

Die schmerzhafteste Werferschulter: evidenzbasiertes Übungsprogramm bei Skapuladyskinesie

Einleitung

Bei Wurfsporarten und Überkopfsportarten (Schwimmen, Volleyball, Tennis, Gewichtheben, Turnen etc.; [1, 5, 17, 23, 31]), die mit einer wiederholten Abduktion und Außenrotation einhergehen, kann es zu Muskeldysbalancen, Fehlstellungen der Skapula, Instabilitäten und schließlich zu einem sekundären Impingement (inneres „Einklemmen“ der Rotatorenmanschette zwischen Oberarmkopf und hinterem/oberen Glenoidrand) kommen (Abb. 1, 2; [9, 13, 20, 21, 47]).

Die Wurfbewegung beginnt mit der Ausholphase, in der der Arm abgespreizt und nach außen gedreht wird. Die Skapula muss zum Erreichen dieser Armposition eine dreidimensionale Bewegung (Außenrotation, posteriore Kippung sowie eine aufwärts gerichtete Rotation) durchführen, um als stabile Basis für den Arm dienen und somit eine optimale Kraftübertragung gewährleisten zu können. In der anschließenden Beschleunigungsphase wird der Wurfarm schnell nach innen gedreht. In der Abbremsphase treten hohe Kräfte in der Schulter auf, wobei die dorsale Kapsel maßgeblich zum Abbremsen beiträgt.

Zur Entstehung der typischerweise auftretenden Innenrotationseinschränkung gibt es verschiedene Hypothesen. Basierend auf intraoperativen Beobachtungen wurde eine Ursache in einer hypotrophierten hinteren Kapsel gesehen [14, 15]. Burkhart et al. [22, 45] beschreiben, dass der Verlust an Innenrotation (glenohumerales Innenrotationsdefizit, GIRD)

ursächlich auf eine Kontraktur der dorsalen muskulokapsulären Weichteile zurückgeht und zu einer Verschiebung des glenohumeralen Kontaktpunktes nach posterior-superior führt. Hierdurch können eine vermehrte Außenrotation und eine sekundäre Schädigung des superioren Labrums und der Rotatorenmanschette entstehen [7, 9].

Wie schon oben beschrieben, ist die Skapula ein wichtiger Bestandteil der kinematischen Kette in der Armbewegung. Die Skapula kann nur dann als stabile Basis für eine effiziente Armbewegung dienen, wenn sie eine mit dem Oberarm koordinierte, dreidimensionale Bewegung durchführt: Die Skapula zeigt physiologisch in den ersten 30° Abduktion eine laterale Translation, gefolgt von einer Rotation bei weiterer Elevation um etwa 39° aufwärts, wobei sie gleichzeitig um etwa 21° rückwärts kippt, sodass das Glenoid in einer optimalen Position eingestellt wird [34]. Nach Ludewig et al. [35] zeigt die Sagittalachse durch das Glenohumeralgelenk (Ab- und Adduktion), befindet sich die Achse für die Außen- und Innenrotation entlang der Spina scapulae und die kraniokaudale Achse entlang der Margo medialis (anteriorer und posteriorer Tilt).

Durch Verletzungen der Skapula, aber auch durch Muskelsuffizienzen oder Kontrakturen kann die Position der Skapula in Ruhe und in der Bewegung pathologisch verändert werden. Diese veränderte Position bzw. Bewegung der Skapula wird als *Skapuladyskinesie* bezeichnet. Eine Skapuladyskinesie findet sich in diesem Sinne bei einem gestörten Gleich-

gewicht der glenohumeralen und skapulothorakalen Bewegung (skapulothorakaler Rhythmus). Klinisch ist diese gekennzeichnet v. a. durch ein Abheben des medialen Randes der Skapula sowie einer fehlenden Außenrotation und posterioren Kippung der Skapula beim Anheben des Armes (Abb. 3). Die Skapuladyskinesie ist eine unspezifische Erscheinung bei Schulterpathologien und nicht eine spezifische Reaktion auf eine bestimmte glenohumerale Pathologie. Eine Skapuladyskinesie kann allerdings auch bei asymptomatischen Personen festgestellt werden. Bei Beschwerden und gleichzeitig vorhandenen Schulterpathologien kann eine Skapuladyskinesie die Heilung behindern [27]. Die optimale Positionierung der Skapula ist dementsprechend die Basis bei der

