

SAAPASKIPSI BIOHAJOAVASTA MATERIAALISTA

Joni Hirsimäki
Tutkielma
Lääketieteen koulutusohjelma
Itä-Suomen yliopisto
Terveystieteiden tiedekunta
Lääketieteen laitos / kirurgia
Joulukuu 2014

ITÄ-SUOMEN YLIOPISTO
Terveystieteiden tiedekunta
Lääketieteen koulutusohjelma
HIRSIMÄKI, JONI: Saapaskipsi biohajoavasta materiaalista
Opinnäytetutkielma, 19 sivua
Opinnäytetyön ohjaaja: professori Jari Salo
Joulukuu 2014

Avainsanat: nilkka, murtuma, immobilisaatio, kipsi, ortoosi, ortopedinen väline, ortopedinen fiksaatiomateriaali.

Jalan ja nilkan immobilisaatio toteutetaan yleensä sirkulaarisella kipsillä tai tukea antavalla ortoosilla. Perusvaatimuksina on nilkan luotettava tuenta ja kipsin tai ortoosin riittävä kestävyys, joka sallii täyspainovarauksen.

Woodcast® on uusi, vapaasti 3D-muotoiltava myrkytön kipsimateriaali, joka on riittävän vahva ja kestävä käytettäväksi lastana tai kipsinä. Tutkimuksen tavoitteena oli testata uuden pohkeen vapaaksi jättävän saapaskipsimallin kliininen toimivuus.

Yhteensä kolmekymmentä nilkkamurtuma- ja luudutusleikkauspotilasta rekrytoitiin tutkimukseen. Käytössä oli kaksi erilaista kipsimallia: avattava ortoosi ja umpinainen saapaskipsi. Kaikki murtumat ja luudutetut nivelet parantuivat hyvin, eikä vakavia post-operatiivisia komplikaatioita esiintynyt. Potilaiden tyytyväisyys oli korkea molemmissa ryhmissä vaikkakin ortoosi koettiin umpikipsiä mielekkäämmäksi.

Tulosten perusteella nilkan immobilisaatio voidaan toteuttaa onnistuneesti pohkeen auki jättävällä saapaskipsimallilla. Tulokset on julkaistu artikkelina (Novel ankle cast designs with non-toxic material, The Foot and Ankle Online Journal 7 (4): 5).

UNIVERSITY OF EASTERN FINLAND
Faculty of Health Science
School of Medicine, Surgery
HIRSIMÄKI, JONI: Novel ankle cast designs with non-toxic material
Thesis, 19 pages
Tutor: Jari Salo, professor
December 2014

Keywords: Ankle, fracture, immobilization, cast, orthosis, wood, orthopaedic equipment, orthopaedic fixation devices

Foot and ankle immobilization is usually based on circular support, either using casts or boot-like orthoses. Basic requirements for immobilization of the ankle region include reliable support and possibility of full weight bearing during healing.

Woodcast® is a novel, freely 3D mouldable cast material based on non-toxic components. The material is strong but light weight and can be used as a split or a cast. Our hypothesis was to test in a proof-of-concept type study, whether a new open cast design, leaving the calf area free can be clinically used in ankle immobilization.

Thirty patients with an acute ankle fracture or a recently performed ankle arthrodesis were recruited. Two different types of cast designs were used, one semi-rigid cast and one rigid cast. All fractures and arthrodesis healed well, with no major postoperative complications. Patient satisfaction was high in both groups and slightly higher in the semi-rigid group.

This study shows that the ankle area can be immobilized using a novel type of a very light weight Woodcast® material. By combining soft and hard wood composite materials, an optimal open cast design leaving the calf area free can be performed, allowing full weight bearing and reliable immobilizing of the ankle.

