11.3.2 Schultergelenk

Scapula und Humerus sind verbunden über die **Articulatio humeri** (Schultergelenk), ein Kugelgelenk mit 3 Freiheitsgraden. Eine schlaffe Gelenkkapsel und ein inkomplettes Bandsystem schaffen einen großen Bewegungsradius. Das Gelenk wird zusätzlich von einer Muskelhülle (**Rotatorenmanschette**) stabilisiert.

Aufbau des Schultergelenks

Das Schultergelenk (**Articulatio humeri**) ist die Verbindung zwischen Scapula und Humerus. Die **Gelenkpfanne** der Scapula (**Cavitas glenoidalis**) ist flach und klein. Sie hat nur ein Drittel der Fläche des halbkugeligen **Gelenkkopfs** des Humerus. Vergrößert wird die Pfanne durch eine etwa 5 mm breite, faserknorpelige Pfannenlippe (**Labrum glenoidale**), in die oben die lange Bizepssehne und unten die lange Trizepssehne einstrahlt.

Die **Gelenkkapsel** ist aufgrund des großen Bewegungsumfangs des Schultergelenks weit und schlaff und legt sich in Falten. Sie zieht vom Labrum glenoidale bis zum Collum anatomicum des Humerus und umschließt die lange Bizepssehne, die somit intraartikulär verläuft.

Bei einer längeren **Ruhigstellung des Schultergelenks** (z. B. Frakturen und Entzündungen) schrumpft die untere Kapselfalte bereits innerhalb einer Woche mit gravierendem Funktionsverlust. Ist eine Ruhigstellung über mehr als einige Tage unumgänglich, muss diese daher in Abduktionsstellung vorgenommen werden. ■

Verstärkt wird die Gelenkkapsel von folgenden **Bändern** (**Abb. 11.9**):

- oben vom **Lig. coracohumerale**[14], das zum Tuberculum majus zieht, und dem **Lig. glenohumerale superius**, das zum Tuberculum minus zieht,
- ventral vom **Lig. glenohumerale medium**[13], das zum Tuberculum minus zieht.
- unten zwischen der Sehne des M. subscapularis und der langen Trizepssehne vom **Lig. glenohumerale inferius**.
- Dorsal hat die Schultergelenkkapsel keine Verstärkung durch Bänder.

Die glenohumeralen Bänder strahlen vom Labrum glenoidale aus und sind nur an der Innenfläche der Kapsel zu erkennen.

Muskuläre Stabilisierung. Um seine Stabilität trotz der nur kleinen Gelenkfläche zu gewährleisten, wird das Schultergelenk von zahlreichen Muskeln umgeben (Rotatorenmanschette, S. 236). Von den Sehnen dieser Muskeln strahlen Fasern in die Kapselwand ein und verhindern als Kapselspanner ein Einklemmen der Kapselfalten.

Da das Schultergelenk eine nur geringe knöcherne Führung besitzt, ist es das am häufigsten von einer **Luxation** betroffene Gelenk. Meist luxiert der Humeruskopf nach vorne unten in die Fossa subscapularis (Luxatio subcoracoidea). Eine Luxation nach

aus: Kirsch et al., Anatomie (ISBN 9783131449917) © 2011 Georg Thieme Verlag KG

vorne oben wird begünstigt durch die Lücke in der Rotatorenmanschette an dieser Stelle.

Bei häufigem Auftreten einer Schulterluxation spricht man von **habitueller Luxation**, die meist Folge von Kapselrissen oder Abrissen des Labrum glenoidale ist. ■

Subacromialer Raum und **Schleimbeutel** (**Abb. 11.9**). Das „Dach des Schultergelenks" (Fornix humeri) wird von Acromion[19], Processus coracoideus[18] und dem Lig. coracoacromiale[20] gebildet (subacromiales Nebengelenk). Bei einer Abduktion des Armes über 90 ° (Elevation) nähert sich das Tuberculum majus humeri diesem Dach an. Um einen direkten Kontakt zu verhindern, wird der Zwischenraum von 3 Schleimbeuteln abgepolstert:

- Bursa subacromialis[17]
- Bursa subdeltoidea[16]
- Bursa subcoracoidea[6]

