



A biomechanika fontossága a bokasérülések kezelése során – irodalmi áttekintő és esetbemutató

Benedek Csaba¹, Király Ildikó¹, Sólyom Árpád², Bătagă Tiberiu²

Marosvásárhelyi Orvosi és Gyógyszerészeti Egyetem, ¹egyetemi hallgató, ²Ortopédiai és Traumatológiai Tanszék

Importanța biomecanicii în tratamentul leziunilor gleznei - breviar literar și prezentare de caz

Entorsa acută a gleznei este o afecțiune traumatică produsă printr-o mișcare forțată peste limitele fiziologice ce determină leziuni variate ale capsulei articulare și ligamentelor care stabilizează glezna, uneori și ale cartilajului articular, al domului talar și produce tulburări vasomotorii reflexe: hiperemie, tumefacție, durere, hemohidartroză. În literatura universală există mai multe studii în legătură cu identificarea, diagnosticul și tratamentul acestor leziuni. Toate aceste studii pun în prim plan tratarea adecvată a leziunilor primare prin restabilirea biomecanicii pentru prevenirea complicațiilor ulterioare mai grave, cum ar fi instabilitățile cronice, artroze posttraumatice sau impotențe funcționale severe. Scopul prezentului studiu este de a sublinia importanța refacerii axei biomecanice a articulației prin tratamentul chirurgical și prin susținerea informațiilor luate din literatura universală cu cazuri clinice proprii. Prin studiul datelor prezentate în diferite surse literare și demonstrarea acestora prin cazuri clinice, am ajuns la concluzia că, pentru un tratament adecvat trebuie iese în primul rând identificate leziunile primare ale părților moi, și ulterior tratate corespunzător. De asemenea trebuie pus un accent mai mare pe restabilirea biomecanicii normale a gleznei pentru a evita apariția complicațiilor tardive.

Cuvinte cheie: biomecanică, entorsă de glezna, leziuni ligamentare, reconstrucții ligamentare.

A kineziológia az a tudomány, amely az élő szervezetek mozgásával és a mozgásban résztvevő szerkezetek tanulmányozásával foglalkozik.

Benedek Csaba

535500 Gyergyószentmiklós - Gheorgheni
Cart. Florilor Bl.23/B/38

The importance of biomechanics in the treatment of ankle lesions - literature review and case report

Sprains are caused when the ligaments that hold the ankle joint together, are stretched beyond their own capacity. There are many studies published internationally that focus on identifying, diagnosing and treating these lesions. All of these studies focus on adequate treatment of primary lesions by restoring the normal biomechanics in order to prevent subsequent complications like chronic instabilities, post-traumatic osteoarthritis or severe functional impotence. The aim of our study is to underline the importance of normal biomechanics in managing ankle sprains by supporting the information found in international studies with our own clinical cases. By studying data found in these studies and demonstrating them with our clinical cases, we arrived at the conclusion that for an adequate treatment one must first identify the primary soft tissue lesions and then choose a correct surgical method to reestablish the normal biomechanical axis, rather than treating the later complications.

Keywords: biomechanics, ankle sprain, ligament lesion, ligament reconstruction, early treatment

Egyik ága a biomechanika, ami „az élőlények mozgását tanulmányozza, felhasználva a mechanika alapelveit” (Hatze, 1974). A biomechanika elméleti és matematikai eszközöket használ arra, hogy megérthessük az élőlények mozgását és azokat az erőket és mechanizmusokat, amik ezeket a mozgásokat létrehozzák, továbbá segít a kineziológia szakértőknek hatékonyabbá és biztonságosabbá tenni a különböző célú emberi mozgásokat [22].

