

Aktuelle Behandlungskonzepte für Massenrupturen der Rotatorenmanschette

Current concepts for treatment of massive rotator cuff tears

Autoren

S. A. Euler¹, U. J. Spiegel², P. J. Millett³, M. Petri⁴

Institute

¹ Universitätsklinik für Unfallchirurgie, Medizinische Universität Innsbruck, Österreich

² Klinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Plastische Chirurgie, Universitätsklinikum Leipzig

³ Orthopedics, The Steadman Clinic, Vail, Colorado, United States

⁴ Klinik für Unfallchirurgie, Medizinische Hochschule Hannover (MHH)

Schlüsselwörter

- Rotatorenmanschette
- Massenruptur
- Rotatorenmanschettennaht
- Behandlungsalgorithmus
- Rekonstruktion

Key words

- rotator cuff
- massive rotator cuff tear
- rotator cuff repair
- treatment algorithm
- reconstruction

Zusammenfassung

Die Wahl der geeigneten Therapie einer Massenruptur der Rotatorenmanschette wird von Morphologie und Chronizität der Ruptur, Qualität der Muskeln und Sehnen, dem Ausmaß der vorliegenden Arthrose und patientenspezifischen Faktoren beeinflusst. Traditionell wurde fälschlicherweise „Massenruptur“ oft mit „irreparabler Ruptur“ gleichgesetzt. Zahlreiche Verbesserungen von Operationstechnik und -materialien ermöglichen jedoch inzwischen, dass bei Versagen der konservativen Therapie auch viele Massenrupturen erfolgreich arthroskopisch behandelt werden können. Diese Arbeit gibt eine Übersicht über die derzeit möglichen Verfahren zur Behandlung großer und massiver Rupturen sowie deren Erfolgsaussichten. Außerdem wird ein möglicher Behandlungsalgorithmus vorgeschlagen.

Abstract

The ideal treatment for massive rotator cuff tears is influenced by the morphology and chronicity of the tear, tissue quality, the degree of concomitant osteoarthritis, and patient-specific factors. Traditionally, massive rotator cuff tears have wrongly been equated with irreparable tears. A variety of improvements in surgical technique and materials now permit successful arthroscopic management of many massive rotator cuff tears when non-operative management has failed. This study provides an overview of the current treatment options for large and massive rotator cuff tears, including their expected outcomes. Finally, a possible treatment algorithm is suggested.

Bibliografie

DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0035-1558056>
Online-publiziert
Z Orthop Unfall
© Georg Thieme Verlag KG
Stuttgart · New York ·
ISSN 1864-6697

Korrespondenzadresse

Dr. Maximilian Petri
Klinik für Unfallchirurgie
Medizinische Hochschule
Hannover (MHH)
Carl-Neuberg-Str. 1
30625 Hannover
Tel.: 05 11/532-20 50
Fax: 05 11/532-58 77
maximilian.petri@gmx.de

Einleitung

Die Prävalenz von Rupturen der Rotatorenmanschette ist hoch und wird in der Literatur zwischen 11 und 54% angegeben [1,2]. Im Vergleich zu 24% bei einem durchschnittlichen Alter von 40 bis 60 Jahren berichten Sher et al. [2] dabei über einen Anstieg auf 54% bei einem Patientenkollektiv von über 60 Jahren. Als Definition der Massenruptur der Rotatorenmanschette wird typischerweise die von Cofield [3] (anterior-posteriore Ausdehnung > 5 cm, bevorzugt im amerikanischen Raum) und die von Gerber [4] (vollständige Ruptur von 2 oder mehr Sehnen, bevorzugt im europäischen Raum) verwendet. Nach Burkhart [5] ist bei massiven Defekten der Rotatorenmanschette eine suffiziente Gelenkfunktion nur möglich, wenn eine Balance zwischen den Kraftmomenten („force couples“) der koronaren und transversalen Ebene besteht. Aus diesem Grund kann die isolierte Ruptur der Su-

praspinatussehne (SSP) klinisch symptomlos bleiben. Sobald die Ruptur nach anterior oder posterior zunimmt, wird die Balance zwischen den Kraftmomenten gestört.

Die Einteilung in akut, chronisch oder akut auf chronisch ist nicht klar definiert. Chronische Rupturen sind weit häufiger als akute Rupturen und meist die Folge repetitiven Verschleißes und von Mikrotraumata an der Sehne. Oft liegt kein definierbares adäquates Trauma vor. Als akut auf chronisch wird eine Ruptur bezeichnet, wenn ein inadäquates Trauma auf eine bereits vorgeschädigte Sehne wirkt und diese daraufhin rupturiert [6]. Diese Differenzierung ist von Bedeutung, weil die biologischen Voraussetzungen und damit die Erfolgsaussichten einer Refixation unterschiedlich sind. Akute Rupturen sollten zeitnah und wenn möglich arthroskopisch versorgt werden [7]. Symptomatische akut auf chronische und chronische Rupturen werden i. d. R. zunächst konservativ behandelt. Versagt die konservative Therapie

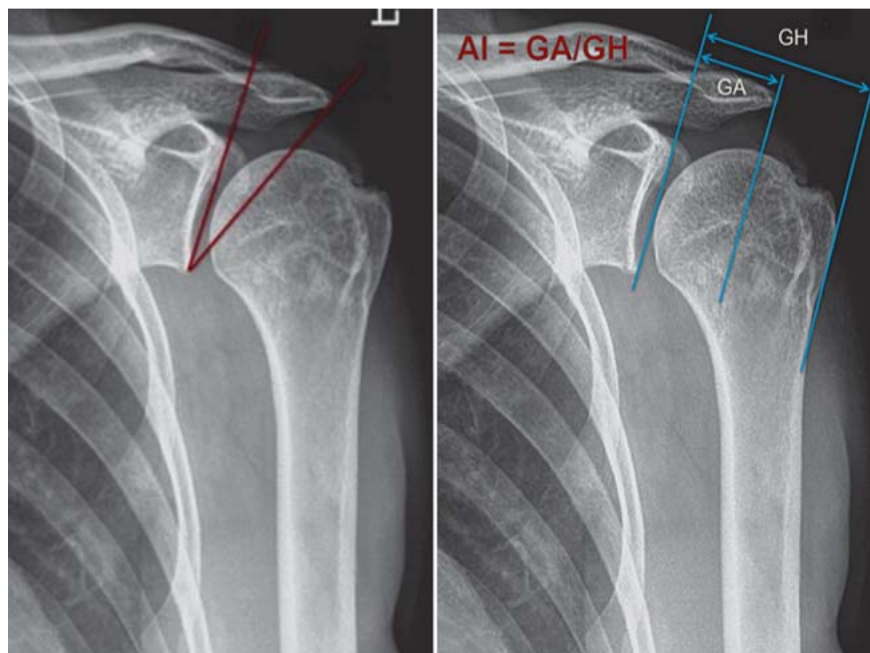


Abb. 1 Links: CSA („critical shoulder angle“); rechts: AI = akromialer Index, GH = glenohumeraler Abstand, GA = glenoakromialer Abstand.

