

Manuelle Therapie und Rehabilitation am Schultergürtel

Uwe Streeck, Jürgen Focke, Claus Melzer, Jesko Streeck

- 2.1 Anatomie des Schultergürtels – 30**
 - 2.1.1 Die Schultergürtelmuskulatur – 30
 - 2.1.2 Biomechanik – 31
- 2.2 Skapula – 32**
- 2.3 Klavikula – 32**
- 2.4 Sternum – 33**
- 2.5 Anatomische Gesetzmäßigkeiten des Glenohumeralgelenkes (GHG) – 34**
 - 2.5.1 Glenohumeralgelenk – 34
 - 2.5.2 Bänder/Bursen/Gelenkkapsel – 35
 - 2.5.3 Bewegungen der Schulter – 36
 - 2.5.4 Biomechanik des GHG – 36
- 2.6 Fornix (Schulterdach), subakromiales Nebengelenk – 38**
- 2.7 Thorakoskapuläres Gleitlager – 38**
- 2.8 Akromioklavikulargelenk (ACG) – 38**
- 2.9 Sternoklavikulargelenk (SCG) – 39**
- 2.10 Rami articulares der Schulter – 40**
- 2.11 Biomechanische Abduktionsbewegungen GHG/Schulterblatt/ACG/SCG – 41**

2.12 Pathologie der Schultergelenke GHG/ACG/SCG – 42

- 2.12.1 Painful arc – 42
- 2.12.2 Tendosynovitis M. biceps brachii caput longum – 43
- 2.12.3 Rotatorenmanschettenriss – 43
- 2.12.4 »Frozen Shoulder«-Syndrom (Schultersteife) – 43
- 2.12.5 Ganglion supraglenoidale – 43
- 2.12.6 Neuralgische Schulteramyotrophie – 44
- 2.12.7 Paget-Schroetter-Syndrom – 44
- 2.12.8 Distorsionen/Subluxationen/Luxationen des Humeruskopfes – 44
- 2.12.9 Omarthrose/Arthrose der Gelenke GHG, ACG, SCG – 44
- 2.12.10 Arthritis – 44
- 2.12.11 Bursitis subacromialis – 45
- 2.12.12 Impingement – 45

2.13 Oberflächenanatomie des Schultergürtels – 45

2.14 Anamnese, Inspektion, Palpation der Schulter – 45

- 2.14.1 Anamnese – 45
- 2.14.2 Inspektion – 46
- 2.14.3 Palpation – 48
- 2.14.4 Sicherheit/Kontraindikationen – 48

2.15 Basisuntersuchung der Schulter – 48

- 2.15.1 Differenzialdiagnostischer Check-up – 48
- 2.15.2 Check-up der Halswirbelsäule – 49
- 2.15.3 Check-up der Skapula und der Klavikula – 49
- 2.15.4 Check-up der Klavikulabewegung bzw. Klavikulaposition – 50
- 2.15.5 Aktive Schulterbewegungen – 50
- 2.15.6 Aktive Abduktion/Elevation aus
3 unterschiedlichen Vorpositionen, rechts – 51
- 2.15.7 Passive Schulterbewegungen – 55
- 2.15.8 Zusatztest: Provokations- und Mobilitätstestung passiv – 59

2.16 Weichteiltechniken an der Schulter – 65

- 2.16.1 Läsion der Shunt-Muskeln des GHG (Rotatorenmanschette) – 66
- 2.16.2 Behandlung des M. Supraspinatus – 67
- 2.16.3 Behandlung des M. subscapularis – 68
- 2.16.4 Behandlung des M. infraspinatus und M. teres minor – 71
- 2.16.5 Neurogene Dehnung des N. suprascapularis und N. axillaris;
Anatomische Voraussetzungen für die Entstehung von Engpässen – 74
- 2.16.6 Grundeinstellung bei einer Nervenmobilisation
am Schultergürtel – 74

2.17 Gelenkspezifische Untersuchung und Behandlung des SCG – 75

2.18 Gelenkspezifische Untersuchung und Behandlung des ACG – 77

2.18.1 Knorpeltraining im ACG – 79

2.18.2 Knorpelmassage/Trophiktraining im ACG – 80

2.19 Gelenkspezifische Untersuchung und Behandlung des GHG – 80

2.19.1 Translatorisches Gleiten im GHG – 82

2.19.2 TLG nach kaudolateral – 82

2.19.3 TLG nach dorsolateral – 83

2.19.4 TLG nach anteromedial – 84

2.19.5 Schonende Techniken zwischen 90° und 160° über den konkaven Partner – 85

2.19.6 Endgradige Techniken zwischen 160° und 180° über den konvexen Partner für das GHG – 87

2.20 Stabilisation des Schultergelenkes – 88

2.20.1 Pathomechanismus einer Instabilität – 88

2.20.2 Differenzierung zwischen leichter Instabilität und schwerer Instabilität – 90

2.20.3 Differenzierung zwischen passiver und aktiver Instabilität – 90

2.20.4 Behandlungsaufbau Stabilisation – 90

2.20.5 Behandlungsaufbau: Stabilisation GHG über Knorpelbelastungstraining/Knorpelgleiten – 91

2.20.6 Neurogenes Training der Rami articulares nach Streeck – 93

2.20.7 Muskelaufbautraining für das GHG bei ventraler Instabilität – 95

2.21 Sportspezifisches Rehabilitationstraining – 98

2.1 Anatomie des Schultergürtels

Um die Zusammenhänge der Biomechanik, der Pathomechanik und die daraus resultierenden Schmerzsymptome des Schultergelenkes zu verstehen, muss der Therapeut die Funktionsweise des Schultergürtels kennen. Der **Schultergürtel** besteht aus:

- dem Glenohumeralgelenk (GHG),
- dem Akromioklavikulargelenk (ACG),
- dem Sternoklavikulargelenk (SCG),
- dem thorakoskapulären Gleitlager,
- der Fornix humeri,
- der Skapula,
- der Klavikula und
- den fixierenden Schultergürtelmuskeln und Bändern (Abb. 2.1).

Der Schultergürtel hatte bei den Vorfahren des Menschen, die noch auf allen Vieren liefen, gemeinsam mit dem Beckengürtel die Aufgabe, die Last des Rumpfes zu teilen. Beim aufrechten Gang dient dagegen das Becken als Stabile und der Schultergürtel, der sich wie ein Ring vom Sternum zur Wirbelsäule erstreckt und von Muskelschlingen gehalten wird, als Mobile.

2.1.1 Die Schultergürtelmuskulatur

Die Schultermuskulatur besteht aus einer **fixierenden und bewegend** Muskelschlinge:

M. trapezius pars descendens. Dies ist ein kräftiger Muskel, der die Muskeln M. levator scapulae und M. semispinalis capitis überdeckt. Er entspringt von der Linea nuchae und der Protuberantia occipitalis und setzt am lateralen Drittel des Schlüsselbeins an. Er hebt die Schulter nach kranial und dient der Arretierung des dorsalen Schultergürtelrings. Pars transversa entspringt vom 7. Halswirbel bis zum 3. Brustwirbel und zieht zum Akromion und der Spina scapulae. Er hat die Aufgabe, den Schultergürtel an den Thorax zu fixieren. Pars ascendens hat seinen Ursprung vom 3. bis zum 12. Brustwirbel und zieht zur Spina scapulae. Seine Aufgabe ist die Kaudalisierung und Arretierung des Schulterblattes.

M. levator scapulae. Dieser Muskel zieht die Schulterblätter nach kranial-medial und wirkt somit druckentlastend auf das Akromioklavikulargelenk (ACG).

M. pectoralis minor. Der ventral liegende M. pectoralis minor senkt den Schultergürtel und gibt dabei Druck in das ACG. Er protrahiert die Schulter und ist ein Atemhilfsmuskel.

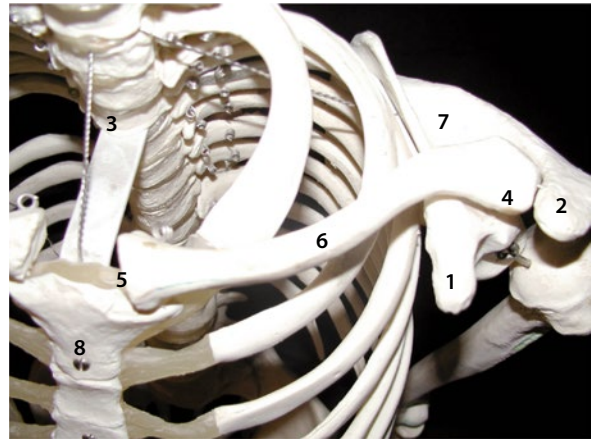


Abb. 2.1 Anatomische schematische Orientierung des Schultergürtels aus kranial-ventraler Sicht.

1 Processus coracoideus, 2 Akromion (Schulterhöhe), 3 Brustwirbelkörper, 4 Akromioklavikulargelenk, 5 Sternoklavikulargelenk, 6 Klavikula, 7 Skapula, 8 Sternum

M. pectoralis major. Dies ist ein ca. 3 cm dicker Muskel mit drei Ursprungssehnen (Hauptursprung Brustbein 2.–7. Rippe). Seine Fasern überkreuzen sich und bilden die vordere Achselfalte, zum Schutz der Achsel und um bei herabhängendem Arm volle Kraft (Vorspannung) aufzubringen. Beim Asthmatiker dient dieser Muskel bei fixierten Armen (»Kutscherhaltung«) als Einatemhilfsmuskel. Bei Armelevation hebt der M. pectoralis major die Rippen (willkürlicher Rippenheber).

M. subclavius. Der M. subclavius ist ein kräftiger kurzer Muskel mit einem flächigen Ansatz. Er zentriert das Sternoklavikulargelenk (SCG) zur Stabilisation an das Sternum und spannt die Fascia clavipectoralis vor, um die V. subclavia offenzuhalten. Außerdem dient er dem Zwerchfell als eine Art informative Pleurakuppelspindel.

M. serratus anterior. Dieser Muskel ist 12 mm dick und zackenförmig. Er zieht von der 1. bis zur 9. Rippe zur Margo medialis der Skapula. Er eleviert das Akromion und positioniert damit die Cavitas glenoidalis in eine kraniale Neigung von 65°, die eine Bewegung des Armes über die Horizontale ermöglicht.

M. sternocleidomastoideus. An der ventralen Seite des Halses liegt der M. sternocleidomastoideus. Er prägt das Oberflächenrelief des Halses. Der Muskel besteht aus zwei Ursprungsköpfen (Pars sternalis und Pars clavicularis). Die beiden Köpfe bilden die Fossa supraclavicularis minor, wo in der Tiefe der Puls der A. carotis communis palpiert werden kann. Der Ansatz des Muskels ist der Processus mastoideus.

M. omohyoideus. Ein infrahyoidaler Muskel, der jedoch trotzdem zur Schultergürtelmuskulatur gehört, ist der M. omohyoideus. Er besteht aus zwei Muskelbäuchen (Venter inferior und Venter superior). Sein Ansatz ist das Zungenbein, sein Ursprung ist die Margo superior scapulae mit dem Lig. transversum scapulae superius. Irritationen dieses Muskels verursachen Dysbalancen des Zungenbeins und Reizungen am Lig. transversum scapulae superius, unter dem der N. suprascapularis läuft.

2.1.2 Biomechanik

Die Biomechanik des Schultergürtels beruht auf »Arbeitsteilung« der einzelnen Strukturen. Für eine **Elevationsbewegung von 180°** finden bei normaler Konstitution die ersten 60° primär durch eine **Rollbewegung im Glenohumeralgelenk (GHG)** statt.

Die Bewegung wird durch das Anschlagen des Humeruskopfes an das Lig. coracoacromiale limitiert. Daher entsteht ab hier eine Begleitbewegung durch eine **Rotation des Schulterblattes** ab ca. 45° bis 60° Anteversion im GHG. Insgesamt begleitet das Schulterblatt die Elevationsbewegung um 60°, so dass je nach Beginn der Begleitbewegung die Skapularotation im thorakoskapulären Gleitlager bis 120° beendet ist. Sie findet in Verbindung mit **Rotation und Translation im ACG und SCG** statt. Wenn die Begleitbewegung der Skapula einsetzt, wird gleichzeitig das mediale Punctum fixum an der Wirbelsäule und damit auch Stabilität aufgegeben. Ab ca. 120° bis ca. 170° wird die weitere Elevation durch bis zu 2 cm **Kaudalgleiten** in den Recessus axillaris geprägt. Hinzu kommen kompensatorische **weiterlaufende Bewegungen** durch Extension und Lateralflexion des zervikothorakalen und des lumbalen Wirbelsäulenabschnittes. Die letzten 10° entstehen auf dem Weg (90°–180°) durch die osteokinematische unwillkürliche **Schlussaußenrotation**, bei der der Humeruskopf in den Recessus subscapularis gleitet.

➤ **Schon die geringste Störung oder konstitutionsbedingte Veränderung einer der bewegungsbedingenden Strukturen führt zu Pathomechanismen.**

■ Mögliche Pathomechanismen im Bereich des Schultergürtels

Weil die ventralen Muskeln des Menschen stärker als seine dorsalen sind, werden die Schultern eher in Protraktion als in Retraktion gezogen. Im bikonvexen ACG kommt es zu einem Gleiten der Klavikula nach dorsal, im konkaven SCG zu einem Rollgleiten nach ventral. Die Kapsel des ACG schrumpft ventral, die Kapsel des SCG dorsal. Das GHG verliert die Gleitfähigkeit für Außenrotation nach ventral-medial, da der Humeruskopf aufgrund der Pro-

traktion eher in Innenrotation steht, das ACG die Gleitfähigkeit nach ventral. Das SCG hebt sich über die 1. Rippe nach ventral. Dies kann **verschiedene Folgen** haben:

- eine ventrale Instabilität des GHG,
- das ACG verändert sich durch die Zunahme des Drucks arthrotisch, womit eine Positionierung der Cavitas glenoidalis behindert wird, was wiederum ein Impingement begünstigen kann,
- über einen nozizeptiven Reiz wird der M. levator scapulae zur Entlastung des ACG angeregt, wodurch die Extensionsfähigkeit des zervikothorakalen Überganges erschwert wird, und
- das SCG neigt durch das Hebeln auf der 1. Rippe zur Hypermobilität bzw. Instabilität.

