



# Nicht resorbierbare, arthroskopische Patch-Augmentation bei Rotatorenmanschettenmassenrupturen

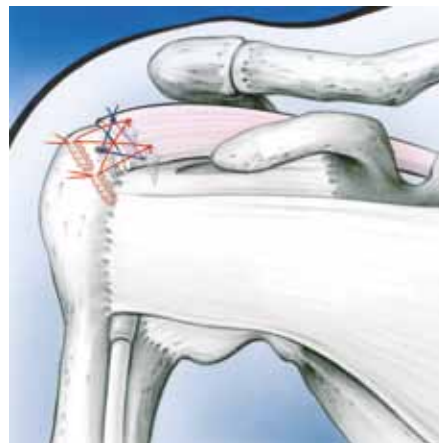
Eine der häufigsten Ursachen für Schmerzen und funktionelle Defizite an der Schulter findet sich in degenerativen oder traumatischen Läsionen der Rotatorenmanschette. Ein hohes Lebensalter stellt einen wichtigen prädisponierenden Faktor für das Auftreten degenerativer Rotatorenmanschettenrupturen dar. Während kleinere degenerative Rupturen asymptomatisch sein können, kann ein zusätzliches Trauma oder eine Vergrößerung der Läsion zur massiven Verschlechterung und schliesslich zur Dekompensation der Schulter mit erheblichem Verlust der Lebensqualität führen.

Die Anzahl der operativ versorgten Rupturen ist über die letzten zehn Jahre kontinuierlich rapide gestiegen. Eine besondere Zunahme erfuhren hierbei die arthroskopischen Techniken.<sup>1</sup> Alleine in den USA werden jährlich ca. 300 000 operative Rotatorenmanschettenrekonstruktionen durchgeführt. Die skandinavischen Register zeigen ein Ansteigen der Inzidenz von Rotatorenmanschettenrekonstruktionen von gut 204% über einen Beobachtungszeitraum von 14 Jahren.<sup>2-4</sup>

Die Versorgung der Rotatorenmanschette, gleich ob offen oder arthroskopisch, erbringt heute ausgezeichnete Resultate. Aufgrund der guten Fixationsverfahren («single-row», «double-row» oder «suture-bridge») (Abb. 1) und des besseren Verständnisses der Insertion der Sehnen zeigen die meisten Studien heute bei gesunden jungen Patienten mit kleinen und mittelgrossen Läsionen eine sehr niedrige Rerupturrate.<sup>5-7</sup>

Leider zeigen Studien der letzten Jahre auch, dass die Rerupturrate nach Rotatorenmanschettennaht bei Patienten mit biologischen Defiziten signifikant erhöht ist. Dies betrifft zum einen Patienten mit höherem Alter,<sup>8, 9</sup> aber auch diejenigen, die bereits in der Vergangenheit eine Rekonstruktion der Rotatorenmanschette haben durchführen lassen und in der Fol-

ge eine Reruptur erlitten haben,<sup>10, 11</sup> vor allem aber auch die Fälle einer Rotatorenmanschettenmassenruptur.<sup>12, 13</sup> Die Rerupturraten liegen bei Versorgung von Massenrupturen im Schnitt zwischen 40 und 60%,<sup>12, 14-16</sup> reichen aber zum Teil bis zu 94%.<sup>13</sup> Es scheint also so, als ob die mechanischen Probleme der Rotatorenmanschettenrekonstruktion weitgehend gelöst seien. Jedoch bestehen weiterhin die biologischen Probleme einer verzögerten oder ungenügenden Sehnen-Knochen-Heilung im Fall einer schwierigen Aus-



**Abb. 1:** Die von den Autoren bevorzugte Technik des Sehnenverschlusses mittels einer Doppelreihenrekonstruktion mit nachfolgender «suture bridge»

## KEYPOINTS

- Die Anzahl der operativ versorgten Rotatorenmanschettenläsionen nimmt stetig zu.
- Die postoperativen Ergebnisse bei zugrunde liegenden kleineren und mittelgrossen Rupturen sind durch angepasste moderne Operationstechniken und optimierte Implantate überwiegend positiv.
- Dennoch haben sich in den letzten Jahren bei Patienten mit schwieriger Ausgangssituation und biologischen Defiziten Probleme herauskristallisiert.
- Es stellt sich die Frage, ob durch die Verwendung von synthetischen Patches die Rerupturrate gesenkt und die klinischen Scores verbessert werden können.

gangssituation, wie sie z.B. eine Massenruptur der Rotatorenmanschette darstellt.