jedoch, wird typischerweise die anatomische Refixierung mit konsekutiver solider Knochen-Sehnen-Heilung angestrebt [8]. In den letzten Jahren hat eine stetige Weiterentwicklung der operativen Techniken stattgefunden. Heute wird überwiegend die arthroskopische Versorgung empfohlen [9]. Die Methoden reichen von einreihigen Techniken oder zweireihigen Fadenankerfixierungen bis hin zu augmentierten Fadenüberbrückungstechniken [9]. Irreversible Veränderungen in der Sehnen- und Muskelarchitektur wie fettige Degeneration, Verkürzung und Atrophie oder auch ausgeprägte arthrotische Veränderungen können zur Irreparabilität der Ruptur führen [4]. Behandlungsoptionen für solche Rupturen sind neben der konservativen Therapie das Débridement mit oder ohne subakromiale Dekompression, die partielle Refixation, Sehnentransfers und der endoprothetische Gelenkersatz mittels inverser Prothese.

Bildgebende Verfahren und radiologische Scores

Gängige Kriterien zur Abschätzung der Sinnhaftigkeit einer Wiederherstellung sind der akromiohumale Abstand [10], der „critical shoulder angle“ (CSA) [11], das Ausmaß der Arthrose, die Muskelverfettung, das Ausmaß der Muskelatrophie und die Sehnenretraktion.

Der akromiohumale Abstand ist am besten in der nativen a.-p.-Aufnahme messbar. Der normale akromiohumale Abstand beträgt bei gesunden Schultern zwischen 7 und 14 mm [10]. Ab einem Abstand unter 7 mm ist von einem massiven Defekt auszugehen. Die Ergebnisse einer Refixation werden ab diesem Wert deutlich schlechter [12].

Ein weiterer wichtiger Faktor zur Beurteilung des Rupturausmaßes ist der akromiale Index (AI) (Abb. 1) [13]. Er spiegelt die laterale Ausdehnung des Akromions wider und lässt sich im anterior-posterioren Röntgen der Schulter berechnen, indem der Abstand zwischen der Glenoidebene und dem lateralen Ende des Akromions durch den Abstand zwischen der Glenoidebene und dem lateralen Ende des Humeruskopfs dividiert wird. Der AI scheint auch ein prognostischer Faktor nach operativer Refixation der Rotatorenmanschette zu sein. Zumstein et al. [14] konn-

ten 2008 zeigen, dass ein hoher AI mit einer erhöhten Rate an Rupturen assoziiert war. In Ergänzung dazu beschrieben Moor et al. 2013 [11] den „critical shoulder angle“ (CSA; Abb. 1). Dieser kombiniert das Ausmaß der glenoidalen Inklination mit dem AI. Ein großer CSA korreliert demnach aufgrund der zunehmend nach kranial gerichteten Zugrichtung des M. deltoideus auf den Humeruskopf mit vermehrter mechanischer Beanspruchung der subakromialen Sehnenanteile und kann damit zu degenerativen Rissen der Rotatorenmanschette führen. Eine signifikante Assoziation zwischen einem CSA von über 35° und Rotatorenmanschettenrupturen konnte in verschiedenen Studien nachgewiesen werden [11, 15].

Goutallier [16] beschrieb ursprünglich CT-basiert 4 Stadien der degenerativen Muskelverfettung. Diese Einteilung wurde mittlerweile an MR-tomografische Verfahren adaptiert, wird aber nach wie vor verwendet [17]. Viele Autoren beschrieben die Korrelation des Stadiums der degenerativen Verfettung mit der postoperativen Rate an Rupturen. Ab dem Stadium 3 wurde traditionell keine Verbesserung des funktionellen Ergebnisses nach einem operativen Refixationsversuch der betroffenen Sehnen erwartet [17]. Daher sollte die Entscheidung über die Reparabilität nicht allein aufgrund der präoperativen Bildgebung, sondern auf individuelle patientenspezifische Faktoren wie Aktivitätsniveau, Begleiterkrankungen, Erwartungshaltung sowie dem intraoperativen Befund beruhen.

Auch die Atrophie der betroffenen Muskelbäuche ist entscheidend für das therapeutische Vorgehen. Gemäß Thomazeau et al. [18] führt die Rekonstruktion bei Veränderungen, die mit einem Grad 3 oder höher einhergehen, mehrheitlich zu unbefriedigenden Ergebnissen. Hierzu wird das Verhältnis des potenziell funktionstüchtigen Muskelanteils am Gesamtvolumen der Fossa supraspinata ins Verhältnis gesetzt. Überdies lässt sich eine gerissene Sehne nur dann sinnvollerweise rekonstruieren, wenn degenerative Prozesse nicht schon zu einer deutlichen Retraktion der Sehne geführt haben. Patte beschrieb 1990, dass eine Retraktion über den Apex des Humeruskopfs hinaus als nicht mehr rekonstruierbar betrachtet werden muss [19]. Ab diesem Ausmaß steigt die Rate an Rupturen und schlechtem funktionellem Ergebnis deutlich an [3].