■ Biomechanik der Elevationsbewegung

Die Bewegung in die Elevation kann in **vier Phasen** eingeteilt werden.

- **1. Phase:** In der ersten Phase wirkt der M. coracobrachialis durch seine Lage als Zentrierer des Humeruskopfes. Die Skapula unterstützt die Anteversion ca. ab 45°/60°. Ab 60° Elevation entsteht für den Humeruskopf ein Widerlager durch das Lig. coracoacromiale. In der Startphase findet primär eine Rollbewegung mit Raumbenötigung statt, die der Recessus axillaris zulässt. Erst im zweiten Abschnitt der ersten Phase wird betont der dorsale Kapselanteil zum Dorsalgleiten gefordert.
- **2. Phase:** Von 60° bis 120° wird über M. serratus anterior und M. trapezius pars descendens die Skapula 60° rotiert, wobei das ACG und das SCG eine Axialrotation von 30° vollziehen.
- **3. Phase:** Ab 120° Grad Elevation entsteht eine muskuläre Widerlagerung durch den M. latissimus dorsi. Der Gleitweg verändert sich aufgrund der Verlagerung des Punctum fixum der Skapula ab 90° immer mehr von dorsal nach lateral. Um den Arm weiter in Elevation zu bringen, muss die Bewegung im GHG maximal ausgeschöpft werden (angulative Bewegung), ebenso die der thorakalen Gleitlager und der Nebengelenke (ACG/SCG). Es folgt eine kompensatorische Bewegung der Wirbelsäule mit Lateralflexion/Rotation zur gleichen Seite, Hyperlordosierung der LWS und Extension der BWS. Der Gleitweg orientiert sich dabei weiterlaufend nach lateral-dorsal.
- **4. Phase:** Die letzten 10° entstehen durch osteokinematische unwillkürliche Schlussaußenrotation, wobei sich der betroffene Kapselanteil und das Gleiten nach ventral richtet.

➤ **Die letzten 10° entstehen durch osteokinematische unwillkürliche Schlussaußenrotation mit einem Gleiten nach ventral-kaudal.**

■ Biomechanik der Extensionsbewegung

Die Extension wird von den Ligg. glenohumeralia limitiert. Hauptextensor ist der M. latissimus dorsi. Der Humeruskopf gleitet nach ventral und stresst den ventralen Kapselanteil.

■ Biomechanik der Innenrotation

Bei der Innenrotation gleitet der Humeruskopf nach dorsallateral und stresst den hinteren Kapselanteil.

■ Biomechanik der Außenrotation

Bei der Außenrotation gleitet der Humeruskopf nach ventralmedial und stresst den ventralen Kapselabschnitt.

2.2 Skapula

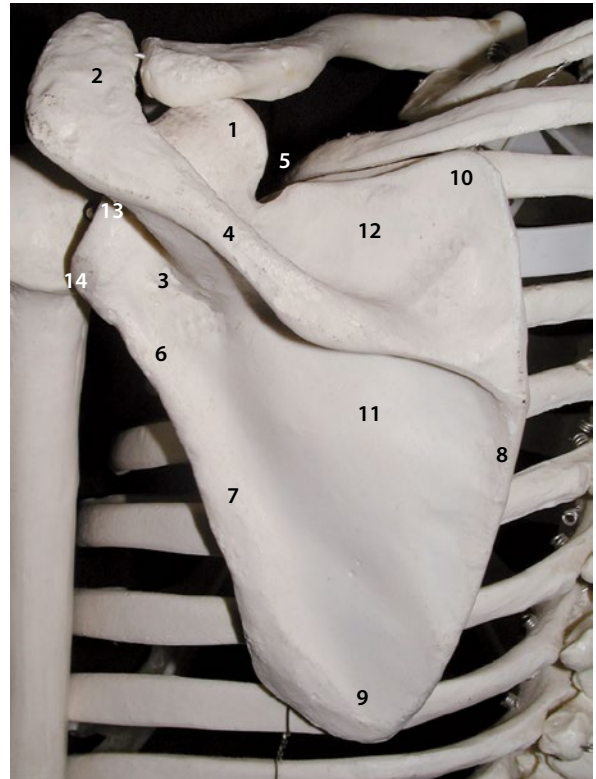
Die Skapula liegt ca. in Höhe Th2-7. Sie ist eine dreieckige Knochenplatte, die auf Vorder- und Rückseite mit Muskeln bedeckt ist. Dorsal zeigt sich die Skapula leicht konvex, ventral konkav. Im dorsalen oberen Drittel der Skapula zieht sich die **Spina scapulae**, die medial als Trigonum spinae beginnt. Sie teilt die Skapula in eine Fossa supraspinata und infraspinata. Am lateralen Ende bildet sie das **Akromion**. Das Akromion überlagert dorsal-kranial den Oberarmkopf und bildet eine nach innen geneigte gelenkige Verbindung (Facies articularis acromialis) mit der Klavikula. Die **drei Seiten der Skapula** bestehen aus:

- der äußeren **Margo lateralis** oder **axillaris**, die kranial mit dem Ursprungsgebiet des M. triceps brachii, dem Tuberculum infraglenoidale, endet,
- der zur Wirbelsäule liegenden **Margo medialis** oder **vertebralis** und
- der **Margo superior**, dem sogenannten oberen kurzen Schulterblattrand mit der Incisura scapulae.

Die **Incisura scapulae** ist eine Einkerbung, die vom Lig. transversum scapulae superius überspannt wird. Sie wird gebildet aus der medialen Basis des Processus coracoideus und der Margo superior der Skapula und dient als Durchtritt für den N. suprascapularis. Der **Processus coracoideus** (Rabenschnabelfortsatz) entspringt kranial-medial-ventral der Cavitas glenoidalis aus dem Collum scapulae. Er zeigt einen 90° Winkel nach ventrolateral und dient Muskeln und Bändern als Insertion.

- **Gemeinsam mit dem Akromion und dem Lig. coracoacromiale bildet der Processus coracoideus die Fornix humeri, das Schulterdach.**

Die laterale Basis des Processus coracoideus ist das Ursprungsgebiet des M. biceps brachii caput breve, das Tuberculum supraglenoidale. In Höhe der 2. Rippe befindet sich der mediale obere Skapulawinkel, der als Angulus superior scapulae bezeichnet wird. Der Angulus inferior scapulae bezeichnet wird. Der Angulus inferior scapulae liegt in Höhe der 7. Rippe. Die **Cavitas glenoidalis** steht ca. 30° nach ventrolateral und 15° nach kranial geneigt (Abb. 2.2).



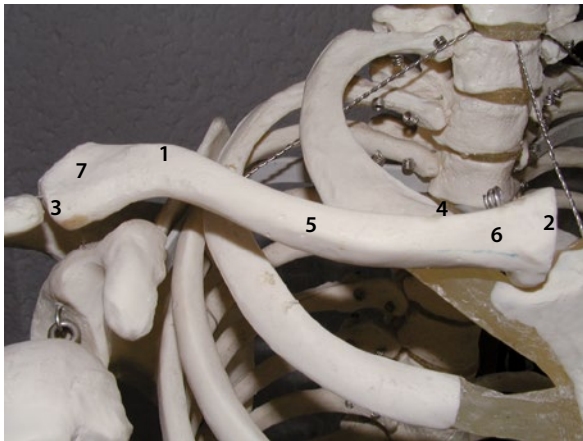
■ **Abb. 2.2** Anatomische schematische Orientierung der linken Skapula von dorsal
1 Processus coracoideus, 2 Akromion, 3 Collum scapulae, 4 Spina scapulae, 5 Incisura scapulae, 6 Tuberculum infraglenoidale, 7 Margo lateralis, 8 Margo medialis, 9 Angulus inferior, 10 Angulus superior, 11 Fossa infraspinata, 12 Fossa supraspinata, 13 Cavitas glenoidalis, 14 Labrum glenoidale

perior scapulae bezeichnet wird. Der Angulus inferior scapulae liegt in Höhe der 7. Rippe. Die **Cavitas glenoidalis** steht ca. 30° nach ventrolateral und 15° nach kranial geneigt (Abb. 2.2).

- **Die ventrale konkave Skapulafläche hat Kontakt mit:**
 - dem an ihr inserierenden M. subscapularis,
 - der konvexen hinteren Seite des Thorax,
 - dem M. serratus anterior
 - der Interkostalmuskulatur und
 - Bursen.

2.3 Klavikula

Die Klavikula ist ein »S«-förmiger schlüsselförmiger Knochen, der sich der Krümmung des Thorax anpasst. Sie ist ca. 12–15 cm lang und über die korako-klavikulären Bänder 30° rotationsbeweglich. Der mediale Abschnitt der Klavikula wird als **Extremitas sternalis** bezeichnet. Sie



■ **Abb. 2.3** Anatomische schematische Orientierung der Klavikula (Schlüsselbein) 1 Tuberculum conoideum, 2 Facies articularis sternalis, 3 Facies articularis acromialis, 4 Impressio lig. costoclavicularis, 5 Corpus claviculae, 6 Extremitas sternalis, 7 Extremitas acromialis

endet am medialen Ende mit einer prismatischen Sattelgelenkfläche, der Facies articularis sternalis, zum Sternum. Die Knorpeldicke der Facies articularis sternalis beträgt 2–3 mm. Sie hat einen 45° kranialmedialen zu kaudallateralen Neigungswinkel für die Elevation/Depression, und einen 45° dorsolateralen zu ventromedialen Winkel für die Retraktions- und Protraktionsbewegung. Der laterale Abschnitt, die **Extremitas acromialis**, weist am lateralen Ende eine eiförmige bikonvexe Gelenkfläche auf, die Facies articularis acromialis. Der Gelenkspalt zeigt sich primär

sagittal und verläuft nach innen als »Intable«. Das **Corpus clavicularis**, das den mittleren Abschnitt bildet, besteht aus der lateral liegenden Linea trapezoidea mit dem lateral kaudalen Tuberculum conoideum (■ Abb. 2.3).

➤ Die Klavikula dient als Ringschluss und als Ansatz für Muskeln.

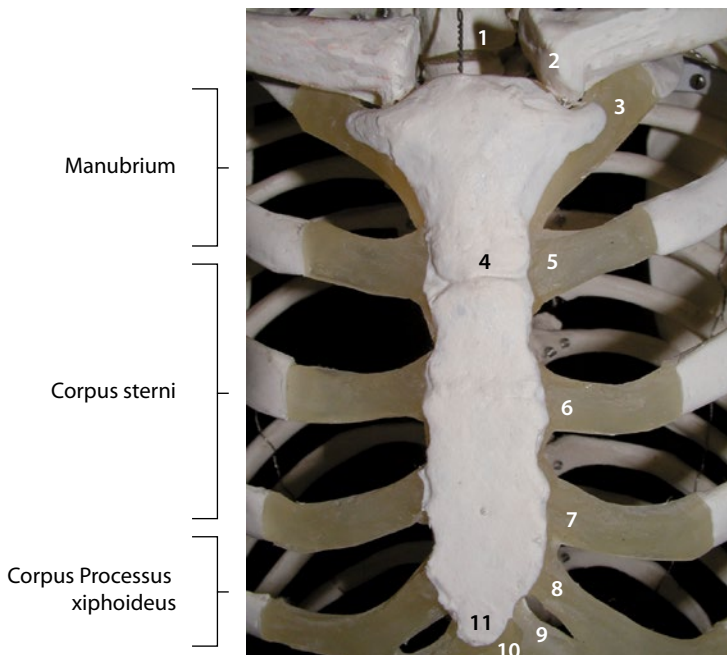
2.4 Sternum

Das Sternum ist eine längliche Knochenplatte, die nach ventral konvex gekrümmt ist. Sie bildet die ventrale Verbindung zur Klavikula und den Rippen. Seitlich liegen kostale Inzisuren, die in gelenkiger Verbindung mit den 2.–7. Rippen stehen. Die Fixierung der 1. Rippe erfolgt am Sternum über eine Synchondrose, die Verbindung zur Klavikula über die Incisura clavicularis. Das Sternum besteht aus **drei Anteilen**:

- dem Griff (Manubrium sterni),
- dem Körper (Corpus sterni) und
- dem Schwertfortsatz (Processus xiphoideus).

Der Übergang vom Manubrium sterni zum Corpus sterni bildet einen Winkel, den Angulus sterni, der auch als »Ludovici-Winkel« bezeichnet wird (■ Abb. 2.4).

➤ An den synchondrotischen Übergängen manubrios-
ternalis und xiphosternalis können Entwicklungs-
störungen auftreten.



■ **Abb. 2.4** Anatomische schematische Orientierung des Sternum (Brustbein) von ventral 1 Incisura jugularis, 2 Incisura clavicularis, 3 Incisura costalis 1, 4 Angulus sterni, »Synchondrosis sternalis«, 5 Incisura costalis 2, 6 Incisura costalis 3, 7 Incisura costalis 4, 8 Incisura costalis 5, 9 Incisura costalis 6, 10 Incisura costalis 7, 11 »Synchondrosis xiphoideus«

2.5 Anatomische Gesetzmäßigkeiten des Glenohumeralgelenkes (GHG)

Das Glenohumeralgelenk ist mit folgenden Gelenken im Zusammenhang zu sehen:

- Juntura fibrosa coraco-claviculare,
- Fornix humeri (subakromiales Nebengelenk),
- thorakoskapuläres Gleitlager (TSG),
- Akromioklavikulargelenk (ACG) und
- Sternoklavikulargelenk (SCG).

2.5.1 Glenohumeralgelenk

Das Schultergelenk setzt sich aus dem Humeruskopf (Caput humeri) und der Gelenkpfanne (Cavitas glenoidalis scapulae) zusammen. Es ist das Gelenk des menschlichen Körpers, das am freiesten beweglich ist, weil es keine ossäre Führung besitzt. Seine Bänder sind limitierend, jedoch nicht führend. Das GHG wird rein von Muskulatur geführt und zum größten Teil gesichert.

■ Humeruskopf

➤ Der Humeruskopf steht zur Schultergelenkspfanne in einem Größenverhältnis von 4:1.

