

9.3.2 Gelenke der Schulter

An den Bewegungsmöglichkeiten im Schulterbereich sind die folgenden 5 **Gelenke** beteiligt (► Abb. 9.8), von denen die ersten 3 **echte Gelenke** sind:

- die beiden **Schlüsselbeingelenke**: *Art. sternoclavicularis* und *Art. acromioclavicularis*,
- das **Schultergelenk** (*Art. humeri*),
- das sog. **subakromiale Nebengelenk** und
- das **Schulterblatt-Thorax-Gelenk**.

Während das subakromiale Nebengelenk ein aus Schleimbeuteln (Bursa subacromialis und subdeltoidea) bestehendes Gleitlager zwischen Schulterdach und Rotatorenmanschette darstellt, wird das Gleitlager des Schulterblatt-Thorax-Gelenks durch lockeres Bindegewebe zwischen den Mm. subscapularis und serratus anterior gebildet. Zusammen mit den Bandhaften bilden diese Einrichtungen eine funktionelle Einheit, und erst die freie Bewegung in allen 5 Gelenken zusammen ermöglicht den vollen Bewegungsumfang. Dieser außerordentlich große Bewegungsspielraum ist jedoch

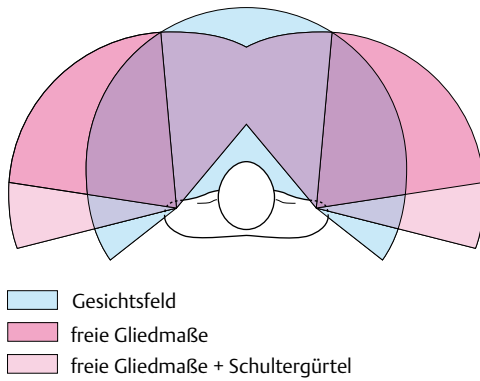


Abb. 9.7 Bewegungsumfang der beiden freien oberen Gliedmaßen alleine und unter Mitwirkung beider Schultergürtel im Vergleich mit dem Gesichtsfeld der Augen.

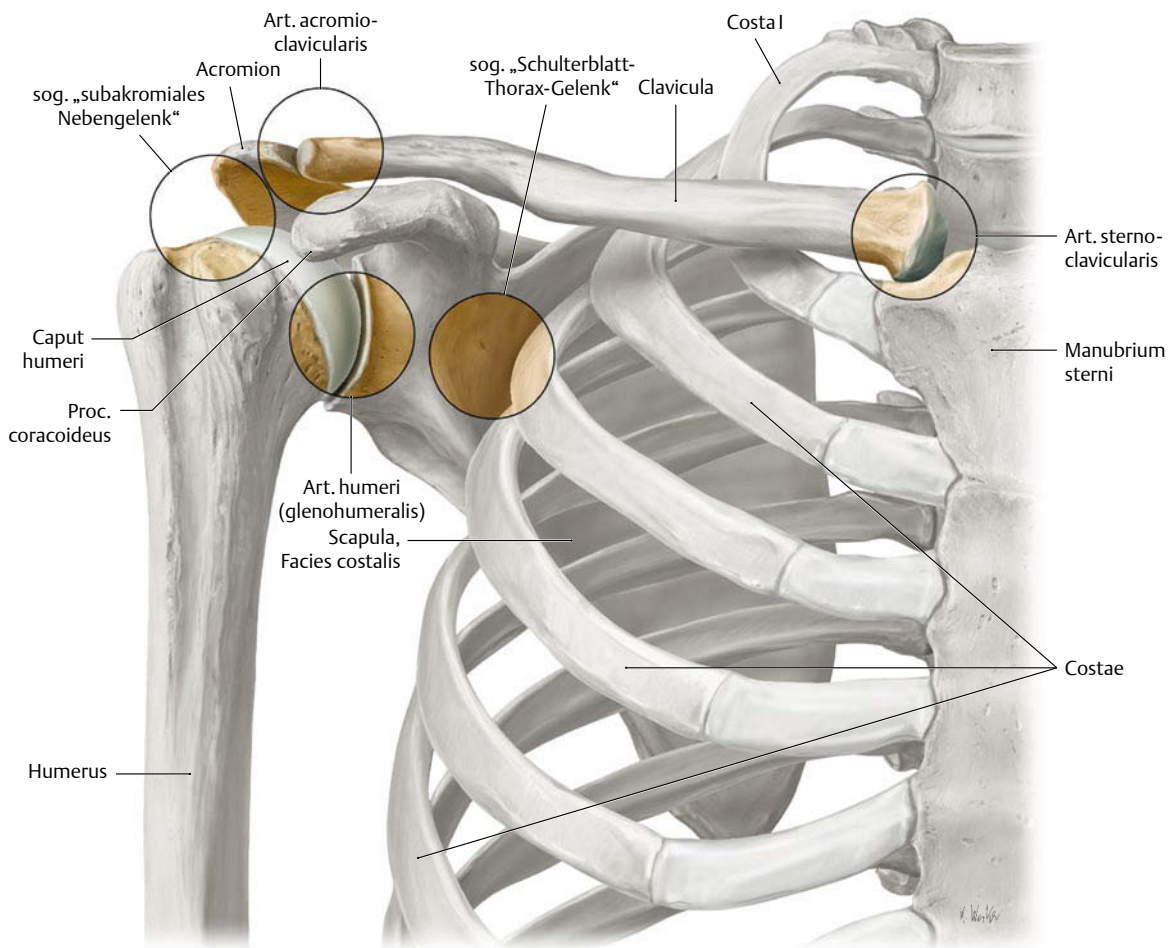


Abb. 9.8 Die 5 Gelenke der rechten Schulter, Ansicht von ventral.

nur auf Kosten der Stabilität möglich, da Skelettanteile und straffe Bandsicherungen in den Hintergrund treten. Um der Schulter dennoch die nötige Stabilität zu verleihen, ist ein gut entwickelter und kräftiger Muskelmantel notwendig. Entsprechend der Wandlung von Stütz- zu Bewegungsfunktion nimmt auch die Bedeutung der Weichteile und ihrer Störungen zu. Aus diesem Grund spielt sich ein großer Teil der Schultererkrankungen in den Weichteilen ab.

Sternoklavikulargelenk

Über das mediale Schlüsselbeingelenk (Sternoklavikulargelenk, Art. sternoclavicularis) steht der Schultergürtel in gelenkiger Verbindung mit dem Rumpfskelett (► Abb. 9.8 u. ► Abb. 9.9). Die beiden artikulierenden Gelenkflächen von Clavicula und Manubrium sterni sind sattelförmig und leicht inkongruent. Diese Inkongruenz wird durch einen faserknorpeligen Discus articularis ausgeglichen (► Abb. 9.9). Straffe Bandzüge sichern das Gelenk zusätzlich und schränken die Beweglichkeit stark ein. Neben den Lig. sternoclaviculare anterius und posterius sowie dem Lig. interclaviculare fixiert zusätzlich das Lig. costoclaviculare die Clavicula an der 1. Rippe (► Abb. 9.9).

