments. 85% showed signs of moderate to severe degeneration, 67% to 85% chondroid metaplasia near the origin. No significant differences were found between specimens brought to operation for the three diseases mentioned. It is therefore concluded that an intermittent local pressure on the origin of the ligament is present in these diseases, and this can lead to chondroid changes near its acromial attachment.

Einleitung

Die knöchernen Fortsätze des Fornix humeri, Acromion und Proc. coracoideus, stellen weit vorragende Muskelursprünge dar, die vor allem den zum Arm ziehenden Muskeln zu einem günstigeren Drehmoment verhelfen. Das Lig. coracoacromiale scheint dabei für beide Fortsätze je nach Art der Stellung im Schultergelenk wechselweise als Zuggurtung zu dienen. Nach Tichy et al. (1985) soll das Band vor allem eine Sicherung für den Proc. coracoideus bei der Aktion des M. pectoralis minor dar-

stellen. Nach unserer Auffassung steht eher die Schutzfunktion für das Acromion im Vordergrund (Putz et al. 1987), was wir aus dem wesentlich höheren Biegegrad des Acromions nach experimenteller Durchtrennung des Bandes geschlossen haben. Dies wird auch von Wasmer et al. (1985) unterstützt, die auf Grund von Zugversuchen eine dynamische Gurtungsfunktion des Bandes für wahrscheinlich halten.

Unterhalb des Fornix humeri zieht der M. supraspinatus aus der Fossa supraspinata über den Humeruskopf und die Gelenkkapsel hinweg zur oberen Facette des Tuberculum majus. Die Supraspinatussehne ist beim jüngeren Menschen vom Lig. coracoacromiale und vom Acromion durch lockeres Verschiebewebe, mit zunehmendem Lebensalter durch die großräumige Bursa subacromialis getrennt. Im Bewegungsablauf der Abduktion nach lateral und dorsal, der in der einschlägigen Literatur ausführlich dargestellt ist (Laumann, 1986; Perry, 1988), „schlägt“ die obere Facette des Tuberculum majus an die Außen- bzw. Unterkante des Fornix humeri. Je nach individueller Bewegungsführung wird dabei mehr das Acromion oder der hintere Anteil des Bandes komprimiert. Das Ausmaß der einwirkenden lokalen Kraft hängt von der relativen Position des Humeruskopfes zum Fornix humeri ab und ist bei a priori bestehendem Hochstand des Kopfes naturgemäß wesentlich größer. Die beim Bewegungsablauf und häufig auch in Ruhe (Nachtschmerz!) auftretenden Schmerzen führen den Patienten zum Orthopäden.

Es hat sich deshalb als weitverbreitete Operationsmethode eingeführt, daß bei den geschilderten Fällen, bei denen es zu einer Einengung des Raumes zwischen Humeruskopf und Fornix humeri gekommen ist, eine operative Entfernung von Teilen des Acromions und des Lig. coracoacromiale vorgenommen wird (u.a. Neer, 1972; Reichelt, 1981). Die histologischen Veränderungen in derartigen Operationspräparaten sollen im folgenden vorgestellt und aus den Befunden gezogene Rückschlüsse diskutiert werden.

Material und Methode

Grundlage der Untersuchung bildeten 133 Operationspräparate, die auf Grund der klinischen Diagnose einer „Rotatorenmanschettenruptur (R.M.R.)“, einer „Tendinosis calcarea (T.C.)“ oder eines „Supraspinatus-Syndroms (S.S.)“ mit einer standardisierten Operationsmethode entfernt worden waren (Tab. 1; Reichelt,

1981; Eulert et al. 1981; Gerber et al. 1985). Die Präparate wurden auf Korken gespannt, in 4%igem Formaldehyd fixiert, entkalkt und anschließend in Paraffin für die histologische Schnittherstellung eingebettet. Bei einigen Präparaten erfolgte die Einbettung in Methylmethacrylat. Gefärbt wurde mit Hämatoxylin-Eosin, Azan und Alzianblau. Besonders wurde darauf geachtet, daß die histologische Schnittebene möglichst exakt mit der Sagittalebene übereinstimmte.