Nicht operative Therapie

Die konservative Therapie steht am Beginn fast jeder Behandlung. Die Schmerzsituation und das funktionelle Bewegungsausmaß können sich langfristig derart verbessern, dass eine operative Behandlung nicht mehr notwendig ist. Bleibende Funktionsdefizite sind zwar häufig, aber durch den oft fehlenden Anspruch der Patienten an ein volles Bewegungsausmaß akzeptabel [20]. Ein ausführliches Aufklärungsgespräch sollte deshalb erfolgen und das potenzielle Funktionsdefizit gegenüber den Erwartungen des Patienten abgewogen werden. Darüber hinaus sollte auch die Gefahr der Defektausbildung und eine zunehmende Muskelatrophie angesprochen werden. Die Physiotherapie sollte folgende Inhalte aufweisen: Kräftigung des M. deltoideus und der periskapulären Muskulatur, Verbesserung der Koordination und Propriozeption und das Erlernen von Adaptationstechniken, die im alltäglichen Umgang exzessiven Stress auf den Schultergürtel vermindern können [21]. Begleitend werden zur Analgesie und Entzündungshemmung klassischerweise nicht steroidale Antirheumatika (NSAR) und ggf. subakromiale Infiltrationen von Kortikosteroiden angewandt [6].

Operative Therapie

Zur operativen Behandlung großer und massiver Rupturen der Rotatorenmanschette stehen heute eine Reihe verschiedener Verfahren (Abb. 2) zur Verfügung. Die Entscheidung, welches Verfahren für welchen Patienten wann geeignet ist, sollte in Abhängigkeit der o.g. Faktoren individuell getroffen werden. Abb. 3 und 4 zeigen einen möglichen Algorithmus zur Entscheidungsfindung.

Arthroskopisches Débridement, subakromiale Dekompression und Bizepssehnenentomie oder -tenodese

Diese Therapieoption ist vor allem für ältere Patienten mit niedrigerem Funktionsanspruch geeignet, bei denen die Schmerzbehandlung im Vordergrund steht. Entzündlich veränderte Schleimbeutelanteile, Narbenzüge, Osteophyten und Sehnenstümpfe am Humerus werden entfernt, um ein möglichst ungehindertes Gleiten des Humeruskopfs unter dem korakoakromialen Bogen zu gewährleisten. Zusätzlich zur subakromialen Dekompression wird ggf. zusätzlich eine partielle Resektion des Tuberculum majus durchgeführt [22]. Die Bedeutung der subakromialen Dekompression wird in der Literatur unterschiedlich bewertet. Eine klare Überlegenheit der Akromioplastik konnte bislang nicht aufgezeigt werden [23]. Das korakoakromiale Band sollte bei débridierenden Eingriffen erhalten bleiben, um einem anterosuperioren Escape des Humeruskopfs bei Dekompensation der Massenruptur vorzubeugen. Franceschi et al. [24] berichteten in einem Kollektiv von 34 Patienten mit einem Follow-up von fast 8 Jahren nach arthroskopischem Débridement über eine deutliche Verbesserung der Schmerzsituation sowie des Bewegungsausmaßes. Der modifizierte UCLA-Schulter-Score stieg von 7,6 präoperativ auf 21,6 postoperativ. Boileau et al. [25] fanden für Patienten mit irreparablen Rupturen eine signifikante Schmerzreduktion und verbesserte klinische Ergebnisse sowohl für die arthroskopische Tenotomie als auch für die Tenodese, mit interessanterweise keinem Unterschied zwi-

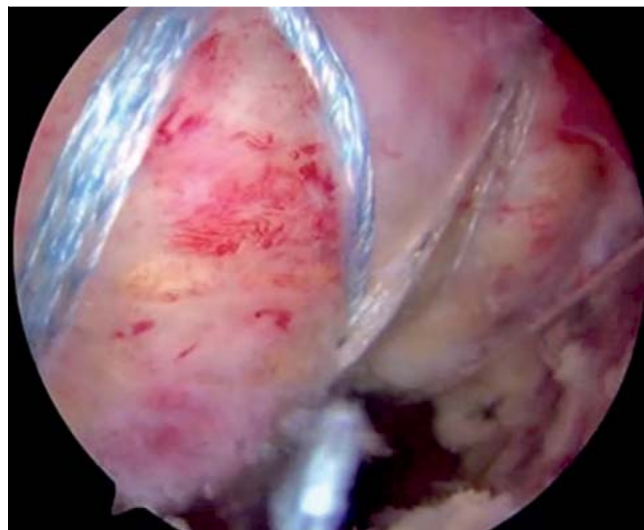


Abb. 2 Arthroskopisches Bild einer doppelreihigen überbrückenden Fadenankerrefixation.

schen den beiden Gruppen. Die Ergebnisse wurden negativ beeinflusst durch eine Atrophie des M. teres minor, präoperative Pseudoparalyse und ausgeprägte Cuff-Tear-Arthropathie (CTA). Eine Vergleichsstudie zwischen isoliertem Débridement und Débridement mit Tenotomie der langen Bizepssehne erbrachte für beiden Gruppen signifikante klinische Verbesserungen 2,5 Jahre postoperativ. In dieser Studie konnten jedoch keine relevanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen gezeigt werden [26].

Arthroskopische Refixation

Biomechanisch gesehen ist die komplette Wiederherstellung der Rotatorenmanschette die günstigste Therapieoption. Gegenüber dem offenen Vorgehen bieten arthroskopische Verfahren die Vorteile der geringeren Zugangsmorbidität sowie reduzierter postoperativer Schmerzen und Schultersteife. Akute Massenrupturen können selbst bei ausgeprägter Retraktion der Sehnenenden meist erfolgreich arthroskopisch refixiert werden [7]. In einer Serie von Patienten mit innerhalb von durchschnittlich 27 Tagen versorgter Massenruptur der Rotatorenmanschette mit ausgeprägten Sehnenretraktionen berichteten Butler et al. [27] über exzellente Ergebnisse. Nach durchschnittlich 40 Monaten waren 77% der Patienten schmerzfrei und 80% komplett zufrieden. Alle eingeschlossenen Patienten gaben dabei an, sich wieder operieren zu lassen.

Für chronische und akut auf chronische Rupturen ist neben der Muskelqualität und -masse entscheidend, ob genügend Sehnenmaterial für die Refixation mobilisiert werden kann. Dafür müssen alle narbigen Verklebungen sorgfältig gelöst werden. Eine juxtaglenoidale Kapsulotomie, also eine Lösung des Intervalls zwischen Kapsel und Labrum, empfiehlt sich zur Mobilisierung der Sehne [28]. Eine erweiterte Mobilisation kann über die Durchtrennung des Intervallgewebes („interval slide“) zwischen SSP/SSC und SSP/ISP (SSP: Supraspinatus, SSC: Subscapularis, ISP: Infraspinatus) erreicht werden. Es gilt jedoch zu beachten, dass eine zu ausgeprägte Mobilisation (> 3 cm) die Gefahr für Nervenschäden, insbesondere des N. suprascapularis, erhöht [29].

