

Bandrekonstruktionen am oberen Sprunggelenk

Eine Anleitung für den nachbehandelnden Arzt

Patienten mit chronischer Instabilität des oberen Sprunggelenks (OSG), bei welchen eine konservative Therapie nicht erfolgreich war, bedürfen einer operativen Bandrekonstruktion. Die Aussichten auf die Rückkehr in den Sport sind dabei sehr gut. Hierzu sollten in der Nachbehandlung verschiedene Punkte berücksichtigt werden: Wundheilung, Ligamentheilung, Schwellung, Belastbarkeit und Schmerz des Fusses. Der vorliegende Artikel gibt eine Übersicht über die Nachbehandlung nach OSG-Bandrekonstruktion für den nachbehandelnden Arzt.

ANDRÉ LEUMANN¹, MONIKA HORISBERGER¹,
ALEXEJ BARG¹, BEAT HINTERMANN² UND
VICTOR VALDERRABANO¹

Die akute OSG-Distorsion ist die häufigste Sportverletzung überhaupt (1). In 10 bis 20 Prozent der Fälle resultiert daraus eine chronische Sprunggelenksinstabilität, welche oft einer chirurgischen Therapie bedarf (2). Gerade bei Sportlern ist die Frage nach der späteren Sportfähigkeit in der Therapie- und Patientenfürung entscheidend. Um den Weg zurück in den Sport erfolgreich bestreiten zu können, ist eine enge Patientenbetreuung und eine optimierte Nachbehandlung nach chirurgischer Therapie notwendig. Die vorliegende Arbeit möchte ein paar Ideen und Inputs für nachbehandelnde Ärzte aufgreifen.

Merksätze

- ❖ Man kann den Heilungsprozess prinzipiell nicht beschleunigen, aber mit einer geeigneten Nachbehandlung positiv beeinflussen.
- ❖ Die Schwellung ist der Faktor, welcher die Rehabilitation und die Rückkehr in den Sport wahrscheinlich am meisten prägt.
- ❖ Entscheidend für den Rückgang der Schwellung ist das Hochlagern der operierten Extremität in den ersten postoperativen Wochen.

Operation: Ja oder Nein?

Während in den Achtzigerjahren jede akute OSG-Bandruptur operativ behandelt wurde, zeigten in den Neunzigerjahren mehrere wissenschaftliche Arbeiten, dass eine korrekte konservative Behandlung mit Distorsionsschutz und frühfunktioneller, neuromuskulärer Nachbehandlung den operativen Ergebnissen vergleichbare Resultate liefert (3, 4). Dies führte dazu, dass in der Folge alle Bandrupturen konservativ behandelt wurden.

Neuere Studien konnten in einem hohen Evidenzgrad zeigen, dass mindestens 10 bis 20 Prozent der akuten Bandrupturen zu einer chronischen Instabilität (*Abbildung 1a bis 1c*) führen, und dass das Risiko nach konservativer Therapie höher ist, an Symptomen wie rezidivierenden Distorsionen, residuellen Schmerzen oder einem subjektiven Instabilitätsgefühl zu leiden (5). Dieselben Resultate zeigen sich auch in einer Cochrane-Metaanalyse (6) mit insgesamt 2562 Patienten aus zwölf Studien, die statistisch signifikante Vorteile für die chirurgische Therapie dokumentiert. Dies, kombiniert mit den ausgezeichneten operativen Resultaten, führt dazu, dass man heute bei Spitzensportlern die direkte Rekonstruktion von schweren Grad-III-Aussenbandläsionen oder Innenbandrupturen wieder empfiehlt.

Die Konstellation, dass die überwiegende Anzahl der akuten Rupturen konservativ therapiert wird und dass davon ein Teil insuffizient verheilt (d.h. eine konservative, physiotherapeutische Behandlung über mindestens 6 Monate keinen Erfolg zeigte, wahrscheinlich im Sinne eines Non-coping-Mechanismus), führt dazu, dass die grosse Mehrzahl der chirurgisch zu therapierenden Bandläsionen am OSG chronischer Natur sind.

Operationstechnik

Bezüglich Operationstechnik wurden sehr viele Methoden beschrieben, welche in offene und arthroskopische beziehungsweise anatomische und nicht anatomische Rekonstruktionsmethoden unterteilt werden.