Die beiden **Hauptbewegungen im Sternoklavikulargelenk** werden um eine nahezu vertikale Bewegungsachse (Vor- und Rückführen der Schulter) und eine leicht schräg von lateral-vorne nach medial-hinten verlaufende sagittale Achse (Anheben und Senken der Schulter) durchgeführt; ► Abb. 9.11a u. b). Außer den beiden Hauptbewegungen

des Schlüsselbeines in der Horizontal- und Frontalebene ermöglicht der Discus articularis eine weitere Bewegung um die Längsachse der Clavicula im Sinne einer Rotation. Durch diesen 3. Freiheitsgrad wird das Sternoklavikulargelenk funktionell zu einem **Kugelgelenk**, wobei sich die Clavicula auf einem Kegelmantel bewegt, dessen Spitze zum Brustbein zeigt und dessen kreisförmige Basis einen Durchmesser von etwa 10–13 cm besitzt. Bei der Rotation handelt es sich um eine zusammengesetzte Bewegung aus den beiden Hauptbewegungen.

Akromioklavikulargelenk

Im lateralen Schlüsselbeingelenk (Akromioklavikulargelenk, Art. acromioclavicularis) oder dem sog. Schulterreckgelenk artikulieren das Acromion des Schulterblattes und die Extremitas acromialis des Schlüsselbeins (► Abb. 9.2 u. ► Abb. 9.8). Es ist der Form nach ein planes Gelenk, das durch straffe Bänder (Lig. acromioclaviculare, Lig. coracoacromiale und Lig. coracoclaviculare; ► Abb. 9.10) in seinem Bewegungsausmaß stark eingeschränkt wird. In Ausnahmefällen weist das Schulterreckgelenk einen variabel geformten Discus articularis auf. Aufgrund der planen Gelenkflächen kommen überwiegend translatorische Bewegungen vor, und zwar nach ventral und dorsal sowie nach kranial und kaudal. Gemeinsam mit dem Sternoklavikulargelenk erlaubt das Akromioklavikulargelenk eine Rotation des Schlüsselbeines um seine Längsachse.

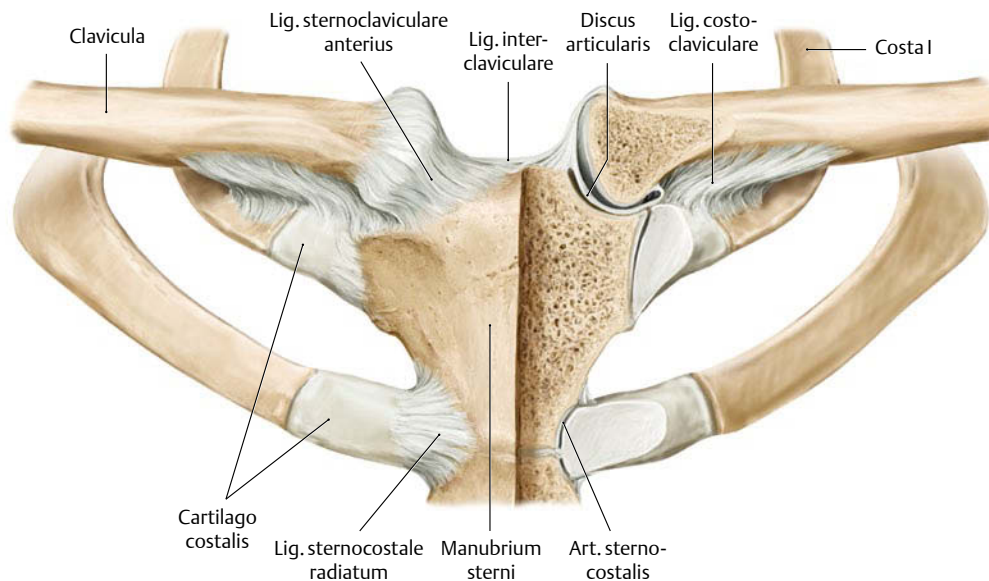


Abb. 9.9 Sternoklavikulargelenke und Bandapparat, Ansicht von ventral. Das linke Sternoklavikulargelenk ist durch einen Flachschnitt eröffnet.