Az ember egyedi anatómiai felépítéséből adódik, hogy ő az egyetlen két lábon helyváltoztatásra képes gerinces, akinél a testsúly egyenes vonalban terheli az alsó végtagot, és ezen belül a bokaízületet. Éppen ezért az egyik legsérülékenyebb pontja is az emberi szervezetnek. A sürgősségi szobába musculoskeletal sérülésekkel jövő betegek 25%-a bokasérülésekre panaszskodik. Ezeknek az eseteknek egy további 50%-a sporttevékenység következménye. Fong és mtsai. által végzett kutatás szerint 70 esetből 24 esetben a bokaízület volt a leggyakrabban sérült területe a testnek. A legtöbb bokarándulás a 35 év alatti korosztályt érinti, ezen belül is leggyakrabban a 15-19 éveseket. Az összes sportsérülés 40%-át teszik ki, és legfőképpen futballistákat, kosarasokat, futókat és teniszezőket érint [12, 26].

A megfelelő diagnózis és kezelés nélkül a bokarándulások következményeként kialakulhatnak a krónikus ízületi instabilitások, artrózisok, illetve egyéb idült szövődmények. A nagy pénzügyi kerettel dolgozó profi sportcsapatoknak nagy anyagi veszteséget jelenthet egy-egy kulcsjátékos hiánya sportsérülés miatt. Emellett, ezen sportolónak a bokaízületük sokkal nagyobb igénybevételnek van kitéve, mint az átlagpopulációnak és ez a plusz megterhelés egy potenciálisan rossz prognózist jelent ami a későbbi szövődmények kialakulását illeti [14]. Éppen ezért nagyon fontos időben felismerni és megfelelően nagy hangsúlyt fektetni a biomechanika visszaállítására a bokarándulások kezelése során.

Történelmi áttekintés

Az emberi mozgások tanulmányozása és ezen belül a járás elemzése több évszázados múltra tekint vissza. A mozgások megfigyelésen alapuló első tudományos elemzését Arisztotelész (i.e. 384 – 322) „Az állatok mozgásáról” című tanulmányában foglalta össze.

A reneszánsz polihisztor, Leonardo da Vinci (1452 – 1519) az emberi ízületek mozgásait mechanikai kapcsolatokkal próbálta modellezni, illetve az ő nevéhez fűződik az a megállapítás miszerint az izmok és a szalagok csak húzást képesek felvenni, irányuk megegyezik a kialakuló erők irányával. Galileo Galilei (1564 – 1642) mechanikai módszerekkel elemezte az ugrást, a lovak mozgását illetve vizsgálta a csontok szerkezetét, szilárdságát. Megállapításait „Az állatok mozgása” („De Animalium Motibus”, 1641) című műveiben foglalta össze. Isaac Newton (1642 – 1727) három mechanikai alaptörvényével lehetőség nyílt a mozgások komplex elemzésére.

A mozgások kísérleti elemzésében lényeges áttörést a XIX. század hozza. A Weber testvérek (Eduard 1795 – 1881, Wilhelm 1804 – 1891) 1836-ban publikálták „Az emberi járás mechanikája” („Die Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge”) című dolgozatukat, amely az emberi mozgás modernkori térbeli és időbeli elemzésének alapjainak tekinthető.

A két világháborúban a harcászati aknák csonkolásos sérülést okoztak. A művétagok ergonómiai szempontból optimális tervezéséhez elengedhetetlen volt a járás elemzése. Ebben az időben, Magyarországon Hetényi Miklós foglalkozott a járás biomechanikai elemzésével.

A mérési eszközök és a számítógép fejlődése, elterjedése robbanásszerű fejlődést hozott a biomechanikai kutatásokban. A mozgások kinematikai és kinetikai elemzése már nemcsak tudományos probléma, hanem a mindennapos gyógyításban, a diagnosztizálásban és a rehabilitációban is alkalmazzák [3].

Célkitűzés

A világirodalomban megjelentetett szakkikketek és klinikai eseteket tanulmányozva, illetve a marosvásárhelyi I.-es számú Ortopédia – Traumatológia klinika betegállományát kivizsgálva próbáltunk rávilágítani a normális biomechanika visszaállításának fontosságára a bokasérülések kezelése során.

Anyag és módszer

A European Society of Sports Traumatology, Knee Surgery and Arthroscopy (ESSKA), Medscape és a Google scholar adatbázisát felhasználva szakdolgozatokat kerestünk a bokarándulások, ezek kezelése és a boka biomechanikája témakörökben, amelyek segítségével kiemelhetjük a bokarándulások kezelése során a normális biomechanika visszaállításának fontosságát.