Für die lichtmikroskopische Auswertung wurde ein Beurteilungsschema erstellt, in dem jeweils bis zu drei Punkte für die quantitative Bewertung einer etwaigen lokalen chondroiden Metaplasie sowie von degenerativen Veränderungen vergeben wurden. Drei Bereiche wurden untersucht: der knochenahne Bereich an der Unterseite des Acromions, der dorsale Teil des Bandes und der ventrale Teil des Bandes (Tab. 2).

Die Ergebnisse an den Operationspräparaten wurden mit 5 ausgewählten Präparaten von jüngeren Personen verglichen, die keinerlei Veränderungen im Bereich der sogenannten Rotatorenmanschette aufwiesen.

Ergebnisse

Aus den makroskopischen Befunden der Operationspräparate und dem Vergleich mit anatomischen Präparaten ergab sich, daß das zwischen 25 und 30 mm lange Lig. coracoacromiale (vgl. auch Krämer et al. 1983) an der Unterseite des Acromions entspringt, und zwar ausschließlich im lateralen Bereich bis zu dessen Außenkante (Abb. 1-3). Bei jüngeren Individuen stellt es eine dreiseitige Platte dar, die von der begrenzten Ursprungsstelle nach ventral divergiert und breit am hinteren Umfang des Proc.

coracoideus ansetzt (Abb. 1, 3). Mit zunehmendem Lebensalter wird der zentrale Teil der Platte rarifiziert, so daß ein lateraler und ein medialer Strang bestehen bleiben, die den Proc. coracoideus ca. 1 cm voneinander entfernt erreichen. Faßt man dies als Rückbildungsprozeß auf, wird verständlich, daß schließlich nur der laterale Bandzug übrigbleibt, der tangential von der Unter-/Außenkante des Acromions zur Spitze des Proc. coracoideus zieht.

Ein Vergleich der Präparate ergab, daß nahezu alle entfernten Bänder (85%–88%) Zeichen einer mittel- bis hochgradigen Degeneration in Form von Destruktionen und Gefügestörungen aufwiesen (Tab. 2). Sehr häufig fanden sich innerhalb der Masse des Bandes relativ große arterielle und venöse Blutgefäße in Bindegewebe eingelagert. An der Ober- und auch an der Unterfläche (!) fanden sich in etwa einem Drittel der Fälle dem Band anliegend kleine Nerven, die offensichtlich aus dem N. suprascapularis stammen und vereinzelt bis unter das Acromion reichten.

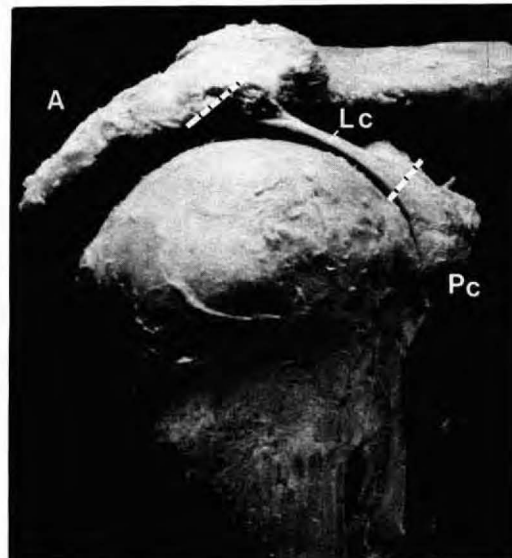


Abb. 1 Rechtes Schultergelenk von lateral, anatomisches Präparat nach Abtragung des M. deltoideus. A. Acromion, Lc Lig. coracoacromiale, Pc Proc. coracoideus. Die strichlierten Linien geben die Schnittstellen bei der Operation an