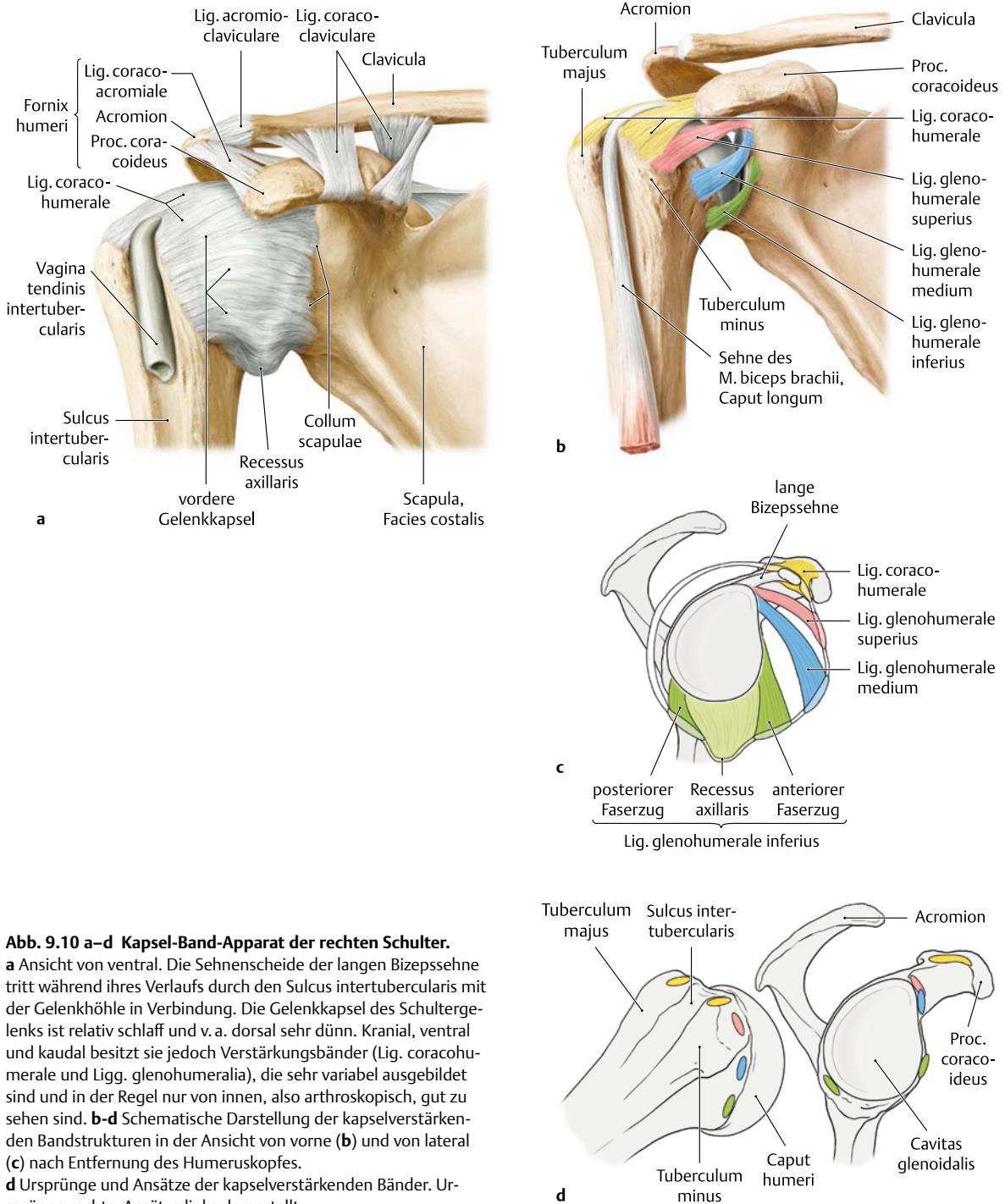


Abb. 9.10 a–d Kapsel-Band-Apparat der rechten Schulter.
a Ansicht von ventral. Die Sehnnenscheide der langen Bizepssehne tritt während ihres Verlaufs durch den Sulcus intertubercularis mit der Gelenkhöhle in Verbindung. Die Gelenkkapsel des Schultergelenks ist relativ schlaff und v. a. dorsal sehr dünn. Kranial, ventral und kaudal besitzt sie jedoch Verstärkungsbänder (Lig. coracohumerale und Ligg. glenohumeralia), die sehr variabel ausgebildet sind und in der Regel nur von innen, also arthroskopisch, gut zu sehen sind. **b–d** Schematische Darstellung der kapselverstärkenden Bandstrukturen in der Ansicht von vorne (**b**) und von lateral (**c**) nach Entfernung des Humeruskopfes. **d** Ursprünge und Ansätze der kapselverstärkenden Bänder. Ursprünge rechts, Ansätze links dargestellt.

Schulterblatt-Thorax-Gelenk und subakromiales Nebengelenk

Schulterblatt-Thorax-Gelenk und subakromiales Nebengelenk besitzen zwar die Funktion von Gelenken, stellen jedoch - anatomisch gesehen - Gleitlager dar. Bei allen Bewegungen des Schultergürtels gleitet das Schulterblatt im lockeren Bindegewebe zwischen M. serratus anterior und M. subscapularis (Schulterblatt-Thorax-Gelenk; ► Abb. 9.12). Hierbei sind möglich:

- translatorische Bewegungen der Scapula parallel zur Wirbelsäule (Heben und Senken der Schulter),
- Verschiebungen der Scapula von vorne-lateral nach hinten-medial (Vor- und Zurücknehmen der Schulter) sowie
- Drehbewegungen des Schulterblattes um eine sagittale Achse (Elevation des Armes über 90°) (► Abb. 9.11c).

Die durch die Rotationsbewegung erreichte Stellungsänderung der Pfanne des Schultergelenks ist Voraussetzung für die Elevation des Armes. Hierbei gleiten der von der Supraspinatussehne bedeckte Humerkopf sowie das Tuberculum majus im subakromialen Nebengelenk unter das Schulterdach (s.u.). Auf diese Weise verhindern die das subakromiale Nebengelenk bildenden Schleimbeutel (Bursa subdeltoidea und Bursa subacromialis; ► Abb. 9.13) eine zu starke Reibung der Supraspinatussehne sowie des Humerkopfes am Schulterdach.

Schultergelenk

Im Schultergelenk (Art. humeri), dem beweglichsten aber auch anfälligsten Gelenk des ganzen Körpers, artikulieren das Caput humeri und die Cavitas glenoidalis der Scapula in Form eines Kugelgelenks (► Abb. 9.12 u. ► Abb. 9.13). Die gegenüber der Gelenkfläche des Caput humeri 3- bis 4-mal kleinere, flache Gelenkpfanne wird durch eine am Pfannenrand ansetzende faserknorpelige, an der Basis etwa 5 mm breite Gelenkklippe (Labrum glenoidale) nur unwesentlich vergrößert (► Abb. 9.12, ► Abb. 9.13, ► Abb. 9.14). Dieses Missverhältnis in der Größe der artikulierenden Gelenkflächen ermöglicht zwar eine große Beweglichkeit, verringert aber andererseits aufgrund einer mangelnden knöchernen Führung die Stabilität im Gelenk. Da auch der Bandapparat nur schwach ausgebildet ist, gewährleistet v.a. die kräftige Schultermuskulatur die Stabilität im Schultergelenk. Als zusätzliche Sicherung des Humerkopfes in der Gelenkpfanne dient das sog. Schulterdach (Fornix humeri), eine Struktur, die aus dem Acromion, dem Proc. coracoideus sowie dem Lig. coracoacromiale gebildet wird (► Abb. 9.14). Da das Schulterdach gleichzeitig aber auch die Schultergelenkbewegungen nach oben begrenzt, muss bei Armbewegungen über die Horizontale die Scapula mitbewegt werden (s. „Bewegungen im Schultergelenk“).

