

Proximale und distale Ruptur des M. biceps brachii

Rupturen der Sehne des M. biceps brachii stellen einen nicht unerheblichen Anteil aller Sehnenrupturen. Meist ist der proximale Teil der langen Bizepssehne, seltener der distale Anteil der Bizepssehne betroffen. Rupturen der Sehne des kurzen Bizepskopfes sind eine Rarität [43].

Die proximale lange Bizepssehne entspringt am Labrum glenoidale und verläuft durch den Sulcus intertubercularis. Sie gehört zur funktionellen Einheit der Rotatorenmanschette und trägt zur Stabilisierung sowie zur Abduktion, Flexion und Außenrotation des Glenohumeralgelenks bei [30]. Die proximale kurze Sehne entspringt vom Rabenschnabelfortsatz. Zusammen umspannen sie V-ähnlich das Glenohumeralgelenk und ergänzen sich in ihrer Funktion teils agonistisch, teils antagonistisch [30].

Distal überträgt die Bizepssehne die Kraft beider Bizepsköpfe auf den Unterarm. Da sie an der Tuberositas radii ansetzt, kann sie eine Flexion und eine Supination bewirken. Die Bizepsaponeurose, der sog. Lacertus fibrosus, der dorsomedial an der Ulna inseriert, unterstützt die Übertragung der Flexionskraft [31].

Ätiologie

Rupturen der langen Bizepssehne vollziehen sich überwiegend auf dem Boden degenerativer Veränderungen [2, 12]. Durch mechanische oder chronisch-entzündliche Prozesse wird die Sehne unter dem Schulterdach aufgerieben. Die Verletzung ist häufig mit zusätzlichen Pathologien im

Bereich des subakromialen Raums, wie Rotatorenmanschettenläsionen, Pulley-Läsionen oder chronischen Bursitiden assoziiert [31, 50, 52].

Die meisten stumpfen, subkutanen Rupturen betreffen degenerativ vorgeschädigte oder gealterte Sehnen. Es bedarf dann zum Zerreißen keiner außergewöhnlichen Gewalteinwirkung mehr, es treten Spontanrupturen auf. Ursachen der degenerativen Vorschädigung sind hohes Alter, Dauerbeanspruchung bei Sportlern, ligamentäres bzw. knöchernes Impingement im Gleitlager der Sehne oder eine langzeitige Kortison-Therapie [50, 52]. Eine weitere Rolle scheinen Begleiterkrankungen wie Z. B. lokale Infektionen, renale Osteodystrophie, Diabetes mellitus, Adipositas, arterielle Hypertonie sowie entzündlich rheumatische Erkrankungen zu spielen [56].

Insbesondere bei Sehnen und Bändern ist es wichtig, gleichzeitige Veränderungen des benachbarten Knochens und Knorpels zu betrachten. Brewer [8] untersuchte 1979 den Alterungsprozess der Rotatorenmanschette. Hierbei fand er in Präparaten morphologische Veränderungen in Sehnen, Knochen und Knorpel. Bei der histologischen Untersuchung wurden mit zunehmendem Alter häufiger eine Osteitis des Tuberculum majus mit zystischer Degeneration, degenerative Veränderungen des Collum anatomicum zwischen Tuberculum majus und Gelenkknorpel, Diskontinuitäten im Sehnen-Knochen-Übergang, verminderter Zellgehalt sowie Fragmentationen der Sehne des M. supraspinatus gefunden [56]. Ob diese Sehnenpathologien allein

durch einen Alterungsprozess oder aber durch kontinuierliche mechanische Belastung verursacht werden, ist noch nicht endgültig geklärt [37].

Die seltenere distale Bizepssehnenruptur dagegen wird fast immer durch eine plötzlich auf den angespannten Muskel einwirkende Kraft verursacht [31]. Allerdings ist anzunehmen, dass auch vorbestehende degenerative Veränderungen und konstitutionelle Verhältnisse eine Rolle spielen [47]. Nur so wäre zu erklären, dass die Ruptur fast ausschließlich Männer betrifft, meist körperlich aktive und relativ muskelkräftige Männer mittleren Lebensalters [31]. Sie stellt mit 10% aller Bizepssehnenrisse eine eher seltene Rupturlokalisierung dar [51]. Rauchen scheint das Risiko einer distalen Ruptur der Bizepssehne um das 7,5-Fache zu erhöhen [46], Anabolikamissbrauch ist eine weitere Ursache, welche mit einer erhöhten Rate von Spontanrupturen des distalen Bizeps assoziiert ist [53].

Klinik und Diagnose

Die Erfassung der entsprechenden Anamnese liefert bereits wichtige Hinweise. Bei der proximalen Ruptur der langen Bizepssehne besteht oft bereits eine lange Vorgeschichte.

— Die Ruptur erfolgt bei einer Bagatellbelastung.