Sisälllys

1. Johdanto	5
2. Kipsauksen historia	6
3. Nilkkamurtumien hoitolinjat	7
3.1. Kirurginen	7
3.2. Konservatiivinen	7
3.2.1. Perinteiset saapaskipsit	7
3.2.2. Ortoosit	7
4. Tutkimusasetelma	8
5. Aineisto ja menetelmät	9
5.1. Potilasryhmä	9
5.2. Käytetyt kipsimallit	9
5.2.1. Umpinainen kipsi	9
5.2.2. Avattava ortoosi	11
6. Tulokset	13
7. Pohdinta	15
8. Johtopäätökset	17
Lähdeluettelo	18

1. Johdanto

Nilkkamurtumia on vuosisatoja hoidettu perinteisellä sirkulaarisella kipsimallilla. Kipsimateriaalit ovat olleet rajoittava tekijä kipsin muodon määrittämisessä ja lukuisia komplikaatioita liittyy jalan ympäri kiertävään saapaskipsimalliin. Woodcast-materiaali mahdollisti uudenmallisen pohkeen auki jättävän saapaskipsimallin kehittämisen. Lukuisten kokeilujen jälkeen löytyi malli, jonka saattoi ajatella sopivan kliiniseen käyttöön.

Uusi muotoilu edustaa uutta näkökulmaa saapaskipsimalleissa. Vapaaksi jäävä pohje sallii lihaspumpun toiminnan, eikä kompressiota pohkeen alueelle synny. Se myös mahdollistaa ultraäänitutkimuksen tehtäväksi pohkeen alueelle kipsihoidon aikana ilman, että kipsiä tarvitsee poistaa. Tarpeen vaatiessa potilas kykenee poistamaan kipsin itse ilman työkaluja.

Uudesta materiaalista valmistettu kipsi on tarkoitettu ensisijaisesti potilaille, joilla immobilisaatio on suunniteltu toteutettavaksi jäykällä saapaskipsillä. Materiaali on kovaa, mutta muotoiltavissa uudestaan tarpeen vaatiessa. Lisäksi se on täysin myrkytön ja biohajoava. Se haastaa lasikuitu- ja muovimateriaalit ominaisuuksiensa avulla.

Opinnäytetyössäni esitellään kipsauksen historiaa, yleisimmät nilkkamurtumien hoitolinjat sekä tutkimus, jossa uusi saapaskipsimalli testattiin kliinisessä käytössä. Nilkkaortooseja on markkinoilla lukuisia erilaisia ja olen pyrkinyt selventämään niiden jakoa keskenään.

2. Kipsauksen historia

Murtumien hoitoon on vuosituhansien ajan käytetty luonnonmateriaaleja, kuten puulastoja, kunnes vuonna 1852 Plaster-of-Paris-kipsimateriaalia (POP) käytettiin ensimmäisen kerran murtuman hoitoon. Epäorgaanista kalsiumpohjaista komponenttia oli perinteisesti käytetty rakennusten seinissä, mutta puuvillan avulla sitä voitiin käyttää raajan immobilisaatioon. Tämän mahdollisuuden hyödynsi lähes samanaikaisesti kaksi armeijan lääkäriä, hollantilainen Antonius Mathysen ja hänen venäläinen kollegansa Nikolai Pirogov. Kesti kauan ennen kuin ensimmäinen kaupallisesti saatavilla oleva POP oli markkinoilla (Cellona, Saksa 1932). POP tarjoaa riittävän jäykkyyden osapainovaraukselle vain, kun kipsikerros on riittävän paksu, mikä tekee kuitenkin kipsistä raskaan. Se on myös hauras eikä kestä vettä. Lasikuitu esiteltiin kipsausmateriaalina vuonna 1950. Se on kevyt, jäykkä ja kestävä vettä ja jatkuvaa mekaanista kuormitusta kävellessä paremmin kuin POP. Se on muotoiltavissa vaikkakin verkkomainen tukirakenne on osittain rajoittava tekijä. [1–3]

Nykyaikaiset ortopediset kipsit tehdään yleisesti synteettisistä materiaaleista, jotka sisältävät 25 % metyleeni-isosyanaattia (MDI). Isosyanaattien käyttöön liittyy kuitenkin terveyshaittoja. [4] Suomessa kehitetty biohajoava ja myrkytön Woodcast®-materiaali on ensimmäinen täysin myrkytön ja vapaasti muotoiltavissa oleva kipsausmateriaali. Sen lujuus mahdollistaa uudenlaisen ajattelun kipsaamiseen.