Das Caput humeri ist kranial und medial überknorpelt. **Kranial** steht es in Verbindung mit:

- der Kapsel,
- dem superioren Teil des Labrum glenoidale,
- der Bursa subacromialis,
- interstitialem Fettgewebe,
- M. supraspinatus und
- dem Akromion.

Ventral zeigt sich das Caput humeri ebenfalls überknorpelt und hat Kontakt mit der Cavitas glenoidalis. Es wird überdeckt vom:

- M. subscapularis und
- M. deltoideus pars clavicularis.

Lateral steht das Caput humeri ca. 10 % seitlich vor dem Akromion und wird vom M. deltoideus pars acromialis überdeckt.

Von medial nach lateral zeigt sich unterhalb des Caput humeri das Tuberculum minus mit der nach inferior verlaufenden Crista tuberculi minoris. Mittig verläuft der Sulcus intertubercularis und lateral das Tuberculum majus mit der nach inferior verlaufenden Crista tuberculi majoris.

Überdeckt wird der ventrale Bereich des Humeruskopfes durch:

- den M. deltoideus pars clavicularis,
- das Caput longum des M. biceps brachii,

- dem Lig. coracohumerales und
- den Lig. glenohumeralia superius, mediale und inferius.

Der **dorsale Bereich des Caput humeri** ist ebenfalls von einer dünnen Knorpelschicht überzogen. Überdeckt wird er durch:

- M. infraspinatus,
- M. teres minor und
- M. deltoideus pars spinalis.

Kaudal gibt es keine Überknorpelung. Der Humeruskopf steht in Kontakt mit:

- dem inferioren Teil des Labrum glenoidale,
- dem Recessus axillaris mit dem N. axillaris,
- dem M. triceps brachii mit einer muskulären Verbindung zum M. latissimus dorsi und
- der A. circumflexa posterior humeri.

■ Labrum glenoidale

Die Cavitas glenoidalis hat einen äußeren Ring, das Labrum glenoidale.

➤ Im Gegensatz zu anderen Autoren sehen wir das Labrum glenoidale nicht als Gelenkpfannenerweiterung an, sondern ordnen es eher als einen »Synovialabstreifer« ein.

Ab dem ca. 40. Lebensjahr verliert das Labrum glenoidale durch Dehydrierung an Elastizität und wird hart. Ab ca. dem 50. Lebensjahr entstehen Fissuren/Rupturen des Fasernknorpels, die einen Synovialaustritt verursachen und damit lokale Entzündungsreaktionen einleiten können.

➤ Der Körper reagiert bei Verlust von Labrumelastizität mit:

- einer Vermehrung von Plicasynovialfalten, um den Abstreifverlust der Synovia zu kompensieren und Adhäsionen aufrecht zu halten, und
- einer Kapselschrumpfung zur Limitierung der zu versorgenden Fläche des Caput humeri.

Während der **ersten degenerativen Phase** geht zuerst die ca. 9 kg Adhäsionskraft verloren (»Luschka-Vakuum-Phänomen«) und es kommt zu einer Instabilität des GHG. Ein physiologisches Rollgleiten findet nicht mehr statt. Das Gleiten erfolgt durch ein Springen des Humeruskopfes, das sich durch Schnappgeräusche zeigt. In der **zweiten Phase** limitiert sich das Gelenk durch Kapselschrumpfung.

Folgen des immer weiter fortschreitenden Elastizitätsverlustes sind:

- weitere Labrumschädigung durch Zugreize des M. biceps caput longum und
- partielle oder totale Kalzifizierung des Labrum glenoidale und der angrenzenden Strukturen des M. supraspinatus.

2.5.2 Bänder/Bursen/Gelenkkapsel

■ Lig. coracoacromiale

Kranial wird das Schultergelenk durch das Lig. coracoacromiale als Schulterdachteil abgesichert und zusätzlich durch die Bursa subacromialis gefedert. Das Band spannt sich wie ein Segel vom Processus coracoideus zum Akromion und bildet mit dem Akromion zusammen ein **kraniales Widerlager**, das u. a. ein Aufstützen der Arme ermöglicht. Ab einer Flexionsbewegung von 120° bekommt der Humerus am Tuberculum majus Kontakt mit dem Lig. transversum humeri.

■ Ligg. glenohumeralia

Die **ventrale Absicherung** erfolgt über die Ligg. glenohumeralia. Diese Bänder liegen auf der Gelenkkapsel wie ein »Z« und bilden einen Flächenkontakt. Zwischen dem obersten Band, dem **Lig. glenohumerale superior**, das vom Labrum glenoidale zum proximalen Anteil des Tuberculum minus zieht, und dem mittleren Band, dem **Lig. glenohumerale mediale**, liegt das Foramen nach »Weitbrecht« mit der **Bursa subtendinea** und dem Gelenkspalt des GHG. Aufgabe des obersten Bandes ist die Widerlagerung der Retroversion, das mittlere Band widerlagert die Außenrotation aus der Nullstellung. Zwischen dem Lig. glenohumerale mediale und dem **Lig. glenohumerale inferior**, das vom Labrum glenoidale zum Collum anatomicum zieht, liegt das Foramen nach »Rouviere«. Die Aufgabe des untersten Bandes ist es, die Außenrotation/Abduktion von 20°–90° zu widerlagern.

- — Eine Verletzung,
- eine Ruptur,
- degenerative Veränderungen oder
- das Fehlen eines der drei glenohumeralen Bänder haben eine **anteriore Instabilität** zur Folge.

■ Lig. coracohumerale

Das Lig. coracohumerale besitzt zwei Schenkel:

- den **Pars ventralis**, der vom Tuberculum minus zum Processus coracoideus zieht, und
- den **Pars dorsalis**, der vom Tuberculum majus zum Processus coracoideus zieht.

Die Aufgabe des Bandes ist es, als passiver Stabilitätssynergist für den dynamischen M. supraspinatus zu wirken. Der pars dorsalis sichert den Sulcus intertubercularis am Tuberculum majus ab, der pars ventralis am Tuberculum minus.

- **Elastizitätsverlust bedeutet kraniale Instabilität mit Tonuserhöhung des M. supraspinatus.**

In Innenrotation und Anteversion zeigt sich das Band maximal entspannt.

■ Ligg. coracoclavicularia

Zur Absicherung der Klavikula unterhält der Körper zwei Bänder, die Ligg. coracoclavicularia:

- Das vordere **Lig. trapezoideum** limitiert die Bewegung (Rotation) der Klavikula nach dorsal,
- das hintere **Lig. conoideum** grenzt die Bewegung (Rotation) der Klavikula nach vorne ein.

Zwischen den Bändern liegt die Bursa ligamenti coracoclavicularis.

■ Gelenkkapsel

Die Gelenkkapsel des GHG entspringt am Labrum glenoidale und zieht zum Collum anatomicum. Sie bildet kaudal eine große kapsuläre Aussackung, den **Recessus axillaris**, die bei Elevation dem Humeruskopf bis zu 2 cm kaudalgleiten auf den Gesamtweg der Elevation ermöglicht. Medial liegt eine weitere kleinere Aussackung, der **Recessus subscapularis**, um der Außenrotation/Extension gerecht zu werden. Der Recessus axillaris liegt in einem muskelfreien Raum zwischen dem M. subscapularis und dem M. teres minor. Bei herabhängendem Arm wirft die Kapsel Falten und bringt den der Kapsel anliegenden N. axillaris und die V. circumflexa unter Kompression. Kommt jetzt noch eine zusätzliche kraniale Instabilität hinzu, z. B. statische oder/und dynamische Insuffizienz, gleitet der Humeruskopf bis zu 2 cm nach kaudal und erhöht den Druck auf die neuralen vasalen Strukturen.

- **Die folgenden Symptome sind oft aus der Anamnese bekannt:**
 - Schmerz,
 - Einschlafen des Armes, der Hand, der Finger, oder
 - Zyanose oder Ischämie.

■ Bursen

Als größte Bursa liegt die **Bursa subacromialis** unterhalb des Akromions. Sie ist fast immer mit der lateral liegenden **Bursa subdeltoidea** verbunden. Aufgrund der starken Muskelsicherung gibt es viele **intramuskuläre Bursen** wie z. B.:

- Bursa subtendinea musculi latissimi dorsi,
- Bursa subtendinea musculi pectoralis major oder
- Bursa subtendinea musculi coracobrachialis, um Muskelbäuche vor Sehngewebe zu schützen.

■ Adhäsionskraft

Die Adhäsionskraft spielt im GHG eine wesentliche Rolle.

- **Bei einer Gelenkpfannengröße von 9 cm² und 2 ml Synovialflüssigkeit bildet sich ein 4 mm Gelenkspalt mit einer Adhäsionskraft von ca. 9 kg. Diese Adhäsionskraft, das »Luschka-Vakuum-Phänomen«, bezeichnet man auch als transsynovialen Sog.**

Die Adhäsionskraft ist die primäre statische Stabilität des GHG. Die Adhäsionskraft von ca. 9 kg ist ausreichend, um den 5–6 kg schweren Arm ohne Mitwirkung von aktiven Strukturen zu tragen. Erst bei zusätzlicher Gewichtsbelastung antwortet der Körper mit Kokontraktion. Ein ausgeklügeltes Nervensystem (Rami articulares) sorgt dafür, das je nach Kapseldehnung die verantwortlichen Muskeln den Gelenkkopf in der Pfanne zentriert halten und so eine sichere passive und aktive Führung ermöglicht wird.

2.5.3 Bewegungen der Schulter

Die Muskulatur der Schulter kann in drei verschiedenen Gruppen eingeteilt werden:

- Schultergürtelmuskeln,
- Schultergelenksmuskulatur und
- Rotatorenmanschette.

Die **Schultergürtelmuskeln** haben die Aufgabe, den Schultergürtel, und damit indirekt das GHG, in einer bewegungskoordinativen Harmonie zu halten, die von Muskelschlingen betont wird.

Die **Schultergelenksmuskulatur** besteht aus osteo- und arthrokinematischen Muskeln mit direktem Einfluss auf das GHG. Sie haben ihren Ansatz am Humerus und gliedern sich in eine ventrale und eine dorsale Muskelgruppe auf.

Eine Unterbezeichnung der Schultergelenksmuskulatur ist die **Rotatorenmanschette**. Sie hat direkten Ansatzkontakt mit der Gelenkkapsel des GHG und sorgt durch ihre kuppelförmigen Ansätze an der Gelenkkapsel für eine Dynamisierung/Straffung der Kapsel, um Kompressionen der Kapsel im erschlafften Zustand zu vermeiden.

■ Muskelketten

Um den anatomischen Gegebenheiten (Verhältnis von Kopfgröße und Pfanne) ein optimales muskuläres Gleichgewicht zu gewährleisten, arbeitet die Schultermuskulatur in **drei Muskelketten**:

- Transversale Muskelkette,
- Longitudinale Muskelkette und
- Traktionskette.

Transversale Muskelkette. Sie verläuft transversal zum Gelenk und hat die Aufgabe, den Humeruskopf in die Pfanne zu pressen. Zu ihr gehören:

- M. supraspinatus,
- M. infraspinatus,
- M. teres minor,
- M. subscapularis und
- M. biceps brachii, caput brevis.

Longitudinale Muskelkette. Sie weist einen sehr hohen Ruhetonus auf, um eine stabilisierende/fixierende Aufgabe zu gewähren und um Luxationen zu verhindern. Gebremst wird die longitudinale Kette durch das kranial widerlagernde Akromion. Die longitudinale Kette wird gebildet von:

- M. biceps brachii,
- M. coracobrachialis,
- M. triceps,
- M. deltoideus und
- M. pectoralis major pars clavicularis.

Traktionskette. Der Humeruskopf wird kaudalisiert von:

- M. subscapularis,
- M. infraspinatus und
- M. teres minor.

➤ **Alle drei Muskelketten stehen miteinander in einem engen koordinativen Verhältnis. Dies wird sensibel durch die Rami articulares der Kapsel des GHG gesteuert.**

2.5.4 Biomechanik des GHG

Das GHG ist das beweglichste Gelenk des menschlichen Körpers. Es besitzt drei Bewegungsachsen:

- die **Transversalachse** für Flexion und Extension,
- die **Sagittalachse** für Abduktion und Adduktion und
- die **Longitudinalachse** für Außenrotation und Innenrotation.

Um die Handinnenfläche in eine optimale Arbeits- oder Gebrauchsposition zu bringen, ist das GHG so konstruiert, dass es Funktionsbewegungen durch zusätzliche Zwangsbewegungen gerecht werden kann. Es gibt **unwillkürliche und willkürliche Zusatzbewegungen**. Die unwillkürlichen Funktionsbewegungen unterliegen einer arthrokinematischen Vorgabe der Stellung der Cavitas glenoidalis und der muskulären Spannung, die sich an den Rami articulares entwickelt.

Beispiel

Speizt der Mensch aus einer physiologischen Nullstellung seinen Arm um die Sagittalachse seitlich 180° ab, und führt ihn dann um die Transversalachse wieder in die Nullstellung zurück, steht die Hand um 180° um die Longitudinalachse innenrotiert. Dieses Phänomen wird auch als »paradoxe Goodman« bezeichnet.

Es entsteht eine zweiachsige Bewegung mit einer dazukommenden unwillkürlichen dritten Achse. Sie ist funktionsgebunden und kann willkürlich für viele andere

sekundäre Alltagsoder Sportbewegungen eingesetzt werden.

■ Osteo- und arthrokinematische Begleitbewegungen

Osteokinematisch sind folgende Begleitbewegungen miteinander verbunden:

- Die **Flexions-Elevations-Bewegung** ist mit Abduktion und Außenrotation gekoppelt.
- Die **Extension** geht einher mit Adduktion und Innenrotation.

Arthrokinematisch jedoch ist die

- **Flexions-Elevations-Bewegung** mit Abduktion und Innenrotation und
- die **Extension** mit Adduktion und Außenrotation im Sinne einer Gleitbewegung gekoppelt.

Sinn dieser entgegengesetzten Kopplung ist es, ein hohes osteokinematisches Bewegungsausmaß zu ermöglichen, bei gleichzeitiger arthrokinematischer Absicherung durch kombiniertes Gegendrehen.

