

# Syndesmoosin vamma ja kiinnitys supinaatio-ulkorotaatio-tyypin nilkkamurtumissa: Prospektiivinen randomisoitu tutkimus; neljän vuoden seurantatulokset

Tero Kortekangas<sup>1</sup>, Harri Pakarinen<sup>1</sup>, Tapio Flinkkilä<sup>1</sup>, Olli Savola<sup>1</sup>, Pasi Ohtonen<sup>3</sup>, Sannamari Lepojärvi<sup>2</sup>, Jaakko Niinimäki<sup>2</sup>, Jukka Ristiniemi<sup>1</sup>

Oulun yliopistollinen sairaala, Ortopedian ja traumatologian yksikkö<sup>1</sup>, Tukielin ja neurokirurgian vastuualue<sup>3</sup>, Radiologian klinikka<sup>2</sup>

A prospective randomized and controlled study of 140 patients with SER 4 ankle fractures. The 7.5-Nm standardized ER stress test for both ankles was performed; if it was positive, the patient was randomized to either syndesmosis transfixation or no fixation treatment groups. Outcome was assessed after a minimum of four years follow-up. Twenty four (17%) patients had positive stress tests after malleolar fixation. There was no statistically significant difference between the two randomization groups with regards to functional scores, pain or radiological findings. Relevant syndesmototic injuries are rare in supination–external rotation ankle fractures, and syndesmototic transfixation with a screw did not influence the functional outcome or pain compared with no fixation.

Lauge-Hansen (1) (Weber B) (2) supinaatio- ulkorotaatio (SER) vammamekanismilla syntyneet nilkkamurtumat ovat yleisin nilkkamurtumatyyppi (3,4). Syndesmoosin vaurioitumisen ajatellaan pääsääntöisesti liittyvän nilkan pronaatiovammojen seurauksena tullessiin korkeisiin pohjeluun murtumiin (1,4–8), mutta syndesmoosivammoja esiintyy myös pohjeluun alaosan murtumien yhteydessä (9–16). Vaurioitunut syndesmoosi voi aiheuttaa nilkkaniveleen epävakautta, ennen aikaista kulumista ja kipua (7,9,13) ja syndesmoosin kiinnitystä pidetään perusteltuna, mikäli potilaalla on todettu merkittävä syndesmoosin vamma.

Syndesmoosivamman havaitsemiseksi ei ole olemassa yleisesti hyväksyttyä vakiintunutta menetelmää (gold standard). Syndesmoosivamma on vaikea havaita leikkausta edeltävistä natiiviröntgenkuvista (17,18) ja diagnoosi varmistuu usein leikkauksen aikaisia testejä käyttäen (10,14–16,19–24). Jenkinson et al. (10) totesivat tutkimuksessaan, että leikkauksen aikainen 7.5-Nm ulkorotaatio vääntötesti lisää havait-

tujen syndesmoosin vammojen määrää SER-tyypin nilkkamurtumissa ja tämä standardoitu menetelmä voi olla muita menetelmiä tarkempi (10).