3. Nilkkamurtumien hoitolinjat

3.1. Kirurginen

Bi- ja trimalleolaariset nilkkamurtumat ovat epästabiileja murtumia ja leikkaushoito on usein indikoitu. Avoin reduktio ja sisäinen fiksaatio levyin ja ruuvein on yksi yleisimmistä leikkausmenetelmistä tiettyjen vammakriteereiden täytyessä. Post-operatiivisesti osa sairaaloista suosii kipsi-immobilisaatiota, kun taas toiset luottavat levytetyn murtuman stabiliteettiin ja käyttävät funktionaalista tukea tai jopa vapaata mobilisaatiota. [5–10]

3.2. Konservatiivinen

Nilkkamurtuman ollessa stabiili voidaan se hoitaa konservatiivisesti saapaskipsillä tai funktionaalisella tuella. [5–15]

3.2.1. Perinteiset saapaskipsit

Saapaskipsin ideana on immobilisoida nilkka 90 asteen kulmaan, ja suositeltu immobilisaatioaika on neljästä kuuteen viikkoa. Maailmalla tehdään edelleen laajasti perinteisiä kipsisaappaita, joissa materiaalina käytetään Plaster-of-Parisia. Lasikuitu on toinen yleinen materiaali vaikkakin sillä on todettuja terveydellisiä haittavaikutuksia sen käsittelijöiden joukossa. Nykyiset saapaskipsit tehdään synteettisistä materiaaleista, joissa on yhdistelty lasikuitua ja muovia. Saapaskipsin malli on aina sama huolimatta käytetystä materiaalista. Jalan ja säären alue on kauttaaltaan peitetty sirkulaarisesti laittamalla materiaalia useaan eri kerrokseen. [4–15]

3.2.2. Ortoosit

Useita valmiiksi muotoiltuja ortooseja on tullut markkinoille viime aikoina. Käyttöindikaatiot ovat lähinnä nilkan nyrjähdyksien hoidossa, mutta niiden käyttö myös nilkkamurtumien hoidossa on lisääntynyt. [11–15] Ortoosit voidaan käytännössä jakaa kahteen ryhmään: koviin ortooseihin, jotka immobilisoivat koko nilkan, ja funktionaalsiin tukiin, jotka sallivat osittain nilkan liikkeen hoidon aikana. Funktionaaliset tuet voidaan jakaa vielä keskikoviin (mm. Aircast) ja pehmeisiin tukiin (mm. Lace-Up-tuet), jotka sallivat jonkin verran nilkan plantaari- ja dorsifleksioliikettä, mutta estävät inversio- ja eversioliikkeen. [16]

4. Tutkimusasetelma

Vuonna 2010 suomalainen yritys, Onbone Oy, esitteli uuden puusta ja muovista tehdyn kipsimateriaalin (Woodcast®), joka on ekologinen, totaalisesti biohajoava ja muotoiltavissa kolmiulotteisesti (3D). Huoneenlämmössä materiaali on kovaa, mutta lämmitettäessä 62 asteeseen se on muotoiltavissa vapaasti. Jäähtyessään muotoilu onnistuu kunnes materiaalin lämpötila on 45–50 astetta. Kovuutensa ja muotoiltavuutensa vuoksi materiaali sopii hyvin käytettäväksi kipsimateriaalina. Woodcast on myrkytön ja muotoiltavissa ilman käsiaineita. Se kiinnittyy lämmitettynä hyvin sidoksiin ja pehmusteisiin kuitenkin tarttumatta ihoon. Myös monikerrosrakenteet onnistuvat materiaalilla hyvin sen kiinnittymisominaisuuksien vuoksi. Uudestaan lämmittäminen onnistuu ilman, että mekaanisia ominaisuuksia menetetään. Käytön jälkeen materiaali on kompostoitavissa.