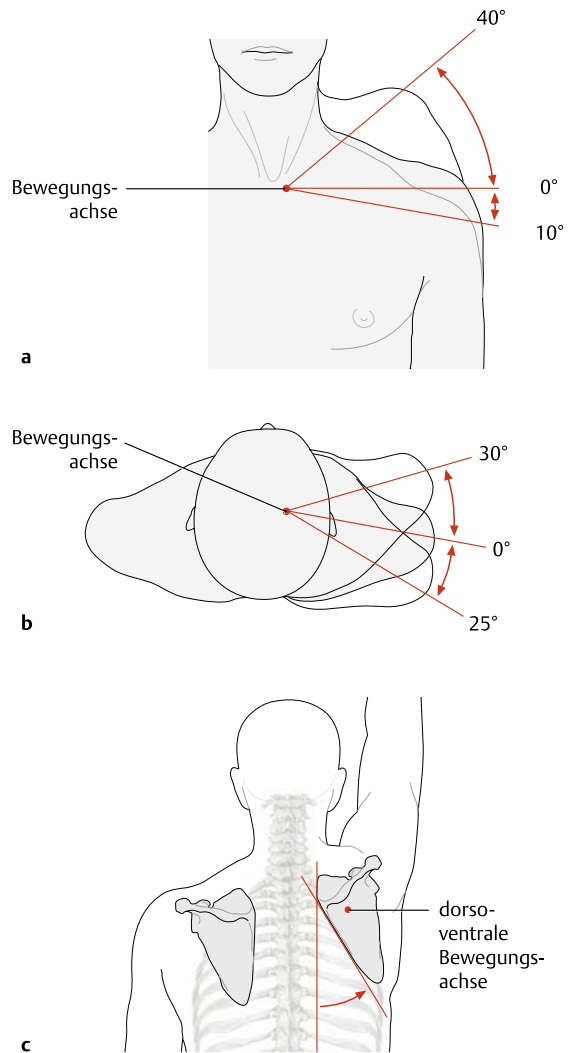


Abb. 9.11 a–c Bewegungen des Schultergürtels im Sternoklavikulargelenk. **a** Heben und Senken des Schultergürtels um eine nahezu sagittale Achse, Ansicht von vorne. **b** Vor- und Rückführen der Schulter um eine longitudinale (vertikale) Achse, Ansicht von oben. **c** Schwenken des Angulus inferior nach lateral durch Rotation der Scapula um eine dorsoventrale Achse durch die Mitte der Scapula, Ansicht von hinten.

Verrenkungen (Luxationen) am Schultergelenk

Luxationen treten am Schultergelenk besonders häufig auf (etwa 45% aller Luxationen). Dabei luxiert der Humerkopf in der Regel nach vorne oder nach vorne-unten. Ursache ist die Außenrotation des erhobenen Armes infolge einer erheblichen Gewalteinwirkung. Wenn die Schulter allerdings einmal ausgerenkt wurde, genügen oft geringe ausführende Bewegungen, um sie erneut luxieren zu lassen. Schon die Verdrehung der Schulter im Schlaf kann genügen, um eine sog. habituelle Luxation auszulösen.

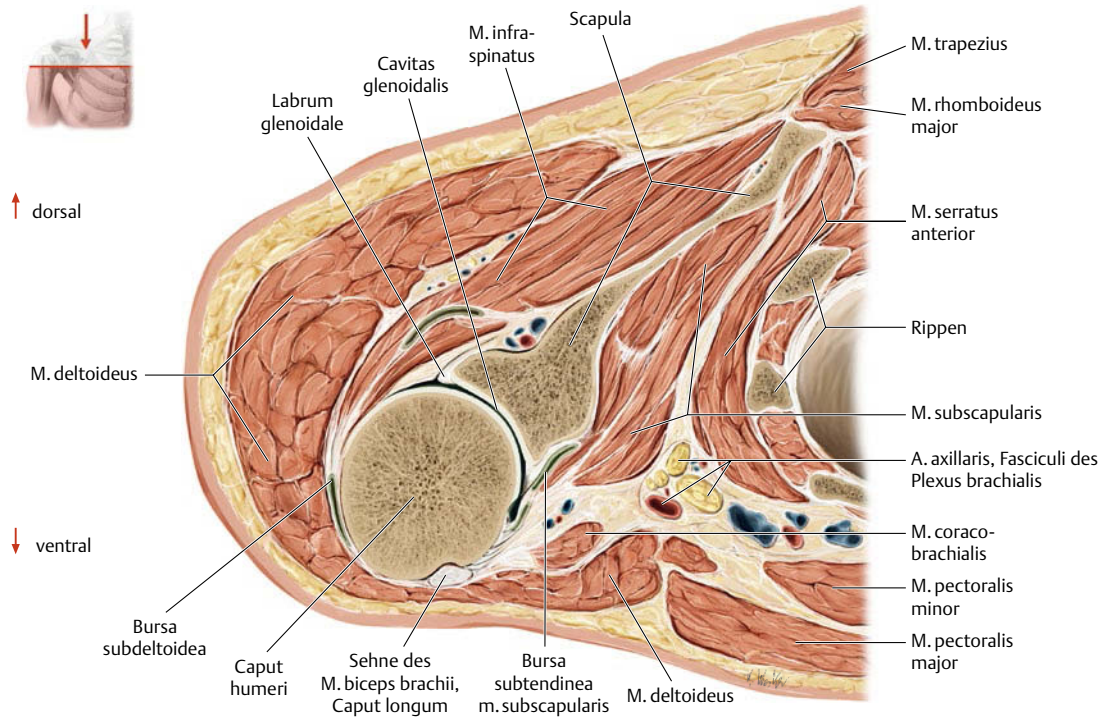


Abb. 9.12 Horizontalschnitt durch ein rechtes Schultergelenk, Ansicht von kranial (Zeichnung nach einem Präparat aus der Sammlung des Anatomischen Instituts der Universität Kiel).

