

Dexel J¹, Kopkow C², Kasten P¹

Pathomechanismus, Diagnostik und Therapie der Skapuladyskinesie beim Wurfsporler

Pathomechanism, Diagnosis and Treatment of Scapular Dyskinesia in Throwing Athletes

¹Klinik und Poliklinik für Orthopädie, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden

²Zentrum für Evidenzbasierte Gesundheitsversorgung (ZEGV), Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden

ZUSAMMENFASSUNG

Die Skapula stellt ein zentrales Element im Bewegungsablauf des Armes dar. Sie kann nur dann als stabile Basis für eine effiziente Armfunktion dienen, wenn sie eine mit dem Oberarm koordinierte, dreidimensionale Bewegung durchführt. Knöcherne wie auch weichteilige Verletzungen, Muskelsuffizienzen und -dysbalancen können die Skapula in ihrer Position in und Funktion verändern.

Diese veränderte Position bzw. Bewegung wird als Skapuladyskinesie bezeichnet. Klinisch ist Sie durch ein Abheben des medialen Randes der Skapula und durch eine Fehlrotation (fehlende Außenrotation und posteriore Kippung) beim Anheben des Armes gekennzeichnet.

Die Skapuladyskinesie kann auch bei asymptomatischen Patienten festgestellt werden. Des Weiteren kann Sie eine unspezifische Reaktion auf Schulterpathologien sein und ist keine spezifische Reaktion auf eine bestimmte glenohumerale Pathologie. Bei der klinischen Untersuchung erfolgt die Visualisierung der Skapula in Ruhe und bei Bewegung gefolgt von spezifischen klinischen Tests.

Intensive sportliche Belastung kann kombiniert mit einer Skapuladyskinesie die Sehnenstrukturen (Rotatorenmanschette, Bicepssehne) durch den gestörten Bewegungsablauf reizen und zu Schmerzen führen. Durch gezieltes Beüben der die Skapula umgebenden Muskulatur sowie durch Aneignung von Techniken zur Schulung des Positions- und Bewegungssinns kann eine harmonische Bewegung in der Schulter erzielt werden.

Ein stufenförmiges Trainingsprogramm beginnt mit dem Erzielen einer optimalen Rumpfstabilität gefolgt von Eigenwahrnehmungs- und Stabilisierungsübungen des Schulterblatts ohne Armbewegung. Bei schmerzfreier Ausführung dieser Übungen erfolgt eine Fortsetzung des Trainings mit Bewegung des Armes bis hin zu komplexen, sportartspezifischen Bewegungen.

Schlüsselwörter: Schulter, Wurfsporler, Überkopsporler, Skapuladyskinesie, Impingement

URSACHEN UND PATHOMECHANISMUS

Wiederholte Abduktions- und Außenrotationsbewegungen, wie sie bei Überkopf- (Schwimmen, Volleyball, Tennis, Gewichtheben, etc.) und Wurfsporarten (Handball, Baseball, etc.) vorkommen, können zu Muskeldysbalancen, Instabilitäten, einer Fehlstellung der Skapula und zu einem sekundären Impingement führen (4,21,26).

Zum Verständnis sportspezifischer Verletzungen ist die genaue Kenntnis der Bewegungsanforderungen erforderlich. Die Wurfbewegung kann in drei Phasen eingeteilt werden und beginnt mit der Ausholbewegung. Hierbei ist der Arm maximal extendiert und nach außen gedreht. Die Skapula vollführt hierbei idealerweise eine dreidimensionale Bewegung (Außenrotation, Kippung

SUMMARY

A key element for movement of the arm is the position and motion of the scapula. Only if the scapula performs a coordinated three dimensional movement with the upper limb, a stabile basis for the arm movement is created. Soft tissue and bony injuries, muscle insufficiencies and dysbalancies can alter the position and function of the scapula.

The pathologic position and motion is called scapula dyskinesia. The clinical examination presents with a lift of the medial border and malrotation (missing external rotation and posterior tilt) of the scapula during raising the arm. Scapula dyskinesia can be found at asymptomatic patients, too. Furthermore, it can be an unspecific reaction secondary to shoulder pathologies and it is not associated with a specific glenohumeral pathology. The clinical examination includes the visualization of the scapula at rest and in motion followed by specific clinical tests. Specific exercises may harmonize the sequence of movements and restore the dynamic scapular stability. A stepwise exercise program starts with core stabilization, followed by stabilization exercises and translational motion exercises of the scapula without movement in the shoulder. When these exercises can be performed without pain, dynamic stabilization exercises and finally sports specific exercises are added.