Materiaali mahdollistaa uuden ajattelun nilkan immobilisaatiossa, siten että pohkeen seutu on avoin. Uusi kipsi on myös poistettavissa ilman työkaluja. Avoimen rakenteen vuoksi pehmytkudosten ja suonien reaaliaikainen seuranta on mahdollista hoidon aikana poistamatta kipsiä. Uudesta mallista tehtiin kaksi eri versiota: umpinainen saapaskipsi ja avattava ortoosi. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli vertailla malleja keskenään ja selvittää niiden soveltuvuutta kliiniseen käyttöön. Tutkimukselle haettiin Pohjois-Savon eettisen toimikunnan puolto ja toimialan tutkimusluvat.

5. Aineisto ja menetelmät

5.1. Potilasryhmä

Tutkimukseen rekrytoitiin kolmekymmentä potilasta. Sisäänottokriteereinä potilaan äidinkielen tuli olla suomi tai ruotsi, ikä välillä 0–90 vuotta, potilaalla tuli olla komplisoitumaton nilkkamurtuma tai elektiivisen nilkan luudutusleikkauksen jälkeinen kipsihoito. Poissulkukriteereinä olivat nilkan avomurtuma, muut samanaikaiset murtumat, aikaisempi murtuma tai toimenpide nilkan alueelle, monivamma potilas, ko-operaation alenema mistä tahansa syystä, maligniteetti tai yleistilaa huomattavasti alentava sairaus.

Leikkauksen jälkeen potilaiden immobilisaatio toteutettiin normaaleja kipsimateriaaleja käyttäen. Kaksi viikkoa leikkauksen jälkeen kipsi vaihdettiin joko avattavaan ortoosiin (ryhmä 1) tai umpinaiseen kipsiin (ryhmä 2). Kipsaajat olivat koulutettuja tekemään molempia malleja ja valittuun malliin vaikutti potilasmateriaalin sijaan eniten sairaala, jossa he työskentelivät.

5.2. Käytetyt kipsimallit

5.2.1. Umpinainen kipsi

Umpinainen saapaskipsi (kuva 1.) tehdään kahdesta 80 cm pitkstä WOODCAST 2 mm -levystä. Toinen levyistä levitetään nilkan ympärille u-mallisesti lateraalireuna edellä ja keskiosan tulee olla kantapään tasolla. Toinen pala leikataan vinosti kahteen osaan ja laitetaan hieman anteriorisemmin tukemaan TC-niveltä ja antamaan suojaa plantaarisesti.



Kuva 1. Umpinainen kipsi

5.2.2. Avattava ortoosi

Avattava ortoosi (Kuva 2.) on tehty 80 cm pitkstä WOODCAST 2 mm -Soft-levystä, 40 cm pitkstä WOODCAST 4 mm -levystä ja 15 cm WOODCAST 2 mm -levystä. WOODCAST 4 mm -levy tarjoaa mekaanista stabiliteettia ja Soft-tuotetta käytetään joustavuuden saavuttamiseksi. Lämmitetty materiaali levitetään vastaavalla tavalla kuten edellä. Materiaalin jäähtyttyä se poistetaan potilaan jalasta ja viimeistellään reunanauhoin ja Velcro-teipein.



Kuva 2. Avattava ortoosi

6. Tulokset

Yksikään potilaista ei keskeyttänyt tutkimusta. 13/30 nilkkamurtumapotilasta hoidettiin avattavalla ortoosilla (ryhmä 1). Umpinaista kipsiä käytettiin 17/30 potilaista (ryhmä 2), kymmenelle oli tehty luudutusleikkaus ja seitsemällä oli nilkan trauma. Ryhmän 1 keski-ikä oli 47,5 (nuorin 24-vuotias, vanhin 66-vuotias) ja ryhmässä 2 keski-ikä oli 50,1 (nuorin 24-vuotias, vanhin 76-vuotias). Kipsin asettamiseen käytetty aika oli enemmän riippuvainen kipsimestarin taidoista kuin käytetystä mallista. Immobilisaatioajassa ei ollut merkittäviä eroja ryhmien välillä (taulukko 1).