Anatomo-patológiai szempontból a boka ízülete az, amelyik a legjobban kitett a rándulásoknak, mivel ez az az ízület, amelyre a teljes testsúly egyenes vonalban nehezedik. A tibio-talláris ízület szoros konformációja miatt csupán a flexiós-extenziós mozgásokat engedélyezi. A terep egyenlenségeihez való alkalmazkodás elősegítésére egy komplex inverziós (befe) vagy everziós (kifele) mozgást is végez egyrészt a tallo-calcaneális ízület (supinatio-pronatio egy nyíl-irányú tengely mentén), másrészt pedig a tallo-scaphoideális

és calcaneo-cuboidális ízületek (abductio-adductio egy függőleges tengely mentén) segítségével [37].

Fontos a sérülés mechanizmusának ismerete, hiszen ez elősegíti az optimális kezelés kidolgozását és a további sérülések prevencióját. A bokarándulások esetében a sérülés egy közvetett trauma következménye: egy hirtelen mozdulat az ízületet összetartó szalag rendszert épp elernyedtt állapotban találja, emiatt a boka egy inverziós vagy everziós torziós mozgást végez, aminek az ereje meghaladja a szalagrendszer normális nyújthatóságát. Ez az érintett szalagok nyúlásához, vagy súlyosabb esetben, a szakadásukhoz vezet.

Az inverziós mechanizmus során egy erőltetett supinatio-adductio kombinált mozgás következményeként az elülső és hátsó tallo-fibuláris, valamint a calcaneo-fibuláris szalagok érintettek, míg az everzió esetén az erőteljes pronatio-abductio elmozdulás a delta szalag érintettségével jár. Utóbbi eset azonban ritkább, mivel a fibula distalis vége nem engedi a kifejezettebb pronatio mozgást (**1. ábra**) [2, 10, 41].

A megkérdezett betegek kórtörténete a fent említetthez hasonló mechanizmusról számol be: a fiatalabb és középkorú betegek nagy százaléka valamely sporttevékenység során egy hirtelen irányváltoztatás következtében szenvedett sérülést, amikor a test súlya a külbokát tartó szalagokra nehezedik (**3. ábra**) [28]. Az idősebb korosztály túlnyomó többsége télen jelentkezett a klinikán, a nem megfelelő járásviszonyok miatt csúsznak el és szenvednek bokarándulást [9].



1. ábra. Normális boka röntgenfelvétel: látható, hogy a fibula distalisabban végződik, emiatt ritkábbak az everziós sérülések

A sérülés pillanatában a betegek egy éles, hasító jellegű fájdalmat írnak le, amihez mozgásképtelenség és duzzanat társul. Utóbbit hematóma, vagy súlyosabb esetben hemarthrosis okozza [8].

Klinikai és terápiás szempontból két fajta rándulást különíthetünk el: vannak stabil rándulások, amikor az érintett szalagoknak csak egy része nyúlik meg. Ilyenkor az ízület stabilitása és normális működése megtartott, illetve a radiológiai leletek is normálisak. A másik rándulásfajta az instabil rándulások. Ebben az esetben az érintett szalagok részlegesen, vagy teljesen elszakadnak vagy kiszakíthatják a csontos tapadásukat is. Ilyenkor az ízületi instabilitás jelei mellett abnormális mozgásokat is észlelhetünk mind klinikailag, mind pedig radiológiailag.

A jó kórjóslat két dologtól függ: a sérülés milyenségének függvényében a megfelelő kezelés előírása és a beteg megfelelő együttműködése. Kutatásunk során ez utóbbi tényezőt tartjuk a fontosabbnak, hiszen a legtöbb beteg nem az első sérülés miatt jelentkezik az orvosnál, hanem a kialakult szövődmények miatt.

