

# Die Sportlerschulter: Der 5-Punkte-Check zum Therapieerfolg

## *Athlete's Shoulder: 5 Keys for Successful Treatment*

### Zusammenfassung

- › **Überkopf und Wurfsporarten** gehen aufgrund des spezifischen Bewegungsmusters mit einer hohen Belastung des Schultergelenks einher. Eine effektive Wurftechnik erfordert zwangsläufig eine extreme Abduktions- und Außenrotationsbewegung des Schultergelenks, welche in einer permanenten Überlastung der kapsulären sowie muskulären Strukturen resultiert.
- › **Zur Pathogenese der „Werferschulter“** existieren mehrere gleichberechtigte Erklärungsansätze. Gemeinsam sind den meisten grundsätzliche pathomorphologische Veränderungen. Eine Verkürzung der dorsalen Kapselstrukturen führt zu einer Eingrenzung des Bewegungsausmaßes der Innenrotation in hoher Abduktion und erscheint bereits in der Frühphase der Anpassungserscheinungen als s. g. Glenohumerales Innenrotationsdefizit (GIRD). Die repetitive Aufdehnung der anterioren Kapsel und gleichzeitige Verkürzung der dorsalen Kapselstrukturen führt zu einer Dezentrierung und superioren Translation des Humeruskopfes. Daraus folgt ein internes „Impingement“ im Bereich des posteriosuperioren Glenoids (Schultergelenkspfanne) und zu Ablösungen des Bizepssehnenankers (SLAP). Gleichzeitig führt die einseitige Trainingsbelastung zu einer Abschwächung der außenrotatorisch wirkenden Muskeln der Rotatorenmanschette.
- › **Der hier vorgestellte 5-Punkte-Check** basiert auf den gängigen Erklärungsmodellen zur Pathologie der Sportlerschulter. Im klinischen Alltag ermöglicht diese Herangehensweise die an sich komplexe Problematik in einzelne gut erfassbare Unterpunkte zu gliedern und damit eine gezielte spezifische Therapie zu ermöglichen. Im Vordergrund steht dabei die Adressierung der funktionellen Defizite und die konservative Therapie. Liegen strukturelle Schäden der Rotatorenmanschette, des Labrums, der Bizepssehne oder konservativ nicht therapierbare Instabilitäten und Bewegungseinschränkungen vor, so ist in seltenen Fällen ein operatives Vorgehen indiziert.

### SCHLÜSSELWÖRTER:

Sportlerschulter, Werferschulter, Posterior-Superiores Impingement, PSI, GIRD

### Einleitung

Überkopf und Wurfsporarten (wie z. B. Speerwurf, Baseball, Tennis etc.) gehen aufgrund des spezifischen Bewegungsmusters mit einer hohen Belastung des Schultergelenks einher. In diesen Sportarten treten daher neben akuten Verletzungen häufiger Überlastungsschäden des Schultergelenks auf. Bereits bei jungen und asymptomatischen Athleten wurden morphologische Veränderungen festgestellt (1, 2).

### Summary

- › **Overhead and throwing sports** can result in structural longterm damage to the athlete's shoulder due to their specific movement pattern. An effective throwing technique necessarily requires extreme abduction and external rotation of the shoulder joint, which results in a permanent overload of capsular and muscular structures. The changes associated may also lead to structural damages or shortterm consequences in terms of acute injury.
- › **The pathology is complex** and requires a differentiated diagnosis and therapy. Several theories exist for the development of pathology of a thrower's shoulder. The known theoretical models can be generally combined to basic principles. Shortening of the dorsal capsular structures results in a decreased internal rotation in high abduction and appears already in the early stages as a glenohumeral internal rotation deficit (GIRD). Repetitive distention of the anterior capsule with simultaneous shortening of the dorsal capsular structures lead to a decentralization and superior translation of the humeral head. This results in internal "impingement" in the area of the posteriorsuperior glenoid (PSI) and detachment of the biceps tendon anchor (SLAP). Unequal distribution of training loads lead to a weakening of the external rotating muscles of the rotator cuff.
- › **The presented 5 point check** is based on the usual explanatory models for pathology of athletes' shoulders. In clinical practice, this approach allows a practical evaluation of this complex pathology. The focus is on addressing the identified functional deficits. If there are any structural damages to the rotator cuff, the labrum, the biceps tendon or conservatively not treatable movement restrictions, a surgical procedure is indicated in rare cases.

### KEY WORDS:

Athlete's Shoulder, Thrower's Shoulder, Posterior Superior Impingement, PSI, GIRD

Im Langzeitverlauf können sich schließlich degenerative Schäden des Schultergelenks mit dauerhaft eingeschränkter Funktionalität ausbilden (30).

Um eine Progression mit Schädigung weiterer Strukturen zu verhindern und gleichzeitig die Leistungsfähigkeit des Schultergelenks wiederherzustellen, muss eine umfassende Beurteilung der pathologisch relevanten Faktoren erfolgen. >

## ÜBERSICHT

ACCEPTED: March 2016

PUBLISHED ONLINE: May 2016

DOI: 10.5960/dzsm.2016.226

Beitzel K, Reuter S, Imhoff AB, Braun S. Die Sportlerschulter: Der 5-Punkte-Check zum Therapieerfolg. Dtsch Z Sportmed. 2016; 67: 103-110.

1. TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN, Abteilung und Poliklinik für Sportorthopädie, Klinikum rechts der Isar, München



QR-Code scannen und Artikel online lesen.

### KORRESPONDENZADRESSE:

Prof. Dr. Andreas B. Imhoff  
Abteilung und Poliklinik für Sportorthopädie,  
Klinikum rechts der Isar  
Technische Universität München  
Ismaningerstr. 22, 81675 München  
✉ : a.imhoff@lrz.tum.de



Abbildung 1

Bildersequenz einer Wurfbewegung am Beispiel eines Speerwerfers.