➤ Bedeutung für die Behandlung:

- Eine **Kapseldehnung** kann nicht nach den Kopplungsrichtlinien der Osteokinematik erfolgen und auch nicht über mehr als eine eingestellte arthrokinematische Achse, da sie in der Begleitbewegung jeweils eine andere aufweist. Die manualtherapeutische Behandlung des GHG erfolgt über eine Achse, die Hauptbewegungsachse. Nur in der Endgradigkeit erfolgt eine isolierte, in Vorposition eingestellte Nebenbewegungsachse (maximal zwei Achsen).
- Die osteokinematisch **muskuläre Eingliederung** der arthrokinematisch freigemachten Bewegung (Range of motion) erfolgt erst einmal im Sinne der Kopplungsrichtlinien der Osteokinematik.
- Erst in der zweiten Phase werden **willkürliche Bewegungsmuster** mit einbezogen, um der Gesamtheit von Drehpunkt und Bewegungsspielraum Rechnung zu tragen. Hier bieten sich Bewegungstechniken nach dem PNF-Muster (Propriozeptive Neuromuskuläre Fazilitation) an, die manuell oder am Rehagerät ausgeführt werden können.
- Um sich einen Überblick über das **Roll-Gleit-Verhalten des GHG** zu verschaffen, müssen man sich eine diametrale Bewegungslinie vorstellen. Wenn sich der Arm in die Anteversion/Elevation bewegt, richtet sich die Gleitkomponente beim konvexen Humeruspartner primär nach dorsal-kaudal (posterokaudaler Kapselabschnitt) und

zum Schluss nach ventral (anterokaudaler Kapselabschnitt) aufgrund einer Schlussauslenkung von 10°. Bewegt sich der Arm in Abduktion/Elevation, geht die Gleitkomponente primär nach kaudal-lateral (kaudolateraler Kapselabschnitt).

■ Gelenkstellungen

Der Kapselabschnitt, der in der Bewegung eingeschränkt ist, befindet sich immer diametral zur Rollbewegung.

- Das **Kapselmuster nach Cyriax** beträgt im GHG 3:2:1 im Verhältnis von Außenrotation zu Abduktion zu Innenrotation.
- Die **Ruheposition** befindet sich bei 55° ABD, 30° Flexion und 15° Innenrotation.
- Die **verriegelte Stellung** liegt bei 90° Abduktion und maximaler Außenrotation.

➤ Für die manualtherapeutische Praxis ist die **Bewegungseinschränkung bei über 90°** die signifikante Indikation, da sie mit einer Gleitkomponente im GHG dominiert. Von 0°–90° dominiert im GHG die Rollkomponente. Sie findet manualtherapeutisch ein geringeres Interesse. Dies ändert sich ab 90°, da unterhalb von 90° ein primäres Rollen und ein sekundäres Gleiten stattfinden, und über 90° ein primäres Gleiten und sekundäres Rollen.

■ Einfluss durch Stellung der Cavitas glenoidalis

Ausschlaggebend für eine biomechanische Beurteilung ist die Bewertung der Gelenkpfannenstellung (Cavitas glenoidalis). Ca. 80 % der Patienten haben eine **Protraktionsstellung der Schulter**, da die Innenrotatoren einen hohen Tonus aufweisen. Bei ihnen ist eine Ventrolateralneigung der Cavitas glenoidalis von 30° nicht gegeben, die eigentlich für die Zentrierung und Mittelstellung des GHG verantwortlich ist. Der Humeruskopf liegt am ventralen Kapselanteil an, was einen falsch positiven Joint play vermittelt. Jegliche Form einer Extension bzw. Außenrotationsbewegung ist durch fehlendes Gleiten limitiert und erzeugt ein anguläres Hebeln der ventralen Kapselstruktur. Dies führt zu Instabilitäten.

➤ Bei Irritation des N. suprascapularis entsteht häufig

- ein tiefliegender Gelenk-oder oberer Schulterblattschmerz bzw.
- eine Kraftlosigkeit, die anfänglich ohne Schmerzen ist.

N. dorsalis scapulae (C3–5). Der Nerv durchbohrt bzw. läuft über den M. scalenus medius, zieht weiter kaudal parallel zur Margo medialis scapulae, bis ca. Höhe Th6.

- Aufgrund des direkt aus der Wurzel hervorgehenden und nicht über den Plexus laufenden Weges des N. dorsalis scapulae und des N. suprascapularis kann es bei einer radikulären Läsion im gemeinsamen Segment C5 zu folgenden Symptomen kommen:

- einer Muskelschwäche (M. supraspinatus, M. rhomboideus majus et minus),
- Schmerzen zwischen den Schulterblättern und,
- tiefliegendem GHG-/Schulterschmerz.

N. axillaris (C5/6). Mit seinen motorischen und sensiblen Fasern zieht er mit den Axillargefäßen unter den M. subscapularis und entlässt dort einen Ast, der zur Gelenkkapsel und zum Sulcus intertubercularis zieht.

- Eine typische Irritation des N. axillaris tritt im Bereich des M. deltoideus auf, durch den sensiblen Ast des N. cutaneus brachii lateralis inferior und die Durchtrittsregion durch den Hiatus axillaris lateralis.

N. radialis (C5-TH1). Der Nerv verläuft ventral des M. subscapularis, des M. latissimus dorsi und des M. teres major. Er durchzieht den Hiatus axillaris inferior, entlässt jedoch vorher den N. cutaneus brachii posterior und danach den N. cutaneus brachii lateralis inferior.

- Typische Irritationen sind

- Taubheit der medialen/hinteren Oberarmseite und
- ein punktförmiger Schmerz an der Insertion des M. deltoideus durch den N. cutaneus brachii lateralis inferior.

Der Nerv hat vegetative Fasern, die zu Gefäßen, der Gelenkkapsel des Ellenbogens, und zur Haut ziehen.

2.6 Fornix (Schulterdach), subakromiales Nebengelenk

Als »subakromiales Nebengelenk« oder »akromiohumerales Gleitschicht« wird der Raum zwischen Schulterdach und Humeruskopf bezeichnet. Innen liegen die Bursa subacromialis und die Rotatorenmanschette. Der Raum ist aufgrund seiner eingeschränkten Versorgungslage anfällig für Degenerationen.

- Je enger der Raum ist (Impingement), desto größer sind die Reibungspunkte.

2.7 Thorakoskapuläres Gleitlager

Das thorakoskapuläre Gleitlager befindet sich zwischen Schulterblatt und Thorax. Es besteht aus **zwei Gleitkammern**:

- die erste liegt zwischen dem M. subscapularis und dem M. serratus anterior,
- die zweite zwischen dem M. serratus anterior und der Interkostalmuskulatur.

Zwischen den Muskeln sind die Gleitkammern mit Bursen und mit Faszien ausgestattet, die einer Membrana synovialis ähnlich sind und ein synoviaähnliches Sekret absondern. Je nach Konstitution des Thorax erfährt das Schulterblatt seine Hauptbewegung ab 90° Elevation/Abduktion im GHG, um dem Tuberculum majus die Möglichkeit zu geben, unter das Akromion und unter das Lig. coracoacromiale abzutauchen, und um die Cavitas glenoidalis in eine Position einzustellen, die dem Humerus entspricht.

- Störungen dieses Gleitverhaltens entstehen durch

- Rippenhypomobilitäten,
- Luxationen in Inspirationsstellungen,
- Konstitutionsveränderungen der BWS und
- muskuläre Disharmonien, z. B. Tonusänderungen des M. levator scapulae.

2.8 Akromioklavikulargelenk (ACG)

Das ACG ist eine bikonvexe Amphiarthrose mit weniger als 5° Bewegungsfreiheit. Das scheinbar geringe Bewegungsausmaß erlaubt jedoch ca. 60° der insgesamt 180° Elevationsfähigkeit des Armes. Das ACG besitzt zu 40 % einen intraartikulären Diskus. Es hat fast immer einen sagittalen Gelenkverlauf und eine nach medial gerichtete Neigung (Intable), wodurch die Klavikula auf dem Akromion aufliegt (Abb. 2.5).

Sensibel versorgt wird das ACG vom:

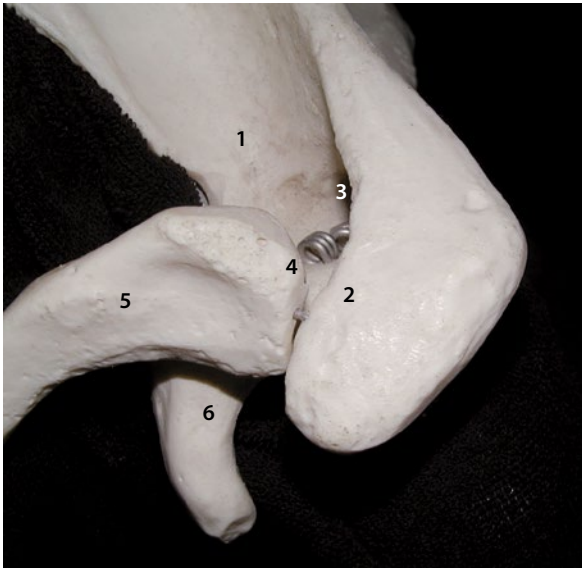
- N. axillaris,
- N. suprascapularis und
- den Nn. supraclaviculares.

Kranial wird das Gelenk durch eine subkutane Bursa geschützt. Die Kapsel des ACG wird durch das Lig. acromioclaviculare verstärkt.

- Das Akromioklavikulargelenk ist das anfälligste der Schultergürtelgelenke.

■ Bewegungsstörungen des ACG

Das ACG ist primär für ein **Impingementsyndrom** verantwortlich, das durch eine Leistungsminderung der arthro-



■ **Abb. 2.5** Anatomische schematische Orientierung des ACG, rechts aus kranialer Sicht
1 Skapula, 2 Akromion, 3 Incisura scapulae, 4 Articulatio acromioclavicularis, 5 Klavikula, 6 Processus coracoideus

kinematischen Muskulatur, die den Humeruskopf kaudalisiert, verursacht wird (funktionelles Impingement).

Das Gelenk liegt in einer kinematischen Kette für Flexions- und Abduktions-Elevationsbewegungen des GHG, sowie für die Skapula- und Klavikularrotation. Das ACG tendiert zu einer:

- **Hypomobilität** mit Folge eines Impingement des Subakromialraumes,
- einem **thorakalen oberen Kompressionssyndrom** und
- **subchondralen Schmerzen**.

Eine Hypomobilität verhindert zudem die Retraktionsfähigkeit der Skapula durch fehlendes Ventralgleiten der Klavikula. Sie kann wegen ventraler Kapselrestriktion nicht nach ventral gleiten bzw. rotieren, dies ist aber erforderlich, um den Plexus brachialis durch die Klavikularippenpforte freizuhalten.

- **Irritationen der neurovaskulären Passage** zwischen der 1. Rippe und der Klavikula beugt der Körper durch eine in den ersten 30° Anteversion entstehende Ventralbewegung und, bei bis zu 90° Anteflexion, Kranialbewegung der Klavikula vor. Eine Störung der Passage ist häufig eine klavikuläre Bewegungsstörung, die aus einer Hypomobilität des ACG entsteht. Der M. trapezius pars descendens reagiert mit Verkürzung darauf, um irritierte Ursprungswurzeln zu entlasten.

Eine **Hypermobilität** gibt es fast ausschließlich bei Tossy-/Rockwood-Verletzungen.

- **Das ACG wird immer zuerst untersucht, da eine optimale Rotation der Klavikula und ein optimales Verschieben im thorakoskapulären Gleitlager benötigt werden. Eine Affektion des ACG wird mit Anspannung des M. levator scapulae beantwortet, der versucht, die Gelenkflächen des ACG zu entlasten.**

■ Biomechanik des ACG

Das ACG hat ein endgradiges Kapselmuster. Die Ruheposition liegt in der physiologischen Stellung des Schultergürtels. Die verriegelte Stellung befindet sich bei 90° Abduktion des GHG.

Die **Bewegung der Klavikula** geht:

- bei **Flexion/Elevation** nach ventral/kaudal,
- bei Abduktion/Elevation nach kaudal,
- bei Extension und Außenrotation nach ventral und
- bei **Innenrotation** nach dorsal.

2.9 Sternoklavikulargelenk (SCG)

Das innere Schlüsselbeingelenk ist mit seinem 3 mm dicken Knorpel ein Sattelgelenk, das durch einen Discus articularis in **zwei Gelenkkammern** getrennt wird und dadurch zu einem funktionellen Kugelgelenk wird:

- In der **lateralen Kammer** findet die Elevations-/Depressionsbewegung statt,
- in der **medialen Kammer** die Protraktion und Retraktion.

Topographisch liegt der SCG-Gelenkspalt lateral der gut sichtbaren Pars sternalis des M. sternocleidomastoideus. Das SCG hat einen großen Gelenkinnenraum mit einem raumfordernden Discus articularis. In Elevation und Depression folgt der Discus diesen Bewegungen und verursacht so am konvexen Anteil des klavikulären Gelenkpartners die Konvexität in einer Vertikalebene. Bei Retraktion und Protraktion ist der Diskus fixiert und bildet den konvexen Gelenkpartner des konkaven Klavikulagelenkanteiles in einer Horizontalebene.

■ Bewegungsstörungen des SCG

- **Das SCG neigt eher zur Hypermobilität als zur Hypomobilität.**

Eine Hypermobilität im SCG kann entstehen durch:

- ein anguläres Hebeln bei der Außenrotation des GHG und
- eine Retraktion der Schulter durch eine in Inspiration stehende 1. Rippe.

Die Mobilität des SCG ist abhängig von der Beweglichkeit der 1. Rippe. Eine in Inspiration stehende Rippe verursacht eine Retraktionseinschränkung im SCG, indem sie das Rollen und Gleiten der Klavikula nach dorsal verhindert.

■ Anatomie/Biomechanik

Der **Gelenkverlauf des SCG** liegt bei Elevation/Depression von kranial-medial nach kaudal-lateral und für Protraktion und Retraktion von anterior-medial nach dorsal-lateral in einem Winkel von 45°. Den höchsten Druck erfährt das Gelenk in einer horizontalen (der transversalen) Adduktion und Abduktion.