Vor dem Hintergrund der bekannt hohen Kosten einer operativen Intervention und vor allem auch unter Berücksichtigung der aufwendigen und langwierigen Rehabilitation nach einer Rotatorenmanschettenrekonstruktion besteht eine hohe Notwendigkeit zur Optimierung der Ergebnisse, um die Wahrscheinlichkeit von Rerupturen auf ein absolutes Minimum reduzieren zu können.

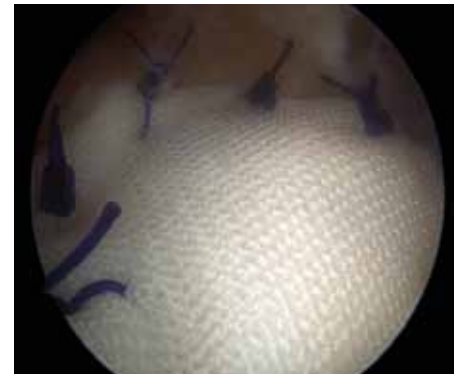
Um die biologischen Defizite auszugleichen, sind diverse Versuche mit Substitution von Wachstumsfaktoren, Stammzellen und aktiviertem Plasma durchgeführt worden. Die Resultate hierzu belegen bisher aber keine verbesserte Heilung.<sup>17, 18</sup> Eine entsprechende Evidenz ist aktuell also noch ausstehend.



**Abb. 2:** Der verschlossene Rotatorenmanchettenmassendefekt nach Augmentation mittels resorbierbaren Restore-Patches der Firma DePuy



**Abb. 3:** Synthetischer Polyurethan-Patch der ersten Generation



**Abb. 4:** Fertige Augmentation eines Polyurethan-Patches nach Fixation mittels resorbierbarer PDS-Fäden

Parallel dazu wird seit 2004 die Augmentation der Rotatorenmanschette mit industriell hergestellten Verstärkungen propagiert, um die Rerupturrate bei biologischem Defizit zu reduzieren.<sup>19, 20</sup> Die innovativen Bemühungen der letzten Jahre, Massenrupturen nach primärem Verschluss der Manschette mittels Patches, sei es biologisch oder synthetisch, zu augmentieren, scheinen eine vielversprechende Alternative zu den bekannten «salvage procedures» (alleiniges Debridement, Intervall-Shift, superiore Kapselrekonstruktion, Muskel-Sehnen-Transfers etc.) zu sein. Vor allem die synthetischen Patches haben klinisch erste gute Resultate mit nur niedriger Komplikationsrate und nahezu keinen Fremdkörperreaktionen gezeigt.<sup>21</sup> Schlussendlich sind aber Studien, die verwertbare radiologische und klinische Ergebnisse objektivieren können, rar und auch die Fallzahlen in den wenigen Studien, die sich mit der synthetischen Patch-Augmentation beschäftigen, sind leider niedrig.

Wir haben in unserer Arbeitsgruppe bereits 2005 begonnen, die Revisionsrotatorenmanchettenrekonstruktionen sowie die Rotatorenmanchettenrupturen beim alten Patienten und vor allem auch die Massenrupturen prospektiv zu kontrollieren und jeweils arthroskopisch mit einem



**Abb. 5:** Zweitgenerations-Patch (Pitch-Patch, Fa. IST – Innovative Shoulder Technology) aus flexiblem Polyester, vorgeformt mit verstärkten Fadenösen und Rand