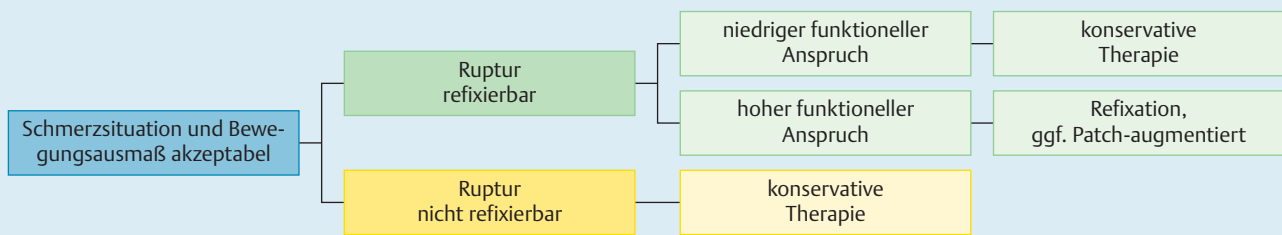


Abb. 3 Behandlungsalgorithmus bei akzeptabler klinischer Situation (in Anlehnung an Gerber et al. [6]).

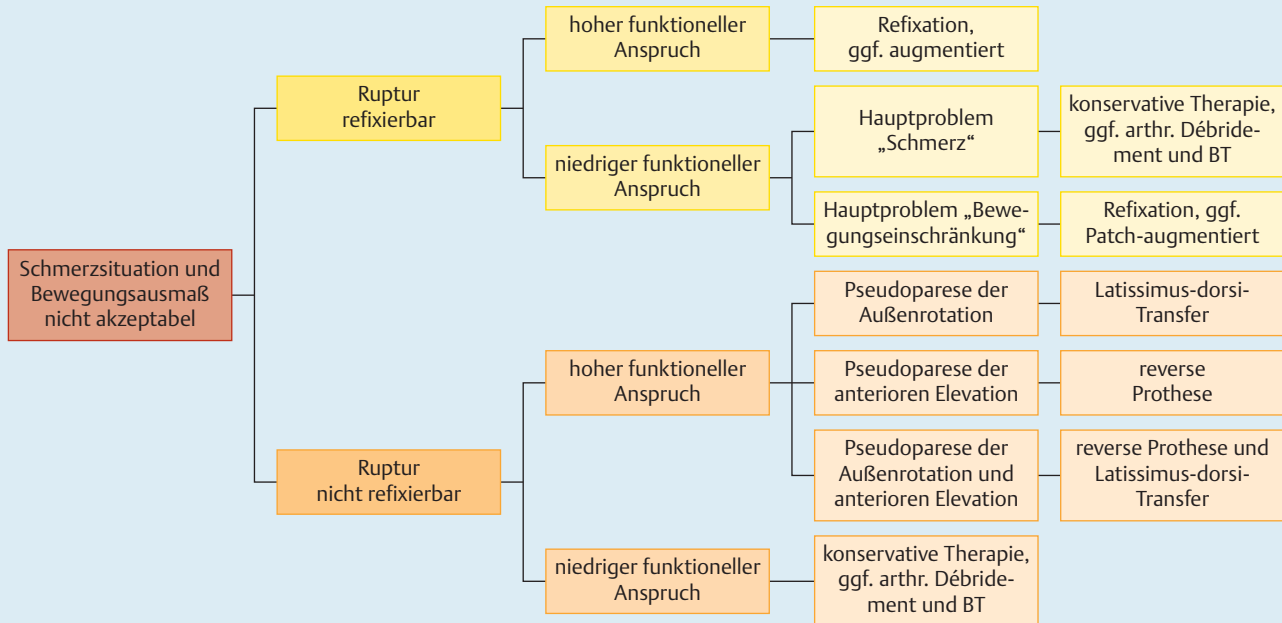


Abb. 4 Behandlungsalgorithmus bei nicht akzeptabler klinischer Situation (in Anlehnung an Gerber et al. [6]).

Grundsätzlich herrscht noch Uneinigkeit darüber, welche Fadenankertechnik zur Wiederherstellung von Rupturen der Rotatormanchette am besten geeignet ist. Bezüglich großer und massiver Rupturen zeigte die Metaanalyse von Millett et al. reduzierte Rerupturraten für die zweireihige Technik und insbesondere die verbundene zweireihige Technik („transossäres Äquivalent“) [9] (Abb. 2) gegenüber der einreihigen Technik [30]. Allerdings waren die klinischen Outcome-Scores für ein- und zweireihige Techniken vergleichbar [30]. Zur besseren Wiederherstellung der ursprünglichen Anatomie des Insertionsareals am Tuberculum majus werden anhaftende Sehnenreste entfernt und der Knochen angefrischt. Je größer die knöcherne Kontaktfläche und der Kontaktdruck sind, desto höher scheinen die Einheilungschancen zu sein [30].

2006 schlugen Park et al. [31] die heute weit verbreitete „suture-bridge“-Technik als „transossäres Äquivalent“ vor, welche die Sehnen-Knochen-Kontaktfläche optimiert, hohe primäre Stabilität bietet und dadurch eine frühzeitige postoperative Mobilisierung erlaubt.

Millett et al. konnten zeigen, dass die Langzeitergebnisse nach doppelreihiger arthroskopischer Naht mit 83% Überlebensrate der Refixation sehr gut sind [32]. In einem Kollektiv von 233 Patienten wurde nach mindestens 10 Jahren sowohl ein deutlicher

Anstieg des ASES-Scores von 56 auf 88 Punkte als auch eine hohe Patientenzufriedenheit (8 auf einer 10-Punkte-Skala) erreicht. Die meisten Rerupturen traten innerhalb der ersten 2 Jahre auf. Allerdings haben rezente Metaanalysen gezeigt, dass sich diese offensichtliche Überlegenheit der Doppelreihentechnik nicht auf alle Rupturarten übertragen lässt. Während sich klinisch-funktionell keine Unterschiede zeigten, fiel die Rerupturrate nach Doppelreihentechnik signifikant geringer aus [32]. In Tab. 1 sind die Ergebnisse aller Metaanalysen zusammengefasst, die sich der Fragestellung bez. der Überlegenheit von Einzel- vs. Doppelreihenversorgungen annahmen.