Das SCG wird ligamentär fixiert durch die folgenden Bänder:

- Lig. interclaviculare,
- Ligg. sternoclaviculares und
- Lig. costoclaviculare.

Für die **Kapselinnervation** ist der N. supraclavicularis verantwortlich.

➤ Beispiele für Irritationen des SCG:

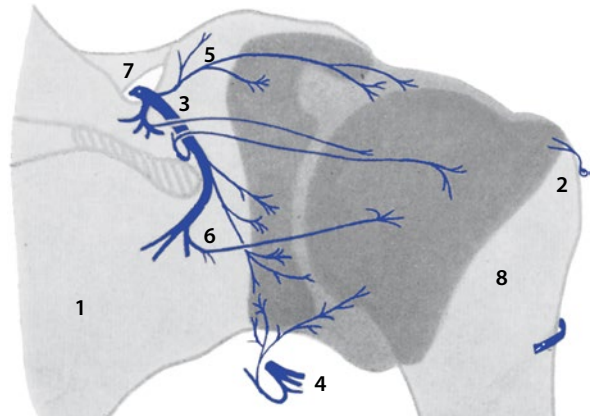
- Der M. sternohyoideus kann durch seinen Ansatz an der Membrana fibrosa des SCG und dem Zungenbein Spannungsänderungen des Zungenbeines mit einem »Globusgefühl« verursachen. Dies kommt häufig bei Rednern vor.
- Der retrosternoklavikulär verlaufende N. vagus kann durch eine Gefügestörung oder Reizung des SCG irritiert werden und vegetative Störungen auslösen.
- Das Ganglion stellatum liegt vor dem ersten Rippenköpfchen und betrifft die sympathische Innervation des Kopfes. Symptome wie Zephalgien, Vasokonstriktionen der Extremitäten, Koronalspasmen oder Hypertonie können Reizantworten sein.

2.10 Rami articulares der Schulter

Die Rami articulares sind sensible Kapselinnervationen, die bei einem Dehnungsreiz für eine dynamisch-antagonistische Beantwortung sorgen. Sie informieren über die jeweilige Gelenkstellung. Je nachdem, in welcher Gelenkwinkelstellung sich die Kapsel befindet, wird über ein dreidimensionales System eine exzentrisch-dynamische Absicherung übernommen.

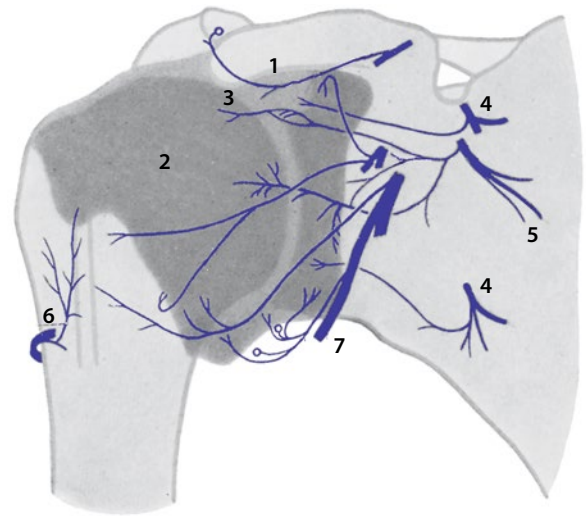
Die Rami articulares bestehen aus:

- kleinen **Vater-Pacini-ähnlichen Rezeptorelementen** für die Erfassung der Bewegung, sowie
- **Ruffini-Körperchen-ähnlichen Rezeptorelementen** für die Übermittlung der Gelenkposition und damit Vermittlung des Lagesinns eines Gelenks.



■ **Abb. 2.6** Schulterkapselanteil von dorsal. (Aus v. Lanz u. Wachsmuth 1959, 2003)

1 Skapula, 2 N. axillaris mit Ramus intertubercularis, 3 N. suprascapularis, motorischer Ast, 4 N. axillaris, motorischer Ast, 5 N. suprascapularis, kranialer Gelenk Ast, 6 N. suprascapularis, kaudaler Gelenk Ast, 7 Incisura scapulae mit Lig. transversum, 8 Humerus



■ **Abb. 2.7** Schulterkapselanteil von ventral (Aus v. Lanz u. Wachsmuth 1959, 2003)

1 N. thoracalis ventralis cranialis, 2 Humerus, 3 N. musculocutaneus, 4 N. subscapularis, kranialer und kaudaler Gelenk Ast, 5 Skapula, 6 N. axillaris mit Ramus intertubercularis, 7 N. axillaris motorischer/sensibler Ast

— Important Start

- In einer eigenen Studie, bei der entsprechende Kapselabschnitte mit einem Lokalanästhetikum angefächert und die Muskelaktivität unter Kontrolle eines Myofeedbackgerätes beobachtet wurde, wurde festgestellt, dass die Aufgabe der Vater-Pacini-Rezeptoren einen Verlust der antagonistischen exzentrischen Kraft auslöst. Eine schmerzfreie passive Dehnung eines Kapselabschnittes führte zu einer partiellen

muskulären Reaktion. Je höher die Spannung der Membrana fibrosa der Gelenkkapsel steigt, umso höher sind die Entladungsfrequenz und die Hemmung der Nozizeption. Dieses Phänomen tritt häufig im Alltag auf, wenn der Patient aussagt, dass das Gelenk in Ruhe schmerzhaft ist, bei Bewegung oder bei der Arbeit jedoch die Beschwerden wieder verschwinden.

- Important Stop
- ■ Abb. 2.6 und ■ Abb. 2.7 zeigen die nervale Versorgung im Bereich der Schultergelenkkapsel.

2.11 Biomechanische Abduktionsbewegungen GHG/Schulterblatt/ACG/SCG

Die folgenden Abbildungen zeigen die Biomechanik des Schultergelenks bei Bewegung in die:

- Abduktion,
- Abduktion-Elevation,
- Flexion und
- Flexion-Elevation.

■ Abduktion

Bei einer Abduktionsbewegung bis ca. 45° kommt es zu einem:

- Kaudalgleiten im GHG,
- Kaudalgleiten im ACG und
- Kaudalgleiten im SCG.

Der M. supraspinatus gilt als Initialstarter und Zentrierer der Abduktion, der M. deltoideus als Motor der Abduktion.

- **Im GHG findet eine primäre Rollbewegung nach kranial statt. Der gleitbetonte Kapselanteil wird nur gering gestresst.**

Die Bewegung in Abduktion führt ab ca. 90° zum:

- Lateral-Kaudalgleiten im GHG,
- Kaudal-Ventralgleiten im ACG und
- Kaudal-Dorsalgleiten im SCG.

Der M. supraspinatus hält weiter das Zentrum der Pfanne. Der M. deltoideus wirkt bis 90° weiter als starker Abduktor.

- **Die Rollbewegung nimmt kontinuierlich ab, das Gleitverhalten wird betont. Der kaudale Kapselanteil wird gestresst.**

■ Abduktion-Elevation

Ab ca. 120° Abduktion-Elevation geht die Bewegung einher mit einem:

- Lateral-Kaudalgleiten im GHG,
- Kaudal-Ventralgleiten im ACG und
- Kaudal-Dorsalgleiten im SCG.

Der M. serratus anterior und der M. trapezius pars ascendens positionieren die Cavitas glenoidalis über das thorakoskapuläre Gleitlager bis 150° Elevation.

- **Die Rollbewegung ist am kranialen Aspekt der Cavitas glenoidalis widerlagert. Das Gleiten bzw. Rutschen verläuft bis zu 2 cm in den Recessus axillaris nach lateral-kaudal.**

Über kontralaterale Lateralflexion und Entlordosierung der Lendenwirbelsäule, sowie gleichseitige Lateralflexion und Extension der Brustwirbelsäule erfolgt ab 150° die weitere Vertikalisierung des Armes.

- **Die Rollbewegung ist am kranialen Aspekt der Cavitas glenoidalis widerlagert. Das Gleiten bzw. Rutschen verläuft bis zu 2 cm in den Recessus axillaris nach lateral-kaudal.**

Bei 180° Abduktion-Elevation kommt es zu einem:

- Lateral-Ventralgleiten im GHG durch Schlusssaußenrotation,
- einer Verriegelung im ACG und
- Kaudal-Dorsalgleiten im SCG.

- **Über unwillkürliche anguläre Schlusssaußenrotation um die Längsachse wird der ventrolaterale Kapselanteil in den letzten 10° der Endgradigkeit betont. Das Gleiten/Rutschen verläuft in den Recessus subscapularis nach ventral.**

■ Flexion

Die Flexion wird begleitet von einem:

- Dorsalgleiten im GHG mit anfänglicher Straffung des Recessus axillaris,
- Ventralgleiten im ACG und
- Dorsalgleiten im SCG.

Initialstarter der Anteversion ist der zentrierende M. coracobrachialis mit dem M. deltoideus pars spinalis und M. pectoralis major. Die Bewegung wird bei ca. 60° durch das Lig. coracohumerale (dorsaler Schenkel) abgebremst und widerlagert.

- **Eine primäre Rollbewegung nach kranial findet im GHG statt. Der gleitbetonte Kapselanteil wird nur gering gestresst.**

Bei 90° Flexion gibt es folgende Gleitkomponenten:

- Dorsalgleiten im GHG,
- Kaudalgleiten im ACG und
- Kaudalgleiten im SCG.

Die Flexionsbewegung endet bei 90° durch Anschlagen des Tuberculum majus unter dem Akromion. Es folgt eine rechnerische 60°-Rotation der Skapula, die die Gelenkpfanne horizontal vorpositioniert.

- Die Rollbewegung nimmt kontinuierlich ab, das Gleitverhalten wird betont. Der dorsale kaudale Kapselanteil wird gestresst.

■ Flexion – Elevation

Eine Elevationsbewegung von 120° Flexion zeigt ein:

- Dorsal-Kaudalgleiten im GHG,
- Kaudalgleiten im ACG,
- Kaudalgleiten im SCG,
- ca. 30° Rotation der Skapula und
- ca. 15° Rotation der Klavikula.

M. serratus anterior und M. trapezius pars descendens positionieren über das thorakoskapuläre Gleitlager die Cavitas glenoidalis in horizontale Richtung vor, und sorgen so für die aktive Elevation des Humerus.

- Die Rollbewegung ist am kranialen Aspekt der Cavitas glenoidalis widerlagert. Das Gleiten bzw. Rutschen verläuft bis zu 2 cm in den Recessus axillaris nach dorsal-kaudal.

Ab ca. 180° Elevation in Flexion können folgende Gelenkbewegungen festgestellt werden:

- Kaudal-Ventralgleiten im GHG,
- Verriegelung des ACG,
- Dorsalgleiten im SCG,
- 60° Rotation der Skapula und
- 30° Rotation der Klavikula.

Ca. ab 150° Elevation endet die Mobilität der Schultergelenke GHG/ACG/SCG und Nebengelenke wie Fornix und thorakoskapuläres Gleitlager. Weitere 20° werden aus der Mobilität der Wirbelsäule gewonnen und 10° aus der angulären Schlussaußenrotation.

- Das Gleiten und Rutschen verläuft in den Recessus subscapularis nach ventral.

2.12 Pathologie der Schultergelenke GHG/ACG/SCG

2.12.1 Painful arc

- Der painful arc weist auf ein Kompartiment eines entzündlichen Sehnengewebes hin, oder einer Reizung der Bursa subacromialis deltoidea.

Je größer die Entzündung des Sehnengewebes ist, desto größer sind die Raumforderungen. Sie geben uns Hinweise auf das entsprechende Weichteilstadium.

- Eine partielle Tendinitis kommt genauso wie eine partielle Arthritis eines Gelenkes nur selten vor. Bei den oft in der Literatur beschriebenen oberflächlichen und tiefliegenden tendoossären Affektionen (M. supraspinatus) handelt es sich um partielle, degenerative, morphologische Veränderungen und nicht um eine Entzündung. Bei Insertionstendopathien direkter Insertionen handelt es sich um partielle Lamellenausdübelungen einzelner Keratansulfat-gebundener Knochensehneninsertionen. Partielle entzündliche Reizzustände im tendoossären Übergang sind im Dermatansulfat-gebundenen insertionsnahen Abschnitt zu finden, wo auch die Injektionen und Querfraktionen angelegt werden sollten. Indirekte Insertionen zeigen keinen direkten painful arc, sondern haben ihren Schmerzhöhepunkt, wenn ihre Aufgabe der Flächenverbreiterung beim exzentrischen Bedarf angesprochen wird.

■ Varianten des painful arc

ACG. Das ACG zeigt einen painful arc, je nach Mobilität des GHG, zwischen 60°–120° Abduktion und Flexionsbewegung. Meist liegt der Entstehungsmechanismus in ossär degenerativen Veränderungen mit angularer Hebelung bei vorpositionierter Protraktion der Schulter.

M. supraspinatus. Der M. supraspinatus zeigt in Abduktion je nach Grad des Weichteilstadiums 2 oder 3 unterschiedliche Formen eines painful arc, die entweder oberflächlich tendoossär oder tiefliegend tendoossär liegen können, je nach Grad des Weichteilstadiums 2 oder 3. Der tendomuskuläre Übergang hat keinen painful arc, zeigt sich aber beim Widerstandstest gegen die Abduktion positiv schmerzhaft. Fast immer liegen die Gründe in einer degenerativen Veränderung der Sehne.

M. infraspinatus. Beim M. infraspinatus liegt der painful arc bei einer Ausgangsstellung aus Abduktion und Innenrotation bei 60°–120°. Er zeigt sich als dorsal-lateraler Schmerz. Wurfsporarten, die eine starke Exzentrik fordern, tragen häufig zu seiner Entstehung bei.

M. subscapularis. Der M. subscapularis hat seinen painful arc in Flexionsstellung mit seinem distalen Ansatz bei 60°–120° und mit seinem proximalen Ansatz bei 160°–180°. Der tendomuskuläre Übergang schmerzt bei horizontaler Adduktion.