Die Beschwerden werden insbesondere, wenn eine Bizepssehnentendinitis im Vordergrund stand, bereits nach einigen Tagen besser.

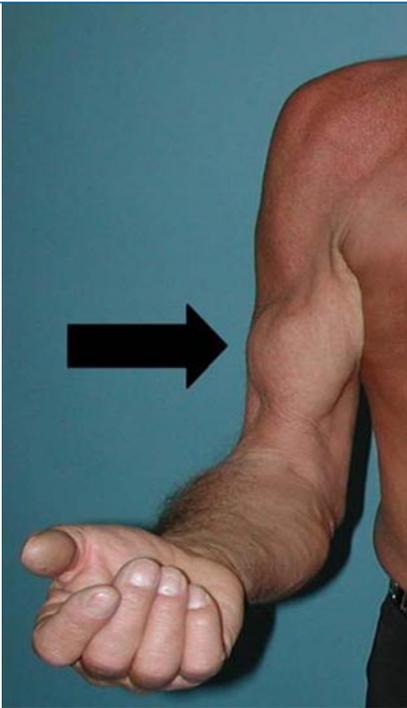


Abb. 1 ▲ Proximale Ruptur des M. biceps brachii (Pfeil distalisierter Muskelbauch)

Bei der distalen Bizepsruptur berichten die Patienten häufig von einem peitschenartigen Knall. Die Schmerzen in der Ellenbeuge sind in der Regel nicht so ausgeprägt. Daneben führt die klinische Untersuchung bei einer kompletten Bizepssehnenruptur in der Regel schnell zur Diagnose (■ **Abb. 1, 2**). Nach kurzer Zeit zeigt sich meist ein deutliches Hämatom. Die Deformität mit dem proximalisierten oder distalisierten Muskelbauch ist anfangs manchmal noch nicht sehr ausgeprägt, aber im Seitenvergleich bei angespanntem Muskel doch zu erkennen. Bei der Überprüfung der groben Kraft zeigen sich im Seitenvergleich eine Abschwächung der Flexion und der Supination.

Partiellläsionen der proximalen langen Bizepssehne führen in der Regel zu unspezifischen Schulterschmerzen. Es existiert eine Reihe von klinischen Tests zur Evaluation einer Bizepssehnentendinitis oder Partiellläsion. „Bear-hug-“ und „Upper-cut-Test“ zeigten die höchste Sensitivität (0,79 und 0,73, respektiv), dagegen wurde die höchste Spezifität (0,85 und 0,81, respektiv) beim „Belly-press-“ und „Speed’s-Test“ gefunden [4]. Insbesondere die Kombination des „Upper-cut-“ und des „Speed’s-Tests“ zeigten signifikant bessere Ergebnisse bezüglich der Detek-

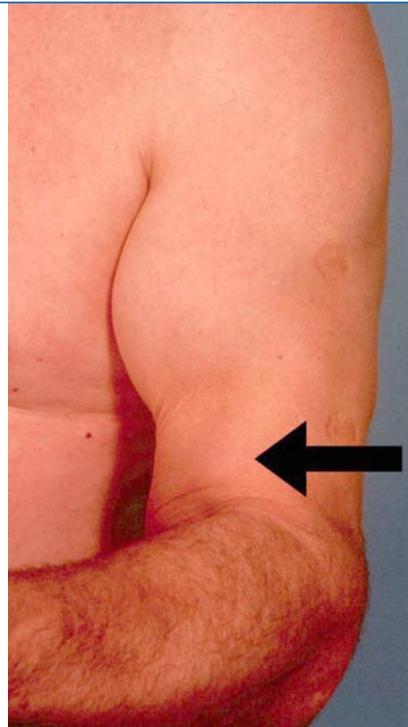


Abb. 2 ▲ Distale Ruptur des M. biceps brachii (Pfeil proximalisierter Muskelbauch)

tion von Bizepsläsionen im Vergleich zu anderen Tests (■ **Abb. 3, 4**; [4]).

Partiellläsionen der distalen Bizepssehne können mit dem Hook-Test mit einer hohen Sensitivität und Spezifität erkannt werden (■ **Abb. 5**, [39]).

Zur Beurteilung von Partiellläsionen ist zur Diagnosesicherung gegebenenfalls auch eine weiterführende Diagnostik mittels apparativer Diagnostik notwendig. Mittels Sonographie gelingt in der Regel die Darstellung des Sehnenstumpfes in der Ellenbeuge, bei unklaren Befunden wird die Magnetresonanztomographie eingesetzt (MRT), um Ausmaß und Lokalisation der Läsion zu klassifizieren. In chronischen Rupturen liefert die MRT des Weiteren wichtige Informationen bezüglich der Retraktion und fettigen Degeneration der Sehne, welche bezüglich der Rekonstruierbarkeit der Sehne eine wichtige Rolle einnimmt.