Augmentierte arthroskopische Refixation

Für Massenrupturen mit schlechter Sehnenqualität, bei denen Qualität und Masse der Muskeln aber noch für eine Wiederherstellung ausreichen, stehen mehrere Möglichkeiten zur Augmentation der Sehne zur Verfügung.

Die Applikation von Wachstumsfaktoren in Präparaten wie PRP („platelet rich plasma“) erfolgt in Gelform nach Refixation der Ruptur zwischen die Sehne und das Tuberculum majus [40]. In einer rezenten Studie konnte gezeigt werden, dass durch die Aug-

Tab. 1 Einzel- vs. Doppelreihenversorgung: Zusammenfassung der Metaanalysen.

Originalarbeit	statistische Unterschiede zwischen der Einzel- und Doppelreihenversorgung		
	klinische Ergebnisse nach Läsionen bis 3 cm Größe	klinische Ergebnisse nach Läsionen über 3 cm	strukturelle Re-Integration
Perser et al. [33]	kein Unterschied		kein Unterschied
Prasathaporn et al. [34]	kein Unterschied		DR: verbesserte SR
Sheibani-Rad et al. [35]	kein Unterschied		nicht untersucht
Chen et al. [36]		DR: UCLA/ASES überlegen	DR: verbesserte SR
Zhang et al. [37]	kein Unterschied	DR: UCLA/ASES überlegen	DR: verbesserte SR
Xu et al. [38]	kein Unterschied	DR: UCLA/ASES überlegen	DR: verbesserte SR
Millett et al. [30]	kein Unterschied		DR: verbesserte SR
Ying et al. [39]	kein Unterschied	DR: UCLA/ASES überlegen	DR: verbesserte SR

ER: Einzelreihenversorgung; DR: Doppelreihenversorgung; SR: strukturelle Re-Integration

mentation mit PRP eine signifikante Steigerung der strukturellen Heilung erreicht werden konnte [40]. Eine aktuelle Metaanalyse von Warth et al. umfasste 11 Studien und konnte hingegen keinen signifikanten Vorteil für zusätzliche PRP-Injektionen bei Rotatorenmanschettenrefixationen nachweisen. Weder der Constant Score noch die Rerupturrate wurden relevant verbessert [41]. Weiterhin kann eine Augmentation der nativen Sehne mit sog. Patches erfolgen [42]. Hier muss zwischen autologen (z.B. lange Bizepssehne), homologen (z.B. Fascia lata) und xenologen Allografts (z.B. porcine Darmmukosa) sowie synthetischen Grafts unterschieden werden. Die Patches werden entweder als Interponat in nicht mehr verschließbare Defekte eingebracht („bridging“) oder auf rekonstruierte Sehnen zur Verstärkung direkt aufgenäht („augmentation“) [42, 43]. Biomechanisch konnte die verstärkende Wirkung bereits nachgewiesen werden [44]. Langzeitergebnisse stehen jedoch noch aus, weiterhin besteht ein potenzielles Risiko von Unverträglichkeiten und Infektionen.

Arthroskopische partielle Refixation

Wenn eine komplette Refixation nicht mehr möglich ist, kann eine partielle Refixation die Schmerzsituation und das funktionelle Bewegungsausmaß verbessern. Hierbei ist es jedoch wichtig, dass die biomechanischen Grundlagen als Voraussetzung für ein balanciertes Schultergelenk eingehalten werden. Dementsprechend müssen sich verbleibende koronare und axiale Kraftmomente ausgleichen („force-couples“-Konzept von Burkhart) [5]. Eine Möglichkeit hierfür besteht in der Verstärkung des sog. „rotator cable“, der Verbindung zwischen SSP und ISP am Sehnenübergang. Die gerissenen Sehnenenden werden approximiert („margin convergence“) und der Kraftbogen um den Humeruskopf wird geschlossen [45]. Diese Zentrierung des Humeruskopfs erlaubt eine optimale Kraftübertragung der angreifenden Kräfte des Deltamuskels, und die funktionellen Ergebnisse sind meist gut [46]. Bei einer durchschnittlichen Nachuntersuchungszeit von 43 Monaten beurteilten in einer Studie von Duralde et al. [46] 16 von 24 Patienten ihr Ergebnis als exzellent oder sehr gut. Die Patienten waren zu 92% zufrieden mit dem Ergebnis der Operation und zu 83% mit der Verbesserung des Schmerzlevels.

Sehnentransfer

Vor allem bei jungen Patienten mit hohem Anspruch an die Funktion des Schultergelenks sollte ein Muskel-/Sehnentransfer zur Verbesserung der Funktion und der Schmerzsymptomatik bei ir-

reparablen Rupturen erwogen werden. Das Ziel dieser Operation ist es, symmetrische Kraftvektoren wiederherzustellen. Voraussetzung für einen Sehnentransfer ist, dass keine wesentliche Arthrose des Glenohumeralgelenks vorliegt [47, 48].

Für posterosuperiore Risse werden meist die Sehnen des M. latissimus dorsi und ggf. additiv die des M. teres major verwendet, für Risse im anterosuperioren Bereich meist die Sehne des M. pectoralis major [47, 48]. Beim Latissimus-dorsi-Transfer wird die Sehne scharf vom Knochen abgelöst, über den Humeruskopf gehoben und an der ehemaligen Insertionsstelle der SSP-Sehne mit Fadenankern oder transossär befestigt [48]. Die Ergebnisse sind sowohl bez. der Verbesserung des funktionellen Bewegungsausmaßes als auch bez. der Schmerzlinderung überwiegend gut [48]. Typische Komplikationen wie iatrogene Läsionen des N. radialis sind beschrieben, aber selten [48].