2.12.2 Tendosynovitis M. biceps brachii caput longum

Es werden drei Formen einer Sehnenscheidenveränderung unterschieden:

Akute oder chronische Tendovaginitis des M. biceps brachii caput longum (Sehnenscheidenentzündung): Diese Entzündung der Lamina visceralis mit einer überganglosen Ausbreitung zu einer Tendosynovitis geht mit Unfähigkeit zur Bewegung einher.

Tendovaginositis stenosans des M. biceps brachii caput longum: Sie wird charakterisiert durch Krepitationen, die hervorgerufen werden durch einen Qualitätsverlust der Sehnengleitflüssigkeit (Synovia) bei Tendosynovitis.

Tendovaginositis stenosans des M. biceps brachii caput longum: Durch bindegewebige Proliferation an den Sehnenscheiden wird das Gleiten der Sehne gestört, die Bewegung wird aber zugelassen und verursacht ein Schnappen.

2.12.3 Rotatorenmanschettenriss

Ein Rotatorenmanschettenriss ist ein Längsriss an einem Muskel des GHG, der an der Gelenkkapsel inseriert. Meistens ist der M. supraspinatus betroffen. Die Ruptur entsteht durch einen Sturz auf den ausgestreckten Arm, traumatisch oder bei degenerativen Veränderungen im Bereich von Sehnenübergängen, die unter ungünstigen Stoffwechselbedingungen stehen, weil sie durch enge Passagen ziehen.

■ Symptome

- **Schnappergeräusche** durch Synoviaverlust mit Veränderung der Adhäsionskraft und muskuläre Inhibierung,
- **Bewegungskraftverlust,**
- **nächtliche Beschwerden,** die durch unwillkürliche Lagerung entstehen und durch die nächtliche Konzentration der Entzündung auf den Regenerationsprozess.

Der Patient hat aufgrund des Längseinrisses im Widerstandstest wenig Krafteinbuße. Traumatische Rupturen zeigen sich je nach Größe der Ruptur von einem Abduktionsschmerz bis hin zur kompletten Unbeweglichkeit des Armes.

- **Eine Ruptur zeigt sich durch einen heftigen Schmerz und ein hörbares Knacken der Manschette.**

Durch den Verlust der Aktivität des M. supraspinatus, der primär bei einer Rotatorenmanschettenruptur betroffen

ist, tonisiert sich der M. deltoideus und verursacht durch seinen longitudinalen Zug ein **funktionelles Impingement**.

Begleitend ist auch eine **Bursitis subacromialis** möglich.

2.12.4 »Frozen Shoulder«-Syndrom (Schultersteife)

In der Literatur wird die »Frozen shoulder« beschrieben als idiopathische Arthritis mit Fibrosierung und Schrumpfung der Gelenkkapsel. Sie verläuft in **drei Stadien**:

- **1. Stadium:** Die ersten ca. 4. Monate bezeichnen wir als **»Freezing Shoulder«**. Der Bewegungsschmerz steigt kontinuierlich und findet nachts seinen Höhepunkt.
- **2 Stadium:** Die **»Frozen Shoulder«** ca. vom 4.–8. Monat zeigt sich nur noch anfänglich mit Schmerzen. Die Bewegungseinschränkung nimmt jedoch zunehmend zu.
- **3. Stadium:** Das letzte Stadium entwickelt sich ca. vom 8. Monat bis zu einem Jahr, die sog. **»Thawing Shoulder«**. Es kommt zur einer ständigen Zunahme der Beweglichkeit. Es kann bis zu 3 Jahren dauern, bis eine funktionelle physiologische Beweglichkeit erreicht wird. Dies ist aber ohne Therapie nicht möglich.

Die Frozen Shoulder entwickelt sich sehr häufig bei Patienten, die Barbiturate oder Psychopharmaka einnehmen. Ein anderer Patiententypus zeigt im Vorfeld eine Entzündungsreaktion des M. supraspinatus bzw. des N. suprascapularis. Aufgrund einer engen Verbindung von vegetativen Nervenfasern zum N. suprascapularis könnte es sein, dass es sich um eine primär vegetativ verursachte, überzogene Heilentzündung handelt. Hinzu kommt der Verdacht, dass durch Barbiturate oder Psychopharmaka überzogene Heilentzündungen an einem vorgeschädigten Schultergelenk ausgelöst werden.

2.12.5 Ganglion supraglenoidale

Das Ganglion entsteht durch Traumen bzw. einen Sturz auf den ausgestreckten Arm, was häufig bei Turnern, Boxern oder Judokas vorkommt. Es kommt zum Anriss des Tuberculum supraglenoidale mit Bildung eines Ganglion (Zyste), mit Druck auf den N. suprascapularis. Der Patient gibt einen lateral-dorsalen Schmerz an. Das ACG zeigt sich nach kranial höher als die Klavikula. Die passive transversale Adduktion ist schmerzhaft.

2.12.6 Neuralgische Schulteramyotrophie

Diese Armplexusneuritis der Segmente C5-C7 wird meistens durch eine virale Infektion ausgelöst. Es kommt anfänglich zu starken lokalen Schulterschmerzen, bevor eine motorische Muskelatrophie dazukommt.

2.12.7 Paget-Schroetter-Syndrom

Das Paget-Schroetter-Syndrom ist eine durch Thrombose verursachte Abflussbehinderung der V. axillaris (oder der V. subclavia) durch Kompression (TOKS bzw. TIKS) oder Überanstrengung mit Verletzungen der Intima. Durch die Bildung von Narbengewebe entsteht eine fibrotische Einengung der V. axillaris (bzw. der V. subclavia). Die Folge ist, dass bei Überanstrengung Schmerzen ausgelöst werden und sich die Hand zyanotisch ödematös zeigt.

➤ Eine Stenose der A. axillaris würde Blässe und ein Ermüdungsgefühl hervorrufen.

2.12.8 Distorsionen/Subluxationen/Luxationen des Humeruskopfes

Das Überschreiten der physiologischen Bewegungsbarriere führt als erstes zu einer »Überdehnung«, d. h. einer **Distorsion** der Kapsel und Kapselbänder. Oft kommt es zu inneren Kapsleinrissen im Insertionsgebiet des M. supraspinatus mit Einblutungen in das Gelenk.

Die zweite Stufe ist die **Subluxation**, bei der die Gelenkflächen noch teilweise in Kontakt stehen. Grund ist eine Laxizität der Kapsel oder der Bänder bzw. eine Pfannendysplasie. Mögliche Folgen sind:

- Labrumläsionen (Bankartläsion),
- Knorpelabsprengungen und
- größere Einrisse des Kapsel-Bandapparates.

Bei der **Luxation** kommt es zu einer pathologischen Entbindung von Gelenkflächen aus ihrer physiologischen Stellung mit:

- Kapsel- und Bandruptur,
- Labrum-An- bzw. Abrissen,
- Impressionsfrakturen des Humeruskopfes (Hill-Sachs-Delle oder Through Line),
- Rotatorenmanschettenriss, 5 Bursitis,
- massiver Störung des Rotatorenintervalls sowie
- Bildung eines Gelenkhydrops oder eines Hämarthros.

■ Ursachen für Distorsionen und Luxationen

Außer Traumen können folgende Gründe zu Distorsionen, Subluxationen oder Luxationen führen:

- Hypermobilitäten bzw. Instabilitäten durch Pfannendysplasien,
- Degeneration von Bursen,
- Laxizität von Bändern (Verkümmern im Alter), Konstitutionsveränderung,
- Frakturen,
- Kapseldehnungen durch Wurfsporarten,
- Zentrierungsprobleme durch M. supraspinatus, M. infraspinatus, M. subscapularis und M. teres minor oder
- dynamisch artikuläre Instabilität durch unphysiologische Reize der Rami articulares.

2.12.9 Omarthrose/Arthrose der Gelenke GHG, ACG, SCG

➤ Eine Arthrose entsteht, wenn die Bewegungsenergie direkt vom Gelenk getragen wird, und nicht über Bänder, Muskeln, Synovia und Bewegungsteilung absorbiert wird.

Eine Arthrose im Schultergelenk ist meist eine **sekundäre Arthrose**, d. h., sie ist Folge eines Traumas, einer Luxation, einer Einblutung etc. Eine **primäre Arthrose** kommt so gut wie nicht vor, da die Gelenkflächen des Schultergelenks keinen nennenswerten Druck kompensieren müssen. Eine Psoriasis (Schuppenflechte) kann eine monoartikuläre Arthrose des GHG verursachen.

➤ Eine Arthrose bedeutet:

- Bildung eines Kapselmusters und
- damit verbunden eine Veränderung der Membrana fibrosa mit den auf ihr aufliegenden Rami articulares.

Der Arthrosepatient verliert die Fähigkeit einer dynamischen Exzentrik/Konzentrik. Dies hat anguläre arthrokinematische Bewegungsabläufe zur Folge, mit der Gefahr von nicht zentrischen Stoßbelastungen (Impact loading).

2.12.10 Arthritis

Die Arthritis kann unterteilt werden in:

- akut oder chronisch,
- unspezifisch oder spezifisch,
- primär oder sekundär.

Als **Pseudoarthritis** wird die Reizung des Lig. acromioclaviculare bezeichnet, die eine Arthritis vortäuschen kann.

Eine **traumatisch ausgelöste Arthritis** kann z. B. nach Luxationen, Subluxationen, Distorsionen oder Frakturen

mit einer abakteriellen Entzündung durch Kapselfissuren der Membrana synovialis auftreten.

Die **infektiöse Arthritis** beruht als sekundäre Arthritis auf hämatogener Keimeinschleppung, sowie auf der rheumatischen Arthritis.

- **Auslösende Faktoren einer Arthritis sind vermutlich neben den traumatischen, bakteriellen und rheumatischen auch hormonelle Gesichtspunkte.**

2.12.11 Bursitis subacromialis

Die Bursitis subacromialis entsteht **akut**, durch z. B. einen Kalkdepotbruch, oder **chronisch** durch eine mechanische Irritation. Die Bursitis ist gezeichnet von:

- einer fluktuierenden **Schwellung** und
- einer **Bewegungsunfähigkeit** in alle Richtungen. Der M. supraspinatus ist fast immer mitbetroffen.

2.12.12 Impingement

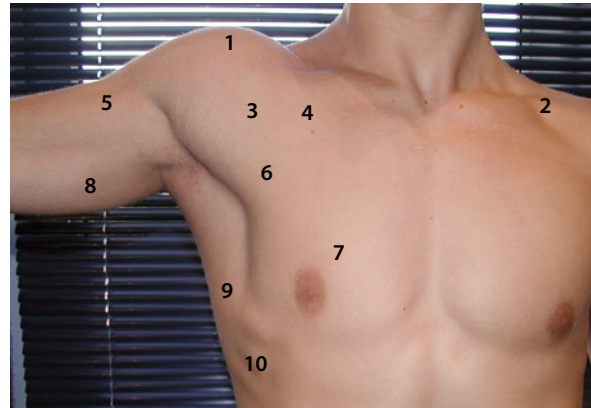
Impingement ist die Zustandsbeschreibung einer **subakromialen Raumenge**, die aus unterschiedlichen Gründen entstehen kann:

- Als erstes kann eine Raumenge anatomisch durch ein »**Hook Acromion**« vorgegeben sein. Bei einem Akromion, das die Form eines »hook« (Haken) hat, zeigt sich die Beschwerdesymptomatik mit einem frühzeitigen painful arc.
- Ein **tonisch funktionelles Impingement** kann ausgelöst werden durch die muskuläre Veränderung der Rotatorenmanschette über den Verlust des physiologischen Rotatorenintervalls.
- Ein **pathologisches Impingement** entsteht durch Aufquellungen der Sehnen (Tendinitis) oder Bursaaffektionen und führt bei Abduktion des Armes zu Beschwerden.
- Als **konstitutionsbedingt** kann man ein Impingement durch eine protrahierte Schulter bezeichnen. Schmerzhaft zeigt sich hier das ACG.

Ein Impingement gerät am meisten bei 60°–120° Abduktion unter Kompression mit Hauptbeschwerden im ventrolateralen GHG-Bereich.

2.13 Oberflächenanatomie des Schultergürtels

Die folgenden Abbildungen zeigen die Anatomie der oberflächlichen Muskeln und Gelenke des Schultergürtels und



■ **Abb. 2.8** Rechter Schultergürtel von ventral 1 M. deltoideus pars acromialis, 2 Mollenheim-Grube, 3 M. deltoideus pars clavicularis, 4 M. pectoralis major pars clavicularis, 5 M. biceps brachii, 6 M. pectoralis major pars sternocostalis, 7 M. pectoralis major pars abdominalis, 8 M. triceps brachii, 9 M. latissimus dorsi, 10 M. serratus anterior



■ **Abb. 2.9** Rechter Schultergürtel von dorsal 1 M. trapezius pars descendens, 2 M. deltoideus pars acromialis, 3 M. trapezius pars transversa, 4 M. deltoideus pars spinalis, 5 M. infraspinatus, 6 M. teres major, 7 M. trapezius pars ascendens, 8 M. latissimus dorsi, 9 M. triceps brachii caput longum, 10 M. triceps brachii caput laterale, 11 M. biceps brachii

der Achselregion (■ Abb. 2.8, ■ Abb. 2.9, ■ Abb. 2.10, ■ Abb. 2.11, ■ Abb. 2.12).

2.14 Anamnese, Inspektion, Palpation der Schulter

2.14.1 Anamnese

Im Eingangsbefund wird der Patient aufgefordert, seine Problematik zu schildern. Der Therapeut beobachtet ihn währenddessen und stellt ihm ergänzende Fragen.