Die klinische Untersuchung der angrenzenden Gelenke, die sonographische bzw. MRT-Untersuchung des Schultergelenks, Standardröntgenaufnahmen und je nach klinischem Befund spezielle weitere Untersuchungen dienen der Erfassung von Begleitpathologien wie beispielsweise Frakturen oder knöchernen Sehnenaustrissen bei traumatischer Ruptur oder der

häufig assoziierten Rotatorenmanschettenruptur bei degenerativen proximalen Bizepssehnenrupturen.

Behandlungsoptionen

Degenerative Rupturen der langen Bizepssehne werden in der Regel konservativ behandelt [30]. Allerdings ist u. U. eine operative Intervention der Begleitpathologie (z. B. einer Rotatorenmanschettenruptur) notwendig und einige Patienten sind mit der verbleibenden Muskelschwäche und der kosmetisch störenden permanenten Deformität unzufrieden und streben die operative Refixation an [54].

Insbesondere bei traumatischen Rupturen bei jungen, sportlich aktiven Patienten ist eine volle Wiederherstellung der Flexions- und Supinationskraft anzustreben.

In 70–100% der Fälle lässt sich das Muskelrelief des M. biceps brachii durch die Operation wiederherstellen [2, 12].

Bei der operativen Refixation der langen Bizepssehne wurden zunächst offene Refixationen beschrieben [14, 17]. Mittlerweile sind verschiedene arthroskopische Operationstechniken beschrieben worden [7, 28, 29, 38]. Allerdings kann die Refixation einer kompletten Ruptur aufgrund der Retraktion durchaus schwierig sein. In diesen Fällen haben sich „Minioffen-Techniken“ bewährt [36, 44, 54]. Die Sehne wird hierbei nach Inzision identifiziert, mit Fäden armiert und mit Nahtankern oder Schrauben im Sulcus bicipitalis reinsertiert. Hierbei ist insbesondere auf die korrekte Spannung der Sehne bei Refixation zu achten.

► Bei distalen Bizepssehnenrupturen ist die operative Refixation die Therapie der Wahl

Auch wenn durch die konservative Behandlung akzeptable Resultate mit lediglich geringer Kraftminderung beschrieben sind [16], ist bei distalen Bizepssehnenrupturen die operative Refixation die Therapie der Wahl [30, 51]. Die anatomische Reinsertion der rupturierten distalen Bizepssehne wird dabei in Patienten eingesetzt, die ein volles Wiedererlangen der Kraft nach anatomischer

Refixation der langen Bizepssehne erreichen wollen [9].

Diesbezüglich stehen mittlerweile eine Reihe möglicher Operations- und Refixationsmethoden zur Disposition. Die Standardversorgung erfolgt in der Regel offen, während bereits auch erste arthroskopische Versorgungsoptionen beschrieben wurden [22, 48].

Distale chronische Bizepsrupturen sind häufig aufgrund der Retraktion der Sehne nicht mehr anatomisch refixierbar. In diesen Fällen erfolgt die Rekonstruktion mittels autologem freiem Sehnentransplantat wie der Semitendinosussehne [55], der Sehne des M. flexor carpi radialis [33] oder eines Allografts [11].

Ergebnisse

Proximale Bizepssehnenrekonstruktion

Biomechanisch

In biomechanisch vergleichenden Untersuchungen wurde eine höhere maximale Versagenslast für die Interferenzschraubenfixierung im Vergleich zur Nahtankerfixierung gefunden [21, 41, 45]. Während die Interferenzschraubenfixierung im Vergleich zur Tunneltechnik mit Einziehen der Sehne und Fixation über 2 Knochenbrücken keinen signifikanten Unterschied aufwies, wurden mit der Nahtankerfixierung und der „traditionellen“ Schlüssellochtechnik statistisch signifikant geringere Werte in der Versagenslast gefunden [41]. Allerdings konnten einige vergleichende biomechanische Arbeiten keine signifikanten Unterschiede zwischen den jeweils getesteten Fixierungen feststellen.

Mazzocca et al. [34] verglichen die biomechanischen Eigenschaften einer offenen subpektoralen Tenodese oder offenen subpektoralen Interferenzschraubenfixierung im Vergleich zur arthroskopischen Fixierung mittels Interferenzschrauben oder Nahtanker. Sie fanden keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich der maximalen Versagenslast zwischen den getesteten Fixierungen.