Beim Sehnentransfer für die selteneren anterosuperioren Defekte wird meist die Sehne des M. pectoralis major verwendet. Hierfür wird meist die superiore Hälfte der Sehne knöchern abgesetzt, unter dem Korakoid und dem sog. „conjoint tendon“ durchgezogen und am Tuberculum majus jenseits des Sulcus bicipitalis refixiert [47]. Damit wird die Zugrichtung der SSC-Sehne am besten imitiert. Signifikante Verbesserung der Schulterfunktion und signifikante Schmerzreduktion wurden berichtet [49]. Wenn sich der Defekt auf die Sehne des SSC beschränkt, sind die Ergebnisse nach M.-pectoralis-major-Transfer deutlich besser [47]. In einer kürzlich veröffentlichten Serie von 46 Patienten mit einer Nachuntersuchungszeit von mindestens 10 Jahren berichteten Gerber et al. über eine deutliche Langzeitverbesserung bez. des funktionellen Bewegungsausmaßes wie auch über eine dauerhafte Besserung der Schmerzsituation [50].

Auch kombinierte anteroposteriore Sehnentransfers (z.B. M. latissimus dorsi und M. pectoralis major) können durchgeführt werden. Die Ergebnisse nach einem solchen Eingriff werden jedoch meist als mäßig bezeichnet. In einer Serie von Aldridge et al. profitierten nur 5 von 11 Patienten 2 Jahre nach dem Eingriff signifikant bez. der Verbesserung des Bewegungsausmaßes [51].

Implantation einer inversen Endoprothese (rTSA)

Beim Vorliegen einer irreparablen Rotatorenmanschettenläsion mit konsekutiver Cuff-Tear-Arthropathie (CTA) ist die Implantation einer rTSA die beste Behandlungsoption zur Verbesserung des funktionellen Bewegungsausmaßes [52]. Durch die Implantation einer rTSA wird das Drehzentrum weit nach medial ins Glenoid verlegt. Der Deltamuskel wird dadurch derart vorgespannt, dass ein guter Krafthebel zur Elevation des Armes und

Tab. 2 Vorteile und Nachteile/Risiken der therapeutischen Optionen bei Massenrupturen der Rotatorenmanschette.

Therapie	Vorteile	Nachteile und Risiken
konservativ	risikoarm, geeignet für multimorbide Patienten	weitere Ausdehnung der Ruptur und Verschlechterung der Beschwerden möglich, keine Besserung der Kraft zu erwarten
Débridement	kleiner Eingriff, gute Schmerzreduktion, geeignet für multimorbide Patienten	weitere Ausdehnung der Ruptur und Verschlechterung der Beschwerden möglich, keine Besserung der Kraft zu erwarten
partielle Refixation	befriedigende Wiederherstellung der Funktion	reduzierte Kraft, Reruptur
vollständige Refixation	beste Wiederherstellung der Funktion, falls erfolgreich	hohe Rerupturrate, Traktionsschäden (N. suprascapularis)
augmentierte Refixation	verbesserte Wiederherstellung der Funktion gegenüber partieller Refixation, zusätzliche biologische Matrix	technisch anspruchsvoll, allograftassoziierte Risiken (Infekt, allergische Reaktion, Unverträglichkeiten), Reruptur
Sehnentransfer	gute Wiederherstellung von Beweglichkeit und Kraft möglich	großer Eingriff, relativ hohe perioperative Risiken, langwierige Nachbehandlung (Biofeedback)
inverse Schulterprothese	gute Schmerzreduktion und Wiederherstellung einer akzeptablen Beweglichkeit	großer Eingriff, relativ hohe perioperative Risiken, Lockerung, Mangel an therapeutischen Optionen nach Lockerung

ein akzeptables Bewegungsausmaß resultiert [52]. Durch die Medialisierung des Drehzentrums werden zwar mehr Muskelfasern des Deltamuskels für die Abduktion rekrutiert, der innen- und außenrotatorische Funktionsanteil des Deltamuskels allerdings verringert sich etwas. Voraussetzung für die Implantation einer rTSA ist deswegen ein funktionierender Deltamuskel. Die Resultate nach Implantation einer rTSA für die o.g. Indikation sind überwiegend gut. In einer Serie von 114 Patienten berichteten beispielsweise Cuff et al. [53] über eine Verbesserung sowohl des funktionellen Bewegungsausmaßes als auch der Schmerzsituation. 82% der Patienten bezeichneten ihr Ergebnis 2 Jahre nach der Operation als exzellent oder sehr gut. Sogar bei Patienten unter 60 Jahren ist nach dieser Therapiemethode mit sehr guten Ergebnissen zu rechnen [54]. Favard et al. [55] beschrieben nach 10 Jahren eine geringe Revisionsrate. Die hohe Anzahl an relevanten radiologischen Veränderungen kann aber als Indikator einer drohenden Lockerung gewertet werden. Außerdem sank der Constant Score mit zunehmender Dauer seit Implantation beträchtlich (unter 30 Punkte bei mehr als 2/3 aller eingeschlossenen Patienten nach 10 Jahren). Aufgrund dessen ist die Indikation zur rTSA bei jungen Patienten vorsichtig zu stellen.

Welche Therapie für welchen Patienten?

Von entscheidender Bedeutung für die postoperative Zufriedenheit des Patienten und damit den Behandlungserfolg ist die individualisierte Wahl der Therapie im Konsens mit dem Patienten. Hierbei ist die präoperative Erwartungshaltung des Patienten besonders zu beachten, etwaige überzogene Erwartungen bez. des erwarteten „Operationserfolgs“ müssen präoperativ der Realität angepasst werden. Weiterhin sollte im Vorfeld der Operation auch klar dargelegt werden, dass teilweise eine endgültige Therapieentscheidung von intraoperativen Gegebenheiten abhängig gemacht werden muss. Auch hier spielt die Erwartungshaltung und das Anforderungsprofil des Patienten eine entscheidende Rolle. So kann beispielsweise eine Rotatorenmanschettenruptur MRT-morphologisch zunächst als reparabel eingeschätzt werden, sich dann aber intraoperativ aufgrund schlechter Sehnenqualität und -mobilität als nur partiell reparabel oder irreparabel herausstellen. Hier müssen mit dem Patienten im Vorfeld sowohl die möglichen Erfolgsaussichten als auch intraoperativen Therapieanpassungen wie etwa ein isoliertes Débridement, eine augmentierte Refixation oder die Implantation einer inversen Prothese besprochen werden. Die Vor- und Nachteile der verschiedenen therapeutischen Optionen sind in **Tab. 2** dargestellt.