Tab. 1 Operationspräparate, Altersverteilung der Patienten

Klinische Diagnose	n = 96	Alter (Jahre)	
		\bar{x}	von - bis
Rotatorenmanschettenruptur (RMR)	59	56	42-74
Tendinosis calcarea (TC)	20	44	34-57
Supraspinatussyndrom (SS)	17	47	17-68

Tab. 2 Übersicht über die histologischen Befunde

Klin. Diagnose	n = 96	periostäre Knorpelbildung		Metaplasie	intragamentäre chondroide Metaplasie		intragamentäre Degeneration (bez. auf n)
		nicht ausgew.	Normalbefund		dors. ventr.		
RMR	59	10	9	40 (82%)	25	14	51 (86%)
					80%		
TC	20	5	5	10 (67%)	7	4	17 (85%)
					73%		
SS	17	4	4	11 (85%)	7	1	15 (88%)
					61%		

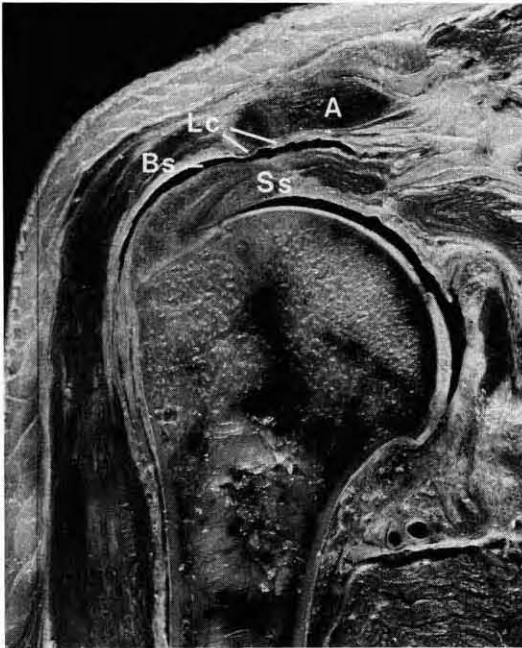


Abb. 2 Frontaler Schnitt durch die Schulterregion. A Acromion, Ss Supraspinatussehne, Bs Bursa subacromialis, Lc Lig. coracoacromiale (Anheftungszone)

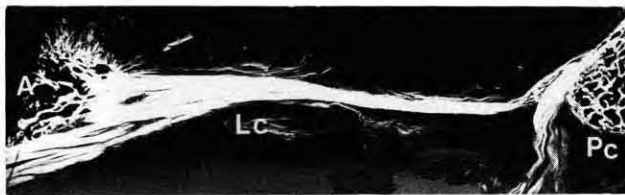
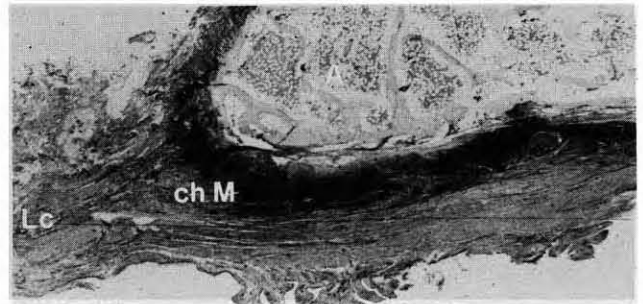


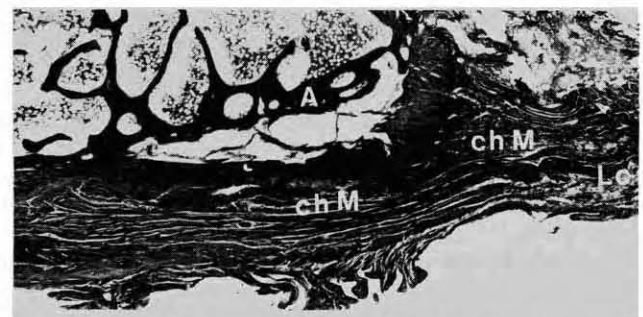
Abb. 3 Sagittaler Schnitt durch den Fornix humeri, anatomisches Präparat, mikroskopisches Bild. A Acromion, Lc Lig. coracoacromiale, Pc Proc. coracoideus

