

Schulterverletzungen: Risikoscreening und physio- therapeutische Intervention

MarcelENZler

Schulterverletzungen treten häufig bei Überkopfsportarten wie Handball, Volleyball und Tennis auf. Oft sind diese Verletzungen Folgen chronischer Fehlbelastungen, die auf Bewegungseinschränkungen und Muskeldysbalancen zurückzuführen sind. Mit einem gezielten Risikoscreening kann man solche Ursachen identifizieren und mit geeigneten Übungen das Verletzungsrisiko verringern.



Beachvolleyball gehört zu den typischen Sportarten, bei denen es häufig zu Schulterverletzungen kommt. (Quelle: FIVB)

Einleitung

Schulterverletzungen machen einen Großteil der Verletzungen bei Überkopfsportarten wie Volleyball, Handball, Tennis etc. aus [1][2]. Dabei klagen Betroffene über Schmerzen, Bewegungseinschränkungen und Instabilitätsgefühle, die nicht nur zu Leistungseinbußen, sondern oft auch zu verletzungsbedingten Sportpausen führen. Untersuchungen haben gezeigt, dass solche akuten Ereignisse oft die Folge chronischer Fehlbelastungen sind [3]. Es wäre daher von großem Nutzen, wenn man gefährdete Sportler mittels eines Risikoscreenings noch vor dem Auf-

treten von Verletzungen identifizieren und mit geeigneten Übungen das Risiko für Verletzungen minimieren könnte. Hat sich der Sportler bereits an der Schulter verletzt, erleichtert der Screeningprozess die Therapieplanung und hilft bei der Entscheidung, wann eine Rückkehr zum Sport möglich ist.

Risikoscreening

Voraussetzung für eine freie Schulterbeweglichkeit ist die freie Mobilität sämtlicher beteiligter Gelenke der Schul-



► **Abb. 1** Beurteilung der aktiven Flexion des Schultergelenks im Seitenvergleich. **a** Ansicht von dorsal. **b** Ansicht von der Seite.
(Quelle: Universitätsklinik Balgrist)

ter (Art. glenohumerale, Art. acromioclaviculare, Art. sternoclaviculare), des skapulothorakalen Gleitlagers sowie der BWS und des zervikothorakalen Übergangs. Untersuchungen bei männlichen Handballspielern haben ergeben, dass eine verminderte glenohumerale Rotation, eine Schwäche der Außenrotatoren und eine Skapuladyskinese die Hauptrisikofaktoren für das Auftreten von Schulterverletzungen sind. Daraus folgt, dass man zum Schutz vor solchen Verletzungen die Rotation des Schultergelenks, die Kraft der Außenrotatoren und die Skapulakontrolle verbessern sollte. Im Rahmen einer strukturierten Untersuchung kann man die individuellen Defizite aufdecken. Der Screeningprozess beinhaltet:

- quantitative Bewegungsanalyse
- qualitative Bewegungsanalyse
- Kraftvoraussetzungen
 - glenohumeral
 - skapulothorakal
- funktionelle Tests
 - Seated Ball Throw (bilateral, unilateral)
 - CKCU Test (Closed Kinetik Chain Upper Extremity Test)
 - Y-Balance Test
 - Wurf-/Schlagbewegung

- Screening kinetische Kette
 - Rumpfkette (ventral, dorsal, lateral)
 - untere Extremität

In diesem Artikel werden die drei erstgenannten Screeningverfahren etwas genauer vorgestellt. Für die übrigen Testverfahren (funktionelle Tests, Screening kinetische Kette) findet man zahlreiche Erklärungen in der Literatur.

Quantitative Bewegungsanalyse

Die Mobilität des Schultergelenks beurteilt man zunächst global, um sie dann differenziert zu untersuchen. Die Angaben über das „normale“ Bewegungsausmaß der Schulter sind nicht einheitlich [4], die Definition einer „normal beweglichen Schulter“ ist daher schwierig.

Man findet viel häufiger Sportler oder Patienten mit einer leicht (skapulothorakal) oder partiell (glenohumeral) eingeschränkten Schulter als solche mit einer normal beweglichen.



► **Abb. 2** Beurteilung der Extension/Innenrotation des Schultergelenks im Seitenvergleich. **a** Linke Seite, **b** Rechte Seite.
(Quelle: Universitätsklinik Balgrist)

Bei der Beurteilung der Mobilität interessiert man sich für das Bewegungsausmaß des Schultergelenks (quantitative Bewegungsanalyse). Einen ersten Überblick verschafft man sich, indem man den Patienten bittet, den Arm maximal nach oben zu führen (Flexion) und anschließend die Hand so weit oben wie möglich auf den Rücken zu legen (Extension/Innenrotation). Als Normbereich werden bei der Flexion 155–165° angegeben [5]. Die Beurteilung erfolgt immer im Seitenvergleich und ist somit die primäre Referenz (► **Abb. 1**, ► **Abb. 2**).