Key Words: Shoulder, Throwing athlete, overhead athlete, Scapula dyskinesia, Impingement

nach posterior, aufwärts gerichtete Rotation) und stellt somit für den Arm eine stabile Basis dar, um eine optimale Kraftübertragung vom Oberkörper auf den Arm zu haben. In der anschließenden Beschleunigungsphase wird der Wurfarm nach innen gedreht. Bei der Abbremsbewegung wird der Arm nach dem Wurf in Flexion und Adduktion gebracht. Die Energie wird durch die aktiven und passiven Stabilisatoren des Arms aufgefangen. Dabei ist für die Dezele-ration eine maximale exzentrische Bremskraft der dorsalen Anteile

accepted: July 2013

published online: September 2013

DOI: 10.5960/dzsm.2012.084

Dexel J, Kopkow C, Kasten P: Pathomechanismus, Diagnostik und Therapie der Skapuladyskinesie beim Wurfsporler. Dtsch Z Sportmed 64 (2013) 267-272.



Abbildung 1: Die Schulter bei einer Wurfbewegung in Abduktion und Außenrotation. Besteht eine vordere Laxität kann es zu einer Translation der Schulter nach vorne kommen. Bei weiterer Abduktion und Außenrotation kann es zum Kontakt des posterioren Anteils des Humeruskopfes mit dem hinteren Glenoid kommen. Bei fortgesetzter horizontaler Abduktion kommt es zu einer Einklemmung der hinteren Supraspinatussehnenanteile und der Infraspinatussehne. Dies kann zu einer Tendinopathie, (Partial-) Ruptur oder zu einer SLAP-Läsion führen.

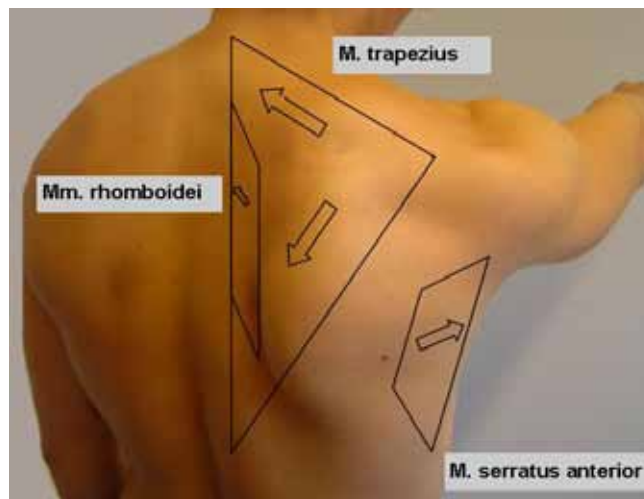


Abbildung 2: Das rechte Schulterblatt kann von der Muskelschlinge aus dem M. serratus anterior, dem unterem Anteil des M. trapezius und den posterioren Rhomboideen bei Anteversion des Armes nicht am Thorax stabilisiert werden, sodass sich der mediale Rand abhebt. Der M. serratus anterior sowie der untere Trapeziusanteil bilden das „force couple“ (Kräftepaar).

der Rotatorenmanschette notwendig. Des Weiteren kommt es zu einer nach dorsal gerichteten Scherbewegung des Humeruskopfes und zu einer Zugbeanspruchung der dorsalen Gelenkkapsel (23).

Bei Überkopfsportlern kann es durch die Abduktion und Außenrotation des Armes zu einem posterior-superiorem Impingement (innerem Impingement) – d.h. „Einklemmen“ der Rotatorenmanschette zwischen dem Oberarmkopf und dem hinteren u./o. oberen Glenoidrand kommen (10,17,25) (Abb.1). Arthroskopisch finden sich gelenkseitige Partilläsionen des M. infra- und supraspinatus als Folge von Scher- und Kompressionsbelastungen – verursacht durch die extreme Außenrotation und Abduktion. Ferner können durch das Einklemmen des Bicepssehnenankers die sogenannten SLAP Läsionen auftreten. Abzugrenzen ist das sekundäre, innere Impingement vom äußeren Impingement, das in der Regel durch den Kontakt des Akromions bzw. des koracoacromialen Bogens mit der Rotatorenmanschette auftritt.

Eine typischerweise ebenfalls auftretende Innenrotationseinschränkung (GIRD – engl. „glenohumeral internal rotatory deficit“) kann durch repetitive Überkopfbewegungen und das fehlende Beüben der muskulären Gegenspieler auftreten. Zur Entstehung dieser Innenrotationseinschränkung gibt es verschiedene Annahmen. Basierend auf intraoperativen Beobachtungen wurde eine Ursache in einer hypertrophierten hinteren Kapsel gesehen (19,18). Burkhart et al. beschreiben, dass der Verlust an Innenrotation auf eine Kontraktur und Verdickung der dorsalen muskulokapsulären Weichteile zurückzuführen ist (8) und zu einer Verschiebung des glenohumeralen Kontaktpunktes nach posterior-superior führt. Es resultieren eine vermehrte Außenrotation sowie eine sekundäre Schädigung des superioren Labrums und der Rotatorenmanschette (8,10).

Die Skapula ist essentiell für die Kinematik der Armbewegung und führt eine dreidimensionale Bewegung aus. Es erfolgt ein koordiniertes zeitliches und räumliches Zusammenspiel des Glenohumeralgelenkes mit der Skapula bei der Bewegung des Armes. Ludwig et al. haben die humerorhorakale Elevation bis 120° gemessen und konnten feststellen, dass bei den ersten 30° Aufwärtsrotation eine laterale Translation und eine Rotation auftritt. Bei weiterer Elevation rotiert die Skapula ca. 39° aufwärts und kippt gleichzeitig ca.