Ähnlich Ergebnisse wurden von Kilioglu et al. [27] gefunden. Sie verglichen 2 intraossäre Techniken (Tenodeseschrau-

Orthopäde 2010 · 39:1117–1122 DOI 10.1007/s00132-010-1687-0
© Springer-Verlag 2010

O. Lorbach · M. Kieb · C. Grim · M. Engelhardt
Proximale und distale Ruptur des M. biceps brachii

Zusammenfassung

Rupturen der Bizepssehne stellen einen nicht unerheblichen Anteil der Sehnenrupturen dar. Proximale Rupturen der langen Bizepssehne sind eher degenerativen Ursprungs und treten häufig in Assoziation mit Rotatorarmanschettenläsionen auf. Die Beschwerden sind unspezifisch, nicht selten bestehen die Schulterbeschwerden schon länger. Die distale Bizepssehnenruptur wird dagegen fast immer durch eine plötzlich auf den angespannten Muskel einwirkende Kraft verursacht.

Klinisch imponiert die Distalisierung oder Proximalisierung des Muskelbauchs mit Hämatombildung. In Kombination mit klinisch spezifischen Tests und der weiterführenden Diagnostik gelingt in der Regel die Diagno-

se. Die Behandlungsoptionen sind sowohl konservativ, als auch operativ. Da die Ergebnisse der Tenotomie und Tenodese zur Therapie der proximalen Bizepssehnenruptur vergleichbar sind, ist die Therapie insbesondere bei älteren Patienten eher konservativ. Distale Rupturen dagegen werden in der Regel operativ versorgt. Die Ergebnisse der operativen Refixation sind sowohl für die proximale, als auch für die distale Bizepssehne vielversprechend. Chronische distale Rupturen werden aufgrund der Retraktion der Sehne mittels Auto- oder Allografts versorgt.

Schlüsselwörter

Bizepssehnenruptur · LBS · Tenotomie · Tenodese · Review

Proximal and distal rupture of the m. biceps brachii

Abstract

Ruptures of the biceps tendon account for a high percentage of tendon ruptures. The aetiology of proximal ruptures of the long head of the biceps tendon is often degenerative and they are frequently associated with lesions of the rotator cuff. The clinical findings are often not specific and long lasting. Distal ruptures of the biceps tendon mostly occur during eccentric contraction of the biceps muscle.

Clinical tests, the associated haematoma and a distalisation or proximalisation of the muscle belly in combination with ultrasound or MRI to rule out combined diseases lead to the diagnosis. The possible options include

conservative and operative treatment. Tenotomy and tenodesis lead to comparable results in the literature. Therefore, conservative treatment is mostly recommended in proximal ruptures. Operative treatment is preferred in distal ruptures of the biceps tendon in order to achieve an anatomical reconstruction of the muscle function. Chronic ruptures of the distal biceps tendon can be successfully treated with free autografts or allografts.

Keywords

Biceps tendon · Biceps rupture · Tenotomy · Tenodesis · Review



Abb. 3 ▲ „Upper-cut-Test“ [4]: Bei diesem Test ist die untersuchte Schulter in Neutralposition, der Ellenbogen ist 90° flektiert und der Unterarm supiniert, während der Patient eine Faust macht. Der Patient wird nun aufgefordert, den Arm schnell nach oben in Richtung Kinn zu drücken entsprechend der Bewegung eines „Aufwärtshaken“ beim Boxen. Der Untersucher hat seine Hand auf der Hand des Patienten und drückt gegen diese. Ein positiver Test liegt bei einem Schmerz oder einem schmerzhaften „Schnappen“ im anterioren Schulterbereich während der Bewegung vor



Abb. 4 ▲ „Speed's-Test“ [5]: Bei diesem Test ist der Arm des Patienten 90° eleviert, der Ellenbogen ist gestreckt und der Unterarm supiniert. Der Untersucher führt im Bereich des Unterarms Druck gegen den Arm des Patienten aus. Ein positiver Test liegt bei einem lokalisierten Schmerz über dem Sulcus bicipitalis vor



Abb. 5 ◀ „Hook-Test“ [39]: Bei diesem Test ist der Ellenbogen des Patienten 90° gebeugt, der Arm ist supiniert und der Patient spannt den Oberarm an. Bei intaktem Bizeps ist es möglich, den Finger wie einen Haken von medial oder lateral einzuhängen. Im Falle einer distalen Bizepsruptur ist dies entsprechend nicht mehr möglich

be oder Nahtschlinge) mit einer extraosären Technik (Nahtankerfixierung) und fanden eine vergleichbare Versagenslast bei allen Fixierungen. Vidriero et al. [53] verglichen eine perkutane Weichteiltendose mit einer Nahtankerfixierung und konnten ebenfalls keine statistisch signifikanten Unterschiede finden. Sie schlossen aus den Ergebnissen, dass die strukturelle Substanz der Sehne und nicht die Art der Fixierung den entscheidenden Faktor für die initiale Versagenskraft darstellt. Degenerative Veränderungen wie Hypertrophie und Abflachung der Sehne scheinen sich hierbei eher positiv auszuwirken, indem sie einem Abrutschen der Sehne im Sinne einer „Popeye-Deformität“ in einem gewissen Maße entgegenwirken [1].