Hierdurch bedingt stellen Überkopfsportler den behandelnden Sportmediziner und Orthopäden regelmäßig vor eine große Herausforderung. Diese besteht sowohl in der Diagnostik als auch in der effektiven Behandlung des Sportlers. Um eine Therapie entsprechend differenziert vornehmen zu können, ist primär das grundlegende Verständnis der ursächlichen Pathologie unumgänglich (3, 21). Der vorliegende Artikel zeigt die aktuellen Erklärungsmodelle zum Symptomkomplex der Werferschulter auf und stellt ein kompaktes „5-Punkte-Schema“ zur präzisen Stellung der Diagnose und gezielten Therapieplanung vor.

## Evolutionäre Grundlagen der menschlichen Wurfbewegung

Die Kenntnis der evolutionären Veränderungen zum Homo sapiens bildet die Basis zum Verständnis der zugrunde liegenden Pathologien. Die humane Linie trennte sich vor ca. 7 Millionen Jahren von den uns nächsten Verwandten, den Schimpansen und Bonobos, ab. Es hat sich hier die eigenständige Linie der zweibeinig „Gehenden“ entwickelt. Zunächst über den Homo erectus, der noch keine Fähigkeiten zum effektiven Werfen besaß und dann in der Folge zum Homo sapiens, der in der Lage ist, präzise und mit hoher Geschwindigkeit zu werfen.

Durch die veränderten Anforderungen haben sich im Laufe der Entwicklung die Schulterblätter in ihrer Position zum Thorax verschoben und sind in erster Linie weiter kaudal und dorsal gewandert. Dies wurde dadurch möglich, dass die Fortbewegung nicht mehr auf vier Extremitäten, sondern eben zweibeinig stattfand und die obere Extremität für feinmotorische und gezielte Bewegungsabläufe einsetzbar wurde. Die weiter dorsal und kaudal liegende Position der Schulterblätter hat in erster Linie einen höheren Bewegungsumfang freigegeben und damit den Weg für eine hochenergetische Wurfbewegung geebnet. Zusätzlich stellte sich die Glenoidebene von einer eher kranialen auf eine laterale Orientierung ein. Im Bereich

des Rumpfes lockerte sich die Verbindung zwischen Oberkörper und Beckengürtel auf und erlaubt nun eine viel größere Torsion des Rumpfes gegen das Becken (29).

Diese Veränderungen gestatten in Kombination mit einer höheren Außenrotationsfähigkeit des Schultergelenks (durch die Torsion des Humerus) die Speicherung von signifikant mehr kinetischer Energie. Die Nutzung dieser Energie über die funktionellen Schritte der kinetischen Kette ermöglicht es dem Homo sapiens, mit ca. 140km/h einen Wurf durchzuführen, was dem Schimpanse im Gegenzug nur mit 30km/h gelingt (29). Biomechanische Arbeiten zeigen jedoch, dass diese hocheffektive Wurftechnik zwangsläufig extreme Abduktions- und Außenrotationsbewegung des Schultergelenks erfordert, welche zu einer permanenten Überlastung der kapsulären sowie muskulären Strukturen führen kann (6, 36).

## Biomechanische Grundlagen der menschlichen Wurfbewegung

Eine optimale Wurfbewegung basiert auf der sukzessiven Nutzung kinetischer Energie und kann in mehrere Phasen eingeteilt werden. Dabei gibt es eine erste Phase, die sogenannte „Wind up-Phase“ zum Start des Wurfes, bei der eine Verwindung des gesamten Körpers von der unteren Extremität bis zu den Schultern durchgeführt wird. Über eine „frühe Ausholphase“ mit beginnender Außenrotation der oberen Extremität über die „spätere Ausholphase“ mit ca.  $165 \pm 11^\circ$  Außenrotation wird in der Schulter eine maximale Vorspannung generiert und damit eine hohe kinetische Energie gespeichert (13). Die „Beschleunigungsphase“ transferiert diese kinetische Energie auf das Projektil, woran sich die „Abbrems-“ und „Durchschwingphase“ anschließt (Abb. 1).

Im Rahmen dieses Wurfvorganges kommt es an typischen Stellen (insbesondere in der Aushol- und Durchschwingphase) zu großen Belastungsspitzen. Die hohe Winkelbeschleunigung des Schultergelenkes von bis zu knapp  $7000^\circ$  pro Sekunde und die in der Durchschwingphase beim Abbremsen übertragene kinetische Energie verursachen eine extreme Distraction des Gelenkes (14, 24). Hierbei entsteht eine repetitive Überdehnung der vorderen Gelenkkapsel (vermehrte Außenrotation in  $90^\circ$  Abduktion) und eine gleichzeitige Verkürzung der hinteren Kapselstrukturen (verminderte Innenrotation in  $90^\circ$  Abduktion) (3).

Durch einseitige Trainings- und Wettkampfbelastungen ergibt sich zusätzlich ein Ungleichgewicht der muskulären Kräftepaare. Dies zeigt sich v. a. im Kraftverhältnis der Außen- und Innenrotatoren des Schultergelenks. Außerdem verursacht eine solch einseitige Belastung Störungen in der



Abbildung 2

Intraoperatives Bild einer rechten Schulter mit symptomatischem PSI und Peel Back des posterior superiores Labrums. a) Degenerativ verändertes posterior-superiores Labrum mit Arm in Neutralstellung; b) „Peel back“ des Labrums bei Provokation durch Abduktion/Außenrotation des Armes.

Koordination der skapulothorakalen Muskelgruppen (Rhomboiden, M. trapezius pars descendens und ascendens, M. serratus anterior) verursachen (5). Hierdurch wird die kinetische Kette, v. a. zwischen Skapula und Rumpf, unterbrochen (Skapulodyskinesie). Aus diesen vorgenannten mechanischen Überlegungen des Wurfvorganges, der in mehr oder minder gleicher Art und Weise für alle Überkopfsportarten anwendbar ist kommt es zu einem spezifischen Pathologiemuster, welches zusammenfassend als „Werferschulter“ bezeichnet werden kann (4, 5).