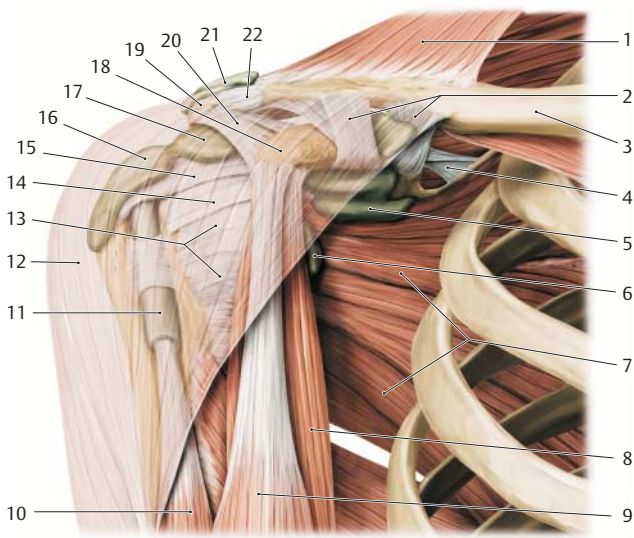


Abb. 11.9 Schleimbeutel am Schultergelenk.

1 M. trapezius
2 Lig. coracoclaviculare
3 Clavicula
4 Lig. transversum scapulae superius
5 Bursa subtendinea m. subscapularis
6 Bursa subcoracoidea
7 M. subscapularis
8 M. coracobrachialis
9 M. biceps brachii, Caput breve
10 M. biceps brachii, Caput longum
11 Sehnenscheide im Sulcus intertubercularis
12 M. deltoideus
13 Capsula articularis, Ligg. glenohumeralia
14 Lig. coracohumerale
15 Ansatzsehne des M. supraspinatus
16 Bursa subdeltoidea
17 Bursa subacromialis
18 Processus coracoideus
19 Acromion
20 Lig. coracoacromiale
21 Bursa subcutanea acromialis
22 Lig. acromioclaviculare

aus: Kirsch et al., Anatomie (ISBN 9783131449917) © 2011 Georg Thieme Verlag KG

Weitere Schleimbeutel am Schultergelenk sind:
- Bursa subtendinea m. subscapularis[5]
- Bursa subcutanea acromialis[21]

Die Bursa subacromialis und Bursa subdeltoidea stehen miteinander in Verbindung, sodass sich zwischen ihnen Entzündungen leicht ausbreiten können. Die Bursa subcoracoidea und die Bursa subtendinea m. subscapularis kommunizieren darüber hinaus mit der Gelenkhöhle.

Die Sehne[15] des M. supraspinatus zieht durch den subacromialen Raum. Im Alter ober bei chronischer Überbeanspruchung zeigt sie häufig degenerative Veränderungen (zunächst Entzündung, später Verkalkung). Dies kann durch eine Einengung des subacromialen Raums zum **Impingementsyndrom** führen, bei dem das Heben des Arms zwischen 60 und 120 ° schmerzhaft ist („painful arc", **Abb. 11.10**). ■

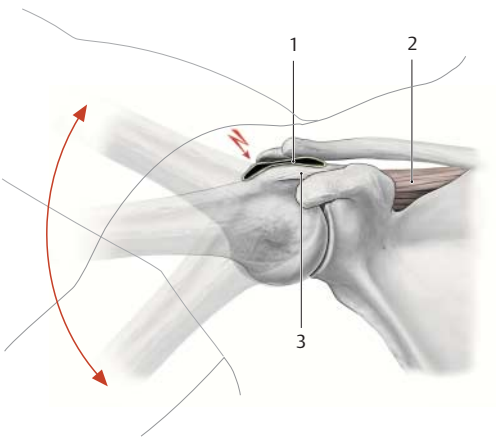


Abb. 11.10 Impingementsyndrom. Wenn durch degenerative Veränderungen der Supraspinatussehne oder des lateralen Claviculagelenks im subacromialen Raum eine Enge entsteht, ist die Abduktion des Arms zwischen 60 ° und 120 ° schmerzhaft („painful arc").
1 Bursa subacromialis
2 M. supraspinatus
3 Ansatzsehne des M. supraspinatus