Klinisch

Die Ergebnisse der Tenodese der langen Bizepssehne sind in der Literatur vielsprechend. Drakos et al. [13] untersuchten die klinischen Ergebnisse der arthroskopischen Bizepssehnenendose durch einen Transfer der Sehne an den Processus coracoideus: 80% der Patienten, bei denen ein arthroskopischer Transfer der langen Bizepssehne durchgeführt wurde, erreichten ein gutes oder exzellentes Ergebnis; 95% der Patienten gaben an, die präoperativen Bizepssehnenbeschwerden nicht mehr zu haben. Sie sahen im arthroskopischen subdeltoidalen Transfer der LHB ein gutes Verfahren, für aktive Patienten mit einer chronisch, refraktären Bizepspathologie. Allerdings

ist weiterhin unklar, ob im Vergleich zur Tenotomie der Bizepssehne durch die Tenodese eine Verbesserung der Resultate erreicht werden kann.

Die Versagensrate der Tenodese variiert in der Literatur zwischen 5% [7] und 48% [3], die der Tenotomie zwischen 13% [20] und 35% [25]. Beide Verfahren führen zu einer vergleichbaren Anzahl von exzellenten und guten Resultaten zwischen 65% [25] und 90% [20] in der Tenotomiegruppe und 40% [3] und 93% [10] in der Tenodesegruppe.

Osbahr et al. [40] untersuchten die klinischen Ergebnisse von 160 Patienten, welche aufgrund einer Bizepspathologie entweder mit einer Tenotomie (n=80) oder Tenodese (n=80) behandelt wurden. Sie fanden keine signifikanten Unterschiede bezüglich des Grades der kosmetischen Deformität, des vorderen Schulterschmerzes oder dem Auftreten von Muskelkrämpfen. Sie schlossen aus Ihren Ergebnissen, dass die Tenotomie eine gute Alternative zur Tenodese darstellt.

Gill et al. [19] verglichen ebenfalls die funktionellen Resultate der Bizepssehnenendose vs. Tenotomie. Sie fanden in ihren Ergebnissen sogar Vorteile für die Tenotomiepatienten. Diese hatten weniger Ruheschmerz, weniger funktionelle Einschränkungen in den Alltagsaktivitäten und die Patienten brauchten weniger

Zeit, um zu Ihrer Arbeit zurückzukehren. Darüber hinaus wiesen sie eine niedrigere Komplikationsrate auf (12% vs. 33%). Ähnliche Ergebnisse zu Gunsten der Tenotomiepatienten wurden von Franceschi et al. [15] gefunden.

Selbst in der isokinetischen Kraft wurden im Vergleich keine Unterschiede zwischen Tenotomie- und Tenodesepatienten gefunden. Diese waren darüber hinaus vergleichbar mit den Werten einer nicht operierten Kontrollgruppe [23].

► **Tenotomie und Tenodese führen zu einer vergleichbaren Erfolgsrate**

Frost et al. [18] untersuchten in einem Review die Ergebnisse von Tenotomie vs. Tenodese der langen Bizepssehne. Sie schlossen aus den 20 ausgewerteten Arbeiten, welche die Einschlusskriterien erfüllten, dass Tenotomie und Tenodese zu einer vergleichbaren Erfolgsrate führen. Da die Tenotomie der langen Bizepssehne eine schnelle und sichere Prozedur darstellt und zu einer hohen Rate an Patientenzufriedenheit mit guten subjektiven und objektiven Scores unabhängig vom Alter führt, wird diese insbesondere bei älteren Patienten mit schlechter Sehnenqualität von den Autoren empfohlen.

Distale Bizepssehnenrekonstruktion

Biomechanische Ergebnisse

Die intakte distale Bizepssehne zeigt eine maximale Versagenslast von 210–221 N [24, 42] und einer Steifheit von 30 N/mm [24]. Die biomechanischen Arbeiten müssen unterteilt werden in die Arbeiten, die die reine maximale Versagenslast getestet haben und die Arbeiten, in denen eine zyklische Belastung der Rekonstruktionen durchgeführt wurde. Die Ergebnisse lassen mehrere Schlussfolgerungen zu. In vergleichenden Arbeiten bezüglich der maximalen Versagenslast zeigte die Fixation der Sehne mittels „EndoButton“ eine höhere Versagenslast als einfache transossäre Fixationstechniken [26].

Rekonstruktionen mittels eines einzelnen Nahtankers zeigen eine geringere

Steifheit als transossäre Refixationen [42], während mit 2-Anker-Rekonstruktionen eine höhere maximale Versagenslast erreicht werden kann als durch eine transossäre Nahttechnik [32]. Die Fixierung der Sehne mittels Interferenzschrauben zeigte die ultimative Versagenslast, welche am ehesten der intakten Sehne nahe kommt [24].