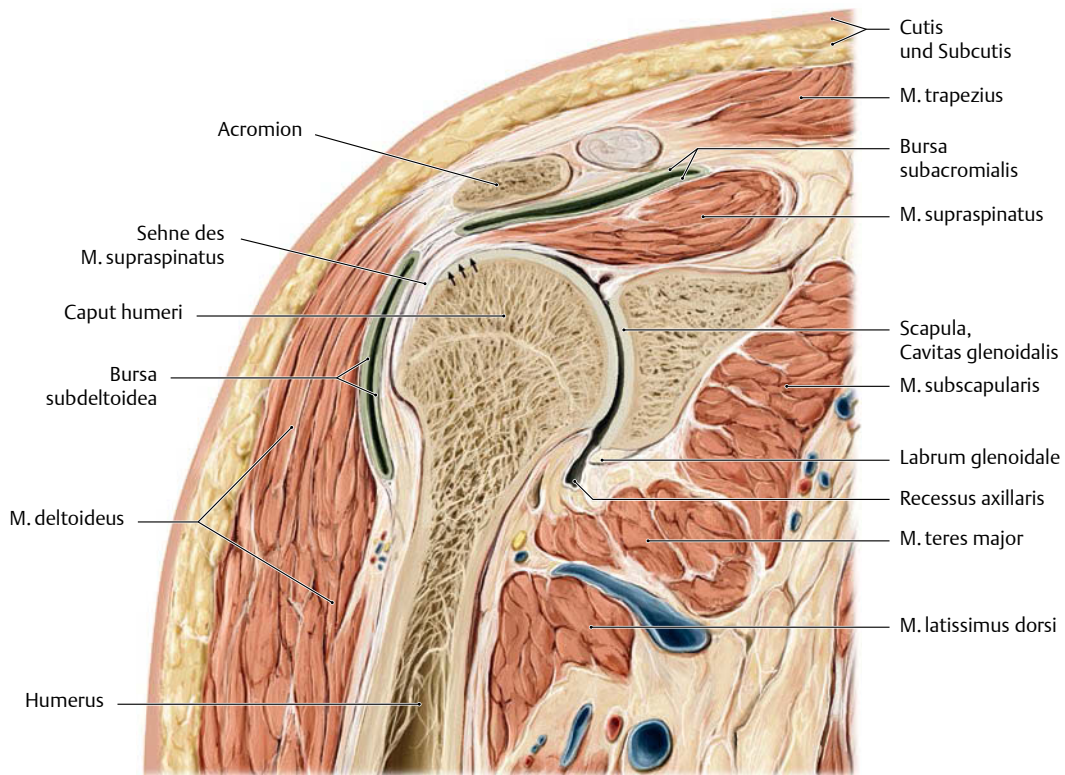


Abb. 9.13 Frontalschnitt durch ein rechtes Schultergelenk, Ansicht von ventral (Zeichnung nach einem Präparat aus der Sammlung des Anatomischen Instituts der Universität Kiel).

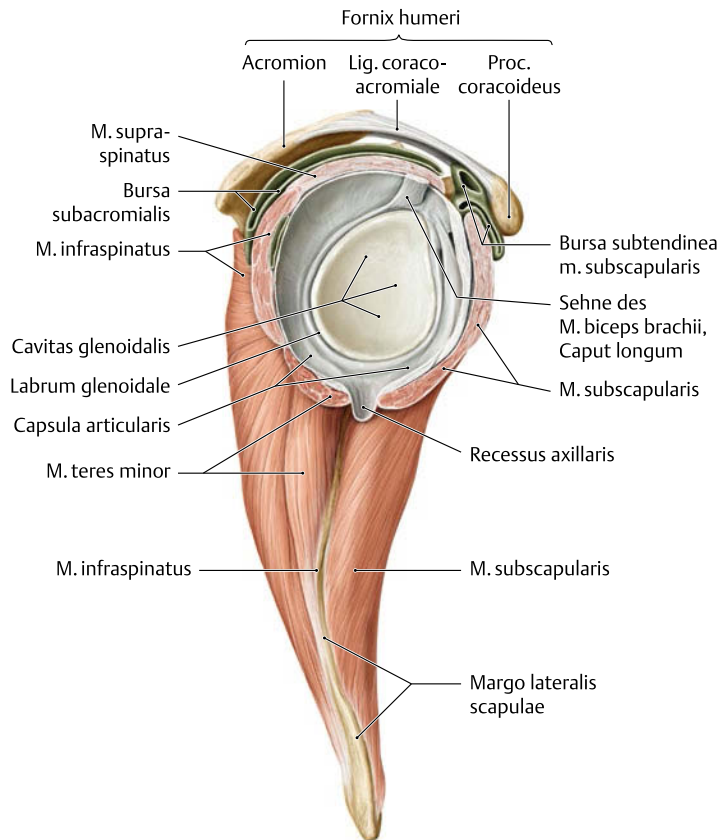


Abb. 9.14 Rechte Scapula, Ansicht von lateral. Der Humerus ist entfernt, die am Aufbau der Rotatorenmanschette beteiligten Muskeln und Sehnen sind durchtrennt. Ebenfalls durchtrennt sind die Ursprungssehnen des M. biceps brachii (lange Bizepssehne) und des M. triceps brachii (Caput longum).

Schultergelenkkapsel

Die Schultergelenkkapsel ist weit und im hinteren, nicht von Bändern verstärkten Bereich sehr dünn. Als Lig. glenohumeralia bezeichnet man 3 Verstärkungen auf der Vorderseite der Gelenkkapsel (► Abb. 9.10). Bei herunterhängendem Arm weist die Gelenkkapsel im unteren muskelfreien Bereich eine weite Aussackung auf, den Recessus axillaris (► Abb. 9.10). Diese Reservefalte gewährleistet, dass den Armbewegungen – besonders bei Abspreizbewegungen – kein Widerstand entgegengesetzt wird. Die Gelenkhöhle des Schultergelenks ist aufgrund ihrer Verbindungen mit benachbarten Schleimbeuteln verzweigt. Regelmäßig kommunizieren mit der Gelenkhöhle die Bursa subtendinea musculi subscapularis und die Bursa subcoracoidea (► Abb. 9.14). Auch die Sehnenscheide der langen Bizepssehne (Vagina synovialis intertubercularis) tritt während ihres Verlaufs durch den Sulcus intertubercularis mit der Gelenkhöhle in Verbindung (► Abb. 9.12). Nach Eintritt in das Cavum articulare wird die intraartikulär verlaufende Sehne bis zu ihrem Ursprung am Tuberculum supraglenoidale nur von der Membrana synovialis umgeben.

9.3.3 Bewegungen im Schultergelenk

Das Schultergelenk ist ein Kugelgelenk, in dem Bewegungen um 3 senkrecht aufeinander stehende *Hauptachsen* möglich sind. Somit sind 3 Freiheitsgrade mit 6 Hauptbewegungsrichtungen vorgegeben:

- Um eine *transversale Achse* wird der Arm nach ventral vor- (Anteversion) und nach dorsal rückgeführt (Ret-roversion).
- Um eine *sagittale Achse* wird der Arm nach lateral abgespreizt (Abduktion) und nach medial herangezogen (Adduktion).
- Um eine *vertikale Achse* entlang der Schaftachse des Humerus kann der Arm nach innen (Innenrotation) und nach außen (Außenrotation) gedreht werden (► Abb. 9.15a–d).