Bei Sportlern mit Schulterbeschwerden oder bei solchen mit einem erhöhten Risiko findet man oft Auffälligkeiten bei beiden Bewegungen (► **Abb. 1**, ► **Abb. 2**). Dabei kann sowohl die Skapulabeweglichkeit als auch die glenohumerale Mobilität vermindert sein, letztere in bis zu drei Richtungen (entsprechend der Freiheitsgrade des Glenohumeralgelenks). Es lohnt sich also, die glenohumerale und die skapulothorakale Bewegung im Seitenvergleich genauer anzuschauen. Bei den folgenden Mobilitätstests (passive Beweglichkeitsuntersuchung) sollte man daher sehr sorgfältig vorgehen. Beurteilt werden die Bewegungen immer im Seitenvergleich, denn die kontralaterale Seite ist auch in diesem Fall die primäre Referenz. Normwerte sind in ► **Tab. 1** zusammengefasst. Die zu untersuchenden Bewegungen sind:

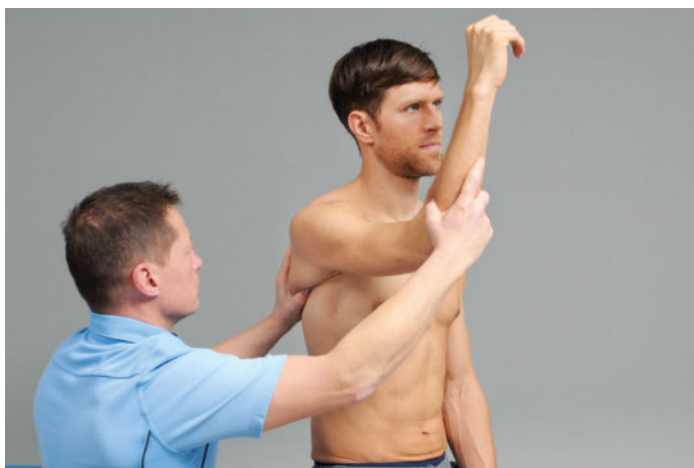
► **Tab. 1** Normwerte für die isolierte glenohumerale Mobilität [5]

Bewegung	Bewegungsausmaß
Abduktion in Skapulaebene	85–100°
Flexion in Sagittalebene	85–100°
Transversale Adduktion	0° Ellbogen kommt vor der Schulter zu liegen
Außenrotation in 0° Abduktion	5–75°
Innenrotation in 45° Abduktion in Skapulaebene	Bauch
Innenrotation in 90° Abduktion in Skapulaebene	40–60°
Außenrotation in 90° Abduktion in Skapulaebene	90°

- Abduktion mit 90° flektiertem Ellenbogen (► **Abb. 3**)
- Flexion (► **Abb. 4**)
- transversale Adduktion (► **Abb. 5**)
- Außenrotation in 0° Abduktion (► **Abb. 6**)



► **Abb. 3** Abduktion mit 90° flektiertem Ellenbogen
(Quelle: Universitätsklinik Balgrist)



► **Abb. 4** Flexion bis 90° (Quelle: Universitätsklinik Balgrist)



► **Abb. 5** Transversale Adduktion
(Quelle: Universitätsklinik Balgrist)



► **Abb. 6** Außenrotation in 0° Abduktion
(Quelle: Universitätsklinik Balgrist)

Bei allen Beweglichkeitsprüfungen im Sitzen ist strikt darauf zu achten, dass die Skapula am Thorax fixiert bleibt.

- Innenrotation in 45° Abduktion (► **Abb. 7**)
- Innenrotation in 90° Abduktion (► **Abb. 8**)
- Außenrotation in 90° Abduktion (► **Abb. 9**)

Glenohumerales Innen-Rotations-Defizit (GIRD)

Bei intensivem Wurf-/Schlagtraining im Überkopfbereich kommt es im Glenohumeralgelenk durch Adaptation von Struktur und Funktion zu einer vermehrten Außenrotationsfähigkeit. Diese geht mit einer verminderten Innenrotation einher, dem sogenannten Glenohumeralen Innen-Rotations-Defizit, kurz GIRD. In der klinischen Untersuchung ist dann meistens nicht nur die glenohumerales Innenrotation in Abduktion, sondern auch die transversale Adduktion im Vergleich zur Gegenseite auffällig. Klinisch

präsentiert der Sportler dann eine partiell eingeschränkte Schulter.