A leggyakoribb szövődmény, amivel a betegek felkeresik orvosukat a külbokaszalagok idült elégtelensége miatti boka instabilitás [31]. Ez nem más, mint egy nem megfelelően kezelt, vagy a kezelés be nem tartása miatt kialakuló szalag elongáció, ami miatt a felső ugróízület „nyitható”. A beteg bizonytalannak érzi a járását, főleg egyenetlen talajon és gyakran „kifordul” a bokája. Ilyenkor a bokatájék beduzzad és fájdalmas. A krónikus instabilitás határokat szabhat a beteg életvitelének és akadályozhatja a mindennapi teendők elvégzésében, főleg ha a beteg fizikai munkát végez. Ez egy nagy orvosi és szocioekonomiai probléma, mivel a kezelés és a munkából való hiányzás nagy költségekkel jár, emiatt nagyon fontos a prevenció vagy a primer sérülés megfelelő kezelése, a normális biomechanika visszaállítása [27].

E tény kiemeléséhez és illusztrálásához két klinikai esetet emelnénk ki:

Első esetünk egy 25 éves férfi, az elmúlt 13 évben hivatásos sportoló. Kórelőzménye egy két éve elszenvedett bokarándulásról számol be, ami miatt orvoshoz fordul. A az objektív vizsgálat során a bokatájék duzzadt, hematóma figyelhető meg, illetve felső ugróízület nyithatósága tapasztalható. Az orvos rögzítést és gyógyszeres kezelést ír fel, ennek ellenére a fájdalom és a duzzanat elmúltával a beteg, otthon leveszi a gipszrögzítőt és folytatja a sporttevékenységet. Másfél év után újra jelentkezik az orvosnál, instabilitás érzésre és gyakori „ficamra” panaszkodik. Az ekkor készült röntgenfelvétel (**2. ábra**)

arthrosis jeleit mutatja osteophita képződéssel és egy intraarticularis idegen testet tár fel. A beteg továbbra is elutasítja a kezelést.



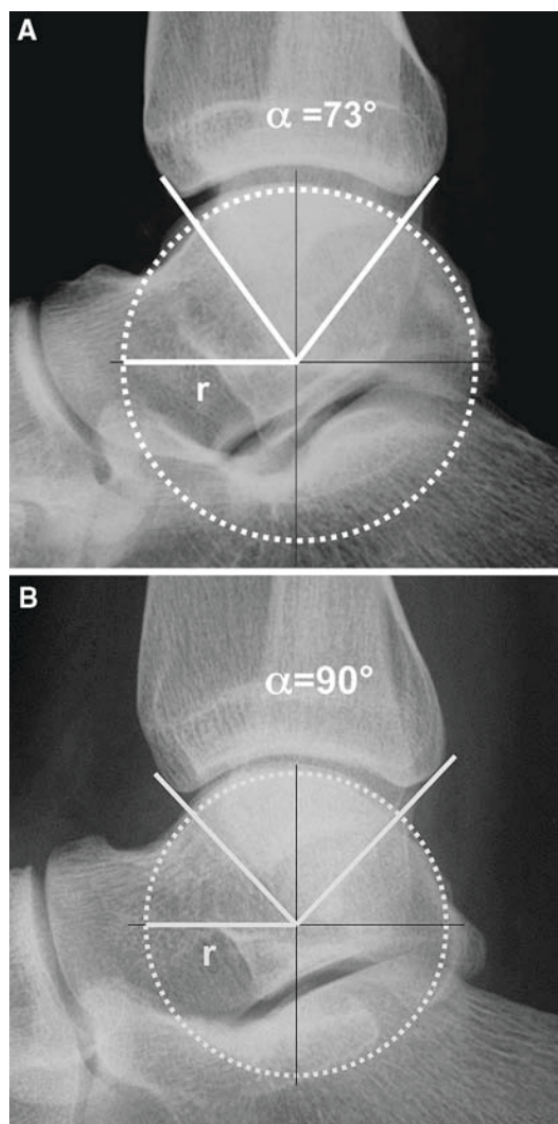
2. ábra. Röntgenfelvétel a sérülés után másfél évvel

Második esetünk egy 41 éves nőbeteg, aki egy esés következtében szenved bokarándulást. Másnap jelentkezik az orvosnál, bokatáji erős fájdalomra, duzzanatra és mozgásképtelenségre panaszskodik. A fizikai vizsgálat során a passzív mozgatásra a felső ugróízület fájdalom kíséretében nyitható. Radiológiai vizsgálatok során intraarticularis idegentest és a kórnak megfelelő arthrotikus elváltozások figyelhetők meg. A beteg beleegyezik a sebészi kezelésbe, amely során eltávolítják az idegentestet és az érintett szalagok varrásával zárják a műtétet. Műtét után 6 hétnyi gipszrögzítést írnak elő, ami után fizikai rehabilitációs terápia következik. Egy évvel a műtét után a beteg panaszmentes.