Mechanik des Schultergelenks

Das Schultergelenk ist ein Kugelgelenk mit 3 Freiheitsgraden. Seine Beweglichkeit wird aus der Neutralstellung in die 3 Hauptebenen gemessen:
- **Transversalachse:** Die **Anteversion** des Arms ist im Schultergelenk nur bis 90 ° möglich, bei Drehung der Scapula und damit der Gelenkpfanne aber bis zu 170 °. Die **Retroversion** wird von der dorsalen Rotatorenmanschette und dem ventralen Bandsystem auf 30–40 ° beschränkt.
- **Sagittalachse:** Die **Abduktion** im Schultergelenk wird vom Acromion begrenzt und beträgt 90 °. Bei gleichzeitiger Drehung der Scapula kann der Arm bis zu 170 ° gehoben werden (**Elevation**). Eine vollständige Hebung des Oberarms

aus: Kirsch et al., Anatomie (ISBN 9783131449917) © 2011 Georg Thieme Verlag KG

senkrecht nach oben kann nur durch eine Mitbewegung der Wirbelsäule vorgetäuscht werden. Die **Adduktion** wird vom Rumpf begrenzt und beträgt 30°, bei Einbeziehung des Schultergürtels 40°.

- **Längsachse:** Die **Innenrotation** beträgt 70°. Über eine Ausweichbewegung kann der Arm hinter den Rumpf gedreht werden, was einer Innenrotation von 100° entspricht. Die **Außenrotation**, eingeschränkt durch die Ligg. glenoidohumeralia, beträgt 60°, erhöht sich jedoch durch die Scapulabewegung auf bis zu 90°.

Wird die Beweglichkeit des Schultergelenks bei 90° Abduktion bestimmt, ist die Anteversion bis 160° möglich, die Retroversion bis 50°, die Außenrotation bis 90°. Die Innenrotation bleibt dagegen bei 70°.

Die **Rotation im Schultergelenk** wird mit gebeugtem Ellenbogengelenk bestimmt; der Unterarm dient dabei als Messzeiger. ■

Muskulatur des Schultergelenks (Abb. 11.11)

11

Die **oberflächlichen Schicht** der Schultermuskulatur besteht aus einer ventralen und einer dorsalen Muskelgruppe. Bei den großen, flächigen Muskeln der oberflächlichen Schicht kann man jeweils mehrere Anteile unterscheiden.

Zur **ventralen Muskelgruppe** zählt der **M. pectoralis major**. Er bildet die vordere Achselfalte und breitet sich über die ventrale Brustwand aus. Er entspringt breit gefächert von Clavicula, Sternum, den oberen Rippenknorpeln und der anterioren Rektusscheide und setzt an der Crista tuberculi majoris im proximalen Humerusdrittel an. Aufgrund ihrer verschiedenen Ursprungsgebiete unterscheidet man 3 Anteile:

- Pars clavicularis
- Pars sternocostalis
- Pars abdominalis

Dabei setzen die Muskelfasern der Pars clavicularis distaler am Humerus an als diejenigen der Pars abdominalis. Dadurch überkreuzen sich die Faserzüge bei Ruhestellung des Arms, entfalten sich bei Anteversion des Arms und verlaufen erst bei erhobenem Arm parallel. Dies ist ein effektiver Schutzmechanismus gegen eine plötzliche Überdehnung, z.B. beim Übergang vom Stütz am Reck in eine am gestreckten Arm hängende Position.

Die Anteversion wird hauptsächlich von Pars sternocostalis und clavicularis ausgeführt, die Pars abdominalis unterstützt die Adduktion und Innenrotation. Der M. pectoralis spielt z.B. beim Brustschwimmen und bei allen Wurfdisziplinen eine große Rolle. Bei aufgestütztem Arm fungiert er als Atemhilfsmuskel, der die Rippen anhebt.

aus: Kirsch et al., Anatomie (ISBN 9783131449917) © 2011 Georg Thieme Verlag KG

Der **M. coracobrachialis** (Abb. 11.11b[15]) gehört ebenfalls zur ventralen Muskelgruppe und liegt ventral am Oberarm. Er entspringt vom Processus cocacoideus und inseriert etwa in der Mitte des Humerus. Da er den Humeruskopf in die Gelenkpfanne zieht, stabilisert er zusammen mit dem M. deltoideus das Schultergelenk bei einem Zug am Arm, z.B. beim Koffertragen. Außerdem unterstützt er Anteversion, Adduktion und Innenrotation.

Bei knapp 5 % der Europäer ist ein in Form und Ausdehnung variabler **M. sternalis** ausgebildet, der ein- oder beidseits des Sternalrandes auf der Fascia pectoralis liegt. Dieser Muskel ist ein Rudiment der Hautmuskulatur der Säugetiere. Innerviert wird er meist von Ästen der Nn. pectorales oder intercostales.