Um den Zeitraum, den Ort und die Art der Beschwerden zu erfahren, sind folgende **Grundfragen** wichtig:

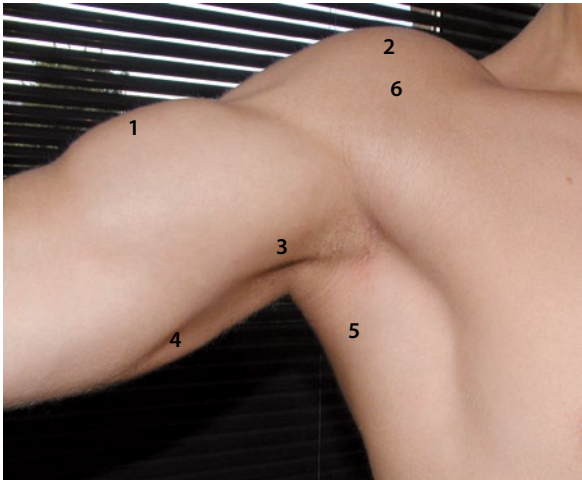


Abb. 2.10 Rechte Achselregion
1 M. biceps brachii, 2 M. deltoideus pars clavicularis, 3 N. medianus, 4 M. triceps brachii, 5 M. teres major, 6 M. pectoralis major

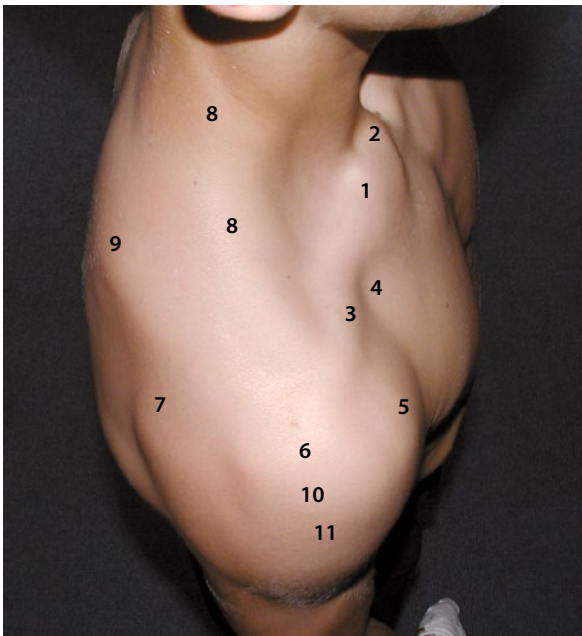


Abb. 2.11 Kraniale Ansicht der Schulter
1 Klavikula, 2 Extremitas sternalis, 3 Extremitas acromialis, 4 M. deltoideus pars clavicularis, 5 M. deltoideus pars acromialis, 6 M. deltoideus pars spinalis, 7 M. trapezius pars descendens, 8 Spina scapulae, 9 Akromion, 10 Tuberculum majus, 11 Tuberculum minus

- Seit wann hat der Patient Beschwerden?
- Wo sind die Beschwerden?
- Wie zeigt sich das Beschwerdebild?
- Welche Therapie/Medikamenteneinnahme erfolgte bisher?
- Gibt es Röntgenbilder?

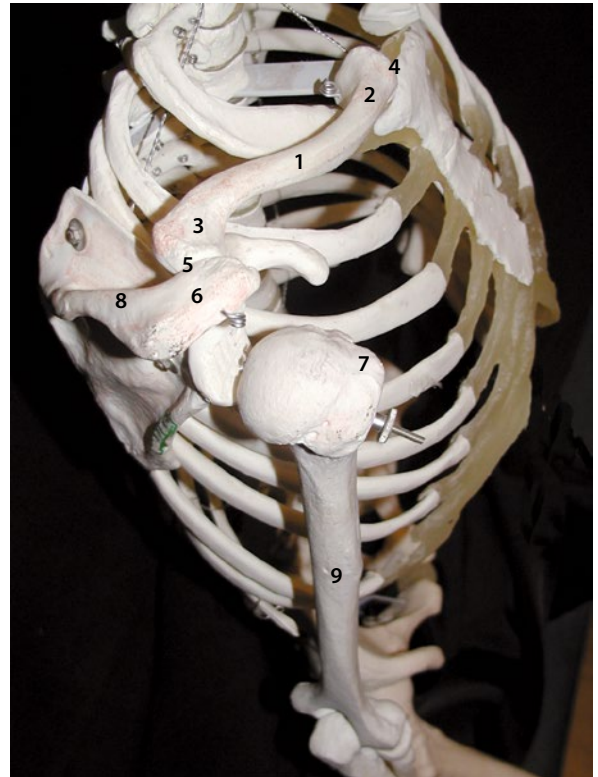


Abb. 2.12 Rechte Skelettschulter, kraniale Ansicht
1 Klavikula, 2 Extremitas sternalis, 3 Extremitas acromialis, 4 SCG, 5 ACG, 6 Akromion, 7 Tuberculum majus, 8 Spina scapulae, 9 Humerus

- Bestanden in der Vergangenheit Probleme?
- Wurde eine außergewöhnliche Belastung in der letzten Zeit ausgeübt (New-, Mis-, Up-, Over-use)?

Mögliche anamnestische Angaben eines Patienten, der Schmerzen in der Schulter oder im Arm hat, sind in der folgenden Tabelle aufgelistet (Tabelle 2.1).

2.14.2 Inspektion

Der Therapeut sollte schon die Anamnese mit einem Inspektionsbefund des Patienten verbinden.

Inspektion des zervikothorakalen Überganges

- **Ein Morbus Farfan** (»Turtle sign«, hochzervikaler Gibbus) mit damit verbundener Brustkyphose führt zur Protraktionsstellung der Schulter. Konstitutionsbedingt müssen sich der M. trapezius und M. levator scapulae verkürzen. Das Ganglion stellatum kann unter Stress geraten mit den Zeichen einer Gefäßengstellung und hoher Schweißdrüsensekretion. Aufgrund des Extensionsdefizits beim Morbus

Tabelle 2.1 Anamnestische Angaben des Patienten mit möglicher grober Befundinterpretation einer schmerzenden Schulter/Arm

Angaben des Patienten	Mögliche Interpretationen
Patient gibt sensibles Dermatom an	Bandscheibenprotrusion Foramenstenose pseudoradikuläre Läsion
Patient gibt motorische Schwäche an	Bandscheibenvorfall massive Foramenstenose
Patient gibt manschettenartige Armschmerzen, Schweregefühl und Kraftlosigkeit an	Sympathische Hyperaktivität Paget-Schroetter-Syndrom D'effort-Thrombose TOKS (Thorakal oberes Kompressionssyndrom) TIKS (Thorakal inneres Kompressionssyndrom)
Patient gibt bei elevierten Armen oder Schultern (z. B. Maler/ Tischler/Ellenbogen auf dem Schreibtisch abstützen) Taubheits- oder Einschlafgefühl an	Arteriell Kompressionssyndrom TOKS/TIKS
Patient gibt Bewegungslimitierung an	Beginnendes Kapselmuster, evtl. Muskelläsionen
Patient gibt Unbeweglichkeit an	Entzündlicher Kapselprozess Bursitis
Patient gibt medikamentöse Therapieresistenz an	Pancoast-Tumor Head-Organzone
Patient gibt zeitlich begrenzte medikamentöse Linderung an	Kalkeinlagerung
Patient gibt Lagerungsschmerzen an	Instabilität Labrumschaden
Patient gibt Entspannungsbeschwerden an	Instabilität
Patient gibt wechselnde Schmerzpunkte an	Instabilität
Patient gibt einen schmerzhaften Bogen an	Degenerative Sehnenläsion
Patient gibt Schweregefühl bei hängendem Arm an	Venöse Problematik
Patient gibt Parästhesie durch Hochhalten der Arme an	Arterielle Problematik
Patient gibt Beschwerden nach längerer Armlagerung an	Arthroligamentärer Spannungsschmerz

Farfan können ischämische Irritationen mit einem Einschlafgefühl der Hände auftreten. Patienten mit einem Morbus Farfan haben keine endgradige Bewegungsfreiheit des Schultergelenks bis 180°, können ihre Arme nur schlecht in den Nacken legen und müssen mit einem Kissen unter dem Kopf schlafen, da sie ein Extensionsdefizit des zervikothorakalen Übergangs haben.

Bei der Inspektion des zervikothorakalen Übergangs sollte auf folgende Auffälligkeiten geachtet werden:

Protraktionsstellung der Schultern. Ohne konstitutionsbedingte Ursache liegt eine Protraktionsstellung primär an einem verkürzten M. pectoralis minor. Die Folge sind ischämische Irritationen.

Hervorstehender Humeruskopf. Wenn der Humeruskopf nach ventral vorsteht, ist dies ein Zeichen für eine ventrale Instabilität des Schultergelenks.

Extensorische Brustwirbelsäule. Verbunden mit einer kräftigen paravertebralen Muskulatur (in-line-hollow) besteht aufgrund fehlender exzentrischer Muskelkontraktionsfähigkeit die Gefahr von Anterolisthesen, die durch Armelevation forciert werden können, da keine physiologische Anspannung der Facettengelenkkapsel besteht.

Muskelatrophien. Sie sind ein Zeichen von Minderversorgung, Denervation oder Inhibierung.

Schwellungen. Subakromiale Schwellungen im Bereich des M. deltoideus und M. subscapularis legen den Verdacht auf eine Bursitis nahe.

Weiterhin sollte geachtet werden auf:

- Subluxationen des ACG/SCG,
- Narben,
- Hand- oder Fingerschwellungen,
- Asymmetrien,
- Deviation und
- trophische Hautstörungen.

■ Inspektion schulterbeeinflussender Muskeln, die zur Verkürzung neigen

Mm. scaleni. Ausstrahlende Beschwerden in den Schulter-, Arm- und HWS-Bereich können bei Verkürzungen der Mm. scaleni auftreten. Dazu kommen sympathische Irritationen und Irritationen des vaskulären Zu- und Abflusses. Verkürzungen findet man häufiger bei Patienten, die Kraftsport ausüben.

M. pectoralis minor. Bei einer Verkürzung kommt es möglicherweise zu einem Protraktionsstand des Humeruskopfes mit daraus folgender Flexions-/Elevations-einschränkung durch verminderte Rotation der Skapula, sowie zu einer möglichen Kompression des Plexus brachialis zwischen dem M. pectoralis minor und der 2. und 3. Rippe.

M. trapezius pars descendens und pars transversa. Der Muskel beeinflusst Schulter und HWS, weil bei einer Verkürzung des M. trapezius pars descendens der Schultergürtel eleviert wird und die oberen Kopfgelenke rekliniert werden. Die Verkürzungen treten oft auf bei Überkopftätigkeiten, Schwimmen, Speerwerfern, Kugelstoßern und Gewichthebern.

2.14.3 Palpation

Bei der Palpation achtet der Therapeut auf:

- Konsistenzunterschiede bei Schwellungen,
- Hauttemperatur,
- abnormale ossäre Strukturen,
- Lipome,
- Ventralisation des Humeruskopfes und
- Konsistenz der Muskulatur.

➤ Der Kibler-Hautfaltentest dient der sympathischen Interpretation.

2.14.4 Sicherheit/Kontraindikationen

Nach der Anamnese, Inspektion und Palpation des Schultergürtels erfolgt ein Resümee mit der Einschätzung von Sicherheit und Kontraindikationen.

Ausgeschlossen werden müssen:

- Systemerkrankungen (Rheuma, Psoriasis),
- Tumoren,
- Fissuren (z. B. Sportunfall),
- Bandrupturen und
- entzündliche Prozesse.

➤ Vorgehensweise bei der Interpretation des Befundes:

- Kontraindikationen einschätzen,
- Die mögliche Diagnose einengen,
- Strategie entwickeln: weiter mit der Basisuntersuchung oder erneute Kommunikation mit dem Arzt.

2.15 Basisuntersuchung der Schulter

➤ In der Basisuntersuchung wird osteokinematisch getestet. Daher gibt diese Untersuchung nur wenige Hinweise auf ein arthrokinematisches Problem.

Auf **kapsuläre Einschränkungen** kann nur durch das Gleitverhalten des Gelenkes geschlossen werden bzw. im Vergleich zu einem vorgegebenen Kapselmuster. Zu Beginn stehen immer der **HWS-Schnelltest** und der Test zur Erkennung eines thorakalen oberen inneren Kompressionssyndroms.

In der **aktiven Basisuntersuchung** werden folgende Aspekte der Bewegungen getestet:

- Bereitwilligkeit,
- Bewegungsausmaß,
- koordinativer Bewegungsablauf,
- Deviation/Deflexion und
- Schmerz.

Das Kommando ist mit einer Zielorientierung verbunden. Die Basisuntersuchung der Schulter wird immer mit dem folgenden differenzialdiagnostischen Check-up begonnen.

2.15.1 Differenzialdiagnostischer Check-up

Der differenzialdiagnostische Check-up soll zu Beginn einer zielgerichteten Untersuchung abklären, ob umliegende Strukturen mitbeteiligt sind. Das sind für die Schulter:

- die HWS,
- die Skapula,
- die Klavikula,
- zur Verkürzung neigende, die Schulter beeinflussende Muskeln und
- die erste Rippe.

2.15.2 Check-up der Halswirbelsäule

Schulter und HWS sind sehr eng miteinander verbunden. Die neurale Versorgung der Schulter und des Armes rekrutiert sich aus dem **Plexus brachialis** und dem **zervikalen Grenzstrang der HWS**. Die aus dem Segment C5 stammenden Nerven, N. suprascapularis und N. dorsalis scapulae, laufen nicht durch die kostoklavikuläre Pforte. Der N. suprascapularis versorgt die Gelenkkapsel des ACG, der N. dorsalis scapulae dient der Versorgung des thorakoskapulären Gleitlagers.

Muskeln der Halswirbelsäule wie:

- M. trapezius pars descendens,
- M. levator scapulae,
- M. omohyoideus und
- M. sternocleidomastoideus

haben direkten/indirekten Einfluss auf die Mechanik der Schultergürtelgelenke.

➔ **Zum aktiv ausgeführten Schnelltest gehören alle aktiven Basisbewegungen der HWS und des Schulterblattes.**

■ Aktive Flexion der HWS

In Flexion zeigen sich neurogene Zugreize und Zugreize an der Dura mater. Jedoch nur dann möglich wenn keine Divergenzdefizite Th1-Th4 bzw. Expirationshypomobilitäten der zweiten und dritten Rippe vorliegen.