Eredmény

Az irodalmi adatok kimutatják, hogy a bokarándulások 85%-a az elülső fibulo-talláris szalagot érintik és a betegek mintegy 20-40%-ánál alakul ki krónikus instabilitás [6, 7, 13, 20]. Beynnon szerint a bokarándulások kialakulását intrinszik (pl. szalag laxitás vagy neuromusculáris szabályzás stb.) és extrinszik (cipő, a sport típusa és intenzitása, bemelgítés stb.) tényezők segítik elő [4]. Köztudott

tény, hogy a vállízület a nagy humerus fejjel és a kis íz vápával egy eléggé instabil ízület, míg a csípő, ahol az íz vápa nagyrészt fedi a combcsont fejét egy stabil ízületnek bizonyul. Éppen ezért Frigg és mtsai. összefüggést kerestek a bokaízületet alkotó csontok konfigurációja és boka stabilitása között. Kutatásuk során 52 krónikus instabilitásban szenvedő beteget és egy 52 egészséges emberből álló kontrollcsoportot vizsgáltak meg. Oldalirányú röntgenfelvételeken két paramétert vizsgáltak (3. ábra): a tallus sugarát (a trochlea talli görbületét meghosszabbítva kapott kör sugara) és a tibio-talláris, ún. α -szektort (a fent említett kör középpontjából indított egyenesek, amelyek érintik a tibia elülső és hátsó szélét, által bezárt szög).



3. ábra. Frigg és mtsai. által mért paraméterek: α -szög és a tallus sugara

A klinikai eredmények azt mutatták, hogy a krónikus instabilitásban szenvedő betegeknek számottevően nagyobb volt a tallus sugara ($21,2 \pm 2,4$ mm) mint az egészséges egyéneké ($17,7 \pm 1,9$ mm). Ugyanakkor az instabilitásban szenvedő betegeknek kisebb volt az α -szektoruk ($800 \pm 5,110$) mint a velük egykorú, egészséges embereké ($88,40 \pm 7,20$). Ezen adatok birtokában feltevődött a kérdés, hogy ez a kis anatómiai különbség (3,5 mm-el nagyobb sugár és 8,40-al kisebb α -szektor), miért határvonal a stabil és instabil bokák között. Ezt megválaszolandó, egy kétdimenziós, biomechanikailag analizálható modellt dolgoztak ki, amely segítségével vizsgálhatták a klinikai adatokat. A klinikailag meghatározott értékek segítségével kiszámították, hogy a luxációs erő (FL) számottevően alacsonyabb volt a krónikus instabilitásban szenvedőknél (0,84 FBW – testsúly nehézségi erő $- \pm 0,08$ SD), mint az egészséges egyéneknél (0,98 FBW $\pm 0,13$ SD). Ugyanakkor kiszámították azt az energiamennyiséget is, ami szükséges egy boka dislocatiojához. Azt találták, hogy egy instabil boka esetében $0,24$ J/N ($\pm 0,029$ SD), míg egy egészséges bokánál $0,28$ J/N ($\pm 0,045$ SD) energia szükséges a dislocatiohoz. Ez azt jelenti, hogy 13,7%-al kisebb erő, és 17,4%-al kevesebb energia is elegendő egy instabil boka luxálásához mint egy egészséges, vagy megfelelően kezelt boka esetében [11].

Megbeszélés

A bokarándulások az egyik leggyakoribb sérülések közé tartoznak, amelyekkel sürgősségi szobában találkozhatunk [36]. A sérülések időben való, helyes felismerése kulcsfontosságú a további kezelés szempontjából.