Wir bevorzugen die offene Methode nach Broström-Gould, da damit eine direkte, anatomische Rekonstruktion des Bandapparates möglich ist, gegebenenfalls verknüpft mit einer Augmentation mit einem Periost- oder Retinaculumappen (7). Die nicht anatomischen Verfahren haben ein schlechteres Resultat bezüglich Sportfähigkeit (8). Insbesondere nicht anatomische Tenodesetechniken ergeben zwar ebenfalls eine

¹ Orthopädische Universitätsklinik, Universitätsspital Basel, 4031 Basel, Schweiz

² Orthopädische Klinik, Kantonsspital Liestal, Liestal, Schweiz



Abbildung 1a bis 1c: OSG-Arthroskopie bei chronischer OSG-Rotationsinstabilität.
 Abbildung 1a zeigt den Aussenknöchel mit der fehlenden Insertion des lateralen Bandapparates.
 Abbildung 1b ist der Blick in die laterale Ecke des OSG. Es zeigen sich eine vermehrte Aufklappbarkeit als Zeichen der Insuffizienz des lateralen Bandapparates und eine Synovialhyperplasie als Folge der chronischen Rotationsinstabilität.
 Abbildung 1c zeigt das mediale Malleolargelenk mit der fehlenden Insertion des medialen Bandapparates sowie die Verklippung als Zeichen der Insuffizienz.

sehr gute Stabilisierung der Inversion, jedoch haben Langzeitstudien gezeigt, dass durch die überhöhte Stabilität die Biomechanik des OSG verändert wird, was zu vermehrter Arthrose führt (9).

Nachbehandlung

Die Nachbehandlung beginnt bereits intraoperativ, indem man mit einer guten OP-Technik die optimale Ausgangslage für den Beginn der Nachbehandlung bereitet. Dazu gehören das aseptische Arbeiten, der schonende Umgang mit den umliegenden Weichteilen und eine ausreichende Blutstillung.

Vier Punkte prägen die Nachbehandlung nach Bandrekonstruktion am Sprunggelenk:

1. Wundheilung
2. Ligamentheilung
3. Schwellung
4. Belastbarkeit/Schmerz.

Diese Faktoren gelten selbstverständlich in ähnlicher Weise auch für andere orthopädische und fusschirurgische Eingriffe, wobei der Schwellung bei fusschirurgischen Eingriffen im Vergleich zu anderen orthopädischen Eingriffen ein besonderer Stellenwert zukommt.

Wundheilung und Narbenpflege

Die primäre Wundheilung ist entscheidend, um eine Wundinfektion oder störende Narben zu vermeiden. Dafür sollte die Hautnaht bis zur Fadenentfernung möglichst schonend behandelt werden. Sobald die Hautfäden entfernt und die Verkrustungen abgefallen sind, kann mit der Narbenmobilisation begonnen werden.

Mithilfe einer Narbensalbe (z.B. Kelimed®, Kelosoft®) oder einer Bodylotion soll die Narbe vorsichtig mechanisch mehrmals täglich massiert werden. Das reduziert Verklebungen der verschiedenen Hautschichten, und die Narbe wird schmal und geschmeidig. Die Hautnarbenheilung ist im Gange, solange die Narbe gerötet ist. Erst wenn sie nach mehreren Monaten weiss und reizlos geworden ist, ist ein Endzustand erreicht. So lange soll man sie auch vor Sonneneinwirkung schützen.

Die drei Etappen der Ligamentheilung

Die Hämostase und Inflammationsphase nimmt einige wenige Tage in Anspruch. Aus dem Hämatom und «blood clot», insbesondere den Thrombozyten, werden proinflammatorische Zytokine und Wachstumsfaktoren freigesetzt. Dies führt zu einem Einstrom von Immunzellen. Phagozyten



Abbildung 2: Schrittweise Rehabilitation. Es wird empfohlen, den nächsten Schritt der Rehabilitation erst in Angriff zu nehmen, wenn der Schritt davor problemlos erreicht ist. Diese schrittweise Rehabilitation ist deshalb hier symbolisch als Pyramide dargestellt. Sehr früh, gegebenenfalls vor Erreichen der Vollbelastung, kann parallel dazu mit Alternativtraining begonnen werden, welches das betroffene OSG weniger belastet (z.B. Aquajogging, Rumpfkrafttraining, Ruderergometer).

(z.B. Makrophagen) entfernen nekrotisches Gewebe und Débris. Neue Fibroblasten werden rekrutiert, und es kommt zu einer Angiogenese.