■ Aktive Extension der HWS

In Extension zeigen sich am deutlichsten:

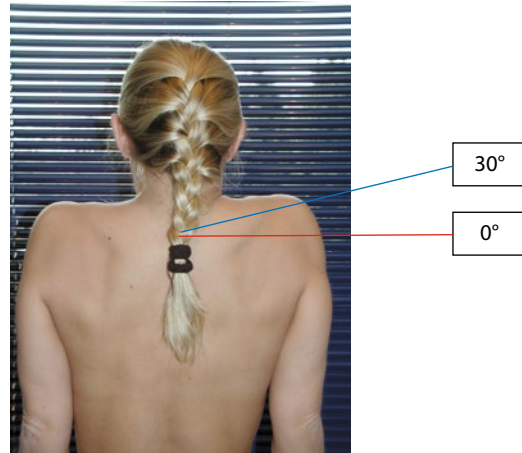
- Forameneinengungen,
- Bandscheibenläsionen,
- Konvergenzdefizite Th1-Th 4, bzw. Inspirationshypomobilität der zweiten und dritten Rippe können die Extension der HWS einschränken.
- eine Kompensationslisthese C4.

■ Aktive Lateralflexion der HWS

Bei Schmerzauslösung an der Schulter kann es sich um eine Bandscheibenproblematik oder eine Forameneinengung der rechten Seite handeln. Konvergenznormomobilität rechts und Divergenznormomobilität links lassen eine exakte Beurteilung der Lateroflexion der HWS zu.

■ Aktive Rotation der HWS

Bei Schmerzauslösung im Bereich der Schulter kann es sich um eine Bandscheibenproblematik oder eine Forameneinengung der rechten Seite handeln. Konvergenznormomobilität rechts und Divergenznormomobilität links lassen eine exakte Beurteilung der Lateroflexion der HWS zu.



■ Abb. 2.13 Schulterelevation, beidseitig

2.15.3 Check-up der Skapula und der Klavikula

■ Schulterelevation, beidseitig (■ Abb. 2.13)

ASTE. Der Patient steht.

Ausführung. Der Patient zieht beide Schultern maximal hoch. Gemessen durch eine gedachte Transversallinie in Höhe von Th2 beträgt der Normwert ca. 30°.

Interpretation. Eine Bewegungsstörung kann durch folgende Gelenke verursacht werden:

- Thorakoskapuläres Gleitlager,
- Akromioklavikulargelenk,
- Sternoklavikulargelenk.

Eine Limitierung der Kraft kann geprägt werden durch eine asymmetrische Skapula- bzw. Schulterbewegung.

➔ **Ausgeschlossen werden sollte eine Läsion:**

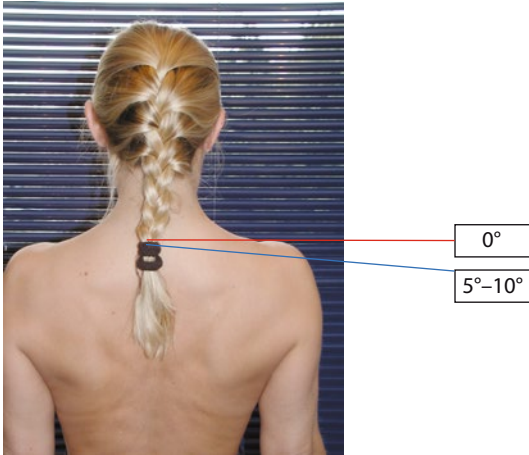
- des N. thoracicus longus,
- des N. dorsalis scapulae und
- des N. accessorius.

■ Depression der Schultern, beidseitig (■ Abb. 2.14)

ASTE. Der Patient steht.

Ausführung. Der Patient zieht beide Schultern maximal nach innen unten. Gemessen durch eine gedachte Transversallinie in Höhe von Th2 beträgt der Normwert ca. 5–10°.

Interpretation. Folgende Gelenke können Ursache einer Bewegungsstörung sein:



■ Abb. 2.14 Depression der Schulter, beidseitig



■ Abb. 2.15 Retraktion beider Schultern

- das thorakoskapuläre Gleitlager,
- das Akromioklavikulargelenk oder
- das Sternoklavikulargelenk.

Der Schmerz kann durch eine Einengung des Plexus brachialis in der kostoklavikulären Pforte entstehen.

■ Schulterretraktion, beidseitig (■ Abb. 2.15)

ASTE. Der Patient steht.

Ausführung. Der Patient zieht beide Schultern maximal nach hinten.

Interpretation. Eine Störung der Bewegung kann verursacht werden durch:

- das thorakoskapuläre Gleitlager,
- die Extensionsfähigkeit der BWS,
- das Akromioklavikulargelenk oder

- das Sternoklavikulargelenk. Ein Schmerz kann entstehen:
- aufgrund einer Einengung des Plexus brachialis unterhalb des M. pectoralis minor sowie
- bei einer Anterolisthese der oberen Brustwirbelkörper.

2.15.4 Check-up der Klavikulabewegung bzw. Klavikulaposition

Der supraklavikuläre Bereich und die Biomechanik der Klavikula bieten dem Therapeuten ein visuelles und palpatorisches Mittel zur **Beurteilung der oberen Thorax-apertur**:

- Bei einem **ausgeprägten M. sternocleidomastoideus** besteht der Verdacht auf eine Lungenerkrankung (z. B. Asthma).
- Eine **Abflachung der Fossa supraclavicularis minor** lässt hypertone Mm. scaleni erkennen.
- Die Tiefe der **Fossa supraclavicularis major** zeigt die Inspirationsstellung des Thorax an.
- **Hängende Schultern** geben einen Hinweis auf einen schwachen M. trapezius pars descendens mit Gefahr einer Enge der kostoklavikulären Pforte.

2.15.5 Aktive Schulterbewegungen

Die aktiven Schulterbewegungen helfen dem Therapeuten,

- den Bewegungsumfang,
- den Bewegungsverlauf und
- das Schmerzverhalten zu beurteilen.

Der Oberkörper des Patienten muss entkleidet sein, um das Bewegungsverhalten zwischen dem GHG, der Wirbelsäule und der Skapulabewegung optimal interpretieren zu können.

■ Aktive Elevation, beidseitig (■ Abb. 2.16)

ASTE. Der Patient steht. Seine beiden Arme befinden sich in Nullstellung.

Ausführung. Der Patient hebt beide Arme in Flexion und Elevation.

➤ **Durch die beidseitige Elevation ist die Wirbelsäule in der Sagittalebene fixiert. Dadurch wird die Elevationsmöglichkeit auf ca. 160° limitiert. Eine einseitige weiterlaufende Seitneigung oder Rotation wird aufgehoben.**

➤ **Dieser Test ist eine wichtige Differenzierung zum Ausschluss des GHG und einer Wirbelsäulen-problematik.**



■ Abb. 2.16 Aktive Elevation, beidseitig



■ Abb. 2.17 Aktive Elevation, rechts

■ Aktive Elevation einseitig (■ Abb. 2.17)

ASTE. Der Patient steht.

Ausführung. Der Patient hebt einen Arm (hier den rechten) in Elevation. Der Therapeut achtet auf einen painful arc.

➤ Im Gegensatz zur beidseitigen Elevation kann die Endgradigkeit mit Lateralflexion und einer Rotation der Wirbelsäule nach rechts kompensiert werden. Zwischen 60° und 120° entsteht bei intaktem Gleitverhalten des GHG der höchste Druck, bevor der Kopf nach kaudal gleiten kann. Bei einer schlechten Synovia beginnt der painful arc bei 60° und bleibt mit zunehmendem Schmerz bis in der Endgradigkeit bestehen.

Interpretation. Eine Bewegungsstörung kann beeinflusst werden durch:

- das thorakoskapuläre Gleitlager,
- die Extensions-, Lateralflexions- und Rotationsfähigkeit der BWS,
- das Akromio- bzw. Sternoklavikulargelenk,
- qualitativ und quantitative Synovia.

Ein Schmerz während der gesamten Bewegungsbahn oder limitierten Bewegungsbahn, kann durch Reizung der Bursa subacromialis deltoidea entstehen.

- Ein painful arc kann durch eine partielle Druckerhöhung des Tuberculum minus auf die Sehne des M. subscapularis hervorgerufen werden:
- ein subakromialer painful arc zwischen 60° und 120° wird ausgelöst durch den proximalen Anteil der Sehne des M. subscapularis,
 - ein akromioklavikularer painful arc zwischen 160° und 180° wird ausgelöst durch den distalen Anteil der Sehne des M. subscapularis.

2.15.6 Aktive Abduktion/Elevation aus 3 unterschiedlichen Vorpositionen, rechts

Die folgenden aktiven Bewegungen werden im Stehen ausgeführt.

■ Aktive Abduktion aus der Nullstellung (■ Abb. 2.18)

- Die Abduktion aus der Nullstellung testet die mittlere Facette des Tuberculum majus.

Interpretation. Eine Bewegungseinschränkung kann entstehen durch die zweite Komponente des Kapselmusters, d. h. bei der Schulter kommt zur Einschränkung der



■ Abb. 2.18 Aktive Abduktion aus der Nullstellung



■ Abb. 2.19 Aktive Abduktion aus Außenrotation

Außenrotation eine Einschränkung der Abduktion hinzu. Die Innenrotation ist zurzeit noch nicht betroffen.

- **Bei Schmerz der gesamten Bewegungsamplitude** kann evtl. eine partielle Bursitis subacromialis deltoidea vorliegen.
Ein Schmerz am Ende der Bewegung kann bei einer Läsion der Rotatorenmanschette auftreten.

■ Aktive Abduktion aus Außenrotation (■ Abb. 2.19)

- **Die Abduktion aus Außenrotation ist der Test für die ventrale Facette des Tuberculum majus.**

Interpretation. Schmerzen während der Abduktion aus Außenrotationsvorposition können folgende Ursachen haben:

- Ein subakromialer painful arc zwischen 60° – 120° kann ausgelöst werden durch den oberflächlichen tendoosalen Sehnenanteil des M. supraspinatus.
- Ein akromioklavikulärer painful arc zwischen 160° – 180° wird ausgelöst durch den tiefen tendoosalen entzündlichen Sehnenanteil des M. supraspinatus.
- Bei Schmerz während der gesamten Bewegungsamplitude besteht der Verdacht auf eine partielle Bursitis
- Eine Bewegungseinschränkung von ca. 120° mit Schmerzhaftigkeit am Bewegungsende kann durch ein Kapselmuster im GHG bedingt sein, ein endgradiger Schmerz bei ca. 160° – 180° durch eine Arthropathie im ACG.

■ Aktive Abduktion aus Innenrotation (■ Abb. 2.20)

- **Bei der Abduktion aus Innenrotation wird die dorsale Facette des Tuberculum majus getestet.**

Interpretation. Ein endgradiger Schmerz kann hervorgerufen werden durch

- eine Tendopathie des M. infraspinatus und/oder des M. teres minor, bzw.
- eine Arthropathie im ACG.

- **Bei Schmerzen während der gesamten Bewegungsamplitude besteht der Verdacht auf eine partielle Bursitis.**

■ Aktive Extension (■ Abb. 2.21)

ASTE. Der Patient steht.

Ausführung. Der Patient streckt seinen rechten Arm maximal nach hinten. Der Therapeut achtet auf Ausweichbewegungen und Bewegungsausmaß im Seitenvergleich, sowie auf das Schmerzverhalten im ventralen GHG-Bereich.

Interpretation. Schmerzen im dorsalen Bereich des GHG zeigen den Verdacht einer forcierten Rollbewegung nach dorsal mit Kompression des Hiatus axillaris lateralis. Schmerzen im ventralen Bereich des GHG zeigen den Verdacht einer Instabilität, bzw. eine Läsion der Sehnenscheide des M. biceps brachii caput longum und N. axillaris ramus intertubercularis.

- **Bei Schmerzen während der gesamten Bewegungsbahn** liegt evtl. eine partielle Bursitis subacromialis deltoidea vor.



■ Abb. 2.20 Aktive Abduktion aus Innenrotation



■ Abb. 2.21 Aktive Extension rechts



■ Abb. 2.22 Aktive Außenrotation, rechts

■ Aktive Außenrotation, einseitig (■ Abb. 2.22)

➤ Die aktive Außenrotation kann ein- oder beidseitig getestet werden.

ASTE. Der Patient steht.

Ausführung. Der Patient drückt seinen rechten Oberarm fest an seinen Thorax und dreht den 90° angewinkelten Unterarm nach außen. Wenn die Bewegung mit beiden Armen gleichzeitig ausgeführt wird, kann ein Bewegungsdefizit in Außenrotation optimal im Seitenvergleich geprüft werden.

Interpretation. Eine Bewegungseinschränkung entsteht durch die erste Komponente des Kapselmusters im GHG und durch eine Instabilität.

➤ Im Stadium 2 und 3 bestehen Schmerzen an, bzw. vor dem Bewegungsende.

Ein **zunehmender Schmerz am Bewegungsende** kann auch ausgelöst werden durch:

- eine ventrale Instabilität,
- eine Bursitis subtendinea,
- einen ventral stehenden Humeruskopf,
- den M. subscapularis.

➤ **Leichte Bewegungseinschränkungen ohne Beschwerdesymptomatik** aufgrund einer betonten Rechts- oder Linkshändigkeit bzw. durch vorausgegangene sportliche Aktivitäten oder arbeitsbedingte Mikrotraumen sind als unbedeutend zu anzusehen. Jedoch sollte in die Beurteilung die synoviale Gleitkomponente einbezogen werden.

■ Aktive Innenrotation einseitig (■ Abb. 2.23)

➤ Die aktive Innenrotation kann auch beidseitig getestet werden.

ASTE. Der Patient steht.

Ausführung. Der Patient legt seine Hand mit 90° angewinkelten Ellenbogen hinter den Rücken und versucht, seine Hand vom Rücken abzuheben. Die beidseitige Ausführung hilft, optimal ein Bewegungsdefizit zu bestimmen.

Interpretation. Eine Bewegungseinschränkung tritt auf bei:

- anteriorer Instabilität (Schutzlimitierung),
- durch die 3. Komponente des Kapselmusters des GHG, und
- ACG-Arthropathie.

Schmerzen können ausgelöst werden durch:

- einen neurogenen Dehnschmerz des N. suprascapularis,

Manuelle Therapie und komplexe Rehabilitation

Streeck, U.; Focke, J.; Melzer, C.; Streeck, J.

2017, XXVI, 593 S. Mit Ursprünglich erschienen in 2

Bänden., Softcover

ISBN: 978-3-662-48802-7