A lágyrész léziókat súlyossági fokuk alapján szoktuk osztályozni:

- első fokú sérülésnél enyhe szalagnyúlásról beszélhetünk, ahol nincsen semmilyen féle makroszkópos elváltozás vagy ízületi instabilitás;
- a második fokozatba a részleges szalagszakadást soroljuk be, mely enyhe duzzanattal és fájdalommal járhat. Emellett funkcionális korlátozottság és enyhe fokú instabilitás tapasztalható és a betegek nem, vagy csak enyhén tudják terhelni bokájukat;
- harmadfokú sérülésnél a szalagok teljesen elszakadnak, ami nagy fájdalommal és kifejezett duzzanattal, hematómával jár. Teljes mozgásképtelenség és súlyos instabilitás tapasztalható [1, 5, 15].

A szalaggyógyulásnak három fő fázisát különíthetjük el: első a gyulladásos fázis (sérüléstől számított 10 napig), második a proliferációs fázis (4.-8. hét) és végül remodellációs fázis (egy évvel a sérülés után) [18].

A világirodalom több kezelés típust ajánl, elkezdve a műtéttől és immobilizációtól egészen a fászlival való funkcionális kezelésig, vagy épp a különböző ortézisek és nem szteroid gyulladáscsökkentő gyógyszerek használatáig [6, 7, 17, 19, 29, 34, 38]. Ennek ellenére a tanulmányok kimutatták, hogy a bokasérülések sokkal súlyosabbak, mint azt korábban gondolták, hiszen sok betegnél krónikus szövődmények alakulnak ki [13, 20, 35, 39, 40]. Emellett bebizonyosodott, hogy a hivatásos sportolók esetében kétszer nagyobb a recidiva veszély egy évvel a primer sérülést követően, illetve Malliaropoulos kimutatta, hogy az alacsonyabb fokú laterális rándulások sokkal nagyobb számban recidiválnak, mint a nagyobb fokúak [25, 33].

Kerkhoff és mtsai. összehasonlították a műtéti kezelés sikerességét a konzervatív kezeléssel és rájöttek, hogy a műtéti kezelés hosszú távon sikeresebb, továbbá a hivatásos sportolók hamarabb visszatérhettek a játékhoz amennyiben szalag rekonstrukciós műtéten estek át [24].

Ugyancsak Kerkhoff és mtsai. vizsgálták a funkcionális kezelés hatását ellentétben a rögzítéssel. Több ok miatt a funkcionális vizsgálat jobbnak bizonyult például a funkcionális kezelésben részesült sportolók hamarabb visszatérhettek a játékhoz. Ugyanígy az átlag populáció hamarabb visszatérhetett a munkahelyére, illetve a társtünetek is hamarabb javultak, így a gyulladás, a duzzanat és nem utolsósorban a fájdalom [23].

Pihlajamäki és mtsai. 3-ad fokú lágyrész léziót szenvedett betegeken vizsgálták a műtéti szalagvarrat + 6 hét immobilizáció terápiás sémát szemben a funkcionális kezeléssel és azt tapasztalták, hogy 15 műtött betegből 1 esetben, míg 18 funkcionális kezelésben részt vett betegből 7-nél történt recidiva [30].

Takao és mtsai. két csoportra osztották betegeiket: egyik csoport esetében szalagvarratot hajtottak végre, ami után funkcionális terápia következett, míg a másik csoportban levő betegek csak funkcionális terápiában vettek részt. A 132 funkcionális kezelést kapott betegből 8 esetben fedeztek fel krónikus instabilitást 2 évvel a sérülés után, szemben a sebészi kezelésben részesült betegekkel, ahol azonban egy esetben sem tapasztaltak krónikus szövődményeket [32].