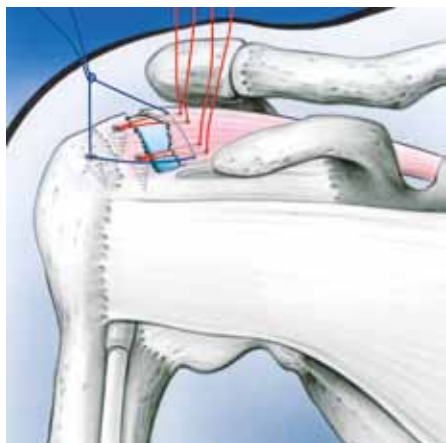
Patch zu augmentieren. In der ersten Studienphase war ein resorbierbarer Patch der Firma DePuy (Restore) verwendet worden (Abb. 2). Bereits mit diesem Erstgenerations-Patch konnte im Revisionsfall eine Rerupturrate von 24% erreicht werden, was im Vergleich zur Rerupturrate in der Literatur signifikant niedriger war. Da aber die resorbierbaren Patches eine relativ hohe Komplikationsrate gezeitigt hatten, entschieden wir uns nach der Publikation von Walton 2007 dazu, auf diese Patches zu verzichten.<sup>22</sup> Zu diesem Zeitpunkt starteten wir eine vergleichende Studie mit einem rein synthetischen Polyurethan-Patch (Abb. 3 und 4) und einem

humanen Haut-Patch. Nach einer Analyse der ersten 30 Fälle konnten statistisch keinerlei Unterschiede bezüglich Rupturrate und Funktion festgestellt werden. Es wurde auch eine Erweiterung der Studie mit einer Gruppe von Patienten durchgeführt, die mit einem Schweinehaut-Patch versorgt worden waren. Auch hier konnte statistisch kein Unterschied in den Resultaten gezeigt werden.

Aufgrund dieser Erfahrungen entschieden wir uns dafür, einen Patch zu entwickeln, welcher den Ansprüchen eines Zweitgenerations-Patches entsprach und folgenden Anforderungen genügte (Abb. 5):

1. eine weichere Textur, welche chirurgisch einfacher zu handhaben ist, aber trotzdem eine hohe Reissfestigkeit erreicht;
2. eine Struktur, welche die Passage der Fixationsfäden einfacher ermöglicht;
3. steril;
4. ohne immunologische Antwort;
5. langes Follow-up des Materials mit wenigen Fremdkörperreaktionen;
6. preisgünstig.

Aufgrund all dieser Anforderungen entwickelten wir einen anatomisch geformten Polyester-Patch mit seitlicher Flexibilität und Rigidität in der Längsachse,



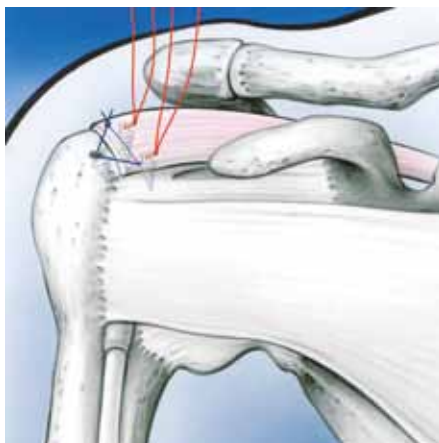
**Abb. 6:** Reposition der Sehne nach lateral auf den anatomischen Footprint über den «Lateral row»-Anker

mit präformierten Fadenösen und einem verstärkten Rand. Polyester material wurde deshalb gewählt, weil es sich dabei um das Gewebe handelt, welches am längsten in der Chirurgie – z.B. in der Hernienchirurgie – eingesetzt wird, und es sich dort hervorragend bewährt hat.

### Operationstechnik

Die arthroskopische Rotatorenmanschettennaht/-augmentation wird in «Beach-chair»-Lagerung unter Vollnarkose und unter Ergänzung eines supraklavikulären Nervenblockes durchgeführt.

Sofern es die limitierenden Faktoren wie Rupturgrösse, Sehnenretraktion, muskuläre Atrophie und Verfettung sowie die Sehnenqualität zulassen, streben wir immer einen arthroskopischen, dreireihigen Verschluss des Defektes an. Nach den üblichen vorbereitenden Mass-