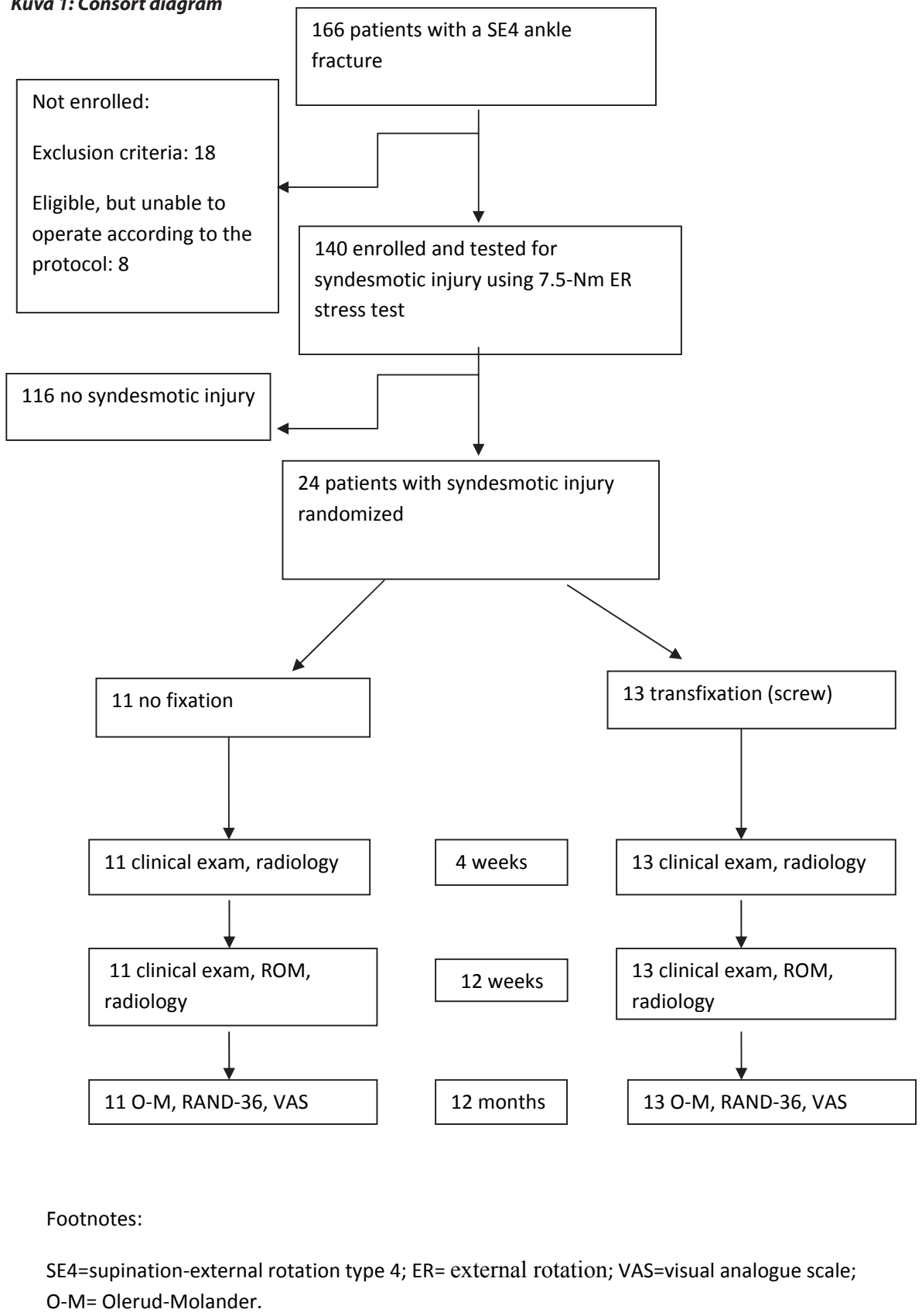
SER-mekanismilla syntyneisiin nilkkamurtumiin liittyvän syndesmoosivamman merkitystä ei tiedetä. Luunmurtumisen parannuttua anatomiseen asentoon, myös nivelsiteet, sekä sääri- ja pohjeluun välinen pehmytkudossidos (syndesmoosi), voi parantua oikeaan mittaansa ja syndesmoosin kiinnityksen merkitys on tässä vammatyypissä epäselvä (16).

Tutkimuksemme tarkoituksena oli selvittää onko syndesmoosin kiinnittäminen tarpeen SER-tyypin nilkkamurtumissa.

## Aineisto ja menetelmät

Prospektiivinen satunnaistettu tutkimus syndesmoosin ruuvikiinnitys vs. ei kiinnitystä SER-tyypin nilkkamurtumissa. Tutkimusasetelma ja yhden vuoden seurantatulokset on julkaistu aiemmin. (kuva 1) (15).

**Kuva 1: Consort diagram**



Seuraavat SER- tyyppin nilkkamurtumat luokiteltiin instabiileiksi eli epävakaaiksi: Bi- ja trimalleolaariset murtumat; lateraalimalleolin murtumat, joissa oli aristus tai mustelma / turvotus ja positiivinen ER stress testi (läpivalaisututkimus päivystyspoliklinikalla) (4,16,25); lateraalimalleolin murtumat, joissa natiivi röntgenkuvissa oli havaittavissa telaluun siirtymä (talar shift) tai telaluun kallistuma (talar tilt) mortise- tai lateraaliprojektiossa. Malleolien kiinnitys tehtiin AO-periaatteiden mukaisesti (26).