### Generell anerkannte Erklärungsmodelle zur Pathologie der Werferschulter

Als Auslöser dieses komplexen Beschwerdebildes kann entweder eine traumatisch bedingte Beeinträchtigung oder auch eine chronische Überlastungssituation durch repetitive Belastung entstehen. Viele Autoren haben mit konkurrierenden Konzepten versucht, die Pathologie der Sportlerschulter zu erfassen. Jobe et al. (18) sahen die Problematik in einer Art Teufelskreis der Instabilität, die zu verschiedenen Varianten von Impingement und Sehnenüberlastung führen könne. Burkhart et al. (4) haben die Problematik basierend auf einer sogenannten „Pseudolaxität“ beschrieben, wo hingegen Burkhart und Kibler (5) die Symptomatik durch eine sogenannte „SICK scapula“, d. h. in einer Dyskinesie der Scapulapositionierung gesehen hat.

Auch wenn eine enorme Varianz der Erklärungsmodelle vorliegt, lassen sich klare Prinzipien herausfiltern, welche in allen diesen Modellen eine signifikante Rolle spielen. Annähernd jede Theorie mündet schlussendlich in einem „Impingement“, insbesondere im postero-superioren Gelenkskomplex. Dies führt letztendlich zur partiellen und später auch kompletten Ruptur der Rotatorenmanschette, welche in Kombination mit Läsionen des Labrums, der LBS und des Pulley Systems zum Endbild der „Werferschulter“ mit schlechter Prognose resultiert.

Grundsätzlich ist in der Wurfposition des Armes eine Berührung der Rotatorenmanschette im Bereich des postero-superioren Labrums physiologisch (32). Bei einem posterior-superioren Impingement (PSI) kommt es aber zu einer dorsokranialen Translation des glenohumeralen Gelenkmittelpunktes in Außenrotations-/Abduktionspositionen, was zu einer

Aufdehnung der vorderen Gelenkkapsel und in der Folge zu einem Anschlagen des posterior-superioren Rotatorenmanschettenkomplexes an die dorsokraniale Labrumposition führen kann (3, 4) (Abb. 2).

Der von Jobe 1991 beschriebene Teufelskreis der Instabilität beinhaltet die Idee, dass eine Mikroinstabilität der Schulter, ausgelöst durch repetitive Mikrotraumata, zunächst zu einer ventralen Subluxation in der Abduktions-/Außenrotationsposition des glenohumeralen Gelenkes führt, dies wiederum zur Elongation der ventralen Gelenkkapsel und des anterioren Bandes des IGHL, wodurch eine, wie oben beschriebene, posterior-superiore Translation des Oberarmkopfes über dem Glenoid möglich wird, die dann als sogenanntes posterior-superiores Impingement zu einem Kontakt der artikularseitigen Insertionszone der Supra und Infraspinatussehne an den Glenoidrand führen kann (19).

Die von Burkhart und Morgan beschriebene „Pseudolaxität“ führt letztendlich auch in gleicher Art und Weise zu einem posterior-superioren Impingement, welches in diesem Gedankenmodell durch eine anteriore Pseudolaxität der Gelenkkapsel und eine kombiniert auftretende Kapselsteife des dorsalen Anteils der Gelenkkapsel und des posterioren Bandes des IGHL ausgelöst wird (4). Über dieses entsteht eine sogenannte glenohumerale Innenrotationsdefizitsituation (sogenanntes GIRD), welches wiederum zur posterior-superioren Humeruskopfmigration führt und damit ebenfalls den pathologischen Kontakt der posterior-superioren Rotatorenmanschette am oberen Glenoidrand zulässt (3). Mehrere Arbeiten konnten bereits zeigen, dass ein GIRD von ca. 20° einen Risikofaktor zur Entwicklung einer pathologischen Werferschulter darstellt (4, 21).

Das von Burkhart und Kibler beschriebene Modell der SICK scapula (Abkürzung für Scapular malposition, Inferior medial border prominence, Coracoid pain, Dyskinesie) beginnt in der Entwicklung mit einer muskulären Dysbalance zwischen der periscapulären Muskulatur und dem M. pectoralis minor, welches zu einer Scapuladyskinesie führt, die wiederum eine vermehrte Anteversion des Glenoids im Verhältnis zum Thorax auslöst (5). Hierdurch kann sich dann ein klassisches Impingement (Neer), aber vor allem ein PSI entwickeln (20).

Die Idee des anterior-superioren Impingements beinhaltet eine durch den Urvorgang ausgelöste Pathologie der langen Bizepssehne des Rotatorenintervalls und des Bizepspulleys, ➤



Abbildung 3

Klinische Untersuchung der hohen Innen- und Außenrotationsfähigkeit unter Stabilisierung der Scapula zur Beurteilung des GIRD.



Abbildung 4

Sleepers Stretch zur Eigendehnung der postero-inferioren Kapselstrukturen (GIRD) (17).



Abbildung 5

Dehnung der ventralen Muskelgruppen (M. pectoralis minor) durch Therapeuten (17).

sowie eine Verminderung des coracohumeralen Intervalls, insbesondere im Rahmen der Durchschingphase. In dieser kann es bei Innenrotation und ventraler Translation des Oberarmkopfes zu einem Kontakt der anterior-superioren Strukturen der Schulter (Rotatorenintervall und Subscapularissehne, Bizepssehne) kommen (15). Dies kann über eine entzündliche Reaktion und durch Degeneration ebenfalls zu einer Dekompensation der glenohumeralen Zentrierungsfähigkeit führen.