Bereits zur **dorsalen Muskelgruppe** (Abb. 11.11a) zählt man den **M. deltoideus**[5]. Er bildet durch seine kappenförmige Anordnung einen oberflächlichen Muskelmantel um das Schultergelenk und ist an praktisch allen Bewegungen dieses Gelenks beteiligt. Außerdem bildet er die Schulterkontur. Er entspringt breit gefächert am distalen Drittel der Clavicula, am Acromion und an der Spina scapulae. Die dicken Muskelfaserbündel konvergieren gegen die auf der Innenfläche des Muskels gelegene Ansatzsehne, die sich an der Tuberositas deltoidea knapp proximal der Humerusmitte anheftet. Die 3 Anteile des M. deltoideus sind:

- Pars clavicularis
- Pars acromialis
- Pars spinalis

Die Muskelanteile wirken je nach Stellung des Oberarms teilweise synergistisch und teilweise antagonistisch:

- Die Pars acromialis abduziert den Arm, ab etwa 60 ° auch die beiden anderen Anteile.
- Bis zu einer Abduktionsstellung von 60 ° wirken die Pars clavicularis und Pars spinalis als Adduktoren.
- Die Pars clavicularis unterstützt die Anteversion, die Pars spinalis die Retroversion – dies wird insbesondere für die Pendelbewegungen des Arms (z.B. beim Gehen) verwendet.
- Der adduzierte, nach außen rotierte Arm wird von der Pars clavicularis nach innen gedreht.
- Der nach innen rotierte Arm wird von der Pars spinalis nach außen gedreht.

Der M. deltoideus ist der wichtigste Abduktor, er hebt den Arm z.B. beim Anziehen einer Jacke oder beim Kämmen. Außerdem verstärkt er mit allen 3 Anteilen den Gelenkschluss und verhindert so ein Abgleiten des Kopfs aus der Pfanne bei Zug am Arm, z.B. beim Tragen von Lasten.

Der **M. latissimus dorsi** (s. Abb. 11.7[2]) ist der flächenmäßig größte Muskel des Menschen und bildet die hintere Achselfalte. Er ist weit über die Rückenfläche aus-

aus: Kirsch et al., Anatomie (ISBN 9783131449917) © 2011 Georg Thieme Verlag KG

gebreitet, liegt direkt unter der Rückenhaut und ist daher bei gut Trainierten deutlich erkennbar. Sein Ursprung bildet eine große, flächige Sehnenplatte, die sich von den unteren Rippen und Brustwirbeln bis zum Kreuzbein und zur Crista iliaca erstreckt. Der Muskel besteht aus 3 Anteilen:

- Pars vertebralis
- Pars iliaca
- Pars costalis

Häufig gibt es noch eine bindegewebige Anheftung an der Scapula, die als Pars scapularis bezeichnet wird. Die Muskelfasern verlaufen schräg aufwärts, konvergieren, und winden sich um den M. teres major. Die Endsehne setzt proximal des M. teres major am Humerus an, wobei die Muskelfasern der Pars vertebralis weiter distal, diejenigen der Pars costalis weiter proximal ansetzen. Dadurch entsteht ähnlich wie beim M. pectoralis major (s.o.) bei herabhängendem Arm eine schraubenförmige Windung.

Wie auch der M. teres major bewirkt der M. latissimus dorsi eine Adduktion, Innenrotation und Retroversion („Schürzenbindemuskel"). Bei festgestelltem Arm unterstützt er die Exspiration, besonders beim Husten.

11

Da ein Ausfall des **M. latissimus dorsi** zu keinen gravierenden Funktionseinbußen führt, hat er große Bedeutung für die Wiederherstellungschirurgie (z. B. Mammarekonstruktion). ■

Der **M. teres major** (**Abb. 11.11a**[10]) verläuft in Verlängerung des M. latissimus dorsi und kann mit diesem komplett verschmelzen, sodass er dann als eigenständiger Muskel fehlt. Er entspringt am Angulus inferior scapulae, schlingt sich um den langen Trizepskopf und setzt ventral am proximalen Humerus an. Er adduziert, retrovertiert und innenrotiert den Arm, z. B. beim Verschränken der Arme auf dem Rücken.