Murtumakappaleiden kiinnittämisen jälkeen teimme 7.5 Nm ulkorotaatorasitustestin molempiin nilkkoihin (10,14–15,27–29). Mediaalisen nivelraon (TTCS) sekä tibiofibulaarisen nivelraon (TFCS) leveys arvioitiin leikkauksen aikana läpivalaisukuvista (9,10,15,30–32). Yli kahden millimetrin puoliero TTCS tai TFCS mortise-projektioista mitattuna tulkittiin positiiviseksi löydökseksi (15).

Mikäli standardoitu vääntötesti tulkittiin positiiviseksi, niin potilas satunnaistettiin syndesmoosin ruuvikiinnitysryhmään (3,5 mm syndesmoosiruuvi kolmen korteksin läpi) (33–35) tai syndesmoosin kiinnittämättä jättämiseen.

Kliiniset kontrollit olivat kaksi, neljä ja 12 viikkoa sekä vähintään neljä vuotta toimenpiteestä. Syndesmoosiruuvia ei poistettu, mikäli se ei aiheuttanut paikallista ärsytysoiretta (36,37).

Seurannan aikana ruuvi poistettiin yhdeltä potilaalta (paikallinen ärsytysoire) ja se katkesi spontaanisti kahdella potilaalla. Muilla syndesmoosiruuvi oli ehyenä paikoillaan 4 vuoden seurantakäynnillä. Kellään heistä ruuvi ei ollut aiheuttanut paikallista ärsytystä ja heillä kaikilla ruuvi oli röntgenkuvista arvioituna selvästi löystynyt (kaivertanut laajemman kanavan sääriluun sisään).

Radiologiset mittaukset tehtiin leikkauksen jälkeisistä röntgenkuvista, sekä kontrollikäynneillä 4 ja 12 viikon sekä vähintään neljän vuoden seuranta-ajan jälkeisellä kontrollikäynnillä (röntgenkuvat otettiin varaten). Kuvista arvioitiin nivelhaarukan kongruenssi ja kulumamuutokset (nivelraon korkeus ja osteofyytit). Potilaan toimintakykyä mitattiin Olerud–Molander (38), FAOS (39), RAND 36 -Item Health Survey (40) ja 100-mm Visual Analogue Scale (VAS) (41) (kipu ja toimintakyky) -asteikoilla. Yhtään potilasta ei kadonnut seurannasta.

## Tulokset

Standardoitu 7.5 Nm ulkorotaatiotesti oli positiivinen 24 potilaalla (17 %) (15). Kolmetoista potilasta arvottiin ruuviryhmään ja 11 potilasta ryhmään, jossa syndesmoosia ei kiinnitetty. Ryhmien välillä ei ollut eroa syndesmoosin kiinnitystä lukuun ottamatta. Seuranta-

Taulukko 1. Patient demographic characteristics				
	Randomized, syndesmotomic screw	Randomized, no fixation	Not randomized	p-value
Patients, n	13	11	116	
Male/female	8/5	7/4	54/62	0.4
Mean age, years (SD) [range]	42.5 (SD 11.6) [27–67]	44.9 (SD 14.2) [25–67]	48.3 (SD 16.3) [16–84]	0.4
Follow-up weeks, mean (SD) [range]	64.6 (SD 17.9) [53, 112]	56.6 (SD 2.1) [54, 62]		
Lauge-Hansen SE4, n/N	13/13	11/11	116/116	
Anatomy, n				0.29
fibula	9	6	47	
fibula + med. mall.	1	2	25	
fibula + post. mall.	1	3	20	
trimall.	2	0	24	
Syndesmotomic transfixation, n	13	0	0	
Open fracture, n	0	0	1	>0.9
Comorbidity, n	4	1	41	0.26

SD=standard deviation; SE4= supination-external rotation type 4; med. mall.=medial malleolar; post. mall.=posterior malleolar; trimall.=trimalleolar.