Következtetések

A fenti esetek és irodalmi adatok jól illusztrálják a szövődmények kialakulását és időbeni romlását a nem megfelelően kezelt esetekben. A normális működéshez elengedhetetlen az ízületet összetartó szalagrendszer egységessége, ellenkező esetben a kóros mozgások miatt abnormálisan kopnak az ízületi felszínek és post traumás arthrosis, valamint krónikus instabilitás kialakulásához vezet [16]. Ennek megelőzése érdekében a primer rándulást stádiumától függően ortopédiai vagy sebészti megoldásokkal szanálni kell. A kezelés lényege és célja tulajdonképpen a sérülés előtti biomechanika visszaállítása, ami által a beteg visszanyerheti mozgásszabadságát és a sérülés előtti állapothoz térhet vissza [21].

Irodalom

- Antonescu D., Barbu D., Niculescu D. L. et al. - Elemente de ortopedie și traumatologie – curs pentru studenți, Universitatea de Medicină și Farmacie „Dr. Carol Davila” București, 2004.
- Bahr R., Bahr I.A. - Incidence of acute volleyball injuries: a prospective cohort study of injury mechanisms and risk factors. *Scand J Med Sci Sports*, 1997, 7:166–171.
- Benke J. - Az orvostudomány története, Medicina kiadó, Budapest, 2007, 978-963-226-117-1.
- Beynon B.D. - Predictive factors for lateral ankle sprains: a literature review. *J Athl Train*, 2002, 37:376–380.
- Bracilović A. - Ankle Injuries, *Essential Dance Medicine Musculoskeletal Medicine* 2009, pp 43-61.
- Brand R.L., Collins M.D., Templeton T. - Surgical repair of ruptured lateral ankle ligaments. *Am J Sports Med*, 1981, 9:40–44.
- Brostrom L. - Sprained ankle V - treatment and prognosis. *Acta Chir Scand*, 1966, 132:537–550.
- Dandy D. J., Edwards D. J. - *Essential orthopaedics and trauma* – Fifth edition, Churchill Livingstone Elsevier London, 2009, 978-0-443-06717-4.
- Doherty C., Delahunt E., Caulfield B. et al. - The Incidence and Prevalence of Ankle Sprain Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis of Prospective Epidemiological Studies, *Sports Medicine* January 2014, Volume 44, Issue 1, pp 123-140.
- Ekstrand J., Gillquist J. - Soccer injuries and their mechanism: a prospective study. *Med Sci Sports Exerc*, 1983, 15:367–370.
- Frigg A., Frigg R., Hintermann B. et al. - The biomechanical influence of tibio-talar containment on stability of the ankle joint, *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* (2007) 15:1355–1362.
- Fong D.T.P., Hong Y., Chan L.K. et al. - A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. *Sports Med*, 2007, 37(1):73–94.
- Freeman M.A. - Instability of the foot after injuries to the lateral ligament of the ankle. *J Bone Joint Surg*, 1965, 47B:669–677.
- Gerber J.P., Williams G.N., Scoville C.R. et al. - Persistent disability associated with ankle sprains: a prospective examination of an athletic population. *Foot Ankle Int*, 1998, 19(10):653–660.
- Halasi T., Kynsburg A., Tallay A. - Development of a new activity score for the evaluation of ankle instability. *Am J Sports Med*, 2004, 32:899–908.
- Herb C., Hertel C. - Current concepts on the pathophysiology and management of recurrent ankle sprains and chronic ankle instability, *Curr Phys Med Rehabil Rep* (2014) 2:25–34.
- Hempfling H. - *Arthroscopy – diagnosis and therapy*, BG Unfallklinik, Germany, 1990.
- Houglum P.A. - Soft tissue healing and its impact on rehabilitation. *J Sport Rehabil*, 1994, 1:19–23.
- Kakwani R., Siddique M. - Sprained Ankles. VI. Surgical Treatment of Chronic Ligament Ruptures, *Classic Papers in Orthopaedics* 2014, pp 233-235.
- Karlsson J., Bergstern T., Peterson L. - Reconstruction of the lateral ligaments of the ankle for chronic lateral instability. *J Bone Joint Surg*, 1988, 70A:581–588.
- Kemler E., van de Port L., Backx F. et al. - A Systematic Review on the Treatment of Acute Ankle Sprain, *Sports Medicine* March 2011, Volume 41, Issue 3, pp 185-197.
- Knudson D. - *Fundamentals of Biomechanics* - Second Edition, Springer, 2007, 978-0-387-49312-1.
- Kerkhoffs G.M.M.J., Rowe B.H., Assendelft A.J.J. et al. - Immobilisation and functional treatment for acute lateral ligament injuries in adults, *Cochrane Database Syst Rev* Issue 3, 2002, Art. No. CD003762.
- Kerkhoffs G.M.M.J., Handoll H.H.G., de Bie R. et al. - Surgical vs. conservative treatment for acute injuries of the lateral ligament complex in adults. *Cochrane Database Syst Rev* Issue 2, 2007, Art. No. CD000380.
- Malliaropoulos N., Ntessalen M., Papacostas E. et al. - Reinjury after acute lateral ankle sprains in elite track and field athletes. *Am J Sports Med*, 2009, 37(9):1755–1761.
- Milgrom C., Shlamkovitch N., Finestone A. et al. - Risk factors for lateral ankle sprains: a prospective study among military recruits. *Foot Ankle*, 1991, 12:26–30.
- Miyamoto W., Takao M., Matsushita T. - Anterior fibrous bundle: a cause of residual pain and restrictive plantar flexion following ankle sprain, *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* (2013) 21:1385–1389.
- Nilsson S. - Sprains of the lateral ankle ligaments II. Epidemiological and clinical study with special reference to different forms of conservative treatment. *J Oslo City Hosp*, 1983, 33:13–36.
- Petersen W., Rembitzki I., Rembitzki A. et al. - Treatment of acute ankle ligament injuries: a systematic review, *Arch Orthop Trauma Surg* (2013) 133:1129–1141.
- Pihlajamäki H., Hietaniemi K., Paavola M. et al. - Surgical versus functional treatment for acute ruptures of the lateral ligament complex of the ankle in young men: a randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am*, 2010, 92(14):2367–2374.
- Stephenson D., Charlton T., Thordarson D. - Ankle Instability, *International Advances in Foot and Ankle Surgery* 2012, pp 169-178.
- Takao M., Miyamoto W., Matsui K. et al. - Functional treatment after surgical repair for acute lateral ligament disruption of the ankle in athletes. *Am J Sports Med*, 2012, 40(2):447–451.
- van den Bekerom M., Kerkhoffs G., McCollum G. et al. - Management of acute lateral ankle ligament injury in the athlete, *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* (2013) 21:1390–1395.