Die Hämostase und Inflammationsphase wird durch die Proliferations- und Fibroplasiephase abgelöst, welche einen Zeitraum von einigen Wochen in Anspruch nimmt. Während dieser Phase kommt es zur Bildung eines unorganisierten Granulationsgewebes durch Fibroblasten. Dabei wird sehr viel Kollagen III gebildet, die Matrixsynthese läuft auf Hochtouren.

Die Proliferations- und Fibroplasiephase wird von der Remodeling- und Maturationsphase abgelöst. Sie nimmt in der Regel mehrere Monate bis zu einem Jahr in Anspruch. Dabei kommt es unter physiologischen Belastungen zu einer Metaplasie und Anpassung an die Funktion. Es kommt zu einer Verschiebung in der Kollagenzusammensetzung von Kollagen III zu Kollagen I, und das Band erreicht allmählich eine normale Mikrostruktur und damit auch eine normale mechanische Funktion. Diese Metaplasie findet insbesondere auch dann statt, wenn zur ligamentären Rekonstruktion zusätzliches Gewebe verwendet wird wie Sehnengrafts (z.B. Plantarissehne, Gracilissehne) oder ein Periost- oder Retinaculumlappen. Es gibt sehr wenige wissenschaftliche Daten zum qualitativen und zeitlichen Verlauf dieser Metaplasie bei Bandrekonstruktionen am oberen Sprunggelenk. Das meiste Wissen stammt aus Studien zum vorderen Kreuzband und tierexperimentellen Studien. Davon abgeleitet scheint es, dass es mindestens zwölf Monate dauert, bis diese Metaplasie abgeschlossen und das rekonstruierte Band über Sharpey-Fasern stabil im Knochen verankert ist und seine mechanischen und sensorischen Eigenschaften voll wiederhergestellt sind (10, 11).

Dieser phasenhafte physiologische Heilungsprozess – getriggert und gesteuert durch viele Wachstumsfaktoren und Zytokine – unterscheidet sich nicht in Abhängigkeit davon, ob es sich um eine akute Bandruptur mit konservativer Therapie oder um den post-

operativen Heilungsablauf handelt. Zeitlich können die einzelnen Phasen interindividuell stark variieren, sowohl aufgrund unterschiedlicher Patientencompliance wie sicherlich auch aufgrund weiterer extrinsischer und intrinsischer Faktoren inklusive gewisser genetischer Dispositionen. Auch wenn man den Heilungsprozess prinzipiell nicht beschleunigen kann, so kann man ihn trotzdem mit einer geeigneten Nachbehandlung positiv beeinflussen.

Externe Stabilisierung während der Ligamentheilung

Bis eine suffiziente Stabilität des rekonstruierten Ligaments vorhanden ist, sollte ein Stress auf das Ligament vermieden werden. Sonst besteht die Gefahr einer Elongation oder einer erneuten Ruptur. Es wird darum empfohlen, für sechs Wochen die Plantarflexion im OSG auf maximal 20 Grad einzuschränken und die Eversion-Inversions-Bewegung des USG zu vermeiden. Um vor erneuten Distorsionen zu schützen, ist eine externe Stabilisierung für drei Monate wichtig (z.B. Künzli-Schuh, Aircast Walker, Vacoped), wobei für die weiteren sechs Wochen auch auf eine dreidimensional stabilisierende Orthese (z.B. Malleoloc) gewechselt werden kann. Während dieser Zeit soll unter kontrollierten Bedingungen therapeutisch ein sensomotorisches Aufbautraining ohne externe Stabilisation erfolgen, damit beim Weglassen der Stabilisation auch eine funktionelle, dynamische Stabilisation bereits aufgebaut wurde.

Wichtig ist für sechs Wochen eine nächtliche Schiene in 90-Grad-Stellung, da in physiologischer Nachtstellung der

Fuss plantarreflektiert ist und somit ein Zug auf das Ligamentum fibulotalare anterius und das Ligamentum fibulocalca-neare entsteht.

Schwellungsprophylaxe ist wichtig!

Die Schwellung ist der Faktor, welcher die Rehabilitation und die Rückkehr in den Sport wahrscheinlich am meisten prägt. Anders als an den höher gelegenen Gelenken ist am Fuss auch eine kleine Schwellung noch störend. Die propriozeptiven Informationen von der Planta pedis oder dem Sinus tarsi können so verändert sein, und das Tragen von speziellem Sportschuhwerk ist nicht möglich.