Studien, in denen der maximalen Versagenslast eine zyklische Belastung vorausging zeigten, dass die EndoButton-Fixierungen steifer waren als die Rekonstruktionen, in denen Nahtanker eingesetzt wurden [49]. Sie wiesen weiter eine höhere maximale Versagenslast auf als Fixierungen mittels Nahtanker, transossären Nahttechniken oder Interferenzschrauben [35]. Im Vergleich zu Fixierungen mittels Nahtankern zeigten transossäre Tunnel eine größere Steifheit und höhere Versagenslast nach zyklischer Belastung [6].

Vom biomechanischen Standpunkt aus scheint die Fixierung mittels EndoButton, transossären Tunneln mit einer adäquaten Knochenbrücke oder Interferenzschraubenfixierung bei adäquater Knochensubstanz die besten Resultate zu bringen [9]. Die Fixierung mittels Nahtanker scheint mit Ausnahme einer Arbeit [32] unterlegene biomechanische Ergebnisse im Vergleich mit den anderen Fixierungsmethoden zu zeigen [6, 35, 42, 49], insbesondere dann, wenn nur ein Nahtanker eingesetzt wurde [6, 42].

Klinische Ergebnisse

Chavan et al. [9] untersuchten in einem Review die klinischen Ergebnisse der distalen Bizepssehnenrefixation. Von den untersuchten Arbeiten wurde in 9 Studien ein Zugang über 2 Inzisionen gewählt, 11 Arbeiten führten die Rekonstruktion über eine einzelne Inzision durch. Während bei den Rekonstruktionen über 2 Inzisionen lediglich 69% der Patienten zufrieden stellende Resultate erreichten, waren es bei der Rekonstruktion über eine Inzision 94% zufrieden stellende Ergebnisse. Dieser Unterschied war statistisch signifikant ($p < 0,01$). Der Grund für die schlechten Resultate waren die eingeschränkte Pro- und Supination sowie der Verlust der Rotationskraft.

Zur Rekonstruktion von chronischen Rupturen der distalen Bizepssehne wurden Auto- oder Allografts eingesetzt.

Auch hier werden in der Literatur gute Ergebnisse beschrieben. Levy et al. [33] untersuchten die Ergebnisse der chronischen distalen Bizepssehnenrekonstruktion mittels M.-extensor-carpi-radialis-Transplantat. Alle Patienten waren mit dem Ergebnis der Prozedur zufrieden und konnten ihre Aktivitäten inklusive Sport und harte Arbeit wieder aufnehmen. Die isokinetische Kraftmessung zeigte keine Differenz im Vergleich zur nicht operierten Gegenseite auf.

Darlis et al. [11] benutzten ein Achillessehnenallograft zur Rekonstruktion der chronischen distalen Bizepssehnen. Alle Patienten erreichten ein gutes oder exzellentes Resultat im „Majo Elbow Score“. Sie sahen in der Technik eine exzellente Alternative.

Fazit für die Praxis

- **Proximale Rupturen der langen Bizepssehne sind eher degenerativen Ursprungs und treten häufig in Assoziation mit Rotatorenmanschettenläsionen auf.**
- **Da die Ergebnisse der Tenotomie und Tenodese vergleichbar sind, ist die Therapie insbesondere bei älteren Patienten eher konservativ. Distale Rupturen dagegen werden in der Regel operativ versorgt.**
- **Die Ergebnisse der operativen Refixation sind sowohl für die proximale als auch für die distale Bizepssehne vielversprechend.**
- **Chronische distale Rupturen werden aufgrund der Retraktion der Sehne mittels Auto- oder Allografts versorgt.**

Korrespondenzadresse

Dr. O. Lorbach

Klinik für Unfall-, Hand- und orthopädische Chirurgie, Klinikum Osnabrück
Am Finkenhügel 1–3, 49076 Osnabrück
olaf.lorbach@klinikum-os.de