In der Literatur ist beschrieben, dass eine im Seitenvergleich um mehr als 17° verminderte Innenrotation bei einem insgesamt um 5° verringerten totalen Rotationsausmaß (Summe von maximaler Außen- und Innenrotation) im Seitenvergleich die Rotationskinematik des Glenohumeralgelenks beeinflusst. Diese Veränderung entspricht der statistischen Grenze zu symptomatischen Schultergelenkbeschwerden und sollte daher immer therapeutisch angegangen werden [6]. Der Grund für die Zunahme des Verletzungsrisikos ist einerseits die veränderte Rotationskinematik selbst sowie eine Malposition und Dyskinesie der Skapula, die ihrerseits auf die veränderte glenohumerales Rotationskinematik zurückzuführen sind.

An unhappy scapula indicates an unhappy shoulder ...



► **Abb. 7** Innenrotation in 45° Abduktion (in Rückenlage)
(Quelle: Universitätsklinik Balgrist)



► **Abb. 8** Innenrotation in 90° Abduktion (in Rückenlage)
(Quelle: Universitätsklinik Balgrist)



► **Abb. 9** Außenrotation in 90° Abduktion (in Rückenlage)
(Quelle: Universitätsklinik Balgrist)

Das häufigste Verletzungsmuster bei Überkopfbewegungen aufgrund dieser veränderten Rotationskinematik ist das von Gill Walch beschriebene interne Impingement. Dabei kommt es bei einer endgradigen Ausholbewegung in der „Late cocking“-Phase (späte Ausholphase) zu einem posterosuperioren Überlauf des Humeruskopfes und somit zum Einklemmen der Rotatorenmanschette zwischen Humeruskopf und Glenoid [7].

Physiotherapeutische Prävention bei GIRD

Ziel der Intervention beim GIRD muss es sein, das Rotationsdefizit zu beheben. Hierfür eignet sich neben Weichteil- und Gelenktechniken die Mobilisation der passiven und aktiven dorsalen Strukturen, z. B. mit dem Sleeper Stretch und dem Cross Body Stretch (Abbildungen hierzu finden Sie unter dem Link zum „OSTCR Shoulder Injury Prevention Programme“ im Kasten „Hintergrundwissen“). Die Dosierung sollte so gewählt werden dass sie im Bereich der plastischen Deformität liegt. Das heißt: auf 30–60 sec

Halten im Widerstand folgen mit einer kurzen Pause 4–5 wiederholte Dehnungen. Anfangs wiederholt man diese Dehnungen täglich und steigert die Frequenz dann allmählich auf bis zu 2–4 Durchgänge täglich.

Mit der Verbesserung der Rotation im glenohumeralen Gelenk verbessert sich auch die glenohumerale Rotationskinematik, was sich günstig auf die Skapulafunktion auswirkt – sofern nicht andere Gründe für eine Dyskinesie des Schulterblatts bestehen. Diese findet man bei der Untersuchung der skapulothorakalen Mobilität.

Skapulothorakale Mobilität

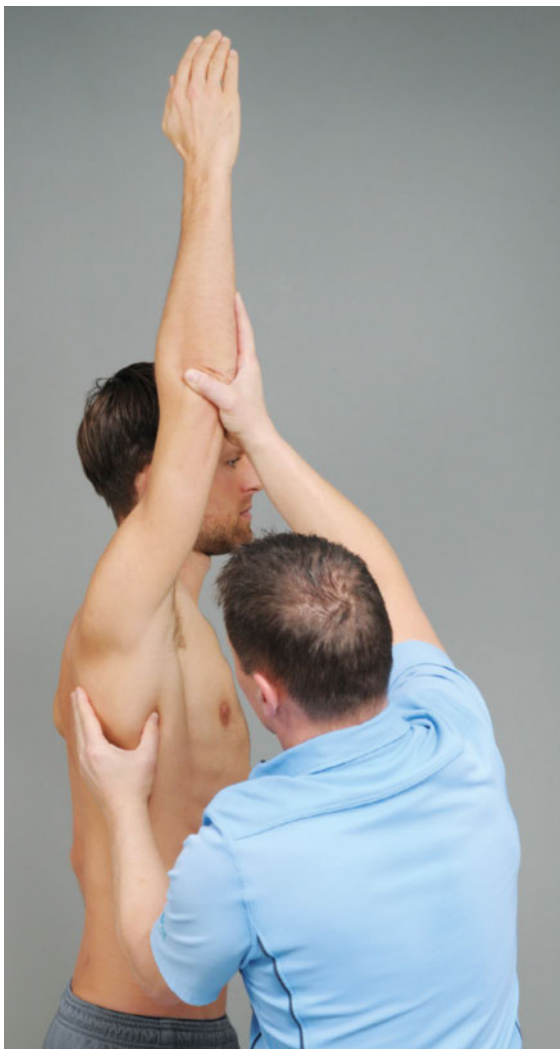
Möchte man die skapulothorakale Mobilität beurteilen, achtet man in erster Linie auf das Bewegungsverhalten der Skapula bei endgradiger Flexion/Anteversion. Hierfür eignen sich vier Mobilitätstests [4][8].

