

(AUS DEM I. ANATOMISCHEN INSTITUT DER K. K. UNIVERSITÄT ZU WIEN.)

DIE

BÄNDER DES SCHULTERGELENKES BEIM MENSCHEN

UND

EINIGEN SÄUGETIEREN.

VON

M. CARL ROSENFELD,
WIEN.

Im Auftrage des Herrn Prof. Dr. E. Zuckerkandl, untersuchte ich das von Schlemm beschriebene Ligamentum glenoidum internum des Schultergelenkes. Im Laufe der Untersuchung wurde ich jedoch auf mehrere andere Einzelheiten aufmerksam, bis ich endlich das Schultergelenk der meisten Ordnungen der Säugetierreihe in den Bereich meiner Untersuchung einbezog.

Da die dabei gewonnenen Resultate von den Angaben der Autoren in mancher Beziehung nicht unwesentlich abweichen, anderseits aber auch einige Einzelheiten bisher — meines Wissens — nicht beschrieben oder wenigstens nicht entsprechend gewürdigt worden sind, erlaube ich mir das Ergebnis meiner Untersuchung in dieser Arbeit kurz wiederzugeben.

I.

Im Jahre 1853 beschrieb Fr. Schlemm in Müllers Archiv in einer Abhandlung u. d. Titel „Über die Verstärkungsbänder am Schultergelenk“ drei Bänder: das Ligamentum coraco brachiale, das Lig. glenoido-brachiale internum und das Lig. glenoido-brachiale inferius seu latum, von denen die zwei letzteren, früher unbekannt, von Schlemm zum erstenmal beschrieben wurden, während das erstere schon früher von Barkow, in dessen Syndesmologie 1841 als Lig. coracoideo-capsulare und

von Krause¹⁾ als *Ligamentum accessorium humeri* angegeben wurde. Ein Jahr später 1854 erschien von E. Hilbert, einem Schüler Schlemm's, eine in lateinischer Sprache verfasste Arbeit „*De humeri articulo*“, in der wir nebst einigen allgemeinen Angaben über das Schultergelenk, die von Schlemm angegebenen Bänder beschrieben finden. Auch in den übrigen um diese Zeit veröffentlichten Werken finden wir Schlemm's Angaben wiedergegeben, so z. B. bei Führer²⁾, Hollstein³⁾ und Kolb⁴⁾.

Während aber das erstgenannte Band auch von allen späteren Autoren, vielfach auch unter dem Namen „*Ligamentum suspensorium humeri*“ angegeben wird, scheinen die beiden anderen in kurzer Zeit in Vergessenheit geraten zu sein. Wir finden daher in der Litteratur der nächsten Decennien, die von Schlemm angegebenen Bänder in der Regel nicht mehr erwähnt und — meines Wissens — sind es bloss Hartmann 1881, Gegenbaur 1883, Welcker 1878 und Brösike 1897, die ein von Schlemm beschriebenes Band anführen oder eine Verstärkung beschreiben, die dem Schlemmschen Band entspricht. So beschreibt Welcker⁵⁾ ein *Ligamentum interarticulare humeri*, welches dem von Schlemm angegebenen Bande zu entsprechen scheint; während Gegenbaur⁶⁾ bei Besprechung der Bursa synovialis subscapularis ein Band angiebt, das er selbst zwar mit keinem besonderen Namen belegt, das aber unzweifelhaft nur das Schlemmsche Band sein kann. Er sagt nämlich: „Der Eingang in diese Ausbuchtung der Kapsel wird gegen die Pfanne zu vom Labrum, distal davon von einem breiten und starken Bandzuge begrenzt, welcher theils vom Labrum, theils von

1) Krause, *Menschliche Anatomie*. 1843.

2) Führer, *Chirurgische Anatomie*. 1857.

3) Hollstein, *Anatomie des Menschen*. 1860.

4) Kolb, *Grundriss der Anatomie*, 1861.

5) Welcker, *Archiv für Anatomie und Physiologie*. 1878.

6) Gegenbaur, *Anatomie des Menschen*. 1883. S. 238.

der Wurzel des Coracoids kommt und zum Tuberculum minus verlaufend, die mediale Kapselwand verstärkt“. Endlich finden wir das Band noch bei Henle¹⁾ und Heitzmann²⁾ erwähnt.

a) Ligamentum glenoido-brachiale internum Schlemmi.