Insgesamt stellt die korrekte Indikationsstellung eine enorme Herausforderung für den behandelnden Arzt dar und ist nur gemeinsam mit dem Patienten individuell zu stellen. Alle o.g. Techniken müssen bekannt sein, um situationsangepasst die geeignete Strategie wählen zu können.

Zusammenfassung

Die Wahl der optimalen Behandlungsstrategie für große und massive Rupturen der Rotatorenmanschette ist komplex. In den Entscheidungsprozess sollten sowohl die individuelle Lebenssituation des Patienten als auch alle speziellen anatomischen und pathologisch veränderten Konstellationen des Schultergelenks einfließen (**Abb. 3 und 4**). Bei Versagen der nicht operativen Therapie reichen die Möglichkeiten der operativen Versorgung vom einfachen Débridement mit oder ohne Tenodese der Bizepssehne über partielle und komplette Refixationen mit oder ohne Augmentation bis hin zu Sehnentransferoperationen und schließlich zum endoprothetischen Gelenkersatz.

Interessenkonflikt: S. A. Euler, U. J. Spiegl und M. Petri waren im Rahmen eines von Arthrex gesponsorten AGA-Fellowship-Programms Angestellte des Steadman Philippon Research Instituts. Das Steadman Philippon Research Institute ist ein Non-Profit-Forschungsinstitut und erhält Forschungsförderung von Smith & Nephew, Arthrex, Ossur und Siemens. P. J. Millett ist als beratender Arzt für Arthrex und Myos tätig und Aktieninhaber bei GameReady und VuMedi.

Literatur

- 1 Liem D, Buschmann VE, Schmidt C et al. The prevalence of rotator cuff tears: is the contralateral shoulder at risk? Am J Sports Med 2014; 42: 826–830
- 2 Sher JS, Uribe JW, Posada A et al. Abnormal findings on magnetic resonance images of asymptomatic shoulders. J Bone Joint Surg Am 1995; 77: 10–15
- 3 Cofield RH, Parvizi J, Hoffmeyer PJ et al. Surgical repair of chronic rotator cuff tears. A prospective long-term study. J Bone Joint Surg Am 2001; 83: 71–77
- 4 Gerber C, Fuchs B, Hodler J. The results of repair of massive tears of the rotator cuff. J Bone Joint Surg Am 2000; 82: 505–515
- 5 Burkhart SS. Arthroscopic treatment of massive rotator cuff tears. Clinical results and biomechanical rationale. Clin Orthop Relat Res 1991; 267: 45–56
- 6 Gerber C, Wirth SH, Farshad M. Treatment options for massive rotator cuff tears. J Shoulder Elbow Surg 2011; 20: 20–29
- 7 Lahteenmaki HE, Virolainen P, Hiltunen A et al. Results of early operative treatment of rotator cuff tears with acute symptoms. J Shoulder Elbow Surg 2006; 15: 148–153