Mobilitätstest 1: Skapula-Achselhaargrenze

Der Arm wird vom Untersucher passiv bis zum ersten Widerstand und ohne weiterlaufende Bewegung in der LWS in die Flexion geführt (► **Abb. 10**). Schneidet aus dieser Position eine virtuell gezogene senkrechte Linie vom lateralen Punkt der Skapula die hintere Achselhaargrenze, ist der Test negativ. Verläuft die senkrechte Linie dorsal der hinteren Achselhaargrenze, ist der Test positiv. Dieser Test gibt einen Hinweis auf eine verminderte Mobilität der Skapula, ohne jedoch die genaue Ursache zu identifizieren (Muskel-länge, eingeschränkte Mobilität der BWS etc.).

Mobilitätstest 2: Bewegung der Klavikula

Legt der Untersucher seinen Zeigefinger in die Fossa supraclavicularis, während er mit der anderen Hand den Arm des Patienten passiv in Flexion führt, bekommt der Zeigefinger während der Bewegung von 0° bis 60° Flexion mehr Raum, weil sich bei normaler Schulterflexion die Klavikula bei den ersten 60° Flexion nach anterior bewegt, bevor sie sich dann weiter nach kranial und posterior und zum Schluss wieder nach kaudal bewegt [9]. Ist das nicht der



► **Abb. 10** Mobilitätstest 1: Skapula-Achselhaargrenze
(Quelle: Universitätsklinik Balgrist)

Fall, deutet dies auf eine vorzeitige Mitbewegung der Klavikula hin, und der Test ist somit positiv.

Mobilitätstest 3: Kaudal-Ventralgleiten der Skapula

Bei einer endgradigen Flexion im Schultergelenk gleitet der Angulus inferior scapulae ab ca. 160° Flexion nach kaudal und ventral. Der Untersucher bringt den Arm passiv in Flexion. Positiv ist der Test, wenn die Bewegung des Angulus inferior am Ende der Flexion nicht stattfindet.

Mobilitätstest 4: Rotation der zervikothorakalen Wirbelsäule

Bei der endgradigen Flexion palpiert der Untersucher die Dornfortsätze C7–Th4. Dabei stellt er ab ca. 160° eine gleichsinnige Rotation der entsprechenden Wirbelkörper fest (die Dornfortsätze weichen zur kontralateralen Seite aus). Fehlt diese Rotation am Bewegungsende, ist auch dieser Test positiv.

Sind mindestens drei der vier Mobilitätstests positiv, liegt eine Einschränkung der skapulothorakalen Mobilität vor.

Die Folgen einer eingeschränkten Mobilität der Skapula auf dem Thorax ist eine ungünstige Relation vom Glenoid und Humeruskopf bei Überkopftätigkeiten. Während bei einer normal beweglichen Schulter das Glenoid bei maximaler Flexion nahezu senkrecht steht, steht es bei einer Bewegungseinschränkung der Skapula leicht schräg. Dadurch kommt es zwischen dem Oberarmkopf und dem Akromion zu einer erhöhten Belastung, was einerseits langfristig die glenohumerale Stabilität beeinträchtigen kann oder mit der Zeit die subakromialen Strukturen schädigt (Impingement).

Physiotherapeutische Prävention

Hat man beim Sportler eine eingeschränkte skapulothorakale Mobilität festgestellt, muss die Mobilität der Skapula verbessert werden. Dafür eignen sich passive und aktive Bewegungen in Kombination mit Weichteiltechniken.

Eine Kräftigung der Muskeln der Rotatorenmanschette sollte erst beginnen, wenn ein gut bewegliches Schulterblatt mit gut trainierten Schulterblattmuskeln eine stabile Basis für den Humeruskopf bietet [10].

Qualitative Bewegungsanalyse

Bei der qualitativen Bewegungsanalyse richtet sich der Fokus in erster Linie auf das Bewegungsverhalten der Skapula bei Überkopfbewegungen. Liegt eine Skapuladyskinesie vor, weist dies auf ein erhöhtes Risiko für das Auftreten von Schulterverletzungen hin[3].

SKAPULADYSKINESIE

Eine Skapuladyskinesie ist eine klinisch sichtbare statische und/oder dynamische Fehlstellung bzw. Positionierung des Schulterblattes im skapulothorakalen Bewegungsrhythmus.