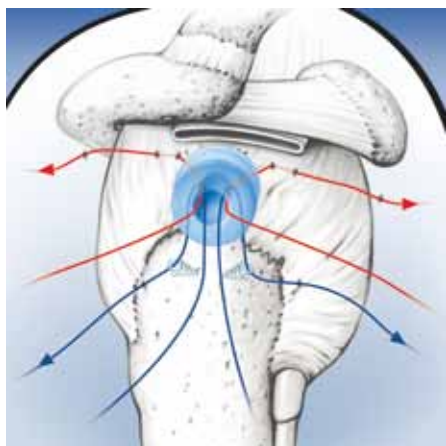


**Abb. 7:** Nach Reposition der Sehne nach lateral spannungsfreies Knoten der Fäden der medialen Ankerreihe

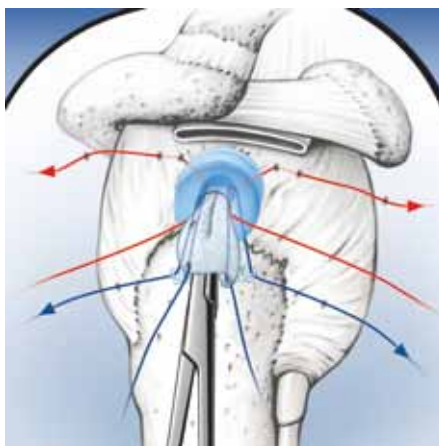
nahmen, wie Tenotomie/Tenodese der langen Bizepssehne, subakromialer Dekompression – je nach Bedarf mit oder ohne knöcherne Akromioplastik –, Debridement des Footprints und der zu rekonstruierenden Sehne und vor allem periglenoidaler Sehnenmobilisation, beginnen wir mit einer medialen Ankerreihe am Knochen-Knorpel-Übergang. Die Fäden dieser Ankerreihe werden durch die rupturierten Sehnenanteile hindurchgebracht, jedoch primär noch nicht geknotet. Im Anschluss wird eine laterale Ankerreihe gesetzt und die Fäden werden ebenfalls durch die zu versorgenden Sehnenanteile hindurchgeschuttelt (Abb. 6). Mittels Knoten der Fäden dieser lateralen Ankerreihe kann die Sehne nun nach lateral hin zum anatomischen Footprint reponiert werden (Abb. 7). Erst danach werden die vorgelegten Fäden der medialen Reihe geknotet, dies nun aber fast

komplett spannungsfrei, da die Sehne ja bereits über die laterale Reihe reponiert worden ist. Eine Strangulation der Sehne und eine damit verbundene Kompromittierung der Perfusion kann so weitgehend vermieden werden. Zum Schluss können die lang belassenen Fäden dieser medialen Reihe im Sinne einer «suture bridge» über die Rekonstruktion gespannt und weit lateral über Interferenzanker fixiert werden. Es resultiert eine dreireihige Sehnennaht: eine «triple-row» (Abb. 1).

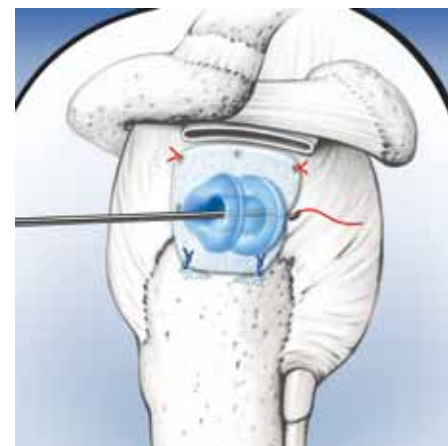
Für die nun folgenden Arbeitsschritte der arthroskopischen Patch-Augmentation empfiehlt sich die Verwendung einer Arbeitskanüle zur Vereinfachung des Fadenmanagements. Durch die Arbeitskanüle werden vier Aussenfäden (sog. «corner stitches») in den jeweiligen Eckpunkten medial an der Sehne und lateral am Knochen durch zwei zusätzliche Anker eingebracht. Je ein Fadenende wird durch die Kanüle nach aussen geschuttelt (Abb. 8). Die vier präformierten und verstärkten Ecklöcher des Patches werden nun durch diese Fäden armiert. Der Patch kann nun gefaltet werden und mithilfe eines «Péan» durch die Kanüle unter zeitgleichem Zug am jeweils anderen freien Fadenende nach bursaseitig eingeführt werden; und er wird dort entfaltet (Abb. 9). Das Entfalten des Patches erinnert an einen Fallschirm und wird deshalb als «Parachute-Technik» bezeichnet. Nach Knoten der vier Eckfäden werden die dazwischenliegenden Ösen mit Einzelknopfnähten fixiert (Abb. 10). Der Patch ist nun als zusätzliche Verstärkung auf der vorher rekonstruierten Sehne fixiert (Abb. 11 und



**Abb. 8:** Die medialen und lateralen «corner stitches» sind vorgelegt und je ein Faden ist durch eine Kanüle nach aussen geschuttelt



**Abb. 9:** Der Patch wurde ausserhalb mit den ausgeführten Fäden armiert und dann durch die Kanüle in den Subakromialraum eingeführt



**Abb. 10:** Nach der Fixation der Ecken des Patches werden noch die freien vorgeformten Löcher des Patches fixiert

12). Mittels dieser Technik kann der Patch stabil und relativ einfach reproduzierbar eingebracht werden.