Auch für uns überraschend war der hohe Anteil von Präparaten mit deutlicher chondroider Metaplasie im Ursprungsbereich des Bandes (67%–85%, Tab. 2). In einer begrenzten Anzahl von Fällen erstreckte sich der Gewebsumbau bis gegen die Mitte des Bandes hin. In den Abbildungen 4a und 4b sind zwei Erscheinungsformen des chondroiden Umbaus beispielhaft dargestellt. Gegenüber der Situation an den pathologischen Präparaten fanden sich Knorpelzelleinlagerungen an den Vergleichspräparaten nur in einer schmalen ansatznahen Zone.

Der Vergleich der drei Krankheitsbilder ergab keine signifikanten Unterschiede der Befunde. Von der Tendenz her fanden sich beim Supraspinatussyndrom die ausgedehnteren Degenerationen des Lig. coracoacromiale, während bei der Rotatorenmanschettenruptur eher die chondroide Metaplasie im dorsalen Bandanteil im Vordergrund stand.



a deutliche periössäre chondroide Metaplasie



b ausgedehnte periössäre chondroide Metaplasie, die sich auch in den dorsalen Anteil des Bandes erstreckt

Abb. 4 Histologische Schnitte von Operationspräparaten (Astrablaufärbung, 40fach vergr.). Beispiele histologischer Veränderungen im Ursprungsbereich des Lig. coracoacromiale. A Acromion, Lc Lig. coracoacromiale, ch M chondroide Metaplasie

Diskussion

Der Vergleich makroskopischer Beschreibungen des Bandverlaufes in der Literatur ist deshalb so schwierig, weil das Lig. coracoacromiale eine grundsätzliche Formänderung im Altersablauf durchmacht. Deshalb ist eine Breitenangabe ohne Berücksichtigung des Alters wenig aussagekräftig. Gerade aus der Gegenüberstellung zu anderen Bändern des menschlichen Körpers und zu vergleichend-anatomischen Beschreibungen müssen wir schließen, daß die quantitative Ausbildung des Bandes im engen Zusammenhang zu tatsächlicher, adäquat mechanischer Beanspruchung steht. Mit der Abnahme der körperlichen Spitzenbelastung – auch im Bereich des Schultergelenkes – scheint eine morphologische Rückbildung einherzugehen, die histologisch als Degeneration imponiert.

Aus mechanischen Gründen haben wir zu mindest zwei Anteile am Lig. coracoacromiale zu unterscheiden: den Anheftungs Bereich am Acromion und dessen lateraler Unterfläche sowie das freiliegende Band. Die genaue Differenzierung des acromialen Ursprunges des Lig. coracoacromiale ist deshalb von Bedeutung, weil sich

dar aus die Zuordnung von Osteophyten, wie sie bei entsprechendem Strahlengang im Röntgenbild dargestellt werden können (Claes et al. 1984), ableiten läßt. Verknocherungen des Lig. coracoacromiale können demnach nur an der Vorder- bzw. Außenkante des Acromions entstehen, während vom medialen Bereich des Acromions ausgehende Knochenzacken der Gelenkkapsel des Acromioclaviculargelenkes zugeordnet werden müssen. Bei mazerierten Präparaten läßt sich im lateralen Bereich der Unterseite des Acromions eine ovale, leicht erhabene Fläche (Maurer, 1988) feststellen, die dem Ursprung des Lig. coracoacromiale entspricht.