Es ist zu verwundern, dass ein so konstantes Gebilde, wie das Ligamentum glenoideum, erst so spät beschrieben wurde und auch dann in sehr kurzer Zeit in Vergessenheit geraten konnte. In 120 von mir untersuchten Fällen fehlte das Band bloss einmal. Das Ligamentum glenoido-brachiale internum erscheint daher als ein unzweifelhaft konstantes Gebilde, das am oberen Pfannenrande entsprechend der Wurzel des Processus coracoideus, in vielen Fällen fächerförmig ausgebreitet oder selbst mit zwei Schenkeln entspringt, in den meisten Fällen aber mit seinem Ursprunge an die Sehne des langen Bicepskopfes heranreicht oder mit derselben durch ein derbes Bindegewebe verbunden ist. Entspringt das Band an der Pfanne mit zwei Wurzeln, dann begrenzen die letzteren eine kleine Lücke, die eine Kommunikation der Gelenkhöhle mit der Bursa synovialis subscapularis vermittelt. In der Regel ist die Kommunikationsöffnung jedoch bedeutend grösser — wie es noch weiter unten gezeigt werden wird — und dadurch erscheint die vielfach verbreitete Auffassung der Bursa subscapularis als Ausstülpung der Gelenkhöhle begreiflich, wenngleich sie entwicklungsgeschichtlich nicht vollkommen korrekt zu sein scheint. Die bisher von mir untersuchten menschlichen und einige tierischen Foeten lassen vielmehr vermuten, dass die Bursa subscapularis nicht als Ausstülpung der Gelenkscapsel aufzufassen ist, sondern dass die

¹⁾ Henle, Knochen- und Bänderlehre. 1871.

²⁾ Heitzmann, Topographische Anatomie. (Atlas) 1893. In der neuesten Auflage 1896 fehlt aber auch diese Angabe.

Kommunikation erst sekundär zustande kommt. Ich finde nämlich an fast allen jüngeren, menschlichen Embryonen die deutlich entwickelte Bursa subscapularis nirgends in Kommunikation mit der Gelenkscapsel. Bei genauerer Untersuchung zeigt sich aber in der Regel, dass die Kapsel an der Stelle, an welcher die Kommunikationsöffnung zu suchen wäre, deutlich verdünnt ist. Dieser Zustand persistirt nun sehr oft in der zweiten Hälfte des embryonalen Lebens und auch beim erwachsenen Individuum findet man diese Verhältnisse nicht selten. Wiederholte Talginjektionen der Gelenkhöhle älterer, kräftiger Personen ergaben in nicht zu seltenen Fällen die Persistenz der eben geschilderten embryonalen Zustände. Die Gelenkhöhle wird durch die eingespritzte Masse gefüllt, während der Schleimbeutel leer bleibt und sich gegen das Gelenk durch eine dünne Membran scharf absetzt.

Von seiner Ursprungsstelle verläuft nun das Band nach aussen und vorne in der Richtung gegen das Tuberculum minus humeri, wobei es an der der Gelenkhöhle zugewendeten Seite mit einem Synovialüberzug versehen ist. Die Gegenfläche des Bandes zeigt ein verschiedenes Verhalten. In vielen Fällen sehen wir nach Eröffnung der Bursa subscapularis die äussere Fläche des Bandes vollkommen freiliegend. Wenn aber zwischen der Bursa supscapularis und dem Gelenkraume keine Kommunikation besteht, ist auch die äussere Fläche des Ligamentum glenoideum von einer dünnen Membran bekleidet und es liegt der Rand des Bandes direkt der Kapsel an. Im ersteren Falle, wenn nämlich das Band mit seiner äusseren Fläche vollkommen freiliegt, finden wir eine sehr weite Kommunikationsöffnung zwischen dem Gelenkraume und der Bursa mucosa subscapularis, ja einen förmlichen Defekt der vorderen Kapselwand, welcher von Weitbrecht¹⁾ als Foramen ovale, ferner

¹⁾ Weitbrecht, Syndesmologie, 1779.

von Schlemm¹⁾ und Hollstein²⁾ als „pyramidaler Schlitz“ beschrieben wurde.

Nachdem das Band auf diese Weise die Strecke zwischen der Pfanne und dem Oberarm zurückgelegt hat, endet es in der Regel im engen Anschlusse an die Subscapularissehne am Tuberculum minus humeri. In anderen Fällen wieder verläuft es fächerförmig ausgebreitet, um mit der Kapsel vereint an den Knochen zu gelangen; aber auch hier findet man immer einen kleinen Anteil des Bandes, der sich in die Subscapularissehne einsenkt. In selteneren Fällen strahlt das Band direkt in die Subscapularissehne ein. So finde ich an einem Präparate das Band geteilt in zwei Schenkel, die zur Kapsel in keine nähere Beziehung treten, sondern sich in die Sehne des Musculus subscapularis verlieren. Der obere Schenkel stellt dann bloss eine stärkere Ausbildung eines auch sonst vorhandenen Faserzuges dar, der mit dem Ligamentum glenoideobrachiale internum gemeinsam entspringt, im weiteren Verlaufe aber mit demselben divergiert und gewöhnlich in die äussere Fläche der Sehne einstrahlt.