## 5-Punkte-Check

Letztlich sind all diese vorgenannten theoretischen Gedankenmodelle in ihrer Komplexität zwar hilfreich für ein Verständnis der möglicherweise zu Grunde liegenden Pathologien, jedoch im klinischen Alltag nur bedingt praxisnah einsetzbar. Bei genauer Betrachtung lassen sie sich auf eine Kombination aus pathomorphologischen Veränderungen zusammenführen.

Aus diesem Grund bietet es sich an, die Problematik der Sportlerschulter in fünf zu Grunde liegenden und einer klinischen Untersuchung in gut zugängliche Strukturen zu gliedern. Als apparative Zusatzdiagnostik ist neben der Standard RX-Untersuchung in drei Ebenen die MRT-Untersuchung mit intraartikulärem Kontrastmittel anzusehen. Um hierbei eine bessere Beurteilung zu ermöglichen, haben sich spezielle Untersuchungspositionen, wie die ABER-Position (Abduction External Rotation), bewährt. Die Kombination aus intraartikulärem Kontrastmittel und der spezifischen Gelenkstellung lässt eine deutlich präzisere Deutung der Befunde zu (33). Basierend auf der Kombination von klinischer Untersuchung und Bildgebung wurde daher der 5-Punkte-Check für die Sportlerschulter entwickelt:

1. Gelenkkapsel
2. Scapula
3. Gelenkstabilität
4. Rotatorenmanschette
5. Bizepssehnenkomplex

### 1. Gelenkkapsel

Die Beweglichkeit der betroffenen Schulter ist einer klinischen Untersuchung gerade im Seitenvergleich sehr gut zugänglich. Dazu suchen wir nach einem sogenannten GIRD (glenohumerales Innenrotationsdefizit), bei dem im Seitenvergleich eine um 20° verminderte Innenrotationsfähigkeit der betroffenen Schulter nach Burkhart et al. die sogenannte „shoulder at risk“ definiert (5). In diesem Zusammenhang ist zudem noch zu erwähnen, dass nicht die reine Innenrotationsfähigkeit im Seitenvergleich betrachtet werden sollte, sondern der Gesamtbogen der Rotationsfähigkeit bei 90° abduziertem Arm und fixierter Scapula entscheidend für die Beurteilung ist. Bei Wurfspielern ist häufig ein in die Außenrotation hinein verschobener Gesamtbewegungsumfang zu beobachten, der allerdings nur als pathologisch zu werten ist, wenn die Gesamtrationsfähigkeit in dieser Position 20° und mehr von dem als normal einzustufenden 180°-Bewegungsbogen abweicht. Einige Studien zeigten auch einen Zusammenhang mit einer vergrößerten humeralen Torsion und der Entwicklung eines GIRDs auf. Hier ist wohl am ehesten hervorzuheben, dass ein vergrößerter Torsionswinkel des Humerus ein Risikofaktor für die Entstehung eines kapsulär verursachten GIRDs ist (27).

Bei der klinischen Beurteilung ist es wichtig, dass der Patient in Rückenlage auf der Untersuchungsfläche positioniert ist und bei Messung der Beweglichkeit in 90° Abduktion die Scapula vom Untersucher fixiert wird (Abb. 3). So wird verhindert, dass der Befund von einer Kompensationsbewegung der Scapula kaschiert wird. Auch evtl. Verkürzungen der ventralen Strukturen (M. pectoralis minor) können in dieser liegenden Position überprüft werden.

### 2. Scapula

Um eine optimale Positionierung des Glenoids und Weiterleitung der kinetischen Energie zu erreichen, ist eine präzise und stabile Führung der Scapula notwendig. Dazu muss im Rahmen der Torsion des Oberkörpers auch die Scapula in der Achse

beider Schultern nach dorsal geführt werden können. Ist dieser Bewegungsablauf nicht optimal möglich, z. B. durch pathologische Protraktion der Scapula bei verkürzter Pectoralermuskulatur, wird die Entstehung eines symptomatischen PSI deutlich begünstigt (23, 25). Neben der oben erwähnten klinischen Untersuchung auf verkürzte Muskelgruppen (Protraktion der Skapula) betrachten wir hierzu den Patienten von hinten. Bei mehrmaliger Flexion des Armes (evtl. mit Zusatzgewicht) kann hierbei die Bewegungsamplitude der Skapula und der skapulothorakale Rhythmus gut beurteilt werden. Es finden ebenfalls Provokationstests wie der Scapula-Assistance-Test Anwendung. Hierbei sollte auch eine Fehllage oder -stellung der BWS überprüft werden.



Abbildung 6

„Lawn mower“ als beispielhafte Übung zur Verbesserung der scapulothorakalen Funktion und Rumpfstabilität (17).

### 3. Stabilität

In diesem Zusammenhang ist einerseits die Stabilität des Glenohumeralgelenkes, also der kapsulären Strukturen, aber auch die Rumpfstabilität ein entscheidender Faktor, der in der klinischen Untersuchung der Einordnung der Sportlerschulter eine wesentliche Rolle spielt. Klinisch achten wir auf Instabilität im Sinne eines positiven Apprehension oder Relocation Test. Zusätzlich erfassen wir eine Hyperlaxität des Gelenkes (z. B. Sulcus Sign, Gagey Test). Zur orientierenden Beurteilung der Rumpfstabilität können einbeinige Squads oder Sprungtests durchgeführt werden. In der MRT-Bildgebung zeigen sich z. B. Läsionen des Labrums, eine erweiterte Gelenkkapsel oder auch Zeichen einer stattgehabten Luxation des Gelenkes (Hill Sachs Läsion).