Normalerweise finden sich in allen Anheftungsstellen von Sehnen Einlagerungen von Knorpelzellen. Dies hat manche Autoren veranlaßt, von einer faserknorpeligen Übergangszone zu sprechen (Schneider, 1956, 1961; Knese, 1979; Tillmann et al. 1982; Benjamin et al. 1986). Küsswetter et al. (1985) haben den Vierzonenaufbau in einer vergleichenden Studie sehr eindrucksvoll dargestellt. Das Auftreten von Knorpelzellen im Anheftungsbe reich wird als Ausdruck einer lokalen hydrostatischen Drucksituation angesehen, wie sie über Vermittlung der lokalen Verflechtung der Sehnenfasern bei der Anspannung der Sehne zustandekommen könnte (Tillmann et al. 1982). Dieser Effekt würde überall dort gesteigert, wo es im Zuge von Bewegungsabläufen zu einer Änderung der Angriffsrichtung der Sehnenfasern am Knochen kommt. Dies ist bei den meisten Sehnenansätzen am menschlichen Körper der Fall.

Demgegenüber stellt das Lig. coracoacromiale eine Verbindung zwischen zwei weitgehend starren Knochenfortsätzen dar. Ein vermehrtes Auftreten von Knorpelzellen im Ursprungsbereich am Acromion kann nicht durch eine Abknickung oder Änderung der Zugrichtung erklärt werden. Für das Entstehen einer ausgedehnten Verknocherung, die über das zu erwartende Auftreten von Knorpelzellen im Bandansatz deutlich hinausgeht, kommt deshalb unseres Erachtens nur die lokale Druckwirkung durch das Tuberculum majus bzw. den Humeruskopf als Erklärung in Frage. Bei einem Hochstand des Humeruskopfes wird schon in der 0-Stellung, besonders jedoch im Ablauf der Abduktion, die Supraspinatussehne an die Außenkante bzw. den äußeren Bereich der Unterfläche des Acromions gepreßt. Dies entspricht dem Ursprungsbe reich des Lig. coracoacromiale.

Berücksichtigt man die Ergebnisse von EMG-Untersuchungen (Laumann, 1986) sowie andere kinesiologische Studien (Perry, 1988), so kommt als Ursache für den Hochstand des Humeruskopfes am ehesten eine neuromuskuläre Fehlsteuerung des Schultergelenkes in Frage. Dabei wird offensichtlich der Durchstoßpunkt der Resultierenden in der Cavitas glenoidalis nach oben verlagert, was zu einer entsprechenden flächenhaften Verschiebung des Humeruskopfes führt, deren Ausmaß vom Fornix humeri begrenzt wird.

Der intermittierende lokale Druck auf den Ursprungsbereich des Lig. coracoacromiale muß als ursächlicher Faktor für die Gewebsveränderung angesehen werden. Dies steht im Einklang mit den Theorien zur Anpassung der Gewebe, die in neuerer Zeit vor allem von Pauwels (1960) und Kummer (1985) vertreten wurden. Ihnen

zufolge ist das lokale Auftreten von Knorpelgewebe, in diesem Fall Faserknorpel, die Antwort des Bindegewebes auf intermittierenden hydrostatischen Druck. Unseres Erachtens ist der Umbau an dieser Stelle in Faserknorpel als „Chondroide Metaplasie“ zu benennen. Damit wird kein pathologischer Prozeß, sondern vielmehr eine Reaktion des Gewebes auf die spezifische mechanische Situation bezeichnet (Mohr, 1988). Der Befund an Präparaten, bei denen keine Zeichen einer Schädigung der sog. Rotatorenmanschette vorlagen, unterstreicht dies. In solchen Fällen waren nur vereinzelt Knorpelzellen im periösären Bereich zu finden. Das bestätigen auch die Ergebnisse von Wasmer et al. (1985), die ausdrücklich feststellen, daß sie an Präparaten jüngerer Individuen keine knorpeligen Umbauzonen fanden. Es ist daher davon auszugehen, daß der Fornix humeri bei normaler neuromuskulärer Steuerung im Schultergelenk keiner maßgeblichen Druckbeanspruchung ausgesetzt ist. Bei den untersuchten Krankheitsbildern dagegen scheint der acromiale Anheftungsbe reich des Lig. coracoacromiale einer derartigen Beanspruchung zu unterliegen, was die Entfernung des Bandes unserer Ansicht nach dann rechtfertigt, wenn andere therapeutische Maßnahmen nicht zu einer Entlastung des Fornix humeri geführt haben.