21° rückwärts, um das Glenoid in einer optimalen Position einzustellen (42).

Bei maximaler Elevation ergeben sich noch größere Werte der Skapulabewegung, so dass bis zu 120° auf das Glenohumeralgelenk entfallen, während die restlichen 60° durch die Bewegung im Skapulothorakalgelenk übernommen werden (51).

Der anatomische Drehpunkt des Schulterblattes liegt im Acromioclaviculargelenk (ACG). Die primäre Skapulabewegung mit Auf- und Abwärtsrotation erfolgt um die Sagittalachse der Skapula, die durch das ACG zieht. Die sekundäre Skapulabewegung bestehend aus der anterioren und posterioren Kippung entsteht um eine laterale Achse, die durch das ACG parallel zur Spina Scapulae zieht. Die tertiäre (akzessorische Achse) mit Innen- und Außenrotation ist möglich um die kraniokaudale Achse, die ebenfalls durch das ACG zieht (57).

Eine pathologisch veränderte Position in Ruhe und bei Bewegung der Skapula (Skapuladyskinesie) kann durch Muskelinsuffizienzen, ein gestörtes Gleichgewicht der glenohumeralen und skapulothorakalen Bewegung (skapulothorakaler Rhythmus) oder durch Kontrakturen bzw. Verletzungen der Schulter wie zum Beispiel nach einer fehlverheilten Scapulafraktur entstehen.

Das klinische Bild beim Anheben des Armes ist gekennzeichnet durch einen prominenten inferioren medialen Skapularand, welcher aus einer reduzierten posterioren Kippung der Skapula resultiert (38). (Abb.2) Die Skapuladyskinesie ist eine unspezifische Erscheinung und kann keiner bestimmten Schulterpathologie (Instabilität, Rotatorenmanschettenruptur, Impingement, Tendinosis calcarea, Arthrose, Frakturen, etc.) zugeordnet werden. Bei Beschwerden und gleichzeitig vorhandenen Schulterpathologien kann eine Skapuladyskinesie jedoch die Heilung behindern (36).

Die Ursache-Wirkungs-Beziehung bleibt bei der Skapuladyskinesie unklar, da auch andere Veränderungen wie neurologische Ursachen, Skoliosen oder einer instabile Lendenwirbelsäule ebenfalls eine Skapuladyskinesie verursachen können. Bei Wurfspielern ist die Skapuladyskinesie oft Teil eines Symptom- und Befundkomplexes mit Innenrotationsdefizit und Hyperlaxität. Passive Restriktoren wie z.B. eine hintere Kapselkontraktur sollten als Behandlungs-

schwerpunkt aufgedehnt werden (8). Die Basis bei der Rehabilitation von Schulterpathologien ist die optimale Positionierung der Skapula durch effektives Training der stabilisierenden Muskulatur (3,35,36).

DIAGNOSE

Anamnestisch sollten den Untersucher Schmerzen bei repetitiven Überkopfbewegungen oder Armrotation im Beruf oder bei einer sportlichen Betätigung auf diese Pathologie aufmerksam machen. Die entscheidende Rolle in der Diagnostik spielt die klinische Untersuchung der Skapula (Skapulaführung) und des Glenohumeralgelenkes (Hyperlaxität, Instabilität, GIRD).

Die Inspektion der Skapula in Ruhe erfolgt von dorsal, wobei auf Seitenunterschiede und ein Hervorstehen des Angulus inferior oder der Margo medialis geachtet wird. Die inspektorische Beurteilung der Skapuladyskinesie erscheint in der Kategorisierung in zwei Gruppen (Skapuladyskinesie ja/nein) reliabler als die Beurteilung anhand der vier Kategorien von Kibler (53). Eine Verstärkung der Skapuladyskinesie kann durch das Halten eines Gewichts in der Hand bei z.B. 90° Anteversion provoziert werden (36). Die alleinige inspektorische Beurteilung wird als nicht ausreichend angesehen und sollte daher durch klinische Test ergänzt werden (31).

Es schließen sich deshalb der „Scapula Assistance“ Test und der „Scapula Retraction“ Test an (35). Beim „Scapula Assistance“ Test wird die Skapula vom Untersucher bei der Abduktion des Armes am Thorax stabilisiert und somit die insuffiziente Muskulatur kompensiert, was zu einer sofortigen Besserung der Beschwerden und zu erweiterter Beweglichkeit der Schulter führt. Zur Quantifizierung kann der Sitting Hand Press-Up Test (24) und der Lateral Scapular Slide Test an (50,52) verwendet werden.

Eine Hyperlaxität (typisch ist ein pathologisches Sulcus Zeichen unterhalb des Akromions beim Herunterziehen des Armes), Instabilität (positives Apprehension-Zeichen) und das Ausmaß der Rotation im Glenohumeralgelenk in 90° Abduktion im Seitenvergleich (Innenrotationsdefizite im Sinne eines „GIRD“) sollten durch die klinische Untersuchung überprüft werden und differentialdiagnostisch in Betracht gezogen werden.

Vor allem beim Wurfsporler kann oft eine Innenrotationseinschränkung und eine horizontale Adduktionseinschränkung am dominanten Arm gefunden werden. Verursacht durch eine Kapselkontraktur ist dies eine wahrscheinliche Ursache der Skapuladyskinesie und sollte besonders angegangen werden (5). Typisch für das sekundäre Impingement mit Entzündung der posterior-superioren Rotatorenmanschette ist ein negatives Apprehension-Zeichen bei Schmerzen in der Wurfarmposition und eine Schmerzverstärkung in dieser Position bei Außenrotation gegen Widerstand und eine relative Schwäche für die Innenrotation (29,27,28).

Durch isometrische Tests der Rotatorenmanschette und SLAP Tests können strukturelle Schäden klinisch erfasst werden. Durch ein MRT bzw. durch eine MRT-Arthrographie (bei Va. SLAP Läsion) können sie radiologisch diagnostiziert werden.

THERAPIE

Für das Ergebnis der Behandlung entscheidend ist eine Sportpause mit Reduzierung der repetitiven Belastung. Die Empfehlung

von Axe et al. lautet pro symptomatischen Tag zwei Pausentage einzulegen, bis hin zu einer maximalen Pause von zwölf Wochen (2). Entsprechend einer Konsensarbeit von Kibler et al. werden zwei bis drei Wochen Rücknahme der schmerzverursachenden Belastung als ausreichend angesehen, um einen Rückgang der Entzündungssituation sowie eine Verbesserung der Gewebemobilität zu erreichen (30). Therapie begleitend können bei entsprechendem Schmerzniveau und Indikation antiphlogistische Medikamente (NSAR) gegeben werden, um den Genesungsprozess zu beschleunigen (39). Hierbei ist anzumerken, dass eine inhibitorische Wirkung der NSAR auf die Sehnenregeneration kontrovers diskutiert wird.

Physikalische Maßnahmen wie Eisapplikation, Elektrotherapie und Physiotherapie sollten verordnet werden, kombiniert mit Heimübungsprogrammen, die z.B. eine selbständige Durchführung des „Cross-body Stretch“ oder des „Sleeper`s Stretch“ enthalten (11,46). Beim „Cross-body Stretch“ wird die betroffene Schulter gegen eine Wand gelehnt, um die Skapula an einer Rotation zu hindern. Der andere Arm wird dazu verwendet, den betroffenen Arm zum Körper hinzuziehen und somit eine Dehnung der hinteren Schulteranteile zu erreichen. Beim „Sleeper`s Stretch“ liegt der Patient auf der betroffenen Seite bei 90° Anteversion der Schulter. Mit dem anderen Arm wird der betroffene Arm innenrotiert, bis eine Dehnung auf den hinteren Schulteranteilen erreicht wird. Eine eingeschränkte Innenrotationsfähigkeit sollte frühzeitig mit einer manualtherapeutischen Aufdehnung der posterior-inferioren Schulterkapsel erfolgen (11,12,43,45,55). Dies ist erforderlich bei einer als pathologisch betrachteten Seitendifferenz von 18° (30). Die klinische Beurteilung der Innenrotationsfähigkeit sollte dabei in Rückenlage im Seitenvergleich bei fixierter Skapula erfolgen (43). Auch Dehnübungen für den M. pectoralis minor werden in der Literatur empfohlen, wobei die Effektivität verschiedener Dehnpositionen untersucht wurde (6,16,30,49): bei Dehnungsübungen scheint es keine Längenzunahme durch Dehnung zu geben, sondern vielmehr eine sensorische Anpassung an den Dehnschmerz (56).

Die Skapulafehlpositionierung wird mit Beüben der die Skapula umgebenden Muskulatur mit Techniken zur Schulung des Positionssinns und Bewegungssinns trainiert (9). 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 und Außenrotation (zusammen mit dem M. trapezius pars transversum) der Skapula bewirkt. Die Aufwärtsrotation der Skapula, essentiell in der Wurfarmposition, wird durch das „force couple“ (Kräftepaar) vom oberen und unteren Trapeziusanteil zum einen sowie dem M. serratus anterior zum anderen kontrolliert (Abb.2). Ein gestörtes Verhältnis im Sinne einer zu hohen Aktivität des oberen Trapeziusanteils mit gleichzeitig zu geringer Aktivität des M. serratus anterior kann ursächlich für eine Skapuladyskinesie sein. Eine Verbesserung der Eigenwahrnehmung und eine bewusste Ansteuerung der Skapula stabilisierenden Muskulatur durch eine koordinierte Aktivierung des M. serratus anterior und des unteren Anteils des M. trapezius zur Stabilisierung der Skapula am Thorax ist ausschlaggebend. Eine bewusste Wahrnehmung der Skapulastellung kann eine signifikant erhöhte Muskelaktivierung während der Übungsdurchführung bewirken (13). Beim subakromialen Impingement konnte Baskurt et al. nachweisen, dass durch Skapula stabilisierende Übungen die Eigenwahrnehmung und die Kraft verbessert und eine Reduktion der Skapuladyskinesie erreicht wurden (3).



Abbildung 3: Übung zur Stabilisierung des Schulterblattes bei noch gereizten Schulter-Binnenstrukturen „Isometrisches Schulterblattgleiten in der geschlossenen Kette nach unten mit aufgelegtem Arm in Kombination mit Beckenboden- und Bauchmuskulaturtraining“: Sitzen Sie aufrecht, spannen Sie ihren Beckenboden- und Bauchmuskulatur an. Legen Sie ihren Arm z.B. auf einen Stuhl auf. Ziehen Sie nun die Schulter nach hinten und unten.

Das zu absolvierende Übungsprogramm ist stufenförmig aufgebaut (40) und beginnt mit dem Training der unteren Extremität sowie der Rumpfstabilität mit s.g. „core exercises“ (15) als Voraussetzung für eine korrekte Körperhaltung und optimale Kraftübertragung von der unteren auf die obere Extremität (33). Aufgrund einer von proximal nach distal verlaufender Aktivierung der Muskulatur und des Einflusses der Bein- und Rumpftaktivitäten auf die Skapulamuskulatur entstand dieses Vorgehen aus theoretischen Überlegungen heraus (34,48,54). Bei Kraft- und Bewegungseinschränkungen der Rumpfmuskulatur bzw. der gesamten unteren Extremität ist dieses Defizit vor der Behandlung der Skapula zu beheben, um ein optimales Therapieergebnis für die Skapula zu gewährleisten (35,30,47,48).

Eine fehlende Extensionsmöglichkeit der Brustwirbelsäule und eine verstärkte BWS-Kyphose kann sich negativ auf die optimale Aktivierung und Positionierung des Schulterblattes durch Hemmung des unteren Trapeziusanteils auswirken (47). Demnach sollten bestehende Defizite in diesem Bereich behandelt werden.

Das Training von unterer Extremität und Rumpf kann bereits in der Entzündungsphase, in welcher noch keine Belastung für die Schulter erlaubt ist, durchgeführt werden. Auch die bewusste muskuläre Kontrolle des Schulterblattes kann parallel zu rumpfstabilisierenden Übungen und dem Training der unteren Extremität begonnen werden, da die Schulter dabei nicht dynamisch belastet wird (37,30).

Die nächste Stufe beinhaltet vorerst isometrisch durchgeführte Übungen wie „inferior Glides“ (Abb.3) oder „Low Row“-Übungen (37,30) zur Kräftigung der skapulastabilisierenden Muskulatur, gefolgt von dynamischen Bewegungen des Armes bei ausreichend stabiler Skapula. „Push-Up Plus“-Übungen sind geeignete Übungen, welche in der geschlossenen Kette durchgeführt werden können und eine hohe Aktivierung des M. serratus anterior bewirken (20,41,43). Durch ipsilaterale Extension des Beines können „Push-Up Plus“-Übungen, im Sinne einer Trainingsprogression, noch modifiziert werden (44). „Wall Slides“ (Abb.4) können als idealer Übergang vom Training in der geschlossenen Kette hin zu Übungsformen in der offenen Kette betrachtet werden und verursachen eine hohe Aktivität des M. serratus anterior (20,47). Komplexe Übungen, bei denen der gesamte Körper sowie das volle Bewegungsausmaß der oberen Extremität genutzt wird, sollten erst bei entsprechender Skapulastabilität trainiert werden. Zudem können die Übungen zur Stabilisierung



Abbildung 4: Übung im weiteren Rehabilitationsverlauf bei schmerzfreier Schulter „Wischen als dynamische Übung“: Es wird die bewusste muskuläre Kontrolle des Schulterblatts parallel zu rumpfstabilisierenden Übungen und dem Training der unteren Extremität kombiniert. Stehen Sie aufrecht, spannen Sie ihre Beckenboden- und Bauchmuskulatur an. Das Bein auf der zu trainierenden Seite steht nach hinten versetzt. Wischen Sie mit einem Handtuch kreisförmig an einer Wand entlang und ziehen Sie dabei ihr Schulterblatt nach hinten und unten. Wechseln Sie die Wischrichtung. Wischen Sie anfangs mit Ihrem Arm auf Brusthöhe, steigern Sie bei Verträglichkeit auf Überkopfniveau.

des Schulterblattes mit Rumpfstabilisierungsübungen kombiniert werden (7).

Zuletzt sollte sportartspezifisch trainiert werden, individuell angepasst an die Erfordernisse des Sportlers bzw. der ausgeübten Sportart. Bei unzureichender Stabilität und Kontrolle der Skapula, verursacht durch Schmerzen und erkennbar durch skapuläre Kompensationsbewegungen (Abheben oder Hochziehen der Skapula) sollte von einer Trainingsprogression abgesehen werden. Die nächste Trainingsstufe kann erfolgen, wenn die Skapula schmerzfrei über drei Therapieeinheiten stabilisiert werden konnte. Besteht ein Problem der muskulären Ausdauerleistung, sollte das Training mit vielen Wiederholungen bei niedrigen Gewicht, bei Kraftdefiziten mit wenigen Wiederholungen bei höheren Gewicht durchgeführt werden (1,20). Exakte Angaben in Bezug auf die Schulter existiert derzeit nicht (30). Ein Training unter Schmerzen sollte vermieden werden, da dies inhibitorisch auf das Aktivitätsverhalten der Muskulatur wirkt und zu einem verminderten propriozeptivem Reiz führt (14,22,32). Der individuelle funktionelle Zustand bestimmt den Trainingsprogress, unabhängig von der dafür notwendigen Dauer (34,30).

ZUSAMMENFASSUNG

Bei Wurf- und Überkopfsportlern mit repetitivem und uniformen Bewegungsabläufen können eine fehlerhafte Stellung und ein fehlerhafter Bewegungsablauf der Skapula (Skapuladyskinesie) auftreten. Dies kann durch eine unphysiologische Belastung der Binnenstrukturen der Schulter die Heilung von Entzündungen behindern. Die Skapuladyskinesie kann im Rahmen eines konservativen stufenförmigen Trainingsprogramms stadienadaptiert mit gutem Erfolg behandelt werden.

Angaben zu finanziellen Interessen und Beziehungen, wie Patente, Honorare oder Unterstützung durch Firmen: keine.

LITERATUR

- American College of Sports Medicine position stand: Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 41 (2009) 687-708. doi:10.1249/MSS.0b013e3181915670
- Axe MJ: Evaluation and treatment of common throwing injuries of the shoulder and elbow. *Del Med J* 59 (1987) 593-598.
- Baskurt Z, Baskurt F, Gelecek N, Ozkan MH: The effectiveness of scapular stabilization exercise in the patients with subacromial impingement syndrome. *J Back Musculoskeletal Rehabil* 24 (2011) 173-179.
- Bennett GE: Shoulder and elbow lesions distinctive of baseball players. 1947. *Clin Orthop Relat Res* 470 (2012) 1531-1533. doi:10.1007/s11999-012-2335-2
- Borich MR, Bright JM, Lorello DJ, Cieminski CJ, Buisman T, Ludewig PM: Scapular angular positioning at end range internal rotation in cases of glenohumeral internal rotation deficit. *J Orthop Sports Phys Ther* 36 (2006) 926-934. doi:10.2519/jospt.2006.2241
- Borstad JD, Ludewig PM: Comparison of three stretches for the pectoralis minor muscle. *J Shoulder Elbow Surg* 15 (2006) 324-330. doi:10.1016/j.jse.2005.08.011
- Brumitt J, Dale RB: Integrating shoulder and core exercises when rehabilitating athletes performing overhead activities. *N Am J Sports Phys Ther* 4 (2009) 132-138.
- Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB: The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part I: pathoanatomy and biomechanics. *Arthroscopy* 19 (2003) 404-420. doi:10.1053/jars.2003.50128
- Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB: The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part III: The SICK scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. *Arthroscopy* 19 (2003) 641-661. doi:10.1016/S0749-8063(03)00389-X
- Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB: The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology. Part II: evaluation and treatment of SLAP lesions in throwers. *Arthroscopy* 19 (2003) 531-539. doi:10.1053/jars.2003.50139
- Castagna A, Garofalo R, Cesari E, Markopoulos N, Borroni M, Conti M: Posterior superior internal impingement: an evidence-based review [corrected]. *Br J Sports Med* 44 (2010) 382-388. doi:10.1136/bjism.2009.059261
- Cools AM, Johansson FR, Cambier DC, Velde AV, Palmans T, Witvrouw EE: Descriptive profile of scapulothoracic position, strength and flexibility variables in adolescent elite tennis players. *Br J Sports Med* 44 (2010) 678-684. doi:10.1136/bjism.2009.070128
- De MK, Danneels LA, Cagnie B, Huyghe L, Seyns E, Cools AM: Conscious correction of scapular orientation in overhead athletes performing selected shoulder rehabilitation exercises: the effect on trapezius muscle activation measured by surface electromyography. *J Orthop Sports Phys Ther* 43 (2013) 3-10.
- Diederichsen LP, Winther A, Dyhre-Poulsen P, Krosgaard MR, Norregaard J: The influence of experimentally induced pain on shoulder muscle activity. *Exp Brain Res* 194 (2009) 329-337. doi:10.1007/s00221-008-1701-5
- Ekstrom RA, Donatelli RA, Carp KC: Electromyographic analysis of core trunk, hip, and thigh muscles during 9 rehabilitation exercises. *J Orthop Sports Phys Ther* 37 (2007) 754-762.
- Ellenbecker TS, Cools A: Rehabilitation of shoulder impingement syndrome and rotator cuff injuries: an evidence-based review. *Br J Sports Med* 44 (2010) 319-327. doi:10.1136/bjism.2009.058875
- Ellenbecker TS, Kibler WB, Bailie DS, Caplinger R, Davies GJ, Riemann BL: Reliability of scapular classification in examination of professional baseball players. *Clin Orthop Relat Res* 470 (2012) 1540-1544. doi:10.1007/s11999-011-2216-0
- Ellenbecker TS, Roetert EP, Bailie DS, Davies GJ, Brown SW: Glenohumeral joint total rotation range of motion in elite tennis players and baseball pitchers. *Med Sci Sports Exerc* 34 (2002) 2052-2056. doi:10.1097/00005768-200212000-00028
- Ellenbecker TS, Roetert EP, Piorkowski PA, Schulz DA: Glenohumeral joint internal and external rotation range of motion in elite junior tennis players. *J Orthop Sports Phys Ther* 24 (1996) 336-341.
- Escamilla RF, Yamashiro K, Paulos L, Andrews JR: Shoulder muscle activity and function in common shoulder rehabilitation exercises. *Sports Med* 39 (2009) 663-685. doi:10.2165/00007256-200939080-00004
- Fleisig GS, Andrews JR, Dillman CJ, Escamilla RF: Kinetics of baseball pitching with implications about injury mechanisms. *Am J Sports Med* 23 (1995) 233-239. doi:10.1177/036354659502300218
- Gokeler A, Lehmann M: Die Rolle der Skapula bei der instabilen Schulter. *Arthroskopie* 17 (2004) 199-205. doi:10.1007/s00142-004-0247-1
- Habermeyer P: Tendon ruptures of the shoulder. *Orthopade* 18 (1989) 257-266.
- Hong J, Barnes MJ, Leddon CE, Van RG, Alamar B: 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 (2011) 306-311.
- Jobe FW, Kvitne RS, Giangarra CE: Shoulder pain in the overhand or throwing athlete. The relationship of anterior instability and rotator cuff impingement. *Orthop Rev* 18 (1989) 963-975.
- Jobe FW, Tibone JE, Perry J, Moynes D: An EMG analysis of the shoulder in throwing and pitching. A preliminary report. *Am J Sports Med* 11 (1983) 3-5. doi:10.1177/036354658301100102
- Kasten P, Kopkow C, Dixel J: Die schmerzhaftes Werferschulter: evidenzbasiertes Übungsprogramm bei Skapuladyskinesie. *Obere Extremität [Epub ahead of print]* (2013).
- Kasten P, Kopkow C, Dixel J: Skapuladyskinesie in: Lehmann (Hrsg.): *Scapula*. Elsevier Verlag, 2013 [in press]
- Kasten P, Lütznier J: Tendinopathie der Sportlerschulter. *Dtsch Z Sportmed* 61 (2010) 84-90.
- Kibler WB, Kuhn JE, Wilk K, Sciascia A, Moore S, Laudner K, Ellenbecker T, Thigpen C, Uhl T: The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology-10-year update. *Arthroscopy* 29 (2013) 141-161. doi:10.1016/j.arthro.2012.10.009
- Kibler WB, Ludewig PM, McClure P, Uhl TL, Sciascia A: Scapular Summit 2009: introduction. July 16, 2009, Lexington, Kentucky. *J Orthop Sports Phys Ther* 39 (2009) A1-A13.
- Kibler WB, McMullen J: Scapular dyskinesis and its relation to shoulder pain. *J Am Acad Orthop Surg* 11 (2003) 142-151.
- Kibler WB, McMullen J, Uhl T: Shoulder rehabilitation strategies, guidelines, and practice. *Orthop Clin North Am* 32 (2001) 527-538. doi:10.1016/S0030-5898(05)70222-4
- Kibler WB, Press J, Sciascia A: The role of core stability in athletic function. *Sports Med* 36 (2006) 189-198. doi:10.2165/00007256-200636030-00001
- Kibler WB, Sciascia A: Current concepts: scapular dyskinesis. *Br J Sports Med* 2010;44:300-305. doi:10.1136/bjism.2009.058834
- Kibler WB, Sciascia A, Wilkes T: Scapular dyskinesis and its relation to shoulder injury. *J Am Acad Orthop Surg* 20 (2012) 364-372. doi:10.5435/JAAOS-20-06-364
- Kibler WB, Sciascia AD, Uhl TL, Tambay N, Cunningham T: Electromyographic analysis of specific exercises for scapular control in early phases of shoulder rehabilitation. *Am J Sports Med* 36 (2008) 1789-1798. doi:10.1177/0363546508316281
- Kibler WB, Uhl TL, Maddux JW, Brooks PV, Zeller B, McMullen J: Qualitative clinical evaluation of scapular dysfunction: a reliability study. *J Shoulder Elbow Surg* 11 (2002) 550-556. doi:10.1067/mse.2002.126766
- Kirchhoff C, Imhoff AB: Posterosuperior and anterosuperior impingement of the shoulder in overhead athletes-evolving concepts. *Int Orthop* 34 (2010) 1049-1058. doi:10.1007/s00264-010-1038-0
- Krishnan SG, Hawkins JR, Warren RF: *The Shoulder and the Overhead Athlete*. Lippincott Williams & Wilkins, 2004.
- Ludewig PM, Hoff MS, Osowski EE, Meschke SA, Rundquist PJ: Relative balance of serratus anterior and upper trapezius muscle activity during push-up exercises. *Am J Sports Med* 32 (2004) 484-493. doi:10.1177/0363546503258911
- Ludewig PM, Phadke V, Braman JP, Hassett DR, Cieminski CJ, LaPrade RF: Motion of the shoulder complex during multiplanar humeral elevation. *J Bone Joint Surg Am* 91 (2009) 378-389. doi:10.2106/JBJS.G.01483

43. Maenhout A, Van E. V, Van, DL, Vanraes, A, Cools, A: Quantifying acromiohumeral distance in overhead athletes with glenohumeral internal rotation loss and the influence of a stretching program. *Am J Sports Med* 40 (2012) 2105-2112. doi:10.1177/0363546512454530
44. Maenhout A, Van PK, Pizzi L, Van HM, Cools A: 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 (2010) 1010-1015. doi:10.1136/bjsm.2009.062810
45. Manske RC, Meschke M, Porter A, Smith B, Reiman M: A randomized controlled single-blinded comparison of stretching versus stretching and joint mobilization for posterior shoulder tightness measured by internal rotation motion loss. *Sports Health* 2 (2010) 94-100. doi:10.1177/1941738109347775
46. McClure P, Balaicuis J, Heiland D, Broersma ME, Thorndike CK, Wood A: A randomized controlled comparison of stretching procedures for posterior shoulder tightness. *J Orthop Sports Phys Ther* 37 (2007) 108-114.
47. McClure P, Greenberg E, Kareha S: Evaluation and management of scapular dysfunction. *Sports Med Arthrosc* 20 (2012) 39-48. doi:10.1097/JSA.0b013e31824716a8
48. McMullen J, Uhl TL: A kinetic chain approach for shoulder rehabilitation. *J Athl Train* 35 (2000) 329-337.
49. Muraki T, Aoki M, Izumi T, Fujii M, Hidaka E, Miyamoto S: Lengthening of the pectoralis minor muscle during passive shoulder motions and stretching techniques: a cadaveric biomechanical study. *Phys Ther* 89 (2009) 333-341. doi:10.2522/ptj.20080248
50. Odom CJ, Taylor AB, Hurd CE, Denegar CR: Measurement of scapular asymmetry and assessment of shoulder dysfunction using the Lateral Scapular Slide Test: a reliability and validity study. *Phys Ther* 81 (2001) 799-809.
51. Putz, R: Topographie und funktionelle Anatomie des Schultergürtels und des Schultergelenks, in: Habermeyer, P. (Hrsg): *Schulterchirurgie*. 3. Auflage., Urban & Fischer, München, 2002, 2-19.
52. Shadmehr A, Bagheri H, Ansari NN, Sarafraz H: The reliability measurements of lateral scapular slide test at three different degrees of shoulder joint abduction. *Br J Sports Med* 44 (2010) 289-293. doi:10.1136/bjsm.2008.050872
53. Struyf F, Nijs J, Mottram S, Roussel NA, Cools AM, Meeusen R: Clinical assessment of the scapula: a review of the literature. *Br J Sports Med* 2012. doi:10.1136/bjsports-2012-091059
54. Sumant G, Krishnan RJH, Russel F. Warren (Hrsg): *The Shoulder and the Overhead Athlete*. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2004.
55. Tyler TF, Nicholas SJ, Lee SJ, Mullaney M, McHugh MP: Correction of posterior shoulder tightness is associated with symptom resolution in patients with internal impingement. *Am J Sports Med* 38 (2010) 114-119. doi:10.1177/0363546509346050
56. Weppeler CH, Magnusson SP: Increasing muscle extensibility: a matter of increasing length or modifying sensation? *Phys Ther* 90 (2010) 438-449. doi:10.2522/ptj.20090012
57. Wu G, van der Helm FTC, Veeger HEJ, Makhsous M, van Roy P, Anglin C, Nagels J, Karduna RK, McQuade K, Wang X, Werner FW, Buchholz B: ISB recommendation on definitions of joint coordinate systems of various joints for the reporting of human joint motion--Part II: shoulder, elbow, wrist and hand. *J Biomech* 38 (2005) 981-992. doi:10.1016/j.jbiomech.2004.05.042

Korrespondierender Autor:

Prof. Dr. med. Philip Kasten

**Sektionsleiter Schulter und Ellenbogenchirurgie und
Sportorthopädie**

Klinik und Poliklinik für Orthopädie

Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden

Fetscherstr. 74

01307 Dresden

E-Mail: Philip.Kasten@uniklinikum-dresden.de