

André Leumann¹, Monika Horisberger¹, Alexej Barg¹, Beat Hintermann², Victor Valderrabano¹

¹ Orthopädische Universitätsklinik, Universitätsspital Basel, 4031 Basel, Schweiz

² Orthopädische Klinik, Kantonsspital Liestal, Liestal, Schweiz

Nachbehandlung und Return to Sports nach Bandrekonstruktionen am oberen Sprunggelenk – eine Anleitung für den nachbehandelnden Arzt

Zusammenfassung

Patienten mit chronischer Instabilität des oberen Sprunggelenks, 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, Ligament-Heilung, Schwellung, Belastbarkeit und Schmerz des Fusses. Der vorliegende Artikel gibt eine Übersicht über die Nachbehandlung nach OSG-Bandrekonstruktion für den nachbehandelnden Arzt.

Abstract

Patients suffering chronic ankle instability who failed conservative treatment, need surgical reconstruction of the ankle ligaments. The level of return to sports after ligamentous reconstruction is very high. Therefore, in the postoperative patient care, several factors have to be addressed: wound healing, ligamentous healing, swelling, load bearing and pain of the ankle. This article gives an overview to postoperative treatment and rehabilitation after ankle ligament reconstruction for physicians being involved in postoperative care and rehabilitation.

Schweizerische Zeitschrift für «Sportmedizin und Sporttraumatologie» 60 (2), 88–91, 2012

Einleitung

Die akute OSG-Distorsion ist die häufigste Sportverletzung überhaupt (Holmer et al., 1994). In 10–20% resultiert daraus eine chronische Sprunggelenksinstabilität, welche oft einer chirurgischen Therapie bedarf (Renstrom et Konradsen, 1997). Gerade bei Sportlern ist die Frage nach der späteren Sportfähigkeit in der Therapiewahl und Patientenführung 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.

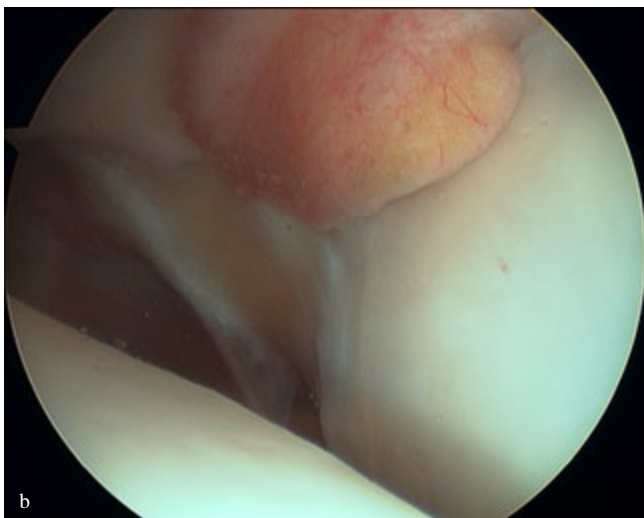
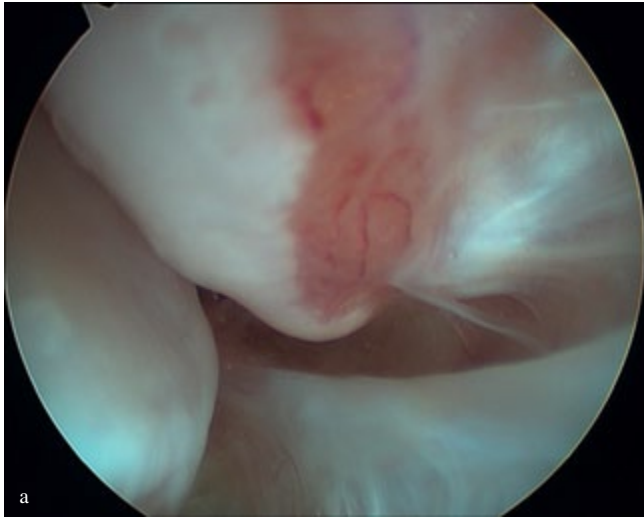
Operation

Während in den 80er-Jahren jede akute OSG-Bandruptur operativ behandelt wurde, zeigten in den 90er-Jahren mehrere wissenschaftliche Arbeiten, dass eine korrekte konservative Behandlung mit Distorsionsschutz und frühfunktioneller, neuromuskulärer Nachbehandlung vergleichbare Resultate zu den operativen Ergebnissen zeigt (Munk et al., 1995; Povacz et al., 1998). Dies führte dazu, dass in der Folge alle Bandrupturen konservativ behandelt wurden. Neuere Studien konnten in einem hohen Evidenzlevel zeigen, dass mind. 10–20% der akuten Bandrupturen in einer chronischen Instabilität (Abb. 1a–c) resultieren, und dass das Risiko nach konservativer Therapie höher ist, an Symptomen wie rezidivierenden Distorsionen, residuellen Schmerzen, oder einem subjektiven