Übereinstimmend mit Uthoff et al. (1988) zeigten die Bandanteile auch der von uns untersuchten Operationspräparate weitgehende Degenerationszeichen. Wir interpretieren diese jedoch als Rückbildungsvorgänge, die erst als Folge einer längerdauernden Unterbeanspruchung des Lig. coracoacromiale entstehen. Im Vordergrund stehen dagegen die Veränderungen im Anheftungsbe reich. Unsere Befunde machen deutlich, daß beim Supraspinatussyndrom der Humeruskopf weniger gegen das Band, als vielmehr gegen die Unterseite des Acromions drückt.

Danksagung

Die Anfertigung der histologischen Präparate lag in den Händen von Frau Schüttof, die sich damit sehr verdient gemacht hat.

Literatur

- Benjamin, M., E. J. Evans, L. Copp: The histology of tendon attachments to bone in man. *J. Anat.* 149 (1986) 89–100
- Claes, J. P., C. F. Gentz: The significance of distally pointing acromioclavicular osteophytes in ruptures of the supraspinatus tendon. In: *Shoulder Surgery*. J. E. Batemann and R. P. Welsh (Hrsg.). Decker and Mosby Company, Philadelphia (1984)
- Eulert, J., A. Apoll, P. Dautry: Zur Pathogenese und operativen Behandlung der sogenannten Periarthritis humeroscapularis. *Z. Orthop.* 119 (1981) 25–30
- Gerber, Ch., F. Terrier, R. Ganz: Die Rolle des Coracoids beim chronisch-subacromialen Behinderungssyndrom (Impingement Syndrom) der Schulter. In: H. J. Refior, W. Plitz, M. Jäger, M. Hackenbroch (Hrsg.). *Biomechanik der gesunden und der kranken Schulter*. Thieme, Stuttgart (1985)
- Hille, E., G. Roggenland, K. P. Schulitz, S. Döhring: Der subacromiale Raum des Schultergelenkes – eine experimentelle Studie. In: H. J. Refior, W. Plitz, M. Jäger, M. Hackenbroch (Hrsg.). *Biomechanik der gesunden und kranken Schulter*. Thieme, Stuttgart (1985)
- Hofmann, G. O., F.-W. Hagen, C. J. Wirth, E. P. Weis: Vergleichende anatomische Studie zur Bedeutung des Ligamentum coracoacromiale beim Menschen und bei den Vertebraten. In: H. J. Refior, W. Plitz, M. Jäger, M. Hackenbroch (Hrsg.). *Biomechanik der gesunden und kranken Schulter*. Thieme, Stuttgart (1985)