**Taulukko 2.**

	Post-operatively	12 weeks	1 year	4 years	Ptime	Pgroup	Ptime* group
Olerud-Molander, mean, (SD) syndesmotic screw no fixation			79.62 (13,056) 83.64 (15,473)	81.15 (16.350) 92.73 (9.318)	0.0827	0.1158	0.2093
VAS Function, mean, (SD) syndesmotic screw no fixation			22.62 (24.582) 14.82 (15.012)	11.62 (15.169) 5.64 (7.941)	0.0274	0.1928	0.8341
VAS Pain, mean, (SD) syndesmotic screw no fixation			25.46 (25.366) 11.27 (12.523)	10.69 (14.919) 4.27 (7.964)	0.0137	0.0563	0.3499
RAND-36 Physical, mean, (SD) syndesmotic screw no fixation			78.33 (23,318) 88.33 (18,708)	85.77 (19.023) 92.27 (14.554)	0.1191	0.1861	0.3407
RAND-36 Pain, mean (SD) syndesmotic screw no fixation			63.44 (33,016) 84.44 (13,667)	78.38 (22.482) 89.09 (12.489)	0.1744	0.0589	0.3307
ROM, degree mean, (SD) syndesmotic screw no fixation		62.92 (11.571) 58.50 (11.797)		75.77 (9.757) 75.00 (10.801)	<.0001	0.5615	0.3015
TTCS, mm mean (SD) syndesmotic screw no fixation	3.154 (0.689) 3.455 (0.820)	3.585 (0.776) 3.182 (0.603)		3.154 (0.6578) 3.222 (0.4410)	0.0004	0.2943	0.0449
TFCS, mm mean (SD) syndesmotic screw no fixation	4.000 (0.817) 5.182 (1.328)	5.385 (2.022) 5.546 (1.124)		4.538 (0.8771) 4.889 (0.9280)	0.6771	0.8634	0.0263

**Taulukko 3. FAOS: Foot and Ankle score (0-100). 4 vuoden seurantakäynti.**

	Syndesmotic screw	No fixation	p-value
FAOS symptoms (0-100) mean, [SD]	81.323 [12.648]	88.955 [11.676]	0.142
FAOS pain (0-100) mean, [SD]	88.669 [12.641]	95.464 [7.263]	0.130
FAOS daily activities (0-100) mean, [SD]	94.685 [8.484]	98.800 [2.6881]	0.119
FAOS sport&freetime (0-100) mean, [SD]	86.154 [20.016]	95.509 [6.640]	0.137
FAOS quality of life (0-100) mean, [SD]	76.938 [16.607]	87.509 [14.520]	0.114

aika oli keskimäärin 58 kuukautta (vaihteluväli 48–66 kuukautta). Seuranta-ajan pituudella ei ollut korrelaatiota Olerud–Molander pisteisiin (Spearmanin korrelaatio kerroin  $R_s = 0.02$ ,  $p > 0.9$ ) (taulukko 1).

Ryhmien välillä ei ollut eroa toiminnallisissa tuloksissa tai potilaan kokemassa kivussa (Olerud-Molander functional score, FAOS: Foot and Ankle score, VAS: scale measuring pain and function, RAND 36-Item Health Survey). Seuranta-aikana toiminnalliset tulokset (Olerud-Molander, VAS Pain and Function) ja nilkan liikeala (ROM) paranivat molemmissa ryhmissä verrattuna aikaisempien kontrollikäyntien mittaustuksiin eikä ryhmien välillä ollut tässä ajanfunktiona tarkastellussa toipumisessa tilastollisesti merkittävää eroa (taulukko 2,3).

Kahdellakymmenellä potilaalla oli mediaalisesti deltaligamentin vamma tai luinen avulsio. Neljällä potilaalla oli mediaalimalleolin murtuma, josta kaksi oli pirstaleisia ja kaksi niin sanottuja anteriorisen colliculusen murtumia.

Ryhmien välillä ei ollut eroa radiologisissa mittauksissa, TTCS (keskiarvo 3.222 mm vs. 3.154 mm,  $p = 0.789$ ) tai TFCS (keskiarvo 4.889 mm vs. 4.538 mm,  $p = 0.379$ ). Myöskään degeneratiivisissa muutoksissa (nivelpinnan madaltuminen, osteofyyttien esiintyminen) ei ollut eroa ryhmien välillä.

Nilkan liikealat olivat yhteneväiset (keskimääräinen dorsifleksio 15,50 [SD 4,378] vs. 15,00 [SD 4,564], keskimääräinen erotus 0,5, 95 % CI -3,424 to 4,424,  $p = 0.794$ ; keskimääräinen plantaarifleksio 59,50 [SD 9,265] vs. 60,77 [SD 7,316], keskimääräinen erotus -1,269, 95 % CI -8,449 - 5,911,  $p = 0,717$ ).

## Pohdinta

Tulostemme mukaan syndesmoosi on instabiili 17 %