Die **tiefe Schicht** der Schultermuskulatur ist die **Rotatorenmanschette**. Sie umgibt die Gelenkfläche und stabilisiert dadurch das Schultergelenk (**Abb. 11.11**). Der Name „Rotatorenmanschette" ist irreführend, denn die Muskeln sind nicht nur für Rotationsbewegungen zuständig, sondern unterstützen auch die Adduktion und Abduktion. Außerdem gleichen sie den Zug des M. deltoideus nach kranial aus und stabilisieren so das Schultergelenk bei Abduktion.

Zur Rotatorenmanschette gehören:

- dorsal: M. infraspinatus und M. teres minor
- ventral: M. subscapularis und sein sehniges Ende sowie das Caput breve des M. biceps brachii
- kranial: die Sehne des M. supraspinatus

Der **M. infraspinatus**[2] entspringt in der Fossa infraspinata und zieht mit mehreren Sehnenbündeln an das Tuberculum majus humeri. Neben einer Außenrotation bewirkt er auch eine Adduktion und bei erhobenem Arm unterstützt er die Abduk-

aus: Kirsch et al., Anatomie (ISBN 9783131449917) © 2011 Georg Thieme Verlag KG

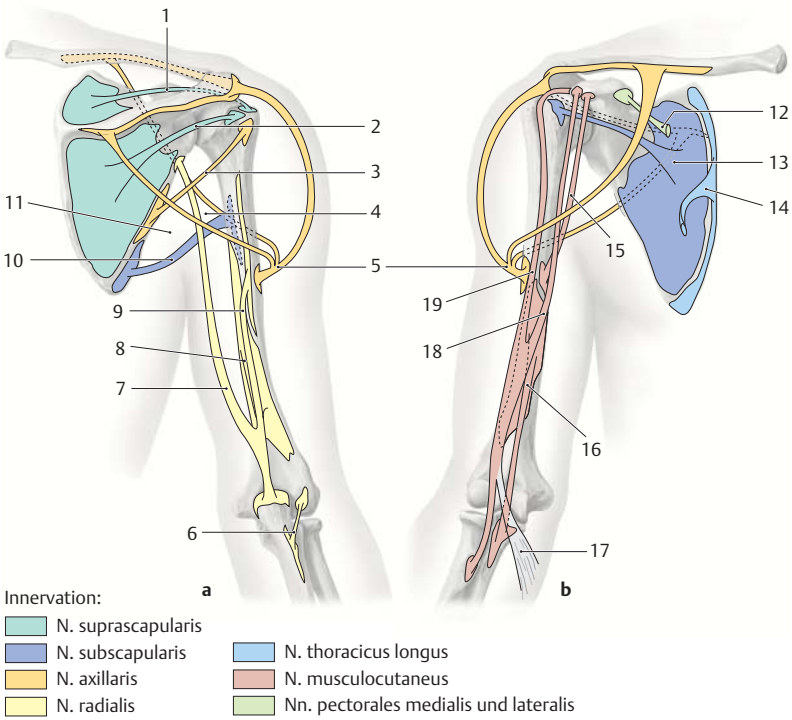


Abb. 11.11 Muskeln zur Bewegung des Schultergelenks. Ansicht von dorsal (**a**) und ventral (**b**).

1 M. supraspinatus
2 M. infraspinatus
3 M. teres minor
4 laterale Achsellücke
5 M. deltoideus
6 M. anconaeus
7 Caput longum des M. triceps brachii
8 Caput mediale des M. triceps brachii
9 Caput laterale des M. triceps brachii
10 M. teres major
11 mediale Achsellücke
12 M. pectoralis minor
13 M. subscapularis
14 M. serratus anterior
15 M. coracobrachialis
16 M. brachialis
17 Aponeurose des M. biceps brachii
18 Caput breve des M. biceps brachii
19 Caput longum des M. biceps brachii

tion. Außerdem spannt er wie alle Muskeln der Rotatorenmanschette die Gelenkkapsel an.

Der **M. teres minor**[3] schließt kaudal an den M. infraspinatus an und ist häufig mit diesem verwachsen. Auch funktionell bildet er mit dem M. infraspinatus eine Einheit (Adduktion und Außenrotation). Trennen lassen sich die beiden Muskeln anhand ihrer eigenständigen Innervation aus Ästen des N. axillaris.

aus: Kirsch et al., Anatomie (ISBN 9783131449917) © 2011 Georg Thieme Verlag KG

Der **M. supraspinatus**[1] entspringt in der Fossa supraspinata. Seine Sehne verläuft unter dem Acromion und über den Humeruskopf hinweg und ist mit der Gelenkkapsel verwachsen. Der Muskel übt Zug auf die Gelenkkapsel aus, spannt sie somit und stabilisiert gleichzeitig das Schultergelenk. Verkalkungen der Supraspinatussehne sind im Alter häufig.