- Knese, K.-H.*: Stützgewebe und Skelettsystem. In: Hdb. der mikroskopischen Anatomie des Menschen. Bd. 2/5. W. Bargmann (Hrsg.). Springer, Berlin (1979)
- Krämer, J., R. Seibel*: Funktionelle anatomische Grundlagen zur operativen Behandlung der Periarthropathia humeroscapularis. Z. Orthop. 121 (1983) 98–102
- Kummer, B.*: Kausale Histogenese der Gewebe des Bewegungsapparates und funktionelle Anpassung. In: Benninghoff/Goerttler. Anatomie Bd. 1. J. Staubesand (Hrsg.). Urban & Schwarzenberg, München (1985)
- Küsswetter, W., H. J. Refior*: Vergleichende licht- und rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen zum morphologischen Aufbau der knöchernen Bandinsertionen. Z. Orthop. 123 (1985) 876–879
- Laumann, U.*: Kinesiologie des Schultergelenks. In: R. Kölbl, B. Helwig und W. Blauth (Hrsg.). Schulterendoprothetik. Springer, Berlin (1986)
- Maurer, H.*: Deskriptive und funktionelle Anatomie des Schultergelenks. „Verletzungen der Schulter“. Innsbrucker Schulersymposium. 9./10. September 1988
- Macnab, J.*: Die pathologische Grundlage der sogenannten Rotatorenmanschettentendinitis. Orthopäde 10 (1986) 191–195
- Mohr, W.*: Pathologie des Bandapparates. In: Spezielle und pathologische Anatomie. W. Doerr und G. Seifert (Hrsg.). Bd. 19. Springer, Berlin (1988)
- Neer, Ch. S.*: Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder. J. Bone Jt. Surg. 54A (1972) 41–50
- Pauwels, F.*: Eine neue Theorie über den Einfluß mechanischer Reize auf die Differenzierung der Stützgewebe. Z. Anat. Entwickl. Gesch. 121 (1960) 478–515
- Perry, J.*: Muscle control of the shoulder. In: The shoulder. C. R. Rowe (Hrsg.). Churchill Livingstone, New York (1988)
- Probst, J.*: Rotationsdefekt und Schulterluxation aus gutachterlicher Sicht. Die Bedeutung von Degeneration und anlagebedingter Instabilität. Unfallchirurgie 89 (1986) 436–439
- Putz, R., A. Reichelt, J. Liebermann*: Mechanische Beanspruchung des Proc. coracoideus unter verschiedenen Versuchsbedingungen. In: H. J. Refior, W. Plitz, M. Jäger, M. Hackenbroch (Hrsg.). Biomechanik der gesunden und kranken Schulter. Thieme, Stuttgart (1985)
- Putz, R., J. Liebermann, A. Reichelt*: Funktion des Ligamentum coracoacromiale. Acta Anat. 131 (1987) 140–145
- Reichelt, A.*: Therapie der Tendinosis calcarea der Schulter. Z. Orthop. 119 (1981) 21–24
- Schneider, H.*: Zur Struktur der Sehnenansatzonen. Z. Anat. Entwickl. Gesch. 119 (1956) 431–456
- Schneider, H.*: Die Pathologie der Sehne. Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 48 (1961) 18–28
- Tichy, P., B. Tillmann, A. Schleicher*: Funktionelle Beanspruchung des Fornix humeri. In: H. J. Refior, W. Plitz, M. Jäger, M. Hackenbroch (Hrsg.). Biomechanik der gesunden und kranken Schulter. Thieme, Stuttgart (1985)
- Tillmann, B., W. Thomas*: Anatomie typischer Sehnenansätze, -ursprünge und Engpässe (1982)
- Tillmann, B., P. Tichy*: Funktionelle Anatomie der Schulter. Unfallchirurgie 89 (1986) 389–397
- Uhthoff, H. K., D. Jan Hamond, K. Sakrar, G. J. Hooper, W. J. Papoff*: The role of the coracoacromial ligament in the impingement syndrome. International Orthopaedics (SICOT) 12 (1988) 97–104
- Wasmer, G., F.-W. Hagen, M. Bergmann, T. Mittlmeier*: Anatomische und biomechanische Untersuchungen des Ligamentum coracoacromiale am Menschen. In: H. J. Refior, W. Plitz, M. Jäger, M. Hackenbroch (Hrsg.). Biomechanik der gesunden und kranken Schulter. Thieme, Stuttgart (1985)

Prof. Dr. med. R. Putz

Anatomische Anstalt
Pettenkoferstr. 11
8000 München 2

Prof. Dr. med. A. Reichelt

Universitätsklinikum Freiburg
Abteilung Orthopädie
7800 Freiburg