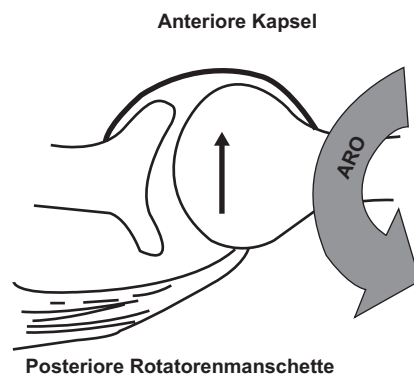


Abb. 1 ▲ Blick von oben auf eine abduzierte und außenrotierte Schulter bei einer Wurfbewegung. Bei einer vorderen Laxität kommt es zu einer vermehrten anterioren Translation der Schulter. (Mit freundl. Genehmigung aus: Kasten P, Lütznier J (2010) Tendinopathie der Sportlerschulter. Dtsch Z Sportmed, S 84–90)

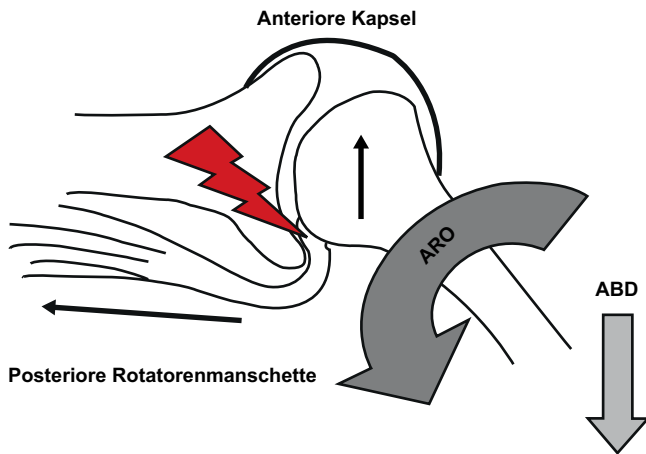


Abb. 2 ▲ Bei weiterer Abduktion und abduziertem/außenrotiertem Arm kann es zum Kontakt des posterioren Anteils des Humerus mit dem hinteren Glenoid kommen. Bei fortgesetzter horizontaler Abduktion tritt eine Einklemmung der hinteren Supraspinatussehnenanteile und der Infraspinatussehne auf. Dies kann zu einer Tendinopathie, partiellem Riss oder zu einer SLAP-Schädigung führen. (Mit freundl. Genehmigung aus: Kasten P, Lütznert J (2010) Tendinopathie der Sportlerschulter. Dtsch Z Sportmed, S 84–90)

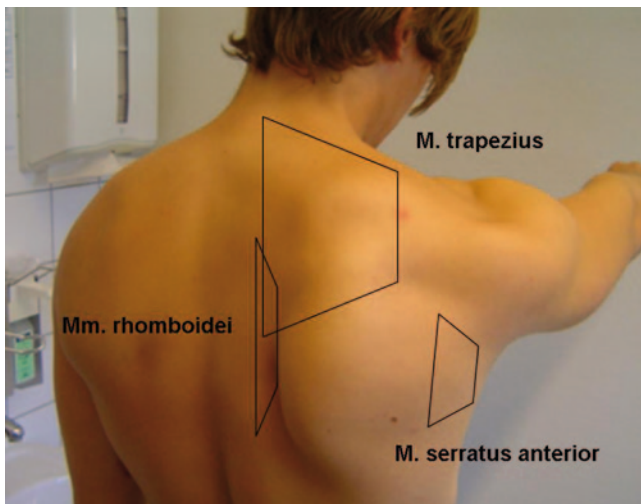


Abb. 3 ◀ Das rechte Schulterblatt kann von der Muskelschlinge aus *M. serratus anterior*, *M. trapezius* und posteriore Rhomboideen bei Anteversion des Armes nicht am Thorax stabilisiert werden, sodass sich der mediale Rand abhebt. Dies muss vor allem krankengymnastisch geübt werden

Rehabilitation von Schultererkrankungen. Die skapulastabilisierende Muskulatur kann entsprechend neuerer Arbeiten effektiv trainiert werden [4, 27, 28].

Zum Erreichen dieses Ziels wird im Folgenden ein stufenförmiges Trainingsprogramm vorgestellt, das auf der verfügbaren Evidenz der Effektivität von krankengymnastischen Übungen basiert.