- 8 Cole BJ, McCarty LP 3rd, Kang RW et al. Arthroscopic rotator cuff repair: prospective functional outcome and repair integrity at minimum 2-year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg* 2007; 16: 579–585
- 9 Millett PJ, Mazzocca A, Gnanche CA. Mattress double anchor footprint repair: a novel, arthroscopic rotator cuff repair technique. *Arthroscopy* 2004; 20: 875–879
- 10 Weiner DS, Macnab I. Superior migration of the humeral head. A radiological aid in the diagnosis of tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Br* 1970; 52: 524–527
- 11 Moor BK, Bouaicha S, Rothenfluh DA et al. Is there an association between the individual anatomy of the scapula and the development of rotator cuff tears or osteoarthritis of the glenohumeral joint?: A radiological study of the critical shoulder angle. *Bone Joint J* 2013; 95: 935–941
- 12 Hamada K, Yamanaka K, Uchiyama Y et al. A radiographic classification of massive rotator cuff tear arthritis. *Clin Orthop Relat Res* 2011; 469: 2452–2460
- 13 Nyffeler RW, Werner CM, Suktharank A et al. Association of a large lateral extension of the acromion with rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88: 800–805
- 14 Zumstein MA, Jost B, Hempel J et al. The clinical and structural long-term results of open repair of massive tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am* 2008; 90: 2423–2431
- 15 Spiegl UJ, Horan MP, Smith SW et al. The critical shoulder angle is associated with rotator cuff tears and shoulder osteoarthritis and is better assessed with radiographs over MRI. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015; [Epub ahead of print]
- 16 Goutallier D, Postel JM, Bernageau J et al. Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and postoperative evaluation by CT scan. *Clin Orthop Relat Res* 1994; 304: 78–83
- 17 Mellado JM, Calmet J, Olona M et al. Surgically repaired massive rotator cuff tears: MRI of tendon integrity, muscle fatty degeneration, and muscle atrophy correlated with intraoperative and clinical findings. *AJR Am J Roentgenol* 2005; 184: 1456–1463
- 18 Thomazeau H, Rolland Y, Lucas C et al. Atrophy of the supraspinatus belly. Assessment by MRI in 55 patients with rotator cuff pathology. *Acta Orthop Scand* 1996; 67: 264–268
- 19 Patte D. Classification of rotator cuff lesions. *Clin Orthop Relat Res* 1990; 254: 81–86
- 20 Zingg PO, Jost B, Suktharank A et al. Clinical and structural outcomes of nonoperative management of massive rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89: 1928–1934
- 21 Neri BR, Chan KW, Kwon YW. Management of massive and irreparable rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg* 2009; 18: 808–818
- 22 Fenlin JM jr., Chase JM, Rushton SA et al. Tubero-plasty: creation of an acromiohumeral articulation—a treatment option for massive, irreparable rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg* 2002; 11: 136–142
- 23 Frank JM, Chahal J, Frank RM et al. The role of acromioplasty for rotator cuff problems. *Orthop Clin North Am* 2014; 45: 219–224
- 24 Franceschi F, Papalia R, Vasta S et al. Surgical management of irreparable rotator cuff tears. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015; 23: 494–501
- 25 Boileau P, Baqué F, Valerio L et al. Isolated arthroscopic biceps tenotomy or tenodesis improves symptoms in patients with massive irreparable rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89: 747–757
- 26 Klinger HM, Spahn G, Baums MH et al. Arthroscopic debridement of irreparable massive rotator cuff tears—a comparison of debridement alone and combined procedure with biceps tenotomy. *Acta Chir Belg* 2005; 105: 297–301
- 27 Butler BR, Byrne AN, Higgins LD et al. Results of the repair of acute rotator cuff tears is not influenced by tear retraction. *Int J Shoulder Surg* 2013; 7: 91–99
- 28 Cordasco FA, Bigliani LU. The rotator cuff. Large and massive tears. Technique of open repair. *Orthop Clin North Am* 1997; 28: 179–193
- 29 Warner JP, Krushell RJ, Masquelet A et al. Anatomy and relationships of the suprascapular nerve: anatomical constraints to mobilization of the supraspinatus and infraspinatus muscles in the management of massive rotator-cuff tears. *J Bone Joint Surg Am* 1992; 74: 36–45
- 30 Millett PJ, Warth RJ, Dornan GJ et al. Clinical and structural outcomes after arthroscopic single-row versus double-row rotator cuff repair: a systematic review and meta-analysis of level I randomized clinical trials. *J Shoulder Elbow Surg* 2014; 23: 586–597
- 31 Park MC, Elattrache NS, Ahmad CS et al. “Transosseous-equivalent” rotator cuff repair technique. *Arthroscopy* 2006; 22: 1360–1365
- 32 Millett PJ, Horan MP, Maland KE et al. Long-term survivorship and outcomes after surgical repair of full-thickness rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg* 2011; 20: 591–597
- 33 Perser K, Godfrey D, Bisson L. Meta-analysis of clinical and radiographic outcomes after arthroscopic single-row versus double-row rotator cuff repair. *Sports Health* 2011; 3: 268–274
- 34 Prasathaporn N, Kuptniratsaikul S, Kongrukreatiyos K. Single-row repair versus double-row repair of full-thickness rotator cuff tears. *Arthroscopy* 2011; 27: 978–985
- 35 Sheibani-Rad S, Giveans MR, Arnoczky SP et al. Arthroscopic single-row versus double-row rotator cuff repair: a meta-analysis of the randomized clinical trials. *Arthroscopy* 2013; 29: 343–348
- 36 Chen M, Xu W, Dong Q et al. Outcomes of single-row versus double-row arthroscopic rotator cuff repair: a systematic review and meta-analysis of current evidence. *Arthroscopy* 2013; 29: 1437–1449
- 37 Zhang Q, Ge H, Zhou J et al. Single-row or double-row fixation technique for full-thickness rotator cuff tears: a meta-analysis. *PLoS One* 2013; 8: e68515
- 38 Xu C, Zhao J, Li D. Meta-analysis comparing single-row and double-row repair techniques in the arthroscopic treatment of rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg* 2014; 23: 182–188
- 39 Ying ZM, Lin T, Yan SG. Arthroscopic single-row versus double-row technique for repairing rotator cuff tears: a systematic review and meta-analysis. *Orthop Surg* 2014; 6: 300–312
- 40 Jo CH, Shin JS, Lee YG et al. Platelet-rich plasma for arthroscopic repair of large to massive rotator cuff tears: a randomized, single-blind, parallel-group trial. *Am J Sports Med* 2013; 41: 2240–2248
- 41 Warth RJ, Dornan GJ, James EW et al. Clinical and structural outcomes after arthroscopic repair of full-thickness rotator cuff tears with and without platelet-rich product supplementation: a meta-analysis and meta-regression. *Arthroscopy* 2015; 31: 306–320
- 42 Flury M. [Arthroscopic rotator cuff repair with patch augmentation]. *Oper Orthop Traumatol* 2012; 24: 486–494
- 43 van der Meijden OA, Wijdicks CA, Gaskill TR et al. Biomechanical analysis of two-tendon posterosuperior rotator cuff tear repairs: extended linked repairs and augmented repairs. *Arthroscopy* 2013; 29: 37–45
- 44 McCarron JA, Milks RA, Chen X et al. Improved time-zero biomechanical properties using poly-L-lactic acid graft augmentation in a cadaveric rotator cuff repair model. *J Shoulder Elbow Surg* 2010; 19: 688–696
- 45 Burkhart SS, Danaceau SM, Pearce CE jr. Arthroscopic rotator cuff repair: Analysis of results by tear size and by repair technique-margin convergence versus direct tendon-to-bone repair. *Arthroscopy* 2001; 17: 905–912
- 46 Duralde XA, Bair B. Massive rotator cuff tears: the result of partial rotator cuff repair. *J Shoulder Elbow Surg* 2005; 14: 121–127
- 47 Resch H, Povacz P, Ritter E et al. Transfer of the pectoralis major muscle for the treatment of irreparable rupture of the subscapularis tendon. *J Bone Joint Surg Am* 2000; 82: 372–382
- 48 Gerber C, Maquieira G, Espinosa N. Latissimus dorsi transfer for the treatment of irreparable rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88: 113–120
- 49 Elhassan B, Ozbaydar M, Massimini D et al. Transfer of pectoralis major for the treatment of irreparable tears of subscapularis: does it work? *J Bone Joint Surg Br* 2008; 90: 1059–1065
- 50 Gerber C, Rahm SA, Catanzaro S et al. Latissimus dorsi tendon transfer for treatment of irreparable posterosuperior rotator cuff tears: long-term results at a minimum follow-up of ten years. *J Bone Joint Surg Am* 2013; 95: 1920–1926
- 51 Aldridge JM 3rd, Atkinson TS, Mallon WJ. Combined pectoralis major and latissimus dorsi tendon transfer for massive rotator cuff deficiency. *J Shoulder Elbow Surg* 2004; 13: 621–629
- 52 Grammont PM, Baulot E. Delta shoulder prosthesis for rotator cuff rupture. *Orthopedics* 1993; 16: 65–68
- 53 Cuff D, Pupello D, Virani N et al. Reverse shoulder arthroplasty for the treatment of rotator cuff deficiency. *J Bone Joint Surg Am* 2008; 90: 1244–1251
- 54 Sershan RA, Van Thiel GS, Lin EC et al. Clinical outcomes of reverse total shoulder arthroplasty in patients aged younger than 60 years. *J Shoulder Elbow Surg* 2014; 23: 395–400
- 55 Favard L, Levigne C, Nerot C et al. Reverse prostheses in arthropathies with cuff tear: are survivorship and function maintained over time? *Clin Orthop Relat Res* 2011; 469: 2469–2475