Kipsimestareiden raportoinnin mukaan komplikaatioita ei esiintynyt ryhmässä 1 vaikkakin yksi pehmeästä materiaalista valmistettu ortoosi halkesi pohjasta viimeisellä hoitoviikolla täyspainovarauksen aikana, mutta tästä ei aiheutunut potilaalle haittaa. 12/13 potilaista raportoi poistaneensa ortoosin vähintään kerran hoidon aikana omatoimisesti.

Kompikaatioita ilmeni ryhmässä 2. Kipsin muotoilu oli hankalaa yhdessä tapauksessa ja asettaminen koettiin hankalaksi kuudessa tapauksessa monikerrosrakenteen vuoksi. Kahden kipsin kohdalla raportoitiin materiaalin lämmittämisen kestävän liian kauan.

Potilaiden tyytyväisyys oli suuri molemmissa ryhmissä huolimatta havaituista ihokomplikaatioista ryhmässä 2. Maseeraatiota esiintyi 6/17 tapauksissa, paikallista puristusta 3/17 ja edellä mainittuja esiintyi samanaikaisesti 13/17 potilaista. Yksi umpinainen kipsi vaihdettiin kesken hoidon avattavaan ortoosiin kosteuden vuoksi hyvin tuloksin (taulukko 1). Ryhmässä 1 ei ollut ihokomplikaatioita. Postoperatiivisia infektioita ei raportoitu kummassakaan ryhmässä.

	Ryhmä 1 Avattava ortoosi (n=13)	Ryhmä 2 Umpinainen kipsi (n=17)
Ikä vuosina (KA ± SD)	47,5 ± 12,3	50,1 ± 14,5
Asettamisaika minuutteina (KA ± SD)	25,5 ± 12,8	15,2 ± 7,5
Immobilisaatioaika minuutteina (KA ± SD)	4,2 ± 0,90	3,9 ± 0,78
Trauma/elektiivinen <i>n</i>	13/0	7/10
Onnistunut immobilisaatio <i>n</i>	13/13	16/17
Komplikaatiot <i>n</i>	0/13	12/17

Taulukko 1. Tulokset

7. Pohdinta

Tutkimuksessa todettiin, että Woodcast-materiaalista tehdyllä uudenmallisella saapaskipsillä voidaan hoitaa nilkkamurtuma- ja luudutusleikkauspotilaita. Kaikki murtumat ja luudutetut nivelet parantuivat hyvin kaikilla potilailla.

Kipsimallit, joita tutkimuksessa käytettiin, keskittyvät immobilisoimaan jalan TC- ja ST-nivelen tasolla sallien vapaamman jalan etuosan käytön kävellessä. Kohdennettu immobilisaatio on mahdollista uuden kipsimateriaalin avulla, ja tutkimustulosten mukaan tällä saadaan aikaan riittävä stabiliteetti murtumien hoitamiseksi. Vaikutus paranemiseen on tässä vaiheessa vielä epäselvää. Akuuteissa nilkan nyrjähdyksissä (gradus II & III) toiminnalliset tuet näyttävät antavan paremman hoidollisen lopputuloksen kuin täysi immobilisaatio. [13,15] Voidaan olettaa, että tällainen uusi materiaali tarjoaa mahdollisuuden kehittää toiminnallinen tuki lähitulevaisuudessa.

WOODCAST 4 mm ja 2 mm -levyt ovat erittäin jäykkää materiaalia menettämättä silti keveyttään. Jopa 2 mm levystä valmistettu saapaskipsi vaikutti olevan riittävän vahva kestämään 120 kg painavan henkilön täyspainovarauksen. Kovaa materiaalia käytettäessä yksinään tulee kiinnittää huomiota hengittävyteen ja kipsin reunojen muotoiluun. Tulosten mukaan ihon maseroitumista ja paineongelmia voi esiintyä käytettäessä umpikipsiä. Käytettäessä pehmeän ja kovan materiaalin yhdistelmää (ryhmä 1) ei paine- tai iho-ongelmia esiintynyt. Näin korostuu huolellisen suunnittelun ja pehmusteiden tarve käytettäessä näitä uusia materiaaleja.