34. van den Bekerom M., Sjer A., Somford M. et al. - Non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) for treating acute ankle sprains in adults: benefits outweigh adverse events, *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014.
35. van Rijn R.M., van Os A.G., Bernsen R.M.D. et al. - What is the clinical course of acute ankle sprains? A systematic literature review. *Am J Med*, 2008, 121:324–331.
36. Verhagen R.A., de Keizer G., van Dijk C.N. - Long-term follow-up of inversion trauma of the ankle. *Arch Orthop Trauma Surg*, 1996, 114(2):92–96.
37. Vízkelety T., Szendrői M. - *Ortopédia*, Springer Hungarica Kiadó Kft., 1996, 963-699-0042.
38. Witjes S., Gresnigt F., van den Bekerom M. et al. - The ANKLE TRIAL (ANKLE Treatment after Injuries of the Ankle Ligaments): what is the benefit of external support devices in the functional treatment of acute ankle sprain?: a Randomised Controlled Trial, Witjes et al. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2012, 13:21.
39. Wähnert D., Grüneweller N., Evers J. et al. - An unusual cause of ankle pain: fracture of a talocalcaneal coalition as a differential diagnosis in an acute ankle sprain: a case report and literature review, Wähnert et al. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2013, 14:11.
40. Wikstrom E., Hubbard-Turner T., McKeon P. - Understanding and Treating Lateral Ankle Sprains and their Consequences, *Sports Medicine* June 2013, Volume 43, Issue 6, pp 385-393.
41. Ziai P., Benca E., Skrbensky G. et al. - The role of the medial ligaments in lateral stabilization of the ankle joint: an in vitro study, *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2013.