Die Schwierigkeit besteht darin, eine Skapuladyskinesie von einer normalen Skapulabewegung zu unterscheiden. Untersuchungen haben gezeigt, dass bei einer Unterteilung der Skapuladyskinesie in drei Subgruppen (inferior-medialer/medialer/superior-medialer Skapularand prominent) die Übereinstimmung verschiedener Untersucher nur bei 61 % lag, während bei der einfachen Unter-

scheidung, ob eine Skapuladyskinesie vorliegt oder nicht, die Übereinstimmung der Untersucher relativ hoch war (79%) [11].

Beobachtung der Skapulabewegungen

Wir empfehlen daher, bei der Beurteilung der qualitativen Bewegungsanalyse das Augenmerk auf die dynamische Kontrolle der Skapula bei Flexion und Abduktion zu richten. Dabei beobachtet man den Sportler während der Bewegung von hinten ganz genau, ohne die Schulterblätter zu palpieren. Bei unklarem Befund lässt man ihn die Bewegung mehrmals wiederholen und filmt sie gegebenenfalls, um den Bewegungsweg der Skapula in Zeitlupe zu verfolgen. Was wir in unserem klinischen Alltag sehr oft sehen, ist ein verspätetes oder verfrühtes Mitlaufen der Skapula. Das verfrühte Mitlaufen ist häufig assoziiert mit glenohumeralen Schmerzen oder einer partiellen Einschränkung. Das verspätete Mitlaufen oder die mediale Rotation der Skapula beobachten wir eher bei glenohumeralen Hypermobilitäten, Instabilitäten oder den seltenen neurologischen Problemen.

Schnelltest

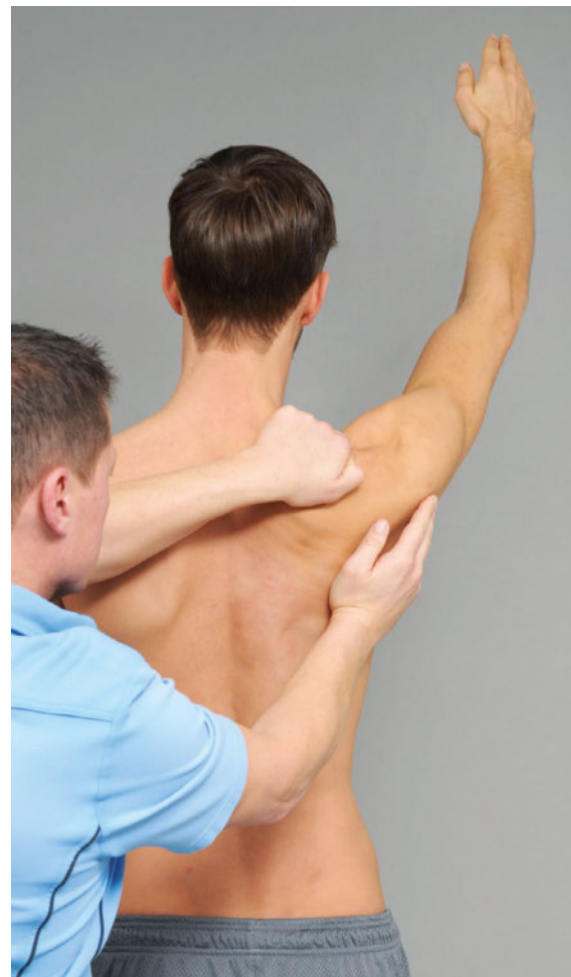
Besteht der Verdacht auf eine Skapuladyskinesie, unterzieht man die skapulothorakale Muskulatur einem Schnelltest. Ziel ist es dabei festzustellen, ob die Skapula am Thorax fixiert werden kann, während der Untersucher den nach vorne angehobenen Arm nach unten drückt. Der Untersuchte muss dabei seinen Arm stabil in der Ausgangsstellung halten. In der Sagittalebene ist für die Fixierung der Skapula in erster Linie der M. serratus anterior verantwortlich, in der Frontalebene der M. trapezius. Mit diesem Test können Patienten mit rein motorischen Defiziten von denen mit neurologischen Defiziten grob unterschieden werden. Solche mit einem motorischen Defizit sind dabei in der Lage, die Skapula statisch am Thorax zu fixieren, solche mit neurologischen Ursachen hingegen können das viel häufiger nicht.