Darüber hinaus lassen sich die Bewegungen im Schultergelenk ganz allgemein in Vertikal-, Horizontal- und Rotationsbewegungen unterteilen:

- Bei **Vertikalbewegungen** wird der herabhängende Arm (Neutral-Null-Stellung) in verschiedene Richtungen des Raumes eleviert. In der Klinik wird der Begriff

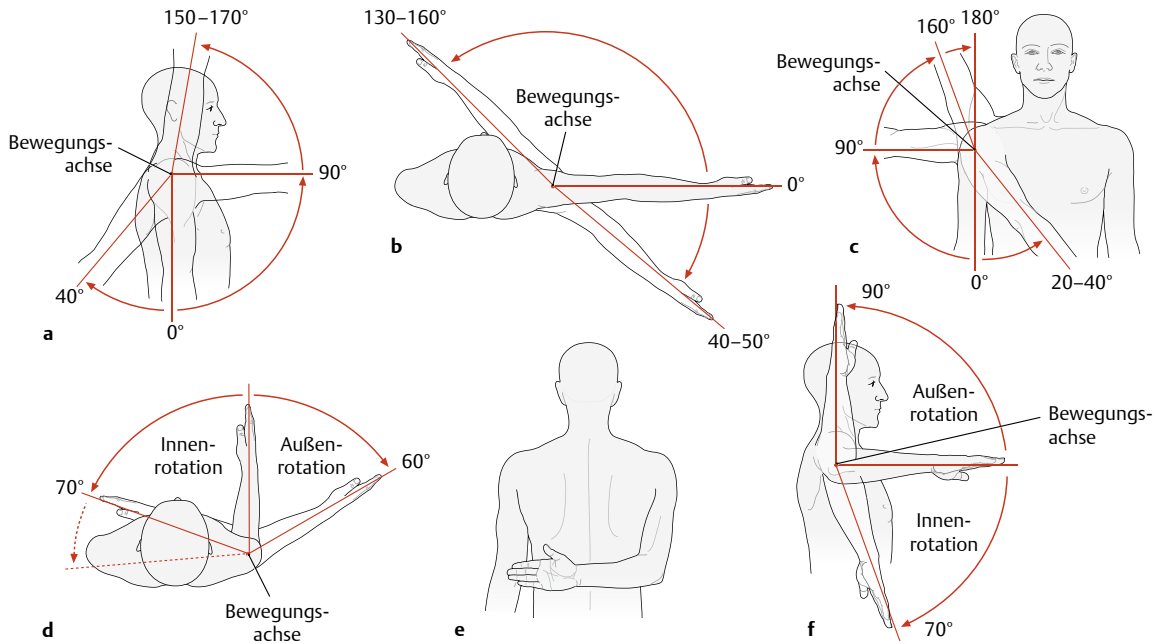


Abb. 9.15 a–f Bewegungen im Schultergelenk aus der Neutral-Null-Stellung (0°). **a** Anteversions- bzw. Retroversionsbewegungen (Flexion bzw. Extension) erfolgen um eine transversale Achse. **b** Anteversion und Retroversion eines um 90° abduzierten Armes werden auch als Horizontalbewegungen bezeichnet. **c** Abduktions und Adduktionsbewegungen erfolgen um eine sagittale Achse, wobei Bewegungen ab 90° Abduktion häufig als Elevation bezeichnet werden. In der Klinik wird der Begriff Elevation jedoch in der Regel für Vertikalbewegungen benutzt. Ab 80–90° Abduktion erfolgt automatisch eine Außenrotationsbewegung, durch die eine Kompression des Tuberculum majus gegen das Schulterdach verhindert wird. Wird hingegen der Arm in Innenrotationsstellung abduziert, sind nur etwa 60° Abduktion möglich. **d–f** Innen- und Außenrotationsbewegungen erfolgen um die Längsachse (Schftachse) des Humerus. Bei gleichzeitig gebeugtem Ellenbogen kann der Unterarm als Zeiger benutzt werden. Bei herabhängendem Arm wird die maximale Innenrotation durch den Rumpf behindert. Wird der Arm hinter den Rücken genommen, entspricht dies einer Innenrotation von 95° (**e**). Bei 90° abduziertem Arm vergrößert sich das Ausmaß der Außenrotation, die maximale Innenrotation ist hingegen etwas geringer (**f**).

Elevation für alle Bewegungen verwendet, die den Arm vom Rumpf wegbewegen. Häufig werden jedoch nur die Bewegungen als Elevation bezeichnet, bei denen der Arm über 90° angehoben wird.

- **Horizontalbewegungen** führen den um 90° seitlich abduzierten Arm nach vorne und nach hinten (► Abb. 9.15c).
- **Rotationsbewegungen** schließlich sind in allen Positionen des Armes möglich. Das Ausmaß der jeweiligen Innen- und Außenrotation lässt sich am besten bei 90° gebeugtem Ellenbogen abschätzen. In dieser Stellung kann man den Unterarm als Zeiger benutzen, an dem die Rotationsbewegung unmittelbar abzulesen ist (► Abb. 9.15d).

Die Bewegungsprüfung im Schultergelenk wird dadurch erschwert, dass es praktisch kaum eine Bewegung gibt, an der nicht andere Strukturen, wie die Scapula oder die Wirbelsäule mitbeteiligt sind. Um die Beweglichkeit des Schultergelenks alleine zu prüfen, hält man deshalb den Angulus inferior der Scapula fest, fixiert also den Schultergürtel. Dann ist der Bewegungsumfang des Schultergelenks im Normalfall folgender:

- Abduktion bis maximal 60° und
- Anteversion bis zur Horizontalen.

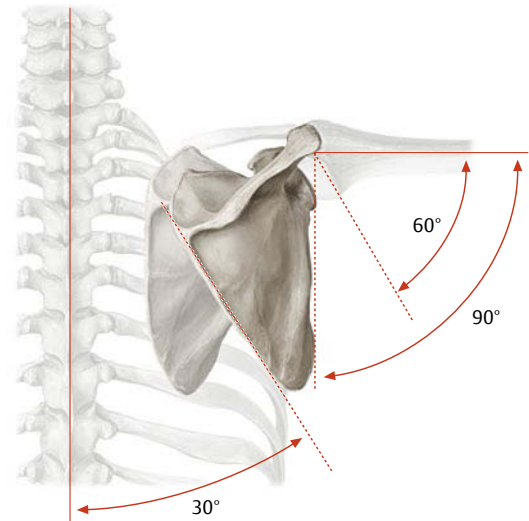


Abb. 9.16 Humeroskapularer Rhythmus. Bei der Abduktion bewegen sich Arm und Scapula in einem Verhältnis von 2:1, d. h. z. B. bei einer Abduktion von 90° finden 60° im Humeroskapulargelenk und 30° durch eine gleichzeitige Schulterbewegung statt. Dieser „humeroskapuläre Rhythmus“ setzt jedoch erst ein, wenn die Scapula bei der Abduktionsbewegung mitgeht. Bei Schultererkrankungen ist dieser Rhythmus gestört, wobei die Drehbewegung der Scapula häufig deutlich früher einsetzt.

Eine Steigerung dieses Bewegungsumfangs ist nur möglich, wenn andere Strukturen mitbeteiligt sind (vgl. humeroskapularer Rhythmus, ► Abb. 9.16):

- Für die weitere Abduktion bzw. Elevation des Armes, also über 60°/90° hinaus bis 160° ist die zusätzliche Drehung der *Scapula* um eine sagittale Achse nötig. Dabei schwenkt der Angulus inferior der Scapula um etwa 60° nach lateral-vorne, wobei die Gelenkpfanne schräg nach oben-außen gedreht wird. Diese Stellungsänderung der Cavitas glenoidalis ist Voraussetzung für die Elevation des Armes über die Horizontale.
- Eine darüber hinausgehende Elevation in der Frontalebene bis 180° ist nur bei gleichzeitiger Außenrotation und Neigung der *Wirbelsäule* zur kontralateralen Seite möglich.
- Die Anteversion bis zu 170° ist unter Mitwirkung des Schultergürtels möglich.