Sääriluun anteromediaalinen margo on alue, jossa pehmytkudoksen kerros on ohuimmillaan säären alueella. Tämä tarjoaa hyvän kontaktipinnan kipsille, mutta materiaalin tulee asettua tukevasti luuta vasten. Tutkimuksessa käytetyt kipsimallit hyödyntävät tämän pinnan käyttäen sitä ankkurina. Vaikka voimaa mittaavia antureita ei tässä tutkimuksessa käytetty, oletuksena kuitenkin on, että uusi malli on tukevampi verrattaessa perinteisiin saapaskipseihin. Yksikään potilas ei kokenut epämukavuutta tällä anteromediaalisella alueella, vaikka kovaa materiaalia olisi käytetty yksinään.

Kipsihoito tai kipsi itsessään voi aiheuttaa lukuisia erilaisia komplikaatioita. Painehaavaumat ovat yleisiä komplikaatioita, mikäli käytetään vääriä kipsaustekniikoita. Riski saada painehaavaumia kasvaa potilailla, jotka kärsivät ääreishermoston tai verisuonten sairauksista. Aitiopaineoireyhtymä voi kehittyä johtuen liian tiukasta kipsistä. [17] Immobilisaatio voi myös aiheuttaa nivelten

jäykkyyttä, lihasten surkastumista, ruston hajoamista, nivelsiteiden heikkenemistä ja osteoporoosia. [9] Syvä laskimotukos (SLT) on yksi yleisimmistä komplikaatioista alaraajan immobilisaatiossa, ja sen esiintyvyys on 1,1–20 % erityyppisten alaraajavammojen kipsihoidon aikana. [18] Tässä tutkimuksessa ei laskimotukoksia eikä muita merkittäviä komplikaatioita ilmaantunut. Potilaiden määrä tässä proof-of-concept-tutkimuksessa on liian alhainen, jotta voitaisiin tehdä suoria päätelmiä laskimotukosten esiintyvyydestä, mutta voidaan olettaa, että tämän tyyppinen kipsimalli, joka jättää pohkeen seudun vapaaksi, voi jopa pienentää laskimotukoksen riskiä. Avoin rakenne tarjoaa reaaliaikaisen mahdollisuuden ultraäänikuvantamiseen paranemisen aikana. Mikäli SLT:ta epäillään, FIDD voidaan mitata, mutta osassa sairaaloista SLT:n diagnostiikkaan käytetään mieluummin ultraäänikuvantamista. [19] Tällöin sirkulaarinen kipsi on poistettava.

Operoiduissa akillesjänteen repeämissä esiintyy usein haavakomplikaatioita. [20] Vaikka nämä repeämät on rajattu tutkimuksen ulkopuolelle, on selvää, että tällainen helposti irrotettava kipsimalli sopii hyvin näiden vammojen hoitoon. Yhtenä etuna olisi haavojen ja pehmytkudostilanteen seuranta reaaliaikaisesti poistamatta kipsiä.

8. Johtopäätökset

Tutkimus osoittaa, että uudesta myrkyttömästä biohajoavasta kipsimateriaalista valmistettu saapaskipsi on riittävän tukeva käytettäväksi nilkkamurtumien hoitoon. Ortoosilla hoidetut potilaat kokivat kipsin mukavaksi, eikä iho-ongelmia ilmennyt. Näyttää siltä, että umpikipsihoidon aikana maseroitunut iho elpyy vaihdettaessa kipsi avattavaan ortoosiin.

Tulosten mukaan on erittäin todennäköistä, että uudelle saapaskipsimallille on käyttöindikaatioita useissa eri nilkan alueen vammoissa. Näin ollen laajemmat tutkimukset jatkossa ovat perusteltuja.