Instabilitätsgefühl zu leiden (Pijnenburg et al., 2003). Dieselben Resultate zeigt auch die Cochrane Database Metaanalyse (Kerkhoffs et al., 2007) mit insgesamt 2562 eingeschlossenen Patienten aus 12 Studien, die signifikante Vorteile für die chirurgische Therapie sieht. 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 verheilen (d.h. eine konservative, physiotherapeutische Behandlung über mindestens 6 Monate keinen Erfolg zeigte [whs. im Sinne eines Non-coping-Mechanismus]), führt dazu, dass die überwiegende Mehrzahl der chirurgisch zu therapierenden Bandläsionen am OSG chronischer Natur sind.

Zur Operationstechnik wurden sehr viele Methoden beschrieben, welche in 1) offene und arthroskopische und 2) 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, ggf. verknüpft mit einer Augmentation mit einem Periost- oder Retinaculumlappen (Valderrabano et al., 2007). Die nicht-anatomischen Verfahren zeigen ein schlechteres Outcome bezüglich Sportfähigkeit (Krips et al., 2002). Insbesondere nicht-anatomische Tenodesetechniken zeigen zwar ebenfalls eine 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 (Krips et al., 2000).



Abbildungen 1a–c: OSG-Arthroskopie bei chronischer OSG-Rotationsinstabilität. Abbildung 1a zeigt den Aussenknöchel mit der fehlenden Insertion des lateralen Bandapparates. Abbildung 1b ist der Blick in der lateralen Ecke des OSG. Es zeigt 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 Verkipfung als Zeichen der Insuffizienz.

Nachbehandlung

Die Nachbehandlung hat ihren eigentlichen Beginn 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

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. Mit Hilfe 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. Solange soll man sie auch vor Sonneneinwirkung schützen.

Ligament-Heilung

Die Ligamentheilung gliedert sich in drei Etappen. Die Hämostase und Inflammationsphase nimmt einige wenige Tage in Anspruch. Aus dem Hämatom und blood-clot, insbesondere den Thrombozyten, werden pro-inflammatorische Zytokine und Wachstumsfaktoren freigesetzt. Dies führt zu einem Einstrom von Immunzellen. Phagozyten (z.B. Makrophagen) entfernen nekrotisches Gewebe und Debris. Neue Fibroblasten werden rekrutiert und es kommt zu einer Angiogenese. Die Hämostase und Inflammationsphase wird durch die Proliferations- und Fibroplasiaphase 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 Fibroplasiaphase wird von der Remodeling und Maturations-Phase 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 einem Shift 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 Sehnenrafts (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 12 Monate dauert, bis diese Metaplasie abgeschlossen ist, das rekonstruierte Band über Sharpey-Fasern stabil im Knochen verankert ist und seine mechanischen und sensorischen Eigenschaften voll wiederhergestellt sind (Weiler et al., 2002; Falconiero et al., 1998).

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 postoperativen Heilungsablauf handelt. Zeitlich können die einzelnen Phasen interindividuell stark variieren, sowohl aufgrund von unterschiedlicher

Patientencompliance, wie sicherlich jedoch 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.

Bis eine suffiziente Stabilität des rekonstruierten Ligaments vorhanden ist, sollte ein Stress auf das Ligament vermieden werden. Ansonsten besteht die Gefahr einer Elongation oder einer erneuten Ruptur. Es wird darum empfohlen, für 6 Wochen die Plantarflexion im OSG auf maximal 20° einzuschränken und die Eversion-Inversions-Bewegung des USG zu vermeiden. Um vor erneuten Distorsionen zu schützen, ist eine externe Stabilisierung für 3 Monate wichtig (z.B. Künzlischuh, Aircast Walker, Vacoped), wobei für die weiteren 6 Wochen auch auf eine dreidimensional stabilisierende Orthese (z.B. Malleoloc) gewechselt werden kann. Während dieser Zeit soll unter kontrollierten Bedingungen therapeutisch ein sensomotorisches Aufbaustraining ohne externe Stabilisation erfolgen, damit beim Weglassen der Stabilisation auch eine funktionelle, dynamische Stabilisation bereits aufgebaut wurde. Wichtig ist für 6 Wochen eine nächtliche Schiene in 90°-Stellung, da in physiologischer Nachtstellung der Fuss plantarflektiert ist und somit ein Zug auf das Ligamentum fibulotalare anterius und das Ligamentum fibulocalcaneare entsteht.