Durch die Schwerkraft sammelt sich die Schwellung am Fuss unten, und durch die «Herzferne» dauert es umso länger, bis das Hämatom oder die Schwellung abtransportiert ist. Hier gilt: «Wehret den Anfängen!» Wenn ein Patient nach zwei Monaten immer noch eine relevante Schwellung hat, ist diese viel schwieriger wegzubringen als direkt postoperativ.

Die Schwellungsprophylaxe beginnt mit einer guten Blutstillung intraoperativ. Direkt postoperativ kann man eine Kühlmanschette anlegen (z.B. Cryo-cuff) zur Schmerz- und Schwellungsreduktion. Die erfolgreichste Kryotherapie (Eiswasser besser als Eis) wird jeweils 10 Minuten intermittierend durchgeführt (12).

Nichtsteroidale Antirheumatika (z.B.: Diclofenac, Ibuprofen, Acemetacin, Mefenamensäure) haben zwar eine exzellente schmerzreduzierende Wirkung, sollen jedoch nur in den ersten Tagen eingesetzt werden. Durch die Blockade des Arachnidonsäurezyklus wirken sie antiinflammatorisch und bremsen so den Heilungsprozess in der Inflammationsphase und der Proliferationsphase.

Entscheidend für den Rückgang der Schwellung ist jedoch das Hochlagern der operierten Extremität in den ersten postoperativen Wochen. Hier lohnt es sich, am Anfang konsequent zu sein. Bei Verlaufskontrollen ist dies oft ein Faktor, der Auskunft über die Compliance gibt. Zu Hause kann der Patient neben dem Hochlagern zusätzlich mit kalten Quarkwickeln und Kneipp-Duschen (abwechselnd kaltes und warmes Abduschen des Fusses) den Schwellungsrückgang stimulieren. Mit Lymphdrainage kann man die Schwellung zusätzlich mobilisieren. Erst im späteren Verlauf (nach zwei bis drei Monaten) lohnt es sich, bei persistenten Problemen eventuell auch mit einem Unterschenkelstützstrumpf zu arbeiten. Dies ist jedoch in der Regel nur bei komplexen Fällen und nach Mehrfachoperationen notwendig.

Interessant ist der Schwellungsverlauf bei Wiederaufnahme der Belastung. Wenn in den Wochen sechs bis zwölf die normale Alltagsbelastung angestrebt wird, führt diese Belastungszunahme oft zu einer vermehrten Schwellung und zu Beschwerden, was von den Patienten subjektiv als Rückschritt wahrgenommen wird. Dies ist jedoch ein normaler Anpassungsprozess. Der Fuss und die Gewebe müssen sich der Belastung wieder anpassen und reagieren vorübergehend mit einer Schwellungszunahme. Nach drei Monaten geht diese dann schnell zurück (13).

Belastbarkeit und Schmerz

Die Belastbarkeit wird in erster Linie durch den Schmerz definiert. Dieser wiederum ergibt sich aus den drei vorangegangenen Faktoren der Wundheilung, Ligamentheilung

und insbesondere der Schwellung. Während bei isolierter Rekonstruktion des lateralen Bandapparats eine Vollbelastung prinzipiell möglich ist, wird bei kombinierter Rekonstruktion von lateralem und medialem Bandapparat in der Regel eine Teilbelastung von 15 kg für sechs Wochen empfohlen.

Bei inädaquat starkem Schmerzempfinden sind weiteren Anhaltspunkte für ein CRPS (complex regional pain syndrome) zu suchen, respektive auszuschliessen: kaltschweissiger Fuss, wiederholte Bläulichverfärbung und Kälteempfinden des Fusses, Verlust der Härchen, glänzige Haut. Therapeutisch ist dann der Belastungs- und Funktionsaufbau zu forcieren mit zusätzlicher medikamentöser Therapie: Calcitonin (Miacalcic®) und Ascorbinsäure (Vitamin C) (14, 15).

Nach erfolgreicher Wundheilung kann rasch mit alternativem Training begonnen werden: Aquajogging und Radfahren sowie jegliches Training, das den Fuss nicht belastet (z.B. Krafttraining von Rumpf und oberen Extremitäten). Um einen Krafrückgang der betroffenen Extremität zu vermeiden, stehen verschiedene Methoden zur Verfügung wie neuromuskuläre Elektrostimulation (16), Innervations-training des nicht operierten Beines (17) oder isometrische Innervationsübungen (18).