Modifizierter Scapular Assistance Test (SAT)

Wenn bei der qualitativen Untersuchung Beschwerden vorhanden sind, liefert der modifizierte Scapular Assistance Test (SAT) dem Untersucher weitere Informationen. Beim SAT wird die Skapula während der Armbewegung geführt bzw. stabilisiert (► Abb. 11). Beurteilt wird, ob durch eine bessere Kontrolle/Mobilität der Skapula die Beschwerden beeinflusst werden können. Dieser Test verfügt über eine hinreichende Intertester-Reliabilität bei Elevation in der Skapulaebene bzw. bei Elevation über die Abduktion. Er ist positiv, wenn Schmerzen auf einer zehnstufigen VAS bei der geführten Bewegung um mindestens 2 Punkte abnehmen [12].

Physiotherapeutische Prävention

Die physiotherapeutische Prävention beginnt hier mit dem Erarbeiten einer guten Koordination der Skapulabewegung. Der Patient übt vom Therapeuten geführt unter

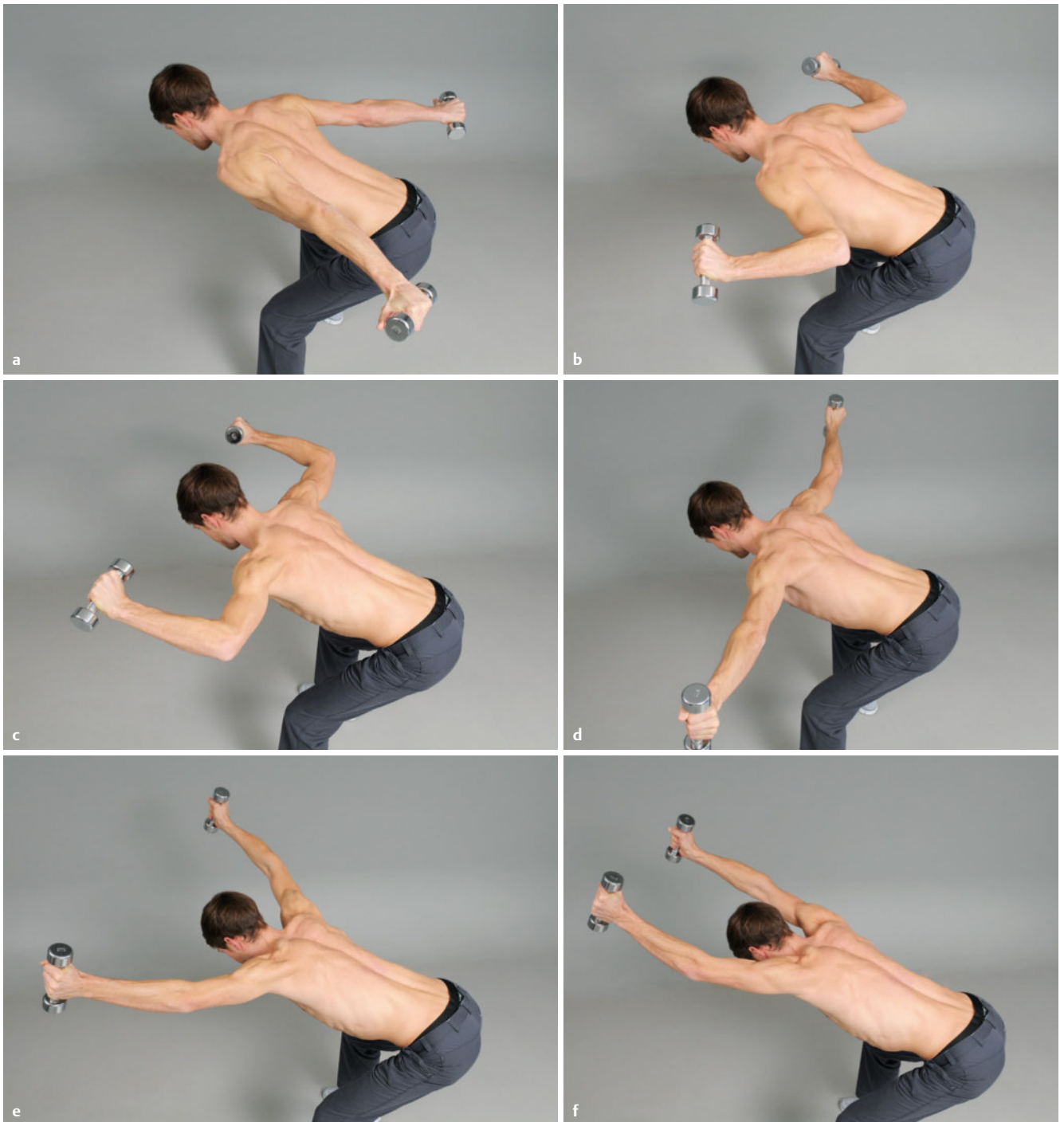


► **Abb. 11** Scapular Assistance Test (SAT)
(Quelle: Universitätsklinik Balgrist)