In der Folge wird die Nachbehandlung gemäss den rekonstruierten Anteilen der Rotatorenmanschette durchgeführt.

### Eigene Resultate

Aktuell befindet sich eine Veröffentlichung durch unsere Arbeitsgruppe bezüglich der Ergebnisse nach synthetischer Patch-Augmentation bei zugrunde liegender Rotatorenmanschettenmassenruptur in einem Reviewing-Prozess – infolgedessen werden die eigenen Ergebnisse nur resümierend erläutert.

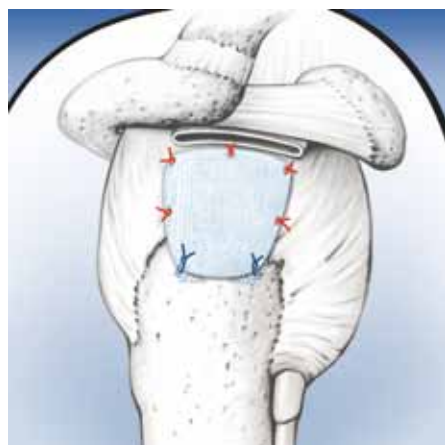
In einem Zeitraum von knapp drei Jahren waren 54 synthetische Patches der zweiten Generation (Pitch-Patch, Fa. IST) arthroskopisch nach vorherigem Verschluss einer Rotatorenmanschettenmassenruptur implantiert worden. Die klinischen Ergebnisse wurden zu definierten Follow-up-Zeitpunkten durch die entsprechenden gängigen Scores evaluiert und die Sehnenintegrität mittels Arthro-MRI und Arthro-CT-Untersuchungen objektiviert. Die Ergebnisse wurden nachfolgend mit Blick auf die bereits vorhandene Literatur zum Thema der Rotatorenmanschettenmassenruptur diskutiert.

Die Rerupturrate lag bei einem mittleren Nachkontrollzeitraum von knapp 2 Jahren schlussendlich bei insgesamt 22,3% und setzte sich aus 16,7% vollständigen und 5,6% partiellen Rerupturen zusammen. Die klinischen Scores zeigten hochsignifikante Verbesserungen. Der Constant Murley Score veränderte sich

von 37 auf 81 Punkte und der Subjective Shoulder Value stieg von 40 auf 88 Punkte. Im postoperativen Follow-up waren die Score-Werte jeweils bei den Patienten mit intakter Rotatorenmanschette in der Bildgebung signifikant besser als bei denjenigen mit Reruptur. Mit Blick auf die Untergruppen der Scores zeigten sich die Unterschiede vor allem in den Messwerten bezüglich der Kraft, die bei intakter Rotatorenmanschette signifikant grösser war. Allgemein war die Komplikationsrate sehr gering und beschränkte sich auf wenige Fälle einer «frozen shoulder» oder Arthrofibrose. Die Operationszeit der Patch-Augmentation konnte zum einen aufgrund der Lernkurve, zum anderen aufgrund der technisch einfacheren Handhabung des Zweitgenerations-Patches auf durchschnittlich 15 Minuten reduziert werden.

### Schlussfolgerungen

Mit Blick auf die vorhandene Literatur, aber auch vor dem Hintergrund der jüngsten eigenen Ergebnisse darf man davon ausgehen, dass es möglich zu sein scheint, die Rerupturrate in der schwierigen Ausgangssituation einer Rotatorenmanschettenmassenruptur durch die synthetische Patch-Augmentation nach vorherigem Sehnenverschluss signifikant zu reduzieren. Auch in der Klinik scheinen die Patienten entsprechend zu profitieren. Natürlich benötigt es weitere randomisierte Studien, die im langfristigen Follow-up weiter untersuchen, inwieweit diese ersten sehr positiven Ergebnisse bestätigt werden können. ■