Erfahrungsgemäss kann das Tempo der Rehabilitation interindividuell stark variieren. Wenn man die einzelnen Rehabilitationsschritte als Treppe nach oben betrachtet, so soll der nächste Schritt erst in Angriff genommen werden, wenn der vorangegangene Schritt erfolgreich bewältigt wurde (schrittweise Rehabilitation) (Abbildung 2).

Nachbehandlung bei zusätzlicher Chirurgie

Die Nachbehandlung bei zusätzlichen chirurgischen Eingriffen richtet sich in der Regel nach diesen Zusatzeingriffen. Insbesondere Knorpelersatzverfahren und Korrekturosteotomien brauchen initial eine längere Ruhigstellungszeit. Dadurch kann das gesamte Rehabilitationsprogramm erst verzögert gestartet werden.

Komplikationen in der Nachbehandlung

Als spezifisches operatives Risiko wird die Läsion von Seitenästen des N. peroneus superficialis oder des N. suralis, welche im Operationsgebiet Anastomosen bilden können, angegeben (19). Eine persistierende ligamentäre Insuffizienz ist sehr selten und beruht in der Regel auf einer zu aggressiven (physiotherapeutischen) Nachbehandlung und Patienten-Incompliance.

Das Risiko einer erneuten Ruptur im Sinne einer Erstverletzung bleibt bestehen, vor allem bei persistierendem neuromuskulärem Defizit, Risikosportarten (z.B. Fussball, Basketball, Orientierungslauf, Rugby, Gymnastik) oder extrinsischen und intrinsischen Risikofaktoren (z.B. Pes cavovarus, inadäquates Schuhwerk).

«Return to sports»

Die Aussichten, nach einer operativen Bandrekonstruktion wieder das Niveau von vor der Verletzung zu erreichen, sind sehr gut, auch im Spitzensport. Bell et al. (20) berichten über exzellente Langzeitergebnisse 26 Jahre nach anatomischer Bandrekonstruktion. In der Cochrane-Metaanalyse (6) wird ebenso über gute und exzellente Resultate in 90 bis 95 Prozent der Fälle berichtet. Li et al. (21) haben über ein mittleres

Follow-up von 29 Monaten 52 Spitzenathleten nachkontrolliert, bei welchen eine konservative Therapie von schweren Aussenbandrupturen nicht erfolgreich war und die in der Folge operativ stabilisiert wurden. Dabei wurde in den funktionellen Tegner- und Karlsson-Scores nach ein und zwei Jahren das Niveau von vor der Verletzung wieder erreicht. Bemerkenswert ist dennoch, dass nach sechs Monaten noch nicht die volle Leistungsfähigkeit erreicht ist, sondern frühestens nach einem Jahr. Dies ist für die Patienten- und Athletenführung wichtig.

Zusammenfassung

Bei der Nachbehandlung nach operativer Rekonstruktion des OSG-Bandapparates sind folgende Faktoren besonders zu berücksichtigen: die ligamentäre Heilung, die Schwellung, der Schmerz und die Belastbarkeit. Die Langzeitresultate nach OSG-Bandplastik sind exzellent, und eine Rückkehr auf das Sportniveau von vor der Verletzung kann erwartet werden. ❖

Dr. André Leumann

Sportorthopädie

Orthopädische Universitätsklinik

Universitätsspital Basel

Spitalstrasse 21

4031 Basel

Tel. 061-265 78 00

Fax 061-265 78 29

E-Mail: aleumann@uhbs.ch

Interessenkonflikte: keine deklariert

Erstpublikation in: Schweizerische Zeitschrift für «Sportmedizin und Sporttraumatologie» 2012; 60 (2): 88–91. Nachdruck mit freundlicher Genehmigung von Autoren, Redaktion und Verlag. Leichte formale Anpassungen des Textes erfolgten durch die Redaktion ARS MEDICI.

Literatur:

- Holmer P, Sondergaard L, Konradsen L, Nielsen PT, Jorgensen LN: Epidemiology of sprains in the lateral ankle and foot. *Foot Ankle Int* 1994; 15: 72–74.
- Renström PA, Konradsen L: Ankle ligament injuries. *Br J Sports Med* 1997; 31: 11–20.
- Munk B, Holm-Christensen K, Lind T: Long-term outcome after ruptured lateral ankle ligaments. A prospective study of three different treatments in 79 patients with 11-year follow-up. *Acta Orthop Scand* 1995; 66: 452–454.