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

1. Ahmad CS, DiSipio C, Lester J et al (2007) Factors affecting dropped biceps deformity after tenotomy of the long head of the biceps tendon. *Arthroscopy* 23:537–541
2. Aldinger G, Wüst J (1979) Operative Behandlung der Bicepssehnenrupturen. *Aktuelle Traumatol* 3:159–164
3. Becker DA, Cofield RH (1989) Tenodesis of the long head of the biceps brachii for chronic bicipital tendinitis. Long-term results. *J Bone Joint Surg Am* 71:376–381
4. Ben KW, Sciascia AD, Hester P et al (2009) Clinical utility of traditional and new tests in the diagnosis of biceps tendon injuries and superior labrum anterior and posterior lesions in the shoulder. *Am J Sports Med* 37:1840–1847
5. Bennett WF (1998) Specificity of the Speed's test: arthroscopic technique for evaluating the biceps tendon at the level of the bicipital groove. *Arthroscopy* 14:789–796
6. Berlet GC, Johnson JA, Milne AD et al (1998) Distal biceps brachii tendon repair. An in vitro biomechanical study of tendon reattachment. *Am J Sports Med* 26:428–432
7. Boileau P, Krishnan SG, Coste JS, Walch G (2002) Arthroscopic biceps tenodesis: a new technique using bioabsorbable interference screw fixation. *Arthroscopy* 18:1002–1012
8. Brewer BJ (1979) Aging of the rotator cuff. *Am J Sports Med* 7:102–110
9. Chavan PR, Duquin TR, Bisson LJ (2008) Repair of the ruptured distal biceps tendon: a systematic review. *Am J Sports Med* 36:1618–1624
10. Checchia SL, Doneux PS, Miyazaki AN et al (2005) Biceps tenodesis associated with arthroscopic repair of rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg* 14:138–144
11. Darlis NA, Sotereanos DG (2006) Distal biceps tendon reconstruction in chronic ruptures. *J Shoulder Elbow Surg* 15:614–619
12. Dederich R (1984) Die Risse der Bicepssehnen unter besonderer Berücksichtigung der Schlüsselloch-Operation. *Unfallheilkunde* 87:13–19
13. Drakos MC, Verma NN, Gulotta LV et al (2008) Arthroscopic transfer of the long head of the biceps tendon: functional outcome and clinical results. *Arthroscopy* 24:217–223
14. Edwards TB, Walch G (2003) Open biceps tenodesis: the interference screw technique. *Tech Shoulder Elbow Surg* 4:195–198
15. Franceschi F, Longo UG, Ruzzini L et al (2008) No advantages in repairing a type II superior labrum anterior and posterior (SLAP) lesion when associated with rotator cuff repair in patients over age 50: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med* 36:247–253
16. Freeman CR, McCormick KR, Mahoney D et al (2009) Nonoperative treatment of distal biceps tendon ruptures compared with a historical control group. *J Bone Joint Surg Am* 91:2329–2334
17. Froimson AI (1975) O I. Keyhole tenodesis of biceps origin at the shoulder. *Clin Orthop Relat Res* 245–249
18. Frost A, Zafar MS, Maffulli N (2009) Tenotomy versus tenodesis in the management of pathologic lesions of the tendon of the long head of the biceps brachii. *Am J Sports Med* 37:828–833
19. Gill TJ, McIrvine E, Mair SD, Hawkins RJ (2000) Tenodesis versus release in the treatment of pathology of the long head of the biceps brachii. *J Shoulder Elbow Surg* 9(5):382–385
20. Gill TJ, McIrvine E, Mair SD, Hawkins RJ (2001) Results of biceps tenotomy for treatment of pathology of the long head of the biceps brachii. *J Shoulder Elbow Surg* 10:247–249
21. Golish SR, Caldwell PE III, Miller MD et al (2008) Interference screw versus suture anchor fixation for subpectoral tenodesis of the proximal biceps tendon: a cadaveric study. *Arthroscopy* 24:1103–1108
22. Gregory T, Roure P, Fontes D (2009) Repair of distal biceps tendon rupture using a suture anchor: description of a new endoscopic procedure. *Am J Sports Med* 37:506–511
23. Hawkins RJ, Shank J, Kissenberth MJ et al (2007) A comparison of forearm supination and elbow flexion strength in patients with either long head of the biceps tenotomy or tenodesis. *J Shoulder Elbow Surg* 16(2):64
24. Idler CS, Montgomery WH III, Lindsey DP et al (2006) Distal biceps tendon repair: a biomechanical comparison of intact tendon and 2 repair techniques. *Am J Sports Med* 34:968–974
25. Kelly AM, Drakos MC, Fealy S et al (2005) Arthroscopic release of the long head of the biceps tendon: functional outcome and clinical results. *Am J Sports Med* 33:208–213
26. Kettler M, Lunger J, Kuhn V et al (2007) Failure strengths in distal biceps tendon repair. *Am J Sports Med* 35:1544–1548