### 4. Rotatorenmanschette

Das posterior-superiore Impingement führt durch den Kontakt der artikulärseitigen Insertionszonen von Supra und Infraspinatussehne am hinteren oberen Glenoidrand häufig zu einer Zystenbildung im Bereich dieses Ansatzes am Footprint, die per se häufig auch bei asymptomatischen Wurfspielern gesehen werden kann. Jedoch bedarf es hier einer genauen, auch bildgebenden Diagnostik (MRT), um höhergradige, artikulärseitige Partiaalläsionen der Rotatorenmanschette auszuschließen und damit sicherzustellen, dass eine Dysbalance der Force Couples nicht aufgrund einer solchen Rotatorenmanschettenläsion begünstigt wird. MRTomographisch finden sich hier Veränderungen im Bereich der Rotatorenmanschette von artikulärseitigen Partiaalläsionen (PASTA) bis hin zu Komplett rupturen der Sehnen. Durch die Provokationsstellung des Gelenkes in der ABER-Position kann hier auch ein pathologischer Kontakt mit dem postero-superioren Labrum beurteilt werden. Klinisch finden die bekannten Tests zur Beurteilung der Rotatorenmanschette Anwendung. Zusätzlich können Provokationstests,

wie der Werfertest (Schmerzprojektion in den posterior-superioren Bereich des Schultergelenkes in der hohen Abduktion-/Außenrotation bei Kraftaufwendung gegen Widerstand in Wurfrichtung), hinzugenommen werden.

### 5. Bizepssehnenkomplex

Hier gilt es, klinisch, aber auch radiologisch den Bizepssehnenanker in ganz besonderer Hinsicht auf SLAP-Läsionen zu überprüfen. Ebenfalls werden Tendinopathien der im Gelenk verlaufenden Bizepssehne sowie Pathologien im Sinne von Aufweitung oder Ruptur des die Bizepssehne stabilisierenden Pulleysystems beurteilt. Diese können ebenfalls in Extrempositionen zur schmerzbedingten Dekompensation der Schulterzentrierung führen.

Als klinische Tests verwenden wir zur Beurteilung des Bizepssehnenankers z. B. den Test nach O'Brien und den „Speed“-Test zur Beurteilung der Bizepssehne im weiteren Verlauf. Typisch für Läsionen im Bereich des Pulleysystems ist ebenfalls ein Druckschmerz im Rotatorenintervall und Schmerzverstärkung bei Außenrotation des Armes.

Durch die Anwendung von intraartikulärem Kontrastmittel kann der Bizepssehnenanker in der MRTomografischen Darstellung recht gut beurteilt werden (SLAP-Läsionen). Hier haben bereits mehrere Studien die Überlegenheit der mit intraartikulärem Kontrastmittel durchgeführten Bildgebung aufgezeigt. Zusätzlich erhöht sich die Diskriminierungsfähigkeit im Bereich des Rotatorenintervalls und Pulleysystems (16, 33).

### Therapie

Die primäre Therapie erfolgt zunächst konservativ. Operative Optionen zur Behandlung der Sportlerschulter sind nach den oben genannten Ausführungen immer als letzte Wahl zu betrachten (22). An den beschriebenen pathomorphologischen Veränderungen orientiert sich der therapeutische Ansatz, ➤

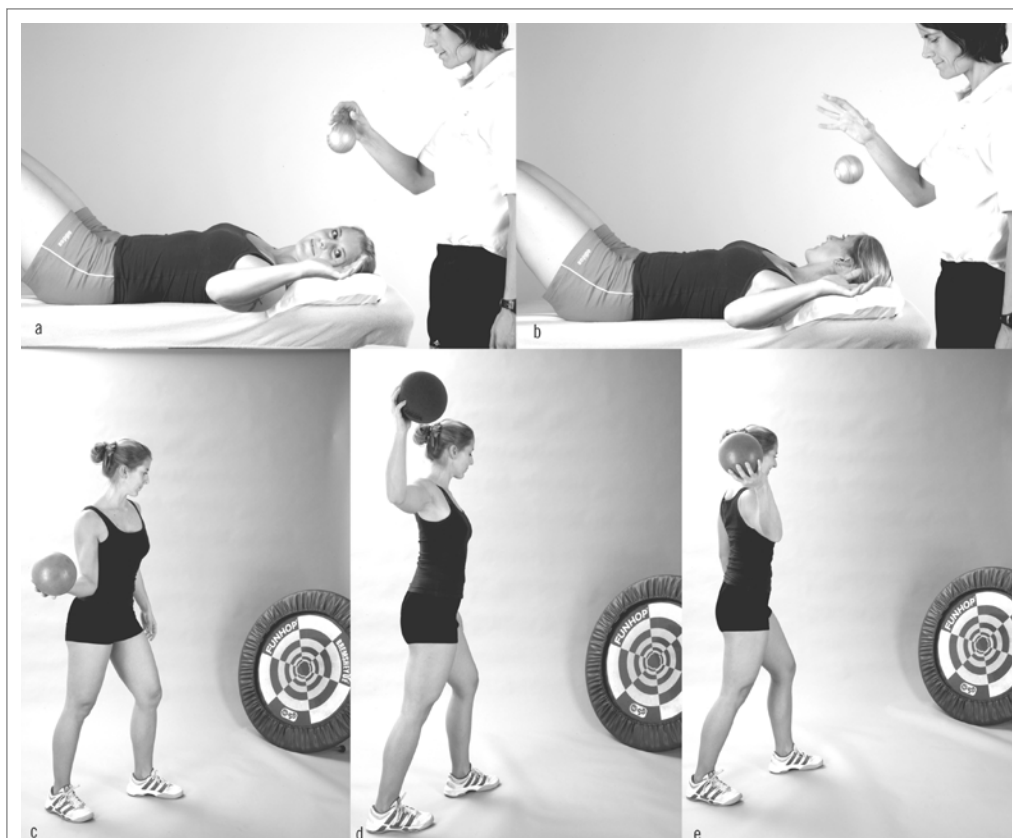


Abbildung 7

Beispielhafter Aufbau einer Progression und Trainingsaufbau für eine Handballspielerin: a) Fangübungen in kontrollierter Position/Stabilisation des Armes und visueller Kontrolle; b) Steigerung durch Wegnahme der visuellen Kontrolle aber belassen der kontrollierten stabilisierten Armposition; c) Erarbeiten der tiefen Wurfbewegung (keine hohe Abduktion); d) Weitere Erarbeitung der hohen Wurfbewegung mit leichtem Ball; e) Zielgenaues Werfen mit Wettkampferät (17).

der primär zum Ziel haben muss, durch konsequente konservative Maßnahmen die funktionellen Defizite aufzuarbeiten.