- Povacz P, Unger SF, Miller WK, Tockner R, Resch H: A randomized, prospective study of operative and non-operative treatment of injuries of the fibular collateral ligaments of the ankle. *J Bone Joint Surg Am* 1998; 80: 345–351.
- Pijnenburg AC, Bogaard K, Krips R, Marti RK, Bossuyt PM, Van Dijk CN: Operative and functional treatment of rupture of the lateral ligament of the ankle. A randomised, prospective trial. *J Bone Joint Surg Br* 2003; 85: 525–530.
- Kerkhoffs G, Handoll H, DeBie R, Rowe BH, Struijs PA: Surgical versus conservative treatment for acute injuries of the lateral ligament complex of the ankle in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2007; 18(2): CD000380.
- Valderrabano V, Wiewiorski M, Frigg A, Hintermann B, Leumann A: Direkte anatomische Bandrekonstruktion des lateralen Bandapparats bei chronischer lateraler Instabilität des oberen Sprunggelenks. *Unfallchirurg* 2007; 110: 701–704.
- Krips R, Brandsson S, Swensson C, Van Dijk C., Karlsson J (2002): Anatomical reconstruction and Evans tenodesis of the lateral ligaments of the ankle. Clinical and radiological findings after follow-up for 15 to 30 years. *J Bone Joint Surg Br* 2002; 84: 232–236.
- Krips R, Van Dijk C, Halasi T, Lehtonen H, Moyer B, Lanzetta A, Farkas T, Karlsson J (2000): Anatomical reconstruction versus tenodesis for the treatment of chronic anterolateral instability of the ankle joint: a 2- to 10-year follow-up, multicenter study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2000; 8: 173–179.
- Weiler A, Hoffmann RF, Bail HJ, Rehm O, Südkamp NP: Tendon healing in a bone tunnel. Part II: Histologic analysis after biodegradable interference fit fixation in a model of anterior cruciate ligament reconstruction in sheep. *Arthroscopy* 2002; 18: 124–135.
- Falconiero RP, DiStefano VJ, Cook TM: Revascularization and ligamentization of autogenous anterior cruciate ligament grafts in humans. *Arthroscopy* 1998; 12: 197–205.
- Bleakeley CM, McDonough SM, MacAuley DC, Bjordal J: Cryotherapy for acute ankle sprains: a randomised controlled study of two different icing protocols. *Br J Sports Med* 2006; 40: 700–705.
- Pagenstert G, Horisberger M, Leumann A, Wiewiorski M, Hintermann B, Valderrabano V: Distinctive pain course during first year after total ankle arthroplasty: a prospective, observational study. *Foot Ankle Int* 2011; 32: 113–119.
- Berthelot JM: Current management of reflex sympathetic dystrophy syndrome (complex regional pain syndrome type I). *Joint Bone Spine* 2006; 73: 495–499.
- Turner-Stokes L, Goebel A: Complex regional pain syndrome in adults: concise guidance. *Clin Med* 2001; 11: 596–600.
- Walls RJ, McHugh G, O’Gorman DJ, Moyna NM, O’Byrne JM: Effects of preoperative neuromuscular electrical stimulation on quadriceps strength and functional recovery in total knee arthroplasty. A pilot study. *BMC Musculoskeletal Disord* 2010; 11: 119.
- Bastani A, Hadlan MR, Talebian S, Bagheri H, Olyale GT: Modulation of the ipsilateral and contralateral H reflexes following ipsilateral mechanical pressure of the foot in normal subjects. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 2010; 50: 251–256.
- Brooks NE, Cadena SM, Vannier E, Cloutier G, Carambula S, Myburg KH, Roubenoff R, Castaneda-Sceppa C: Effects of resistance exercise combined with essential amino acid supplementation and energy deficit on markers of skeletal muscle atrophy and regeneration during bed rest and active recovery. *Muscle Nerv* 2010; 42: 927–935.
- Mann RA, Mann JA: Ankle ligament reconstruction: the Broström Procedure. Chapter 28: 232–234. In: *The Unstable Ankle*. Eds.: Nyska M, Mann G. Human Kinetics Publisher, Champaign, IL (USA) 2002.
- Bell SJ, Mologne TS, Sittler DF, Cox JS: Twenty-six-year results after Broström procedure for chronic lateral ankle instability. *Am J Sports Med* 2006; 34: 975–978.
- Li X, Killie H, Guerrero P, Busconi B: Anatomical reconstruction for chronic lateral ankle instability in the high-demand athlete. *Am J Sports Med* 2009; 37: 488–494.