Das eben Angeführte entspricht dem typischen Verhalten des Ligamentum glenoideo-brachiale internum Schlemmi und nur in verhältnismässig seltenen Fällen beobachtet man ein etwas abweichendes Verhalten. So z. B. wären einige Fälle zu erwähnen, in denen das Band anscheinend fehlte, bei genauer Untersuchung aber als zarter Bandstreifen oder auch verdickter Randbogen der synovialen Membran zu finden war.

Gleichwie beim Erwachsenen, sehen wir das Ligamentum glenoideum internum auch während der intrauterinen Entwicklung als ganz konstantes Gebilde, nur ist an fötalen Extremitäten wie bereits erwähnt wurde — die Gelenkhöhle gegen die Bursa subscapularis in der Regel abgeschlossen. Man muss

¹⁾ Schlemm, l. c.

²⁾ Hollstein, Anatomie des Menschen. 1860. S. 199.

daher, um an das Band zu gelangen, die dünne Kapselwand einschneiden.

Schon um die Mitte der foetalen Entwicklung ist das Ligamentum glenoideum internum verhältnismässig stark ausgebildet, insbesondere bei manchen Tieren (Hund, Schwein), bei denen es die im Gelenke befindliche, Bicepssehne an Dicke und Stärke übertrifft.

b) Ligamentum glenoideo-brachiale inferius seu latum.

Das Ligamentum glenoideo-brachiale inferius Schlemmi wird von den meisten Autoren nicht erwähnt, da es schwer fällt die Grenzen desselben gegen die übrige Kapsel anzugeben. Das unter diesem Namen von Schlemm angegebene Band, stellt bloss eine nicht scharf zu begrenzende Verdickung der vorderen, unteren Kapselwand dar, deren Ausdehnung so vielen individuellen Schwankungen unterworfen ist, dass jede Beschreibung dieses Gebildes kaum einzelnen Präparaten entsprechen könnte. In vielen Fällen ist die Angabe der unteren Grenze noch durch den Umstand erschwert, dass die ganze Kapsel gleichmässig verdickt erscheint, so dass man kaum von einem besonderen Bande sprechen könnte, während das früher angegebene Ligamentum glenoideum internum sich auch in solchen Fällen durch eine dünne synoviale Membran gegen die verdickten Kapselanteile scharf absetzt.

Für jeden Fall unterliegt es aber keinem Zweifel, dass dieser Kapselanteil in manchen Fällen in einer grösseren, aber sehr variablen Ausdehnung verstärkt ist u. z. veränderlich insoferne, als seine obere Grenze verschieden hoch gegen das Ligamentum glenoideum internum hinaufreicht und die untere Grenze sich verschieden weit gegen die hintere Kapselwand erstreckt.

c) *Ligamentum coraco-humerale seu suspensorium humeri.*

Während die beiden früher besprochenen Bänder nur von einzelnen Autoren angegeben werden, finden wir das *Ligamentum coraco-humerale* — wie bereits erwähnt — schon vor Schlemm von vielen älteren Autoren beschrieben. Auch alle späteren Autoren geben dieses Band als Verstärkung der Schultergelenkscapsel an, viele glauben sogar „die Tragkraft dieser Fasern sei bei senkrechtem Herabhängen des Armes besonders in Anspruch genommen“ (v. Luschka und andere) und bezeichneten diesen Faserzug dementsprechend auch als *Ligamentum suspensorium humeri*. Auch in den Detail-Angaben über dieses Gebilde stimmen sämtliche Autoren überein.

Schlemm¹⁾ beschreibt dieses Gebilde in folgender Weise: „Das obere Band, *Ligamentum coraco-brachiale*, entspringt mit zwei Wurzeln, einer oberen, vom äusseren Rande des *Processus coracoideus* und einer unteren, vom *Labrum fibrocartilagineum* und dem Umfange der *Cavitas glenoidea*, dicht innen neben der Sehne des langen Kopfes des *Musculus biceps brachii*, so dass diese Sehne mit ihr im Ursprunge verwachsen ist. Das Band liegt zwischen dem *M. supraspinatus* und dem *M. subscapularis*, geht abwärts zum Oberarmbein und teilt sich in zwei Schenkel, und setzt sich an die innere und äussere Hervorragung des *Sulcus tendinis bicipitis* fest, wobei es aussen mit der Sehne des *M. supraspinatus*, innen mit der des *Subscapularis* verwächst.“

Meine Untersuchung führte zu dem Resultate, dass das unter dem Namen *Ligamentum coraco-brachiale* beschriebene Gebilde, weder als Verstärkung der Capsel noch als selbständiges Band zu deuten sei, sondern als Fortsetzung der Capsel auf den *Processus coracoideus*.