Bei Bewegungseinschränkungen im Schultergelenk selbst setzt die Drehbewegung der Scapula viel früher ein und ist daher auch viel ausgeprägter. Besonders eindrucksvoll sind Bewegungen der freien oberen Gliedmaßen bei vollständig versteiftem Schultergelenk (z.B. Zustand nach Schultergelenkarthrodese). In diesem Zustand kann der Arm alleine durch Bewegungen im Schulterblatt-Thorax-Gelenk nur noch um etwa 60° abduziert werden, und es ist nur noch ein Drittel der normalen Anteversion und Retroversion möglich.

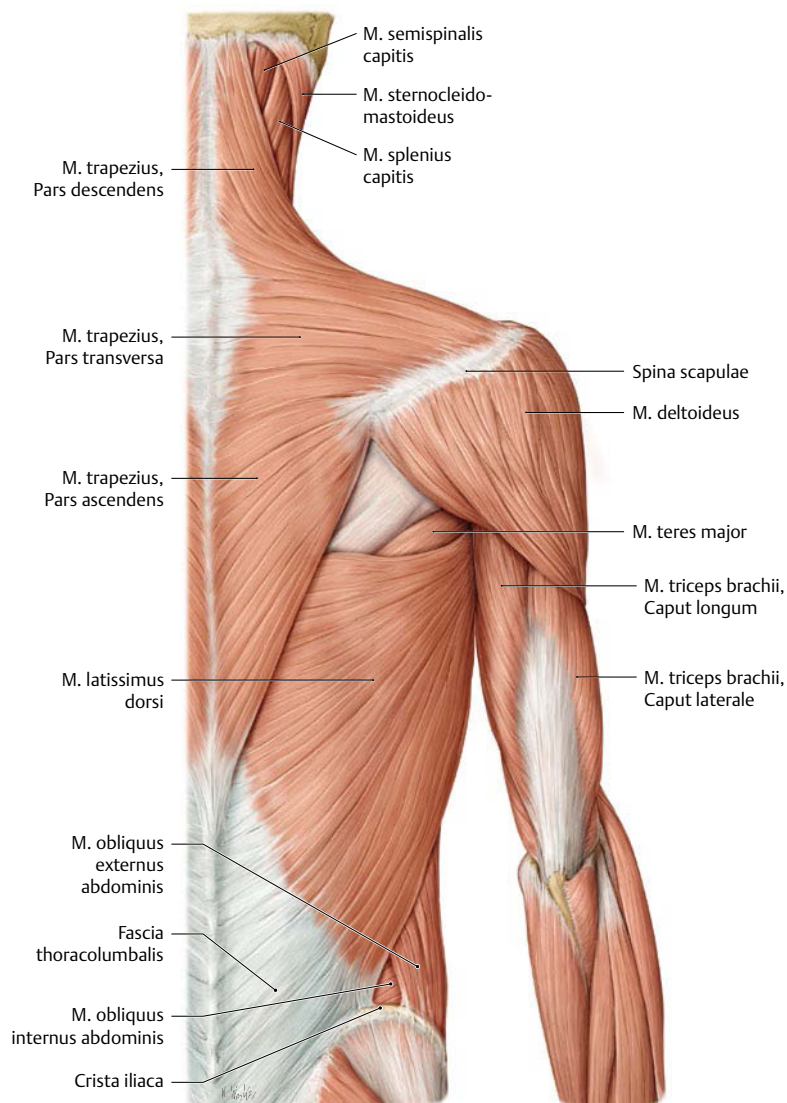


Abb. 9.17 Schultergürtel- und Schultergelenkmuskeln, Ansicht von dorsal.

9.4 Muskulatur von Schultergürtel und Schultergelenk

9.4.1 Überblick

Anders als am Beckenring bildet sich am Schultergürtel ein vielfältig gegliederter Muskelapparat aus, der teilweise weit auf den Rumpf übergreift und sogar am Kopf Ansätze besitzt. Einige Muskeln haben sich z.T. von den Gliedmaßen auf den Rumpf ausgedehnt und hier neue Ursprünge gewonnen, andere wiederum sind vom Rumpf und vom Kopf auf den Schultergürtel zugewandert. Die

gesamte Schulterregion ist somit nahezu vollständig von Muskeln umhüllt (► Abb. 9.17, ► Abb. 9.18, ► Abb. 9.19, ► Abb. 9.20). Innerhalb der Schultermuskulatur lassen sich nach funktionellen und topografischen Gesichtspunkten Schultergürtel- und Schultergelenkmuskeln unterscheiden. Beide Muskelgruppen wirken, ähnlich wie die Schultergürtelgelenke und das Schultergelenk, stets gemeinsam und bilden eine funktionelle Einheit.