**Abb. 11:** Verschlussene und mittels synthetischen Zweitgenerations-Patches augmentierte Rotatorenmanschette



**Abb. 12:** Fertige Patch-Augmentation nach vorherigem Verschluss der Rotatorenmanschette

Autoren: Dr. med. **Christoph Sternberg**,  
 Dr. med. **Jan Leuzinger**, Dr. med. **Daniel Smolen**  
 etzelclinic  
 8808 Pfäffikon, Schwyz

Korrespondierender Autor:  
 Dr. med. Christoph Sternberg  
 E-Mail: sternberg@etzelclinic.ch

■04

### Literatur:

**1** Calvin AC et al.: National trends in rotator cuff repair. *J Bone Joint Surg Am* 2012; 94(3): 227-33 **2** Paloneva J et al.: Increasing incidence of rotator cuff repairs – a nationwide registry study in Finland. *BMC Musculoskelet Disord* 2014; 16: 189 **3** Jain NB et al.: Epidemiology of musculoskeletal upper extremity ambulatory surgery in the United States. *BMC Musculoskelet Disord* 2014; 15(1): 4 **4** Safran O et al.: Natural history of nonoperatively treated symptomatic rotator cuff tears in patients 60 years old or younger. *Am J Sports Med* 2011; 39(4): 710-4 **5** Kim KC et al.: Repair integrity and functional outcomes after arthroscopic suture-bridge rotator cuff repair. *J Bone Joint Surg Am* 2012; 94(8): e481-6 **6** Oh JH et al.: Effect of age on functional and structural outcome after rotator cuff repair. *Am J Sports Med* 2010; 38(4): 672-8 **7** Denard PJ, Burkhart SS: Arthroscopic revision rotator cuff repair. *J Am Acad Orthop Surg* 2011; 19(11): 657-66 **8** Boileau P et al.: Arthroscopic repair of full-thickness tears of the supraspinatus: Does the tendon really heal? *J Bone Joint Surg Am* 2005; 87(6): 1229-40 **9** Lichtenberg S: Influence of tendon healing after arthroscopic rotator cuff repair on clinical outcome using single-row Mason-Allen suture technique: a prospective, MRI controlled study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006; 14(11): 1200-6 **10** Piasecki DP et al.: Outcomes after arthroscopic revision rotator cuff repair. *Am J Sports Med* 2010; 38(1): 40-6 **11** Kowalsky MS, Keener JD: Revision arthroscopic rotator cuff repair: repair integrity and clinical outcome: surgical technique. *J Bone Joint Surg Am* 2011; 93(Suppl 1): 62-74 **12** Miller BS et al.: When do rotator cuff repairs fail? Serial ultrasound examination after arthroscopic repair of large and massive rotator cuff tears. *Am J Sports Med* 2011; 39(10): 2064-70 **13** Galatz LM et al.: The outcome and repair integrity of completely arthroscopically repaired large and massive rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am* 2004; 86-A(2): 219-24 **14** Bartl C et al.: Long-term outcome and structural integrity following open repair of massive rotator cuff tears. *Int J Shoulder Surg* 2012; 6(1): 1-8 **15** Kim JR et al.: Clinical and radiographic outcomes after arthroscopic repair of massive rotator cuff tears using a suture bridge technique: assessment of repair integrity on magnetic resonance imaging. *Am J Sports Med* 2012; 40(4): 786-93 **16** Zumstein MA 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(11): 2423-31 **17** Randelli P et al.: Platelet rich plasma in arthroscopic rotator cuff repair: a prospective RCT study, 2-year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg* 2011; 20(4): 518-28 **18** Jo CH et al.: Does platelet-rich plasma accelerate recovery after rotator cuff repair? A prospective cohort study. *Am J Sports Med* 2011; 39(10): 2082-90 **19** Cole BJ et al.: Biocompatibility of a polymer patch for rotator cuff repair. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2007; 15(5): 632-7 **20** Nicholson GP et al.: Evaluation of a cross-linked acellular porcine dermal patch for rotator cuff repair augmentation in an ovine model. *J Shoulder Elbow Surg* 2007; 16(5 Suppl): S184-90 **21** Longo UG et al.: Tendon augmentation grafts: a systematic review. *Br Med Bull* 2009; 94: 165-88 **22** Walton JR et al.: Restore orthobiologic implant: not recommended for augmentation of rotator cuff repairs. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89(4): 786-91