Ziel der Therapie und Rehabilitation ist die Wiederherstellung der vollen Trainings- und Wettkampffähigkeit des Sportlers. In den verschiedenen Rehabilitationsphasen werden, phasenabhängig und basierend auf der individuellen Leistungsfähigkeit des Athleten, Trainingsaspekte unterschiedlicher Intensität der gesamten kinetischen Kette, der Gelenkmobilität sowie der Kraft(-ausdauer) und der neuromuskulären Kontrolle im Training fokussiert (21). Die Kontrolle der intrarehabilitativen Progression erfolgt durch regelmäßige standardisierte Assessments (9). Im Rahmen der konservativen Therapie und der Rehabilitation erfolgt zunächst eine Eingangsanalyse und die Erstellung eines individuellen sportartspezifischen Anforderungsprofils des Athleten.

In der Eingangsanalyse werden neben dem posterior-supero-rioren Impingement der Schulter, welches durch die fünf oben genannten klinisch und radiologisch gut erfassbaren Pathologien jeweils einzeln, aber auch in Kombination bedingt sein kann, auch die exzentrische und konzentrische Rotationskraft der Schulter sowie die neuromuskuläre Kontrolle und die funktionelle Kapazität aller anderen Gelenke und des Rumpfes analysiert. Hierzu zählt die Beurteilung der Mobilität von Halswirbel- und Brustwirbelsäule (HWS/BWS) sowie die Mobilität, Stabilität und Kraft von Rumpf und unterer Extremität (31).

Zusätzlich sollte eine sportartspezifische, funktionelle Untersuchung des Schultergürtels und der gesamten sportartrelevanten, kinetischen Kette erfolgen. Die Rehabilitation folgt dann einem an den Defiziten orientierten Clinical Reasoning Prozess unter Miteinbeziehung der sportartspezifischen

Anforderungen und den evidenzbasierten Rehabilitationsempfehlungen (7). Am Schultergelenk sollte auf dieser Grundlage dann die Therapie von Defiziten der neuromuskulären Kontrolle und der Kraft der Rotatoren-manschette sowie Einschränkungen der glenohumeralen Beweglichkeit und der scapulothorakalen Funktion erfolgen. Ein glenohumerales Innenrotationsdefizit kann durch Dehnung der posterioren Gelenkkapsel mittels Crossbody Stretch oder den Sleeper Stretch adressiert werden (26, 28) (Abb. 4 & 5).

Begleitend wird zunächst die neuromuskuläre Kontrolle der Rotatorenmanschette trainiert, bevor dann ein gezieltes Krafttraining erfolgt. Bei akuter Mitbeteiligung der Bizepssehne (z. B. SLAP-Läsion) gilt es einen dosierten und der Gewebeheilung adaptierten Belastungsaufbau durchzuführen, initial zunächst unter Vermeidung von Schulterflexionsbewegungen in Supinationsstellung. Im Verlauf der Rehabilitation

erfolgt dann der Aufbau bis hin zu exzentrischen und plyometrischen Belastungen entsprechend dem sportartspezifischen Anforderungsprofil (8).

Die Behandlung einer Skapuladyskinesie ist für die Schulterfunktion essentiell und basiert auf einem progredienten Rehabilitations-Algorithmus (12). Ziel ist die Wiederherstellung der periscapulären Muskelflexibilität von M. pectoralis minor, M. levator scapulae und der Mm. rhomboidei sowie die Therapie von scapulothorakalen (neuro-)muskulären Dysbalancen. Die Behandlung wird wiederum phasenadaptiert durchgeführt und der individuellen Leistungsfähigkeit des Sportlers angepasst. Glenohumeraleperiartikuläre und skapuläre, muskuläre Dysbalancen sowie die Skapulakontrolle werden zunächst isoliert und dann in komplexer Funktion in die Rehabilitationsphasen integriert (Abb. 6).

Besondere Aufmerksamkeit sollte dabei das Training der Humeruskopfzentrierung erhalten um ein übermäßiges Wandern des Gelenkmittelpunktes über dem Glenoid zu vermeiden. Die dynamische Stabilisation und die reaktive neuromuskuläre Kontrolle des Schultergelenks werden in sportartspezifischen mehrdimensionalen konzentrisch-exzentrischen und plyometrischen Bewegungsanforderungen trainiert (21, 28).

Angestrebt werden sollte zudem auch eine ausreichende lokale muskuläre Ausdauerkapazität, die es dem Athleten auch unter Ermüdungsbedingungen ermöglicht, die glenohumerale und scapulothorakale Kontrolle aufrechtzuerhalten und damit die Positionierung des Glenoids und die Humeruskopfzentrierung in allen Phasen des Wurfvorganges zu stabilisieren (28) (Abb. 7). Ergänzend werden Kraft, Stabilität und neuromuskuläre Kontrolle von Rumpf und der unteren Extremität

verbessert, da nur so eine optimale Wurfmechanik des Schultergürtels sichergestellt werden kann (28).

Die Freigabe von Trainings und Wettkampffähigkeit erfolgt in Anlehnung an ein komplexes dreistufiges Entscheidungsfindungsmodell, das eine Auswertung multipler Faktoren der Bereiche Gesundheitszustand, Teilnahmerisiko sowie eine Reihe modifizierender Faktoren beinhaltet (11).