1) Schlemm, Fr., Müllers Archiv. 1853.

Es wäre vor allem zu bemerken, dass im Bereiche des Ligamentum coraco-brachiale der Autoren keine wesentliche Verdickung der Kapsel besteht, wenngleich es im ersten Momente diesen Eindruck macht. Unter dem einen Anteile, welchen Schlemm als obere Wurzel des Ligamentum coraco-brachiale beschreibt, findet man erstens konstant einen grösseren Fettklumpen, der, in der Tiefe verborgen, diesen Faserzug bei oberflächlicher Untersuchung stärker erscheinen lässt. Ferner strahlt in diesen Faserzug einerseits von vorne her ein Fascienblatt ein, das die Sehne des Musculus subscapularis bekleidet, während sich anderseits von der dorsalen Seite her die, den Musculus supraspinatus einschneidende Fascie ebenfalls in diesen Faserzug verliert. Auch die Bursa subscapularis erstreckt sich nicht selten dorsal bis unter diesen Faserzug, und so ist es begreiflich, dass man leicht in der Schätzung der Dicke dieses Kapselanteiles getäuscht werden kann. Ebensowenig kann man bei genauerer Untersuchung eine Verdickung in dem weiteren Verlaufe dieses Bandes finden, ich meine nämlich in der Strecke zwischen dem oberen Rande der Pfanne und dem Sulcus intertubercularis humeri. Berücksichtigt man nämlich, dass — wie auch Schlemm angiebt — die Sehne des Musculus subscapularis und die Sehne des M. supraspinatus an dieser Stelle einstrahlen und zwar derart, dass sie eine bogenförmig gestaltete, sehnenfreie Stelle zwischen sich fassen, dass ferner die sehnenfreie Kapselpartie die, im Gelenkraume befindliche Sehne des langen Bicepskopfes bedeckt, dann begreift man leicht, dass auch in dieser Strecke die Verdickung bloss vorgetauscht wird und man daher kein Recht hat, von einer bandartigen Verstärkung der Kapsel, geschweige denn von einem selbständigen Bande zu sprechen. Und thatsächlich gelingt es auch präparatorisch zu beweisen, dass an dieser Stelle keine Verstärkung zu finden ist, wenn man einerseits die Sehne des M. supraspinatus, die den unteren Teil des Bandes überlagert,

andererseits auch die von innen her anliegende Bicepssehne entfernt. Noch viel überzeugender ist der Befund an fötalen Extremitäten, an denen schon das präzise Ablösen der Supraspinatussehne hinreicht, um das Fehlen eines Verstärkungsbandes zu beweisen; ja in manchen Fällen sieht man sogar nach dieser Präparation die Bicepssehne durch die dünne Kapselwand durchscheinen. Dabei erzeugt man in beiden letzteren Fällen kein Kunstprodukt, da die verschiedene Faserrichtung der Supraspinatussehne und der Kapselwand bei der Präparation einen sehr verlässlichen Anhaltspunkt bietet. Von Bedeutung für die Annahme, es bestehe an dieser Stelle keine Verdickung der Kapsel, ist ferner auch der Umstand, dass — wie meine vergleichend-anatomischen Untersuchungen ergeben (siehe II. Teil dieser Arbeit) — ein derartiges Verstärkungsband in der Reihe der Säugetiere nicht besteht. Es stellt vielmehr gerade die Stelle, an der das Ligamentum coraco-humerale zu suchen wäre, den dünnsten Kapselanteil dar, sodass die darunter liegende Bicepssehne deutlich durchscheint.

Ebensowenig angriffsfrei ist auch die Angabe, die Tragkraft des Ligamentum coraco-brachiale sei bei senkrechtem Herabhängen des Armes besonders in Anspruch genommen, welcher Umstand für das Bestehen eines Verstärkungsbandes sprechen würde. Das direkte Experiment ergiebt vielmehr, dass die Festigkeit und Tragkraft des Gelenkes nicht im geringsten leidet, wenn man das Ligamentum suspensorium der Autoren vom Processus coracoideus ablöst oder durchschneidet. Es hat also diese Partie der Schultergelenkscapsel diesbezüglich keine grössere Bedeutung, als irgend eine andere Stelle der dorsalen Kapselwand.

Alle die hier angeführten Umstände und insbesondere das zuletzt erwähnte Experiment beweisen — wie ich glaube — zur Genüge, dass die Angaben der Autoren dem thatsächlichen Befunde nicht vollkommen entsprechen, und diese Umstände sind

es auch, die es gestatten, den Bestand eines Ligamentum coraco-brachiale als Verstärkungsband zu leugnen.

Dennoch fand auch ich konstant einen Faserbogen, der zwischen der dorsalen Kante des Processus coracoideus und dem oberen Rande der Schultergelenkspfanne ausgespannt war, eben jene Fasern, welche Schlemm und die anderen Autoren als zwei Wurzeln des Ligamentum coraco-brachiale deuten. Da aber diese Deutung nach den früheren Ausführungen unzulässig ist, entsteht nun die Frage: wie wäre das Vorkommen eines derartigen Faserbogens zu erklären?

Bevor ich diese Frage beantworte, muss ich einige Bemerkungen über die Kapsel des Schultergelenkes vorausschicken und in einer genaueren Beschreibung der fibrösen Kapsel wird man mit Leichtigkeit die soeben aufgeworfene Frage beantwortet finden.

Wie an allen anderen wahren Gelenken müssen wir auch am Schultergelenke eine fibröse Kapsel und eine diese bekleidende Synovialmembran unterscheiden. Die synoviale Membran entspringt im vollen Anschlusse an das Labrum fibrocartilagineum der Pfanne, bekleidet die fibröse Kapsel und nur an einer Stelle, am oberen Rande der Pfanne, reicht ihr Ursprung etwas höher hinauf, da sie an dieser Stelle, über das Labrum hinweg, auf den Hals der Scapula übergreift. Ein wenig komplizierter ist das Verhalten der synovialen Membran an der vorderen Kapselwand. Nach dem Ablösen der Kapsel vom Humerus und nach dem Zurückschlagen derselben gegen die Scapula sehen wir, wie die synoviale Membran vorerst das als schräge Falte gegen die Gelenkhöhle vorspringende Ligamentum glenoideum internum Schlemm einscheidet, um dann auf den oberen, scharf ausgeprägten Anteil der Subscapularissehne zuzugreifen. Da sie aber über die fibrösen Bestandteile der vorderen Kapselwand nicht einfach hinwegzieht, sondern deren Konturen genau folgt, entsteht am Rande der durch das

Ligamentum glenoideum internum aufgeworfenen Falte eine Lücke, durch die man in die Bursa subscapularis hineingelangt. Entspringt das Ligamentum glenoideum mit zwei Wurzeln an der Pfanne, dann folgt die synoviale Membran ebenfalls den Konturen des Bandes und wir finden daher zwei Lücken, welche beide in die Bursa subscapularis führen. Nur in wenigen Fällen fehlen diese Kommunikationsöffnungen. Im weiteren Verlaufe liegt die synoviale Membran den fibrösen Faserzügen der Kapsel einfach an bis auf eine Stelle der dorsalen Kapselwand, an der sie noch einen Überzug für die Sehne des langen Bicepskopfes liefert und mit einem kleinen Divertikel in den Sulcus intertubercularis des Oberarms herabreicht.

Nicht ganz gleich verhält sich die fibröse Kapsel. Sie bildet einen ziemlich gleichmässigen Sack, der mit seinem Ursprunge sowohl gegen die Scapula, als auch gegen den Oberarm etwas tiefer herabreicht als die Synovialmembran. Ferner zeigt die Kapsel an einer Stelle einen Defekt und zwar im oberen Teile der vorderen Kapselwand, an dem von Weitbrecht angegebenen Foramen ovale, welches dem „pyramidalen Schlitz“ der anderen Autoren entspricht. Hier wird die fibröse Kapsel durch den kranialwärts gelegenen, immer scharf ausgeprägten, spulrunden Anteil der Subscapularissehne ergänzt, wie bei Betrachtung der synovialen Membran angegeben wurde und wie es auch einige Autoren, wie Hoffmann¹⁾, Quain²⁾ und Martin³⁾ erwähnen. Solange dieser Anteil der Subscapularissehne der noch erhaltenen, fibrösen Kapselwand anliegt, finden wir an einer unteren Fläche eine gegen den Scapularrand blind geschlossene, gegen die Gelenkhöhle aber offene Sehnenscheide, welche also mit dem Gelenkinneren kommuniziert. Erst in der zweiten Hälfte des Abstandes, zwischen dem Pfannenrande und

1) Hoffmann, Anatomie des Menschen.

2) Quain, Anatomy. 9. Auflage. pag. 153.

3) Martin, Über Gelenkmuskeln beim Menschen. S. 11.

dem Tuberculum minus humeri, ist der Defekt der fibrösen Kapselwand ein vollständiger und dementsprechend bildet erst in dieser kurzen Strecke die Subscapularissehne allein die fibröse Kapselwand. Infolgedessen macht es bei der Präparation den Eindruck, als würde sich die Sehne an dieser Stelle ins Gelenk einsenken.

Schliesslich finden wir, dass die fibröse Kapsel dem oberen Rande der Pfanne nicht genau folgt. Ihr Ansatz am Pfannenrande reicht nur bis zum medialen Rande der Bicepssehne, von da an greift sie mit ihrem Ansätze auf den Processus coracoideus scapulae in Form eines leistenförmigen Vorsprunges über. Sie schliesst sich aber nicht immer genau dem Rande des Processus coracoideus an, sondern wir finden viel häufiger zwischen jener Stelle des Pfannenrandes und der dorsalen Kante des Processus coracoideus einen Faserbogen ausgespannt, an dem erst die Bündel der fibrösen Kapsel ihren Ursprung nehmen.

Wir müssen demnach die früher aufgeworfene Frage dahin beantworten, dass der fibröse Faserbogen entschieden nicht als zweiter Schenkel eines Bandes und die daran entspringenden Fasern etwa als Ligamentum coraco-brachiale zu deuten sind, sondern dass wir es hier mit einer leistenförmigen Fortsetzung der fibrösen Kapsel selbst zu thun haben.

Die fibröse Kapsel des Schultergelenkes folgt also nicht dem Rande der Pfanne, wie es die synoviale Membran thut, sondern verlässt den Pfannenrand am medialen Ende des Bicepsursprunges und geht von da in einem sanften Bogen auf die Wurzel und von da auf die dorsale Kante des Processus coracoideus scapulae über. Zwischen der fibrösen und synovialen Kapselwand bleibt daher ein kleiner Raum übrig, welcher durch Fett ausgefüllt wird, wie das auch an allen anderen Stellen vorkommt, an denen die Synovialmembran der fibrösen Kapsel nicht direkt aufsitzt. Durch diese Fettschicht wird natürlich —

wie schon früher erwähnt — eine Verdickung dieses Kapselabschnittes vorgetäuscht.

Einen Anhaltspunkt zur Erklärung dieses eigentümlichen Verhaltens der fibrösen Kapsel des Schultergelenkes beim Menschen können wir gewinnen, wenn wir die bei den Wirbeltieren vorhandenen Verhältnisse in Betracht ziehen. Bei den niedersten Wirbeltieren, bei den Amphibien und in der Reihe der Reptilien, bei den Cheloniern, beteiligen sich drei Bestandteile des knöchernen Schultergürtels an der Bildung der Gelenkspfanne, nämlich das Scapulare, das Coracoid und das Claviculare.

Schon in den anderen Ordnungen der Reptilien verliert das Claviculare seinen Anteil an der Gelenkbildung und von da an wird die Pfanne bei den Reptilien, Vögeln und Monotremen nur noch vom Os scapulare und vom Coracoid gebildet. Bei den übrigen Säugetieren beteiligt sich nur noch die Scapula an der Bildung der Pfanne, während sich das Coracoid zurückbildet.

Wir finden also bei den Wirbeltieren, bis zu den Säugetieren, eine Mitbeteiligung des Coracoids an der Etablierung des Gelenkes und dementsprechend sehen wir die fibröse Kapsel auch an diesem Knochen entspringen. Bei den Säugetieren und dem Menschen bildet sich aber das Coracoid zurück und zwar derart, dass es bei einigen Säugern nur als kleiner Höcker am oberen Rande der Pfanne erscheint. Diese Tuberositas supraglenoidalis (Hund, Katze etc.) ist dann vollkommen in den Gelenkraum einbezogen, da die Kapsel auch an diesem Höcker in voller Kontinuität ihren Ursprung nimmt. Bei den übrigen Säugern und dem Menschen sehen wir einen Processus coracoideus, der mit der Gelenkpfanne und dem Gelenk selbst nichts zu thun hat, dessenungeachtet finden wir aber, so wie bei den niederen Tieren, dass die fibröse Kapsel sich auch auf den Processus coracoideus erstreckt.

II.

Wie schon zum Schlusse des ersten Teiles dieser Arbeit mehrmals angedeutet wurde, musste ich zur Begründung und Erklärung der beim Menschen vorgefundenen Verhältnisse, vielfach auch vergleichend-anatomische Untersuchungen anstellen. Da nun aber der diesbezügliche Teil der Litteratur sehr arm an Angaben ist, möchte ich noch in Kürze einige Bemerkungen über das Schultergelenk der Säugetiere anschliessen.

Das Schultergelenk der Säugetiere erinnert in den wesentlichsten Punkten an das des Menschen und zwar nicht bloss in der allgemeinen Gestaltung, sondern auch in vielen Einzelheiten.

Die Kapsel ist in dieser Tierklasse auffallend schwach und dünnwandig. Sie entspringt einerseits am Rande der Gelenkpfanne, die bei manchen Tieren durch ein derselben aufgesetztes Labrum glenoidale vertieft ist; andererseits nimmt sie den mit einem Knorpelüberzuge versehenen Anteil der proximalen Humerusepiphyse auf. Die am Schultergürtel entspringenden Muskeln umgreifen das Gelenk allseitig und verstärken die an und für sich schwache Kapselwand, indem sie stellenweise, insbesondere in der Nähe ihrer Insertion am Humerus, in dieselbe einstrahlen. Bei vielen Tieren sind auch Schleimbeutel vorhanden, von denen der konstanteste die Bursa synovialis subscapularis ist, die in der Regel mit der Gelenkhöhle — ähnlich wie beim Menschen — in offener Kommunikation steht.

Diesen Schleimbeutel finden wir bei allen Säugetieren unter der Subscapularissehne, zwischen dieser und der Kapsel [in manchen Fällen mit starker Ausbildung der Bursa liegt diese teilweise auch der Scapula an] und nur bei einer Ordnung, bei den Insectivoren (Igel) sah ich den Schleimbeutel sich bis auf die äussere Fläche des Muskels erstrecken. Dieser interessante Befund liesse sich nur durch das Zusammenfliessen der Bursa

subscapularis mit der bei einigen Tieren (Ratte, Affen) normal vorkommenden Bursa coracoidea erklären, welch' letztere unter dem Processus coracoideus, zwischen diesem und dem Musculus subscapularis zu finden ist. Schneidet man die Wand der Bursa auf, dann ist eine weite Einsicht in den inneren Gelenkraum gestattet, da — wie schon früher hervorgehoben — der Schleimbeutel mit der Gelenkhöhle kommuniziert. Auch beim Igel kann man nach Eröffnung des oberflächlichen Schleimbeutels und Herabdrängen des oberen Subscapularisrandes weit ins Gelenk hineinsehen. Die Kommunikation mit der Gelenkhöhle findet sich in der Regel an der schon beim Menschen erwähnten Stelle neben dem Ligamentum glenoideum.

Charakteristisch für das Schultergelenk der Säugetiere ist ferner der Mangel jeder äusseren Verstärkung der Kapsel. Bei keinem Säugetiere gelang es mir ein Ligamentum coracohumerale — wenn auch nur andeutungsweise — zu finden, ich sehe im Gegenteile an der Stelle, an welcher das Band zu suchen wäre, immer den dünnsten Kapselanteil, der in der Regel die darunter liegende Bicepssehne deutlich durchscheinen lässt und mitunter — wie z. B. beim Igel — selbst bei vorsichtiger Präparation einreißt. Nur bei einigen Tieren (Hund, Kaninchen, Katze, Lemuriden) findet man im untersten Abschnitte des Sulcus intertubercularis einen, sehnenglänzenden Faserzug, der in schräger Richtung von der Crista tuberculi maioris gegen die Crista tuberculi minoris aufsteigt und auf dieser Strecke die Bicepssehne festhält.

Ebensowenig gelang es mir, ein Ligamentum glenoideum latum oder ein sonstiges äusseres Band zu finden. Ganz konstant sah ich dagegen in allen von mir untersuchten Ordnungen der Säugetiere das Ligamentum glenoideum internum, dessen Verhalten vielfach selbst in allen Einzelheiten dem beim Menschen entspricht. So finden wir in allen Ordnungen den Ursprung des Bandes am oberen Pfannenrande, an der Wurzel des Processus

coracoideus, der bei vielen Säugetieren nur als Beule, Tuberositas supraglenoidalis angedeutet ist. Der Ursprung des Bandes erstreckt sich gewöhnlich bis an die Bicepssehne und ist mit derselben, mitunter eine kurze Strecke weit, durch ein derbes Bindegewebe verbunden. Von seiner Ursprungsstelle durchsetzt das Band in diagonalen Richtung das Gelenk, um in der Gegend des Tuberculum minus humeri zu enden. In seinem Verlaufe und in seiner Insertion zeigt es aber ein verschiedenes Verhalten und zwar derart, dass man eine jede von den für den Menschen angegebenen kleinen Varietäten für eine ganz bestimmte Ordnung als Typus angeben könnte.

So finden wir das Band ganz frei das Gelenk durchsetzend, also beiderseits mit freien, scharfen Rändern versehen bei den Rodentia (Ratte, Kaninchen) und zwar konstant: ich konnte an 14 untersuchten Kaninchen gelenken nicht die geringste Abweichung von diesem Typus beobachten. Ausserdem sehen wir dieses Verhalten in selteneren Fällen bei den Lemuriden und bei den Carnivoren. In den meisten Ordnungen erscheint uns aber als Typus jener Zustand, in welchem die dünne synoviale Membran an das Band herantritt und mit seinem hinterem Rande eine halbkreisförmige Kommunikationsöffnung für die Bursa synovialis subscapularis bildet, während der vordere Rand des Bandes immer frei bleibt und hier zur Bildung eines Schlitzes führt. Am schönsten ausgeprägt finden wir diesen Zustand bei der Katze, (in manchen Fällen sogar viel schöner und deutlicher als beim Menschen), ferner auch bei den Affen, Halbaffen und bei der Fledermaus.

Die Insertion des Bandes zeigt in den einzelnen Ordnungen ein Verhalten, welches von dem beim Menschen vorhandenen einigermaßen abweicht, in einzelnen Fällen aber mit ihm übereinstimmt. Am häufigsten strahlt das Band fächerförmig ausgebreitet in die Kapsel ein, wodurch seine Dicke in der Nähe des Ansatzes bedeutend abnimmt.

Es wäre schliesslich noch zu erwähnen, dass auch bei den meisten Säugetieren die Sehne des *Musculus subscapularis* zwei in ihrem Verhalten verschiedene Anteile unterscheiden lässt. Während nämlich der hintere, grössere Anteil der Sehne der Kapsel lose anliegt und sich von derselben in seiner ganzen Ausdehnung mit Leichtigkeit abheben lässt, ist der vordere Anteil, ähnlich wie beim Menschen als zarter, spulrunder in die Gelenkhöhle hineinragender Strang ausgeprägt. Dieser Sehnenabschnitt scheint nun auch in der Reihe der Säugetiere zum Gelenke in nähere Beziehung zu treten.

Meine Untersuchungen über das Verhalten der Subscapularissehne zum Schultergelenke, ergaben auch sonst in vielen Beziehungen die grösste Analogie mit den Resultaten, zu welchen Prof. Welcker¹⁾ in seiner Abhandlung „Über die Einwanderung der Bicepssehne in das Schultergelenk“ für die Bicepssehne gelangte. Bei vielen Tieren und insbesondere beim Menschen sieht man den scharf ausgeprägten Anteil der Subscapularissehne streckenweise ins Gelenk hineinragen, oder man findet an derselben bloss einen zarten Synovialüberzug. Bei anderen wieder liegt die Subscapularissehne aussen an der fibrösen Kapsel, ohne in nähere Beziehungen zum Gelenke zu treten.

Meine Untersuchung, ergibt also kurz zusammengefasst, folgendes:

1. Das *Ligamentum glenoideum internum Schlemmi* ist ein sowohl beim Menschen als auch bei den Säugetieren konstantes Gebilde. Auch an fötalen Extremitäten ist es zu finden, wobei seine verhältnismässig bedeutende Stärke auffällt.

2. Das *Ligamentum glenoideo-humerale inferius seu latum* fehlt bei allen Tieren und ist bloss mitunter beim Menschen als eine nicht scharf begrenzte Verdickung der vorderen, unteren

¹⁾ Archiv für Anatomie u. Physiologie. 1888. S. 20.

Kapselwand zu finden, ohne irgend je ein scharf ausgeprägtes Band zu bilden.

3. Das Ligamentum coraco-humerale der Autoren repräsentiert eine Fortsetzung der fibrösen Kapsel auf den Processus coracoideus, und hat keine grössere Bedeutung im Sinne eines Ligamentum suspensorium humeri als irgend eine andere Partie der dorsalen Kapselwand.

4. Aus der früheren Auseinandersetzung wird es klar, dass an einer Stelle der fibrösen Kapsel des Schultergelenkes ein Defekt besteht, welcher durch den kranialwärts gelegenen Anteil der Subscapularissehne ersetzt wird (beim Menschen und bei vielen Säugetieren).

Zum Schlusse ist es für mich Bedürfnis, dem hochgeehrten Herrn Prof. Dr. E. Zuckerkandl für die lebenswürdige Zuweisung des reichlichen Materials, sowie auch für die sonstige Unterstützung im Laufe der Arbeit meinen innigsten Dank auszusprechen.