erleichterten Bedingungen verschiedene Bewegungen des Schulterblattes in die physiologischen Richtungen. Dies kann direkt verbunden werden mit dem Erlernen der statischen Kontrolle der Skapula. Dabei hilft man dem Sportler, eine optimale Position der Skapula auf dem Thorax in Bezug zur Armposition im Raum zu finden. Wenn er diese Bewegungen selbstständig ausführen kann, übt man die verbesserte dynamische Kontrolle der Skapula mit Armbewegungen im Raum gegen die Schwerkraft. Ziel ist, die Skapula während der Bewegungen des Arms in optimaler Position auf dem Thorax gleiten zu lassen. Taktile oder optische Hilfen können den Lernprozess erleichtern. Am Ende soll der Patient den Arm in allen Ebenen gegen die Schwerkraft mit guter dynamischer Kontrolle bewegen können. Im Verlauf kann und darf mit Zusatzgewichten gearbeitet werden.

Kraftvoraussetzungen

Nachdem Quantität und Qualität der Schulterbewegungen eingehend untersucht wurden, testet man die Kraft der Schultergelenksmuskulatur. Die Kraftverhältnisse der glenohumeralen Außen- und Innenrotation in verschiede-



► **Abb. 12** Bent-Overs zur Kräftigung der Außenrotatoren des Schultergelenks. A (a), W (b), L (c), T (d), Y (e), I (f)
(Quelle: Universitätsklinik Balgrist)

► **Tab. 2** Ausgewählte Kraftverhältnisse der glenohumeralen und skapulothorakalen Schultermuskulatur (nach Cools et al [13])

AR:IR in 0°	AR:IR in 90° ABD, 90° AR	AR:IR in 90°ABD, 0° AR	UT:MT	UT:Serratus	UT:LT
75%	60–85%	90–100%	4:1	1,1:1	5:1

AR = Außenrotation, IR = Innenrotation, ABD = Abduktion, UT = Upper Trapezius, MT = Middle Trapezius, LT = Lower Trapezius



► **Abb. 13** Exzentrische Kräftigung der Außenrotatoren des Schultergelenks. In vorgeneigter Position des Oberkörpers wird ein Gewichtsball aus 90° Abduktion/Außenrotation (Late-Cocking-Position) der Schulter fallen gelassen und schnellstmöglich wieder gefangen. (Quelle: Universitätsklinik Balgrist)

nen Positionen sowie die Kraftverhältnisse der skapulathorakalen Muskulatur können mittels eines handelsüblichen Handheld-Dynamometer genau erfasst werden.

Die gemessenen Kraftwerte setzt man zueinander ins Verhältnis und vergleicht sie mit den Daten, die Ann Cools bei Wurf-/Schlagsportlern (Handball, Tennis, Volleyball) (► **Tab. 2**) gemessen hat [13]. Im günstigsten Fall kann man auch auf Messwerte eines Sportlers zurückgreifen, die bereits vor seiner Verletzung oder zu Saisonbeginn erhoben wurden, und so feststellen, ob es relevante Veränderungen der Kraftwerte gegeben hat, die das Auftreten der Verletzung begünstigt haben (könnten).

Physiotherapeutische Prävention

Auffällige Abweichungen bei den Kraftwerten, insbesondere eine Schwäche der Außenrotatoren des Schultergelenks, sind wie bereits oben erwähnt ein Risikofaktor für das Auftreten von Schulterverletzungen und müssen gezielt behandelt werden [3]. Hierfür eignen sich zahlreiche Übungen wie zum Beispiel eine Variation von Bent-Overs mit der Kurzhantel (► **Abb. 12**). Wichtig sind auch exzentrische Übungen für die Außenrotatoren, die zum Abbremsen von Schlag- oder Wurfbewegungen bei Überkopfsportarten intensiv beansprucht werden (► **Abb. 13**).

„OSTCR SHOULDER INJURY PREVENTION PROGRAMME“

Ein wirksames präventives Übungsprogramm für Handballer, auf das auch schon in der Sportphysio 1/2018 hingewiesen wurde, wurde vom Oslo Trauma Research Center (OSTRC) entwickelt und wissenschaftlich evaluiert [15]. Mit dem „OSTCR Shoulder Injury Prevention Programme“ sank das Risiko, im Laufe einer Saison Schulterprobleme zu bekommen, um 28 %. Der QR-Code führt Sie zur Seite von ResearchGate, über die Sie das „OSTRC Shoulder Injury Prevention Programme“ herunterladen können.