27. Kilicoglu O, Koyuncu O, Demirhan M et al (2005) Time-dependent changes in failure loads of 3 biceps tenodesis techniques: in vivo study in a sheep model. *Am J Sports Med* 33:1536–1544
28. Kim SH, Yoo JC (2005) Arthroscopic biceps tenodesis using interference screw: end-tunnel technique. *Arthroscopy* 21:1405
29. Klepps S, Hazrati Y, Flatow E (2002) Arthroscopic biceps tenodesis. *Arthroscopy* 18:1040–1045
30. Klönz A, Loitz D, Reilmann H (2003) Proximal and distal ruptures of the biceps brachii tendon. *Unfallchirurg* 106:755–763
31. Klönz A, Reilmann H (2000) Biceps tendon: diagnosis, therapy and results after proximal and distal rupture. *Orthopäde* 29:209–215
32. Lemos SE, Ebramzadeh E, Kvitne RS (2004) A new technique: in vitro suture anchor fixation has superior yield strength to bone tunnel fixation for distal biceps tendon repair. *Am J Sports Med* 32:406–410
33. Levy HJ, Mashoof AA, Morgan D (2000) Repair of chronic ruptures of the distal biceps tendon using flexor carpi radialis tendon graft. *Am J Sports Med* 28:538–540
34. Mazzocca AD, Bicos J, Santangelo S et al (2005) The biomechanical evaluation of four fixation techniques for proximal biceps tenodesis. *Arthroscopy* 21:1296–1306
35. Mazzocca AD, Burton KJ, Romeo AA et al (2007) Biomechanical evaluation of 4 techniques of distal biceps brachii tendon repair. *Am J Sports Med* 35:252–258
36. Mazzocca AD, Rios CG, Romeo AA, Arciero RA (2005) Subpectoral biceps tenodesis with interference screw fixation. *Arthroscopy* 21:896
37. McFarland GB (1990) Entrapment syndromes. In: Everts CM (Hrsg) *Surgery of the musculoskeletal system*. Churchill Livingstone, New York
38. Nord KD, Smith GB, Mauck BM (2005) Arthroscopic biceps tenodesis using suture anchors through the subclavian portal. *Arthroscopy* 21:248–252
39. O'Driscoll SW, Goncalves LB, Dietz P (2007) The hook test for distal biceps tendon avulsion. *Am J Sports Med* 35:1865–1869
40. Osbahr DC, Diamond AB, Speer KP (2002) The cosmetic appearance of the biceps muscle after long-head tenotomy versus tenodesis. *Arthroscopy* 18:483–487
41. Ozalay M, Akpinar S, Karaeminogullari O et al (2005) Mechanical strength of four different biceps tenodesis techniques. *Arthroscopy* 21:992–998
42. Pereira DS, Kvitne RS, Liang M et al (2002) Surgical repair of distal biceps tendon ruptures: a biomechanical comparison of two techniques. *Am J Sports Med* 30:432–436
43. Postacchini F, Ricciardi-Pollini PT (1977) Rupture of the short head tendon of the biceps brachii. *Clin Orthop Relat Res* 229–232
44. Richards DP, Burkhart SS (2004) Arthroscopic-assisted biceps tenodesis for ruptures of the long head of biceps brachii: The cobra procedure. *Arthroscopy* 20(Suppl 2):201–207
45. Richards DP, Burkhart SS (2005) A biomechanical analysis of two biceps tenodesis fixation techniques. *Arthroscopy* 21:861–866
46. Safran MR, Graham SM (2002) Distal biceps tendon ruptures: incidence, demographics, and the effect of smoking. *Clin Orthop Relat Res* 404:275–283
47. Seiler JG III, Parker LM, Chamberland PD et al (1995) The distal biceps tendon. Two potential mechanisms involved in its rupture: arterial supply and mechanical impingement. *J Shoulder Elbow Surg* 4:149–156
48. Sharma S, MacKay G (2005) Endoscopic repair of distal biceps tendon using an EndoButton. *Arthroscopy* 21:897
49. Spang JT, Weinhold PS, Karas SG (2006) A biomechanical comparison of EndoButton versus suture anchor repair of distal biceps tendon injuries. *J Shoulder Elbow Surg* 15:509–514
50. Spier W (1992) Sehnenverletzungen. In: Jäger M, Wirth CJ (Hrsg) *Praxis der Orthopädie*. Thieme, Stuttgart New York
51. Sutton KM, Dodds SD, Ahmad CS, Sethi PM (2010) Surgical treatment of distal biceps rupture. *J Am Acad Orthop Surg* 18:139–148
52. Uthoff HK, Löhr J, Hammond I, Sakar K (1986) Ätiologie und Pathogenese von Rupturen der Rotatorenmanschette. *Hefte Unfallheilkd* 180:3–9
53. Visuri T, Lindholm H (1994) Bilateral distal biceps tendon avulsions with use of anabolic steroids. *Med Sci Sports Exerc* 26:941–944
54. Wiley WB, Meyers JF, Weber SC, Pearson SE (2004) Arthroscopic assisted mini-open biceps tenodesis: surgical technique. *Arthroscopy* 20:444–446
55. Wiley WB, Noble JS, Dulaney TD et al (2006) Late reconstruction of chronic distal biceps tendon ruptures with a semitendinosus autograft technique. *J Shoulder Elbow Surg* 15:440–444
56. Wirth CJ, Carls J (2000) Pathology of acute and chronic tendon injuries. *Orthopäde* 29:174–181