Lähdeluettelo

- [1] Colditz J. Plaster of Paris: The Forgotten Hand Splinting Material. *J Hand Ther* 2002 Apr-Jun;15(2):144-57.
- [2] Lindfors NC, Salo J. A Novel Nontoxic Wood-Plastic Composite Cast. *Open Med Dev J* 2012; 4:1-5.
- [3] Runumi G, Utpal KN. Study of Effect of NCO/OH Molar Ratio and Molecular Weight of Polyol on the Physico-Mechanical Properties of Polyurethane Plaster Cast. *World Appl Sci J* 2013; 21(2):276-283.
- [4] Suojalehto H, Linström I, Henriks-Eckerman M-L, Jungwelter S, Suuronen K. Occupational asthma related to low levels of airborne methylene diphenyl diisocyanate (MDI) in orthopedic casting work. *Am J Ind Med* 2011 Dec;54(12):906-10.
- [5] Lee YS, Chen SW. Lateral fixation of open AO type-B2 ankle fractures: the Knowles pin versus plate. *Int Orthop* 2009 Aug;33(4):1135-1139.
- [6] Herscovici D, Scaduto JM, Infante A. Conservative treatment of isolated fractures of the medial malleolus. *J Bone Joint Surg* 2007 Jan;89(1):89-93.
- [7] Van Laarhoven CJHM, Meeuwis JD, Van Der Werken C. Postoperative treatment of internally fixed ankle fractures. *J Bone Joint Surg* 1996 May;78(3):395-9.
- [8] Egol KA, Dolan R, Koval KJ. Functional outcome of surgery for fractures of the ankle. *J Bone Joint Surg* 2000 Mar;82(2):246-9.
- [9] Halanski M, Noonan KJ. Cast and Splint Immobilization: Complications. *J Am Acad Orthop Surg* 2008 Jan;16(1):30-40.
- [10] Pakarinen H, Laine HJ, Ristiniemi J. Milloin nilkkamurtuman voi hoitaa ilman leikkausta? Stabiiliuteen perustuva nilkkamurtumaluokitus. *Duodecim* 2012;128:1770-6.
- [11] Dietrich A, Lill H, Engel T, Schönfelder M, Josten C. Conservative functional treatment of ankle fractures. *Orthop Trauma Surg* 2002 Apr;122(3):165-168.
- [12] Cooke MW, Marsh JL, Clark M, Nakash R, Jarvis RM, Hutton JL, Szczepura A, Wilson S, Lamb SE. Treatment of severe ankle sprain: a pragmatic randomised controlled trial comparing the clinical effectiveness and cost-effectiveness of three types of mechanical ankle support with tubular bandage. *Health Technol Assess* 2009 Feb;13(13).
- [13] Petersen W, Rembitzki IV, Koppenburg AG, Ellermann A, Liebau C, Brüggemann GP, Best R. Treatment of acute ankle ligament injuries: a systematic review. *Orthop Trauma Surg* 2013 Aug;133(8):1129-1141.

- [14] Wykes PR, Eccles B, Thennavan B; Barries JL. Improvement in the treatment of stable ankle fractures: an audit based approach. *Injury* 2004 Aug;35(8):799-804.
- [15] Polzer H, Kanz KG, Prall WC. Diagnosis and treatment of acute ankle injuries: development of an evidence-based algorithm. *Orthop Rev* 2012 Jan;4(2):22-32.
- [16] Gravlee JR, Van Durme DJ. Braces and splints for musculoskeletal conditions. *Am Fam Physician* 2007 Feb;75(3):342-8.
- [17] Pifer G. Casting and splinting: Prevention of complications. *Top Emerg Med* 2000;22:48-54.
- [18] Patil S, Gandhi J, Curzon I, Hui ACW. Incidence of deep-vein thrombosis in patients with fractures of the ankle treated in a plaster cast. *J Bone Joint Surg* 2007; 89:1340-3.
- [19] Kesieme E, Kesieme C, Jebbin N, Irekpita E, Dongo A. Deep vein thrombosis: a clinical review. *J Blood Med* 2011 Apr;2:59-69.
- [20] Roderik Metz R, Kerkhoffs G, Verleisdonk EJ, Van der Heijden GJ. Acute Achilles tendon rupture: minimally invasive surgery versus non operative treatment, with immediate full weight bearing. Design of a randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2007 Nov;8:108.