Schwellung

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 gegeben sammelt sich die Schwellung am Fuss unten, und durch die «Herz-ferne» dauert es umso länger bis das Hämatom oder die Schwellung abtransportiert ist. Hier gilt: «Wehret den Anfängen». Wenn ein Patient nach 2 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 Cryotherapie (Eiswasser besser als Eis) wird jeweils 10 Minuten intermittierend durchgeführt. (Bleakley et al., Br J Sports Med 2006). Nicht-steroidale Antirheumatika (z.B.: Diclofenac, Ibuprofen, Acemetacin, Mefenaminsäure) haben zwar eine exzellente schmerzreduzierende Wirkung, sollen jedoch nur in den ersten Tagen eingesetzt werden. Durch die Blockade des Arachnidsäurezyklus wirken sie anti-inflammatorisch 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 (abwechslungsweise kaltes und warmes Abduschen des Fusses) den Schwellungsrückgang stimulieren. Mit Lymphdrainage kann man die Schwellung zusätzlich mobilisieren. Erst im späteren Verlauf (nach 2–3 Monaten) lohnt es sich bei persistenten Problemen, evtl. auch mit einem Unterschenkel-Stützstrumpf 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 6 bis 12 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 3 Monaten geht diese dann schnell zurück (Pagenstert et al., Foot Ankle Int 2011).

Belastbarkeit / Schmerz

Die Belastbarkeit wird in erster Linie durch den Schmerz definiert. Dieser wiederum ergibt sich aus den drei vorangegangenen Faktoren der Wundheilung, Ligament-Heilung 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 6 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) (Berthelot, 2006; Tuner-Stokes et Goebel, 2011).

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 obere Extremität). Um eine Krafrückgang der betroffenen Extremität zu vermeiden, stehen verschiedene Methoden zur Verfügung wie neuromuskuläre Elektrostimulation (Walls et al., 2010), Innervationstraining des nicht operierten Beines (Bastani et al., 2010) oder isometrische Innervationsübungen (Brooks et al., 2010).

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 (Step-wise Rehabilitation). (Abb. 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 spezifische operative Risiken wird die Läsion von Seitenästen des N. peroneus superficialis oder des N. suralis, welche im Operationsgebiet Anastomosen bilden können, angegeben (Mann et Mann, 2002). 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,

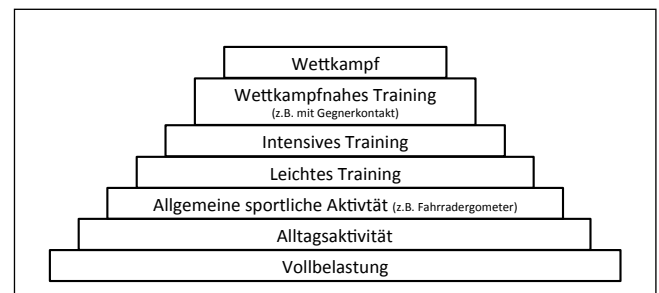


Abbildung 2: Step-wise Rehabilitation. Es wird empfohlen, den nächsten Schritt der Rehabilitation erst in Angriff zu nehmen, wenn der Schritt davor problemlos erreicht ist. Diese schrittweise Rehabilitation ist deshalb hier symbolisch als Pyramide dargestellt. Sehr früh, ggf. vor Erreichen der Vollbelastung,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

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 Vorverletzungs-Niveau zu erreichen, sind sehr gut, auch im Spitzensport. Bell et al. (2006) berichten über exzellente Langzeitresultate 26 Jahre nach anatomischer Bandrekonstruktion. In der Cochrane Metaanalyse (Kerkhoffs et al., 2007) wird ebenso über 90–95% gute und exzellente Resultate berichtet. Li et al. (2009) haben über ein mittleres Follow-up von 29 Monaten 52 Spitzenathleten nachkontrolliert, bei welchen eine konservative Therapie von schweren Aussenbandrupturen nicht erfolgreich war und welche in der Folge operativ stabilisiert wurden. Dabei wurde in den funktionellen Tegner und Karlsson Scores nach 1 und 2 Jahre das Vor-Verletzungs-Niveau wieder erreicht. Bemerkenswert ist dennoch, dass nach 6 Monaten noch nicht die volle Leistungsfähigkeit erreicht ist, sondern frühestens nach einem Jahr. Dies ist für die Patienten- und Athletenführung wichtig.