Klinische Diagnostik

Die Anamnese sollte u. a. den Arm belastende repetitive Überkopfbewegungen im Sport oder Beruf erfassen. Bei der Inspektion der Skapula von hinten wird in der Ruheposition auf Seitenunterschiede und

auf ein Hervorstehen des Angulus inferior oder des Margo medialis geachtet.

Eine vorliegende Skapuladyskinesie kann durch das Halten eines Gewichts in der Hand bei z. B. 90° Anteversion noch verstärkt werden [39]. Bei der Inspektion hat die Einteilung in die 2 Gruppen „keine Skapuladyskinesie“ oder „vorhandene Skapuladyskinesie“ eine relativ gute Reliabilität [48]: die „Interobserver“-Reliabilität beträgt 79 %, kappa 0,4. Die Einteilung in 3 Gruppen nach Kibler hat eine geringere Reliabilität von 61 % (kappa 0,44; [27, 48]). Eine klinische Bestätigung sollte mittels Scapula Assistance Test und Scapula Retraction Test [27] erfolgen. Das Prinzip der letztgenannten Tests ist, dass die Skapula vom Untersucher bei der Ab-

spreizung des Arms am Brustkorb stabilisiert und somit die insuffiziente muskuläre Stabilisierung kompensiert wird. Dies führt bei einem positiven Test zu einer sofortigen Besserung der Beschwerden und zu einer besseren Beweglichkeit der Schulter. Zur Quantifizierung bieten sich der Sitting Hand Press-Up Test [19] sowie der Lateral Scapular Slide Test an [42, 46]. Der Sitting Hand Press-Up Test scheint sowohl in Bezug auf „Inter“- als auch „Intrarater“-Reliabilität ein reliables Messverfahren zu sein [19]. Die Reliabilität des Lateral Scapula Slide Test ist u. a. abhängig von der Messposition, scheint jedoch im Vergleich schlechter [42, 46]. Wie hoch die tatsächliche Reliabilität ist, bleibt unklar, da die Reliabilität beider Tests bisher lediglich in Fall-Kontroll-Studien untersucht wurde und dieses Studiendesign zu einer Verfälschung führen kann [43, 44].

Die klinische Untersuchung sollte auch eine Hyperlaxität (typisch ist ein pathologisches Sulkus-Zeichen unterhalb des Akromions beim Herunterziehen des Arms) oder Instabilität (positives Apprehension-Zeichen) erfassen, weil dies auch ursächlich für Schmerzen sein kann [16]. Typisch für das sekundäre Impingement mit Entzündung der posterior-superioren Rotatorenmanschette ist ein negatives Apprehension-Zeichen bei Schmerzen in der Wurfarmposition und Schmerzverstärkung bei Außenrotation gegen Widerstand. Zudem sollte das Ausmaß der Rotation im Glenohumeralgelenk in 90° Abduktion im Seitenvergleich beurteilt werden, um eventuell bestehende Innenrotationsdefizite im Sinne eines GIRD zu erfassen. Strukturelle Schäden können klinisch bei Durchführung der isometrischen Test der Rotatorenmanschette und den SLAP-Tests sowie bildgebend mit dem MRT bzw. Arthro-MRT (bei V. a. SLAP-Läsion) festgestellt werden.

Therapie

Eine Sportpause mit Zurücknahme der repetitiven Belastung ist die Voraussetzung für den Erfolg der Therapie. Axe [2] empfiehlt 2 Tage Pause für jeden symptomatischen Tag mit einem Maximum von 12 Wochen Pause.

Antiphlogistische Medikamente können die Entzündung eindämmen und

den Genesungsprozess beschleunigen [30]. Parallel sollten physikalische Maßnahmen wie Eisapplikation, Elektro- und Physiotherapie verordnet werden. Bei eingeschränkter Innenrotationsfähigkeit sollte frühzeitig eine manualtherapeutische Aufdehnung der posterior-inferiorer Schulterkapsel erfolgen. Auch Heimübungsprogramme zeigen hier Effekte und sollten den Patienten zur Therapieoptimierung angeraten werden, beispielsweise eine selbständige Durchführung des „cross-body stretch“ oder des „sleeper's stretch“ [10, 37]. Zur Behandlung einer Skapulafehlpositionierung sollten die skapulaumgebende Muskulatur trainiert und mittels Techniken zur Schulung des Positions- und Bewegungssinns der Bewegungsablauf aufeinander abgestimmt werden [8]. Entscheidend ist hierbei eine koordinierte Aktivierung des M. serratus und des unteren Anteils des M. trapezius zur Stabilisierung der Margo inferior der Skapula am Brustkorb über eine Verbesserung der Eigenwahrnehmung und eine bewusste Ansteuerung der skapulastabilisierenden Muskulatur. Baskurt et al. [4] konnte beim subakromialen Impingement die Effektivität von skapulastabilisierenden Übungen auf die Kraft, die Eigenwahrnehmung und die Reduktion der Skapuladyskinesie nachweisen, wobei die Werte des Western Ontario Rotator Cuff (WORC) sich auch bei einem Übungsprogramm ohne spezielle Einbeziehung der Skapula besserten.

Die Autoren haben die publizierten Daten zur evidenzbasierten Krankengymnastik analysiert und ein Programm speziell für Überkopfsportler zusammengestellt. Ausgewählt wurden Übungen, bei denen es nachweislich zu einer verstärkten Aktivierung der schulterblattstabilisierenden Muskulatur in elektrophysiologischen Untersuchungen kommt. Entscheidend ist dabei nicht die absolute EMG (Elektromyographie)-Aktivität der einzelnen stabilisierenden Muskeln, sondern ein optimales Verhältnis von M. trapezius pars descendens sowie M. serratus anterior [11, 33, 35, 36]. Vor allem der M. serratus anterior wird als einer der wichtigsten Schulterblattstabilisatoren angesehen, da er maßgeblich die posteriore Kippung (zusammen mit dem M. trapezius pars ascendens), die Aufwärtsrotation

Obere Extremität 2012 DOI 10.1007/s11678-012-0199-4
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

P. Kasten · C. Kopkow · J. Dixel

Die schmerzhafte Werferschulter: evidenzbasiertes Übungsprogramm bei Skapuladyskinesie

Zusammenfassung

Die Position und Bewegung des Schulterblatts ist ein Schlüsselement für einen harmonischen Bewegungsablauf des Armes. Ein Abheben und eine Fehlrotation des Schulterblatts wird als Skapuladyskinesie bezeichnet. Sie kann auch bei beschwerdefreien Personen auftreten. Bei intensiver sportlicher Belastung kann allerdings eine Skapuladyskinesie die Sehnenstrukturen durch den gestörten Bewegungsablauf belasten und reizen, was zu Schmerzen führt. Deshalb sind die Harmonisierung der Skapulabewegung und die Stabilisierung des Schulterblatts wichtige Pfeiler zur Regeneration entzündeter Schulterstrukturen (z. B. Bizepssehne, Rotatorenmanschette). Elektrophysiologische Untersuchungen zeigen, dass die skapulastabili-

sierende Muskulatur effektiv trainiert werden kann. Diese Übungen wurden in ein stufenförmiges Programm integriert, das im Artikel vorgestellt wird: Die Basis aller Übungen ist eine optimale Rumpfstabilität. Darauf aufbauend werden die Eigenwahrnehmung, die Stabilisierung und gezielte translatorische Bewegung in isometrischen Übungen trainiert. Sofern diese Übungen schmerzfrei durchführbar sind, werden auch komplexe dynamische Bewegungen geübt, um schlussendlich die sportartspezifischen Bewegungen zu integrieren.

Schlüsselwörter

Schulter · Skapuladyskinesie · Wurfsporler · Impingement · Trainingsprogramm

Shoulder pain in overhead throwing athlete: an evidence-based training program for treating scapula dyskinesia

Abstract

A key element for a harmonic movement of the arm is the position and motion of the scapula. A pathologic position and movement of the scapula what is called scapula dyskinesia may irritate the tendons and cause pain in high performing athletes. Scapula dyskinesia, however, may also occur in asymptomatic patients. Harmonizing the sequence of movements and restoration of the dynamic scapular stability are basic steps to regenerate the irritated tendons (e.g. biceps tendon, rotator cuff). Electrophysiological studies have shown that the scapula sta-

bilizing muscles can effectively be exercised. These exercises are part of a step by step program which is described in this article. In the first place, core stability is essential. Furthermore, proprioception, stability and translational movement exercises are in the focus initially. If these exercises can be performed without pain, complex movements and finally sports specific exercises are added.

Keywords

Shoulder · Scapula dyskinesia · Throwing athlete · Impingement · Training

und Außenrotation (zusammen mit dem M. trapezius pars transversum) der Skapula bewirkt. Die Aufwärtsrotation der Skapula, essenziell in der Wurfarmposition, wird durch das „force couple“ (Kräftegleichgewicht) vom oberen und unteren Trapeziusanteil zum einen sowie dem M. serratus anterior zum anderen kontrolliert. Ein gestörtes Verhältnis im Sinne einer zu hohen Aktivität des oberen Trapeziusanteils mit gleichzeitig zu niedriger Aktivität des M. serratus anterior kann ursächlich für eine Skapuladyskinesie sein. Im Folgenden werden daher Übungen dargestellt, bei denen es zu einer hohen Aktivität des M. serratus anterior und

gleichzeitig niedriger Aktivität des oberen Trapeziusanteils kommt. Zu bemerken ist, dass sich die vorhandene Evidenz der EMG-Studien darauf beschränkt, dass die Übungen auch zu einem messbaren Effekt in den gewünschten Muskelpartien führen. Eine klinische Effektivität kann daraus nicht abgeleitet werden. Dies wird aktuell in einer prospektiven, randomisierten Studie der Autoren unter dem Dach der Deutschen Vereinigung für Schulter- und Ellenbogenchirurgie e. V. (DVSE) untersucht.

Die Herangehensweise bei Beschwerden durch eine Skapuladyskinesie ist, wie auch das Programm, stufen-



Abb. 4 ▲ Übungsanleitung: Legen Sie sich auf eine Seite, das untere Bein etwas weiter hinten als das obere. Stützen Sie Ihren Oberkörper auf den im Ellenbogen gebeugten Arm und spannen Sie Ihre Bauchmuskulatur an. Drücken Sie nun den Oberkörper weg vom Boden, Oberkörper und Beine sollen in einer geraden Verbindungslinie stehen. Halten Sie die Endposition 5 s lang, absolvieren Sie 8 Wiederholungen bei 3 Serien



Abb. 6 ▲ Übungsanleitung: Stehen Sie aufrecht, die Beine hüftbreit auseinander und die Knie leicht gebeugt. Spannen Sie dabei ihre Bauchmuskulatur an. Das Bein auf der zu trainierenden Seite steht nach hinten versetzt. Drücken Sie mit gestrecktem Arm nach hinten gegen einen Widerstand, z. B. eine Wand, einen Tisch oder Stuhl. Halten Sie diese Endposition 5 s lang, absolvieren Sie 8 Wiederholungen bei 3 Serien



Abb. 5 ▲ Übungsanleitung: Stehen oder sitzen Sie aufrecht, die Beine hüftbreit auseinander und stellen Sie sich eine Uhr auf Ihrem Schulterblatt vor. Bewegen Sie Ihr Schulterblatt auf die verschiedenen Ziffern zu, wiederholen Sie die Übung mehrmals und üben Sie zudem mit beiden Schultern

förmig aufgebaut [31]. Basis ist das Training der unteren Extremität sowie der Rumpfstabilität mittels sog. „core exerci-

ses“ [12] (■ Abb. 4), mit denen die Therapie beginnt, da dies die Voraussetzung für eine korrekte Körperhaltung und op-

timale Kraftübertragung von der unteren auf obere Extremität ist [25]. Für dieses Vorgehen existiert keine unmittelbare Evidenz, diese ergibt sich aus theoretischen Überlegungen hinsichtlich einer von proximal beginnenden und nach distal weiterlaufenden Aktivierung der Muskulatur sowie der Tatsache, das Bein- und Rumpffaktivitäten einen Einfluss auf die Aktivierung der Skapulamusculatur aufweisen [26, 31, 40]. Eine fehlerhafte Stellung des Rumpfs, beispielsweise eine fehlende Extensionsmöglichkeit der Brustwirbelsäule (BWS) und verstärkte BWS-Kyphose, kann die optimale Aktivierung und Positionierung des Schulterblatts durch Inhibierung des unteren Trapez-



Abb. 7 ◀ Übungsanleitung: Stehen Sie aufrecht, die Beine hüftbreit auseinander und die Knie leicht gebeugt. Spannen Sie ihre Bauchmuskulatur an und beugen Sie sich vor, als würden Sie etwas vom Boden aufheben wollen. Strecken Sie anschließend Hüft- und Kniegelenke, richten Sie Ihren Oberkörper auf und ziehen Sie die Schulter nach hinten und unten, während Sie das Thera-Band (oder einen anderen Widerstand) nach hinten ziehen. Halten Sie diese Endposition 5 s lang, absolvieren Sie 8 Wiederholungen bei 3 Serien

iusanteils negativ beeinflussen [38]. Parallel zu rumpfstabilisierenden Übungen und dem Training der unteren Extremität wird die bewusste muskuläre Kontrolle des Schulterblatts geschult, um die krankhafte Stellung des Schulterblatts zu korrigieren. Diese Übungen unter Schulung der Eigenwahrnehmung der Skapula hinsichtlich Position und Bewegung können auch in der Entzündungsphase durchgeführt werden [29], da bei diesen Übungen die Schulter nicht dynamisch belastet wird, um den gereizten Strukturen Zeit zur Regeneration und Abheilung zu geben (▣ **Abb. 5**). Bei ausreichender Rumpfstabilität und sensomotorischer Kontrolle des Schulterblatts wird beginnend mittels isometrischer Übungen die Stabilisierung des Schulterblatts beübt (▣ **Abb. 6**). Anschließend werden komplexere Übungen mit dynamischen Bewegungen des Arms (▣ **Abb. 7**) trainiert. Sofern diese letzteren Übungen schmerzfrei und mit einer guten Stabilisierung des Schulterblatts durchführbar sind, können Übungen

zur Stabilisierung des Schulterblatts mit „core exercises“ kombiniert werden [6]. Zuletzt sollte sportartspezifisch trainiert werden, hierbei empfiehlt es sich erst bei schmerzfreiem Bewegungsablauf, vollem Bewegungsausmaß, ausreichend guter Kraft (4/5 während manueller Krafttestung) sowie Ausdauer der oberen Extremität und skapulothorakalen Muskulatur in diese Phase des Trainings einzusteigen [31].

Im Therapieverlauf kann ein Schmerztagebuch in einer Skala von 1–10 geführt werden, in dem sowohl die Trainingsintensität als auch die -art festgehalten werden. Zu beachten bei einem Schmerztagebuch ist, dass dies nur solange durchgeführt wird, wie es zur Informationsgewinnung gebraucht wird. Die Befürchtung, dass infolge der täglichen Protokollierung die Schmerzempfindung verstärkt wird, ist empirisch nicht nachgewiesen worden [3, 41]. Sobald jedoch eine solche Tendenz vom Therapeuten erkannt wird, sollte die Verwendung beendet werden.

Von einem Training unter Schmerzen sollte abgesehen werden, da Schmerzen zu einem verminderten propriozeptiven Input von Golgi-Sehnenorgan und Muskelspindel führen [24] sowie inhibierend auf das Aktivitätsverhalten der Muskulatur wirken [18]. Hinsichtlich der Trainingsprogression ist die Funktion entscheidender als der Faktor Zeit [24]. Von einer Trainingsprogression bei unzureichender Stabilität und Kontrolle der Skapula, verursacht beispielsweise durch Schmerzen während der Übungsdurchführung und erkennbar an Kompensationsbewegungen der Skapula, wie etwa ein Abheben oder Hochziehen der Skapula, sollte abgesehen werden. Ist ein schmerzfreies Training bei suffizienter Stabilisierung der Skapula über 3 Therapieeinheiten möglich, kann zu der nächsten, intensiveren Trainingsform übergegangen werden. Prinzipiell gilt, dass der koordinierte Bewegungsablauf zuerst mit Übungsformen der „geschlossenen“ und anschließend der „offenen kinetischen

Kette“ trainiert werden sollte [24, 25, 40]. Bestehen Kraft- oder Beweglichkeitseinschränkungen der proximalen Segmente, sollten diese zuerst behandelt werden, bevor die Schulter bzw. Skapula therapiert wird [27, 38, 40].

Fazit für die Praxis

Eine fehlerhafte Stellung sowie ein gestörter Bewegungsablauf des Schulterblatts können Entzündungen und Schmerzen in der Schulter verstärken und die Regeneration von Sehnenstrukturen beeinträchtigen. Deshalb ist es sinnvoll, ein effektives Trainingsprogramm zur Stabilisierung und regelrechten Führung der Skapula unter professioneller Anleitung durchzuführen.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. P. Kasten

Schulter- und Ellenbogenchirurgie,
Sportorthopädie
Klinik und Poliklinik für Orthopädie
Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden
Fetscherstr. 74, 01307 Dresden
Philip.Kasten@uniklinikum-dresden.de

Interessenkonflikt. Der Autor gibt für sich und seine Koauforen an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

- Altcheck DW, Levinson M (2000) The painful shoulder in the throwing athlete. *Orthop Clin North Am* 31:241–245
- Axe MJ (1994) Evaluation and treatment of common throwing injuries of the shoulder and elbow. *Del Med J* 59:593–598
- Baeyer CL (1994) Reactive effect of measurement of pain. *Clin J Pain* 10:18–21
- Baskurt Z, Baskurt F, Gelecek N, Ozkan MH (2011) The effectiveness of scapular stabilization exercise in the patients with subacromial impingement syndrome. *J Back Musculoskelet Rehabil* 24:173–179
- Bennett GE (2012) Shoulder and elbow lesions distinctive of baseball players. 1947. *Clin Orthop Relat Res* 470:1531–1533
- Brumitt J, Dale RB (2009) Integrating shoulder and core exercises when rehabilitating athletes performing overhead activities. *N Am J Sports Phys Ther* 4:132–138
- Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB (2003) The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part I: pathoanatomy and biomechanics. *Arthroscopy* 19:404–420
- Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB (2003) The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part III: The SICK scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. *Arthroscopy* 19:641–661
- Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB (2003) The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part II: evaluation and treatment of SLAP lesions in throwers. *Arthroscopy* 19:531–539
- Castagna A, Garofalo R, Cesari E et al (2010) Posterior superior internal impingement: an evidence-based review (corrected). *Br J Sports Med* 44:382–388
- Cools AM, Dewitte V, Lanszweert F et al (2007) Rehabilitation of scapular muscle balance: which exercises to prescribe? *Am J Sports Med* 35:1744–1751
- Ekstrom RA, Donatelli RA, Carp KC (2007) Electromyographic analysis of core trunk, hip, and thigh muscles during 9 rehabilitation exercises. *J Orthop Sports Phys Ther* 37:754–762
- Ellenbecker TS, Kibler WB, Bailie DS et al (2012) Reliability of scapular classification in examination of professional baseball players. *Clin Orthop Relat Res* 470:1540–1544
- Ellenbecker TS, Roetert EP, Bailie DS et al (2002) Glenohumeral joint total rotation range of motion in elite tennis players and baseball pitchers. *Med Sci Sports Exerc* 34:2052–2056
- Ellenbecker TS, Roetert EP, Piorkowski PA, Schulz DA (1996) Glenohumeral joint internal and external rotation range of motion in elite junior tennis players. *J Orthop Sports Phys Ther* 24:336–341
- Fink C, Melchert M, Hillekamp J et al (2011) Akute und chronische anteroinferiore Schultergelenkinstabilität. *Obere Extremität* 6:217–223
- Fleisig GS, Andrews JR, Dillman CJ, Escamilla RF (1995) Kinetics of baseball pitching with implications about injury mechanisms. *Am J Sports Med* 23:233–239
- Gokeler A, Lehmann M (2004) Die Rolle der Skapula bei der instabilen Schulter. *Arthroskopie* 17:199–205
- Hong J, Barnes MJ, Leddon CE et al (2011) Reliability of the sitting hand press-up test for identifying and quantifying the level of scapular medial border posterior displacement in overhead athletes. *Int J Sports Phys Ther* 6:306–311
- Jazrawi LM, McCluskey GM III, Andrews JR (2003) Superior labral anterior and posterior lesions and internal impingement in the overhead athlete. *Instr Course Lect* 52:43–63
- Jobe FW, Kvitne RS, Giangarra CE (1989) Shoulder pain in the overhead or throwing athlete. The relationship of anterior instability and rotator cuff impingement. *Orthop Rev* 18:963–975
- Jobe FW, Pink M (1993) Classification and treatment of shoulder dysfunction in the overhead athlete. *J Orthop Sports Phys Ther* 18:427–432
- Jobe FW, Tibone JE, Perry J, Moyness D (1983) An EMG analysis of the shoulder in throwing and pitching. A preliminary report. *Am J Sports Med* 11:3–5
- Kibler WB, McMullen J (2003) Scapular dyskinesis and its relation to shoulder pain. *J Am Acad Orthop Surg* 11:142–151
- Kibler WB, McMullen J, Uhl T (2001) Shoulder rehabilitation strategies, guidelines, and practice. *Orthop Clin North Am* 32:527–538
- Kibler WB, Press J, Sciascia A (2006) The role of core stability in athletic function. *Sports Med* 36:189–198
- Kibler WB, Sciascia A (2010) Current concepts: scapular dyskinesis. *Br J Sports Med* 44:300–305
- Kibler WB, Sciascia A, Wilkes T (2012) Scapular dyskinesis and its relation to shoulder injury. *J Am Acad Orthop Surg* 20:364–372
- Kibler WB, Sciascia AD, Uhl TL et al (2008) Electromyographic analysis of specific exercises for scapular control in early phases of shoulder rehabilitation. *Am J Sports Med* 36:1789–1798
- Kirchhoff C, Imhoff AB (2010) Posterosuperior and anterosuperior impingement of the shoulder in overhead athletes—evolving concepts. *Int Orthop* 34:1049–1058
- Krishnan SG, Hawkins JR, Warren RF (2004) The shoulder and the overhead athlete. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia
- Lombardo SJ, Jobe FW, Kerlan RK et al (1977) Posterior shoulder lesions in throwing athletes. *Am J Sports Med* 5:106–110
- Ludewig PM, Hoff MS, Osowski EE et al (2004) Relative balance of serratus anterior and upper trapezius muscle activity during push-up exercises. *Am J Sports Med* 32:484–493
- Ludewig PM, Phadke V, Braman JP et al (2009) Motion of the shoulder complex during multiplanar humeral elevation. *J Bone Joint Surg Am* 91:378–389
- Ludewig PM, Reynolds JF (2009) The association of scapular kinematics and glenohumeral joint pathologies. *J Orthop Sports Phys Ther* 39:90–104
- Maenhout A, Van PK, Pizzi L et al (2010) Electromyographic analysis of knee push up plus variations: what is the influence of the kinetic chain on scapular muscle activity? *Br J Sports Med* 44:1010–1015
- McClure P, Balaiucis J, Heiland D et al (2007) A randomized controlled comparison of stretching procedures for posterior shoulder tightness. *J Orthop Sports Phys Ther* 37:108–114
- McClure P, Greenberg E, Kareha S (2012) Evaluation and management of scapular dysfunction. *Sports Med Arthrosc* 20:39–48
- McClure P, Tate AR, Kareha S et al (2009) A clinical method for identifying scapular dyskinesis, part 1: reliability. *J Athl Train* 44:160–164
- McMullen J, Uhl TL (2000) A kinetic chain approach for shoulder rehabilitation. *J Athl Train* 35:329–337
- Mikail SF, Deursen J van, Baeyer CL (1986) Rating pain or rating serenity: effects on cold pressor pain tolerance. *Can J Beh Sci* 18:126–132
- Odom CJ, Taylor AB, Hurd CE, Denegar CR (2001) Measurement of scapular asymmetry and assessment of shoulder dysfunction using the Lateral Scapular Slide Test: a reliability and validity study. *Phys Ther* 81:799–809
- Rutjes AW, Reitsma JB, Di NM et al (2006) Evidence of bias and variation in diagnostic accuracy studies. *CMAJ* 174:469–476
- Rutjes AW, Reitsma JB, Vandenbroucke JP et al (2005) Case-control and two-gate designs in diagnostic accuracy studies. *Clin Chem* 51:1335–1341
- Sethi PM, Tibone JE, Lee TQ (2004) Quantitative assessment of glenohumeral translation in baseball players: a comparison of pitchers versus nonpitching athletes. *Am J Sports Med* 32:1711–1715
- Shadmehr A, Bagheri H, Ansari NN, Sarafraz H (2010) The reliability measurements of lateral scapular slide test at three different degrees of shoulder joint abduction. *Br J Sports Med* 44:289–293
- Tate AR, McClure P, Kareha S et al (2009) A clinical method for identifying scapular dyskinesis, part 2: validity. *J Athl Train* 44:165–173
- Uhl TL, Kibler WB, Gecewich B, Tripp BL (2009) Evaluation of clinical assessment methods for scapular dyskinesis. *Arthroscopy* 25:1240–1248