Der **M. subscapularis**[13] liegt zwischen Scapula und Thorax. Er entspringt in der Fossa subscapularis und setzt am Tuberculum minus humeri an. Er ist ein kräftiger Innenrotator und unterstützt darüber hinaus die Adduktion sowie die Ante- und Retroversion. Außerdem spannt er wie die anderen Muskeln der Rotatorenmanschette die Gelenkkapsel.

M. supraspinatus und M. infraspinatus werden von N. suprascapularis innerviert. Bei einer Kompression des Nervs in der Incisura scapulae kommt es zum **Supraskapularis-Syndrom** mit chronischen Schulterschmerzen und einer Schwäche der Außenrotation und Abduktion. ■

Die beiden **zweigelenkigen Muskeln** am Oberam (M. biceps brachii[18, 19] und M. triceps brachii[7–9]) wirken zwar hauptsächlich auf das Ellenbogengelenk (S. 243), unterstützen aber auch Bewegungen im Schultergelenk.

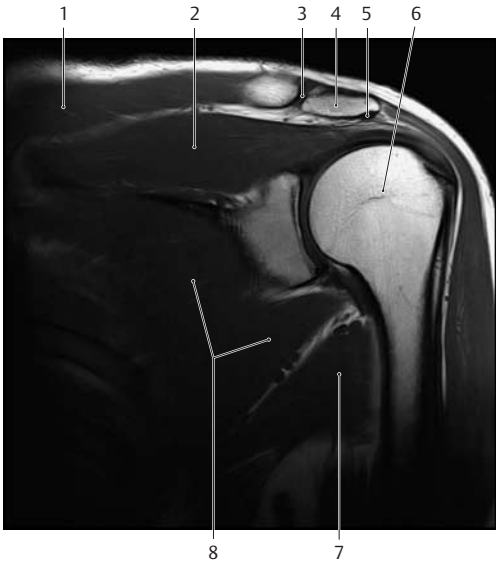


Abb. 11.12 MRT-Aufnahme der Schultermuskulatur, koronale Schicht.
1 M. trapezius
2 M. supraspinatus
3 Lig. acromioclaviculare
4 Acromion
5 Bursa subacromialis
6 Humeruskopf
7 M. latissimus dorsi
8 M. subscapularis

aus: Kirsch et al., Anatomie (ISBN 9783131449917) © 2011 Georg Thieme Verlag KG

Tab. 11.2 Muskulatur des Schultergelenks und ihre Beteiligung an den Bewegungen.

	Anteversion	Retroversion	Abduktion	Adduktion	Innenrotation	Außenrotation
ventrale Muskelgruppe des Schultergelenks						
• M. pectoralis major, Pars clavicularis	++			++		
• M. pectoralis major, Pars sternocostalis	++			++		
• M. pectoralis major, Pars abdominalis					++	
• M. coracobrachialis	+			+	+	
dorsale Muskelgruppe des Schultergelenks						
• M. deltoideus, Pars acromialis	+++	++	+++			
• M. deltoideus, Pars clavicularis	+++		++ (ab 60 °)	++ (bis 60 °)	+	
• M. deltoideus, Pars spinalis		++	++ (ab 60 °)	++ (bis 60 °)		+
• M. latissimus dorsi		++		++	+	
• M. teres major		+		+	+	
Muskeln der Rotatorenmanschette						
• M. infraspinatus				+		++
• M. teres minor				+		+
• M. supraspinatus	+		+			
• M. subscapularis					+	
zweigelenkige Muskeln						
• M. biceps brachii	+ (Caput breve)		+ (Caput longum)		+ (Caput breve)	+ (Caput breve)
• M. triceps brachii		+ (Caput longum)		+ (Caput longum)		

Die Elevation des Arms überschreitet den Bewegungsumfang im Schultergelenk und ist nur durch eine zusätzliche Rotation der Scapula möglich.

aus: Kirsch et al., Anatomie (ISBN 9783131449917) © 2011 Georg Thieme Verlag KG