Zusammenfassung

In 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 vor Verletzungsbeginn kann erwartet werden.

Korrespondenzadresse:

Dr. André Leumann, Sportorthopädie, Orthopädische Universitätsklinik, Universitätsspital Basel, Spitalstr. 21, 4031 Basel, aleumann@uhbs.ch, Tel. +4161 265 7800, Fax +4161 265 7829

Literaturverzeichnis

Bastani A., Hadlan M.R., Talebian S., Bagheri H., Olyale G.R., (2010): Modulation of the ipsilateral and contralateral H reflexes following ipsilateral mechanical pressure of the foot in normal subjects. *Electromyogr. Clin. Neurophysiol.* 50: 251–256.

Bell S.J., Mologne T.S., Sitler D.F., Cox J.S. (2006): Twenty-six-year results after Broström procedure for chronic lateral ankle instability. *Am. J. Sports Med.* 34: 975–978.

Berthelot J.M. (2006): Current management of reflex sympathetic dystrophy syndrome (complex regional pain syndrome type I). *Joint Bone Spine.* 73: 495–499.

Bleakeley C.M., McDonough S.M., MacAuley D.C., Bjordal J. (2006): Cryotherapy for acute ankle sprains: a randomised controlled study of two different icing protocols. *Br. J. Sports Med.* 40: 700–705.

Brooks N.E., Cadena S.M., Vannier E., Cloutier G., Carambula S., Myburg K.H., Roubenoff R., Castaneda-Sceppa C. (2010): 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.* 42: 927–935.

Falconiero R.P., DiStefano V.J., Cook T.M. (1998): Revascularization and ligamentization of autogenous anterior cruciate ligament grafts in humans. *Arthroscopy.* 12: 197–205.

Holmer P., Sondergaard L., Konradsen L., Nielsen P.T., Jorgensen L.N. (1994): Epidemiology of sprains in the lateral ankle and foot. *Foot Ankle Int.* 15: 72–74.

Kerkhoffs G., Handoll H., DeBie R., Rowe B.H., Struijs P.A. (2007): Surgical versus conservative treatment for acute injuries of the lateral ligament complex of the ankle in adults. *Cochrane Database Syst. Rev.* CD000380.

Krips R., Van Dijk C., Halasi T., Lehtonen H., Moyon 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.* 8: 173–179.

Krips R., Brandsson S., Swensson C., Van Dijk C.N., 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.* 84: 232–236.

Li X., Killie H., Guerrero P., Busconi B. (2009): Anatomical reconstruction for chronic lateral ankle instability in the high-demand athlete. *Am. J. Sports Med.* 37: 488–494.

Mann R. A., Mann J.A. (2002): 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).

Munk B., Holm-Christensen K., Lind T. (1995) 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.* 66: 452–454.

Pagenstert G., Horisberger M., Leumann A., Wiewiorski M., Hintermann B., Valderrabano V. (2011): Distinctive pain course during first year after total ankle arthroplasty: a prospective, observational study. *Foot Ankle Int.* 32: 113–119.

Pijnenburg A.C., Bogaard K., Krips R., Marti R.K., Bossuyt P.M., Van Dijk C.N. (2003): Operative and functional treatment of rupture of the lateral ligament of the ankle. A randomised, prospective trial. *J. Bone Joint Surg. Br.* 85: 525–530.

Povacz P., Unger S.F., Miller W.K., Tockner R., Resch H. (1998): 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.* 80: 345–351.

Renström P.A., Konradsen L., (1997): Ankle ligament injuries. *Br. J. Sports Med.* 31: 11–20.

Turner-Stokes L., Goebel A. (2001) Complex regional pain syndrome in adults: concise guidance. *Clin. Med.* 11: 596–600.

Valderrabano V., Wiewiorski M., Frigg A., Hintermann B., Leumann A. (2007): Direkte anatomische Bandrekonstruktion des lateralen Bandapparats bei chronischer lateraler Instabilität des oberen Sprunggelenks. *Unfallchirurg.* 110: 701–704.

Walls R.J., McHugh G., O’Gorman D.J., Moyna N.M., O’byrne J.M. (2010): Effects of preoperative neuromuscular electrical stimulation on quadriceps strength and functional recovery in total knee arthroplasty. A pilot study. *BMC Musculoskeletal Disord.* 11: 119.

Weiler A., Hoffmann R.F., Bail H.J., Rehm O., Südkamp N.P. (2002): 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.* 18: 124–135.