TAKE HOME MESSAGE

- Überkopfbewegungen stellen hohe Ansprüche an die Mobilität und Stabilität der beteiligten Gelenke.
- Eine gut koordinierte und frei bewegliche Skapula bietet dem Humerus eine stabile Unterstützungsfläche.
- Im Gegenzug bietet eine gut koordinierte und freie Bewegung glenohumeral der Skapula die Möglichkeit, sich normal in Bezug zum Thorax zu bewegen.
- Beim Risikoscreening und bei der Therapie müssen daher sowohl die skapulothorakalen als auch die glenohumeralen Bewegungen gewissenhaft diagnostiziert und behandelt werden.

Autorinnen/Autoren



Marcel Enzler

ist Sportphysiotherapeut, Stellvertretender Leiter der Physiotherapie und Teamleiter Schulter & Ellbogen an der Züricher Universitätsklinik Balgrist. Für das ESP Education Network bildet er Sportphysiotherapeuten aus.

Korrespondenzadresse

Marcel Enzler

Universitätsklinik Balgrist
Forchstr. 340
CH-8008 Zürich
marcel.enzler@balgrist.ch

Literatur

- [1] Moeller M, Attermann J, Myklebust G et al. Injury risk in Danish youth and senior elite handball using a new SMS text messages approach. *Br J Sports Med* 2012; 46: 531–537
- [2] Abrams GD, Renstrom PA, Safran MR. Epidemiology of musculoskeletal injury in the tennis player. *Br J Sports Med* 2012; 46: 492–98
- [3] Clarson B, Bahr R, Andersson SH et al. Reduced glenohumeral rotation, external rotation weakness and scapular dyskinesis are risk factors for shoulder injuries among elite male handball players: a prospective cohort study. *Br J Sports Med* 2014; 48 (17):1327–33. doi:10.1136/bjsports-2014-093702

- [4] Stenvers JD, Overbeek WJ. De schouder, een keten van botstukken. *Nederlands Tijdschrift voor Fysiotherapie* 1982; 92: 2–4
- [5] Dyer L, Swanenburg J, Schwameder H et al. Rôle de l'articulation gléno-humérale lors de la flexion globale de l'épaule: valeurs-limites de mobilité avec la tête relevée. *Kinésithérapie, la Revue* 2017; 17(192): 13
- [6] Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology, Part 1: Pathoanatomy and biomechanics. *Arthroscopy* 2003; 19: 404–20. doi:10.1053/jars.2003.50128
- [7] Walch G, Boileau P, Noel E et al. Impingement of the deep surface of the supraspinatus tendon on the posterosuperior glenoid rim: an arthroscopy study. *J Shoulder Elbow Surg* 1992; 1: 238–45. doi:10.1016/S1058-2746(09)80065-7
- [8] Baertschi E, Swanenburg J, Brunner F et al. Interrater reliability of clinical tests to evaluate scapulothoracic motion. *BMC musculoskeletal disorders* 2013; 14(1): 315. doi:10.1186/1471-2474-14-315
- [9] Lopes Cardozo M. The treatment of the costoclavicular compression syndrome by resection of the first rib. A retrospective done by 200 operated patients, Dissertation. The Netherlands University Groningen; 1976
- [10] Kibler WB. Rehabilitation of rotator cuff tendinopathy. *Clin Sports Med* 2003; 22(4): 837–47. doi:10.1016/S0278-5919(03)00048-6
- [11] Uhl TL, Kibler WB, Gecewich B et al. Evaluation of clinical assessment methods for scapular dyskinesis. *Arthroscopy* 2009; 25(11): 1240–8. doi:10.1016/j.arthro.2009.06.007
- [12] Kibler WB. The role of the scapula in athletic function. *Am J Sports Med* 1998; 26: 325–337. doi:10.1177/03635465980260022801
- [13] Cools AM, Vanderstukken F, Vereecken F et al. Eccentric and isometric shoulder rotator cuff strength testing using a hand-held dynamometer: reference values for overhead athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 2016; 24(12): 3838–3847. doi:10.1007/s00167-015-3755-9
- [14] Cools AM, Johansson FR, Cambier DC et al. Descriptive profile of scapulothoracic position, strength and flexibility variables in adolescent elite tennis players. *British Journal of Sports Medicine* 2010; 44: 678–684. doi:10.1136/bjsm.2009.070128
- [15] Andersson SH, Bahr R, Clarsen B et al. Preventing overuse shoulder injuries among throwing athletes: a cluster-randomised controlled trial in 660 elite handball players. *Br J Sports Medicine* 2017; 51 1073–80. doi: 10.1136/bjsports-2016-096226

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-0583-8017>
Sportphysio 2018; 6: 112–121
© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York
ISSN 2196-5951