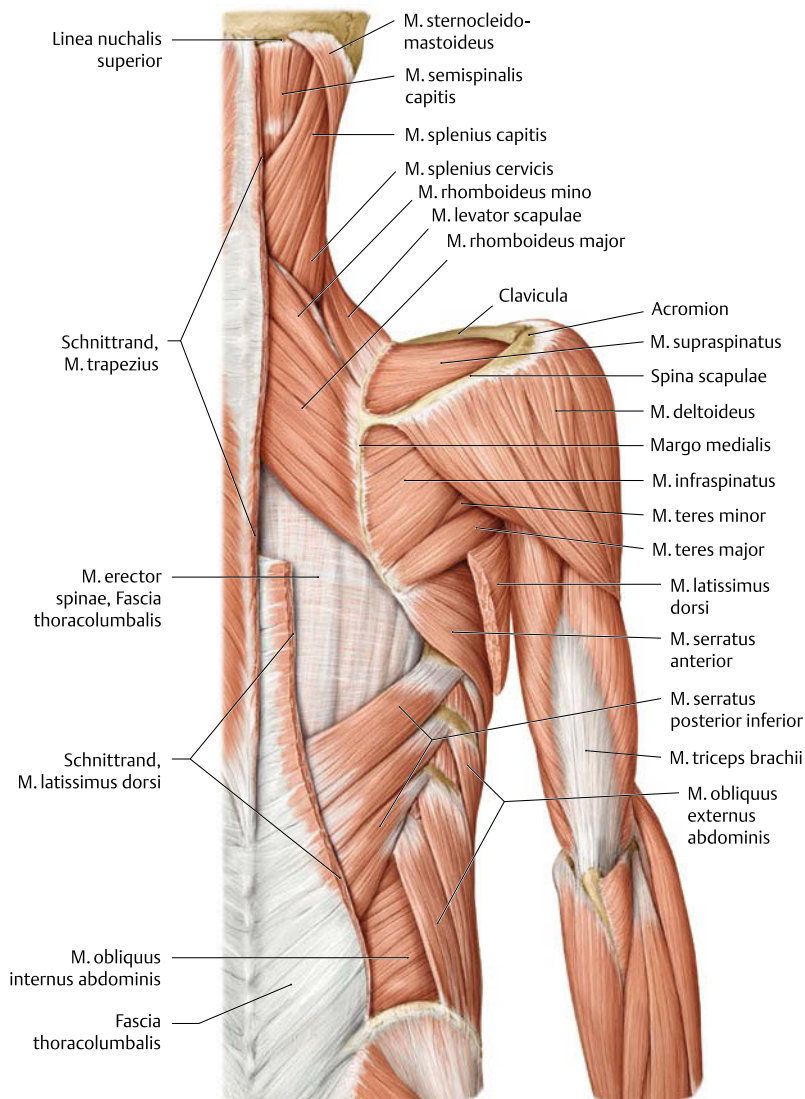


Abb. 9.18 Schultergürtel- und Schultergelenkmuskeln, Ansicht von dorsal. Die Mm. trapezius und latissimus dorsi sind entfernt.

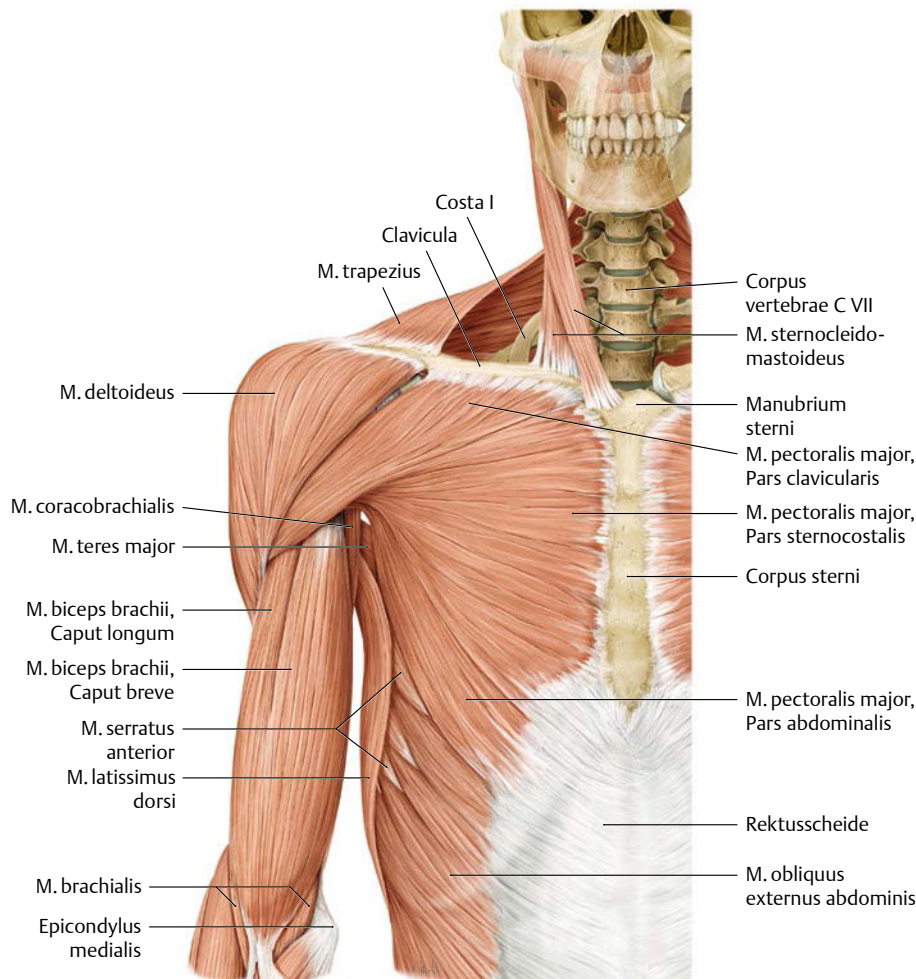


Abb. 9.19 Muskeln der rechten Schulter, Ansicht von ventral.

9.4.2 Muskeln des Schultergürtels

Zu den Schultergürtelmuskeln werden alle Muskeln gezählt, die ihren Ursprung am Rumpf bzw. am Kopf haben und an der Clavicula bzw. Scapula ansetzen. Häufig werden vordere und hintere Rumpf-Schultergürtel-Muskeln unterschieden (► Tab. 9.1). Die Mm. trapezius, sternocleidomastoideus und omohyoideus sind ursprünglich Kopfmuskeln, die während der Stammes- bzw. Keimesentwicklung abwärts gewandert sind und ihre Ansätze an der Scapula (M. omohyoideus), der Clavicula (M. sternocleidomastoideus) oder an beiden Knochen haben (M. trapezius). Da die Wirkung von M. sternocleidomastoideus und M. omohyoideus auf den Schultergürtel gering ist, werden sie bei den Halsmuskeln (s.S.376) behandelt.

Mit wenigen Ausnahmen (M. subclavius, M. sternocleidomastoideus, Pars descendens des M. trapezius) haben die Schultergürtelmuskeln ihren Ansatz an der Scapula. Hier bilden jeweils antagonistische Muskeln sog. Muskel-

schlingen, in denen die Scapula aufgehängt ist und über die sie auf dem Thorax im Schulterblatt-Thorax-Gelenk bewegt wird. Nach ihrem Verlauf – vertikal bzw. horizontal – werden folgende *Muskelschlingen* (► Abb. 9.21) unterschieden:

- *Levator-trapezius-Schlinge* (vertikal) – M. levator scapulae/Pars ascendens des M. trapezius;
- *Trapezius-pectoralis-Schlinge* (vertikal) – Pars descendens des M. trapezius/M. pectoralis minor;
- *Trapezius-serratus-Schlinge* (horizontal) – Pars transversa des M. trapezius/ Pars media des M. serratus anterior;
- *Serratus-rhomboideus-Schlinge* (annähernd horizontal, von hinten-oben nach vorne-unten) – Pars inferior des M. serratus anterior/Mm. rhomboidei.

Durch die verschiedenen Zugrichtungen der Muskeln kann das Schulterblatt nahezu in alle Richtungen verlagert werden. Absteigende Muskelzüge verlaufen vom