In die Beurteilung des Gesundheitszustandes können Grenzwerte einbezogen werden, die in der Literatur zur Verletzungsprävention beschrieben sind. Hierzu zählen eine glenohumerale Innenrotation, die im Seitenvergleich maximal 18° Unterschied betragen sollte, sowie ein maximales Gesamtrötationsdefizit im Seitenvergleich von 5° (35). In der Kraftmessung sollte das Verhältnis von glenohumeraler isometrischer Außen- und Innenrotation im Seitenvergleich, in Abhängigkeit der Ausgangsstellung, zwischen 75-100% liegen sowie das Verhältnis der exzentrische Kraft der Außenrotatoren zur isometrischen Innenrotationskraft 1/1 betragen (10). Untersuchungen der Bedeutung von funktionellen Schultertestungen wie dem Y-Balance-Test für die obere Extremität im Hinblick auf ein erhöhtes Verletzungsrisiko stehen derzeit noch aus (34).

Bei ausbleibendem Erfolg, auch bei adäquater physiotherapeutischer Behandlung über einen längeren Zeitraum, kann es notwendig werden, durch möglichst limitierte operative Eingriffe einzugreifen. Im Falle von Instabilitäten am Tuberculum supraglenoidale, den sogenannten SLAP-Läsionen, oder auch auf Höhe des Austrittes der Bizepssehne aus dem Gelenk in den Sulcus bicipitalis, kann durch Instabilitäten des Pulleysystems nicht konservativ behandelt werden. Bei entsprechenden Bizepssehneninstabilitäten ist die operative Therapie, z. B. zur Refixation des Bizepssehnenankers, dem sogenannten SLAP-Repair oder zur Bizepsstenodese bei entsprechender Pulleyläsion indiziert. Zusätzlich können Eingriffe im Sinne einer Kapselplicatur, anterior-inferiorer Stabilisierung oder auch einem Debridement einer kleinen artikulareseitigen Partialläsion der Rotatorenmanschette oder gar einer entsprechenden Rotatorenmanschetten-Rekonstruktion notwendig werden. ■

**Angaben zu finanziellen Interessen und Beziehungen, wie Patente Honorare oder Unterstützung durch Firmen:**  
Keine

## Literatur

- (1) BEITZEL K, BEITZEL KI, ZANDT JF, BUCHMANN S, SCHWIRTZ A, IMHOFF AB, REISER M, BRUCKER PU. Premature cystic lesions in shoulders of elite junior javelin and volleyball athletes: a comparative evaluation using 3.0 Tesla MRI. *J Shoulder Elbow Surg.* 2013; 22: 792-799. doi:10.1016/j.jse.2012.07.012
- (2) BEITZEL K, ZANDT JF, BUCHMANN S, BEITZEL KI, SCHWIRTZ A, IMHOFF AB, BRUCKER PU. Structural and biomechanical changes in shoulders of elite junior javelin throwers: a comprehensive evaluation as a proof of concept for a preventive exercise protocol. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014; epub ahead of print. doi:10.1007/s00167-014-3223-y
- (3) BRAUN S, KOKMEYER D, MILLETT PJ. Shoulder injuries in the throwing athlete. *J Bone Joint Surg Am.* 2009; 91: 966-978. doi:10.2106/JBJS.H.01341
- (4) BURKHART SS, MORGAN CD, KIBLER WB. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part I: pathoanatomy and biomechanics. *Arthroscopy.* 2003; 19: 404-420. doi:10.1053/jars.2003.50128
- (5) 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.* 2003; 19: 641-661. doi:10.1016/S0749-8063(03)00389-X
- (6) BURKHART SS, MORGAN CD, KIBLER WB. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology. Part II: evaluation and treatment of SLAP lesions in throwers. *Arthroscopy.* 2003; 19: 531-539. doi:10.1053/jars.2003.50139
- (7) COOLS AM, BORMS D, CASTELEIN B, VANDERSTUKKEN F, JOHANSSON FR. Evidence-based rehabilitation of athletes with glenohumeral instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015; epub ahead of print. doi:10.1007/s00167-015-3940-x
- (8) COOLS AM, BORMS D, COTTENS S, HIMPE M, MEERSDOM S, CAGNIE B. Rehabilitation Exercises for Athletes With Biceps Disorders and SLAP Lesions: A Continuum of Exercises With Increasing Loads on the Biceps. *Am J Sports Med.* 2014; 42: 1315-1322. doi:10.1177/0363546514526692
- (9) COOLS AM, JOHANSSON FR, BORMS D, MAENHOUT A. Prevention of shoulder injuries in overhead athletes: a science-based approach. *Braz J Phys Ther.* 2015; 19: 331-339. doi:10.1590/bjpt-rbf.2014.0109
- (10) COOLS AM, VANDERSTUKKEN F, VEREECKEN F, DUPREZ M, HEYMAN K, GOETHALS N, JOHANSSON F. Eccentric and isometric shoulder rotator cuff strength testing using a hand-held dynamometer: reference values for overhead athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015; epub ahead of print. doi:10.1007/s00167-015-3755-9
- (11) CREIGHTON DW, SHRIER I, SHULTZ R, MEEUWISSE WH, MATHESON GO. Return-to-play in sport: a decision-based model. *Clin J Sport Med.* 2010; 20: 379-385. doi:10.1097/JSM.0b013e3181f3c0fe
- (12) ELLENBECKER TS, COOLS A. Rehabilitation of shoulder impingement syndrome and rotator cuff injuries: an evidence-based review. *Br J Sports Med.* 2010; 44: 319-327. doi:10.1136/bjism.2009.058875
- (13) FLEISIG GS, ANDREWS JR, DILLMAN CJ, ESCAMILLA RF. Kinetics of baseball pitching with implications about injury mechanisms. *Am J Sports Med.* 1995; 23: 233-239. doi:10.1177/036354659502300218
- (14) FLEISIG GS, BARRENTINE SW, ESCAMILLA RF, ANDREWS JR. Biomechanics of overhand throwing with implications for injuries. *Sports Med.* 1996; 21: 421-437. doi:10.2165/00007256-199621060-00004
- (15) GERBER C, SEBESTA A. Impingement of the deep surface of the subscapularis tendon and the reflection pulley on the anterosuperior glenoid rim: a preliminary report. *J Shoulder Elbow Surg.* 2000; 9: 483-490. doi:10.1067/mse.2000.109322
- (16) HOLZAPFEL K, WALDT S, BRUEGEL M, PAUL J, HEINRICH P, IMHOFF AB, RUMMENY EJ, WOERTLER K. Inter- and intraobserver variability of MR arthrography in the detection and classification of superior labral anterior posterior (SLAP) lesions: evaluation in 78 cases with arthroscopic correlation. *Eur Radiol.* 2010; 20: 666-673. doi:10.1007/s00330-009-1593-1
- (17) IMHOFF AB, BEITZEL K, STAMER K, KLEIN E. Rehabilitation in Der Orthopädischen Chirurgie: Op-Verfahren Im Überblick - Physiotherapie - Sporttherapie. Berlin Heidelberg New York: Springer Verlag; 2010.
- (18) JOBE CM, COEN MJ, SCRENAR P. Evaluation of impingement syndromes in the overhead-throwing athlete. *J Athl Train.* 2000; 35: 293-299.

- (19) **JOBE FW, GIANGARRA CE, Kvitne RS, GLOUSMAN RE.** Anterior capsulolabral reconstruction of the shoulder in athletes in overhand sports. *Am J Sports Med.* 1991; 19: 428-434. doi:10.1177/036354659101900502
- (20) **KIBLER WB.** The role of the scapula in athletic shoulder function. *Am J Sports Med.* 1998; 26: 325-337.
- (21) **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.* 2013; 29: 141-161.e26. doi:10.1016/j.arthro.2012.10.009
- (22) **KLOUCHE S, LEFEVRE N, HERMAN S, GEROMETTA A, BOHU Y.** Return to Sport After Rotator Cuff Tear Repair: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Am J Sports Med.* 2015; epub ahead of print. doi:10.1177/0363546515598995
- (23) **LAUDNER KG, MYERS JB, PASQUALE MR, BRADLEY JP, LEPHART SM.** Scapular dysfunction in throwers with pathologic internal impingement. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006; 36: 485-494. doi:10.2519/jospt.2006.2146
- (24) **LEONARD J, HUTCHINSON MR.** Shoulder injuries in skeletally immature throwers: review and current thoughts. *Br J Sports Med.* 2010; 44: 306-310. doi:10.1136/bjsm.2009.062588
- (25) **LUDEWIG PM, COOK TM.** Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Phys Ther.* 2000; 80: 276-291.
- (26) **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.* 2007; 37: 108-114. doi:10.2519/jospt.2007.2337
- (27) **NOONAN TJ, SHANLEY E, BAILEY LB, WYLAND DJ, KISSENBERTH MJ, HAWKINS RJ, THIGPEN CA.** Professional Pitchers With Glenohumeral Internal Rotation Deficit (GIRD) Display Greater Humeral Retroversion Than Pitchers Without GIRD. *Am J Sports Med.* 2015; 43: 1448-1454. doi:10.1177/0363546515575020
- (28) **REINOLD MM, GILL TJ, WILK KE, ANDREWS JR.** Current concepts in the evaluation and treatment of the shoulder in overhead throwing athletes, part 2: injury prevention and treatment. *Sports Health.* 2010; 2: 101-115. doi:10.1177/1941738110362518
- (29) **ROACH NT, VENKADESAN M, RAINBOW MJ, LIEBERMAN DE.** Elastic energy storage in the shoulder and the evolution of high-speed throwing in Homo. *Nature.* 2013; 498: 483-486. doi:10.1038/nature12267
- (30) **SCHMITT H, HANSMANN HJ, BROCAI DR, LOEW M.** Long term changes of the throwing arm of former elite javelin throwers. *Int J Sports Med.* 2001; 22: 275-279. doi:10.1055/s-2001-13814
- (31) **VAN DER HOEVEN H, KIBLER WB.** Shoulder injuries in tennis players. *Br J Sports Med.* 2006; 40: 435-440. doi:10.1136/bjsm.2005.023218
- (32) **WALCH G, BOILEAU P, NOEL E, DONELL ST.** Impingement of the deep surface of the supraspinatus tendon on the posterosuperior glenoid rim: An arthroscopic study. *J Shoulder Elbow Surg.* 1992; 1: 238-245. doi:10.1016/S1058-2746(09)80065-7
- (33) **WALDT S, BURKART A, LANGE P, IMHOFF AB, RUMMENY EJ, WOERTLER K.** Diagnostic performance of MR arthrography in the assessment of superior labral anteroposterior lesions of the shoulder. *AJR Am J Roentgenol.* 2004; 182: 1271-1278. doi:10.2214/ajr.182.5.1821271
- (34) **WESTRICK RB, MILLER JM, CAROW SD, GERBER JP.** Exploration of the y-balance test for assessment of upper quarter closed kinetic chain performance. *Int J Sports Phys Ther.* 2012; 7: 139-147.
- (35) **WILK KE, MACRINA LC, FLEISIG GS, PORTERFIELD R, SIMPSON CD 2ND, HARKER P, PAPARESTA N, ANDREWS JR.** Correlation of glenohumeral internal rotation deficit and total rotational motion to shoulder injuries in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med.* 2011; 39: 329-335. doi:10.1177/0363546510384223
- (36) **WILK KE, MEISTER K, ANDREWS JR.** Current concepts in the rehabilitation of the overhead throwing athlete. *Am J Sports Med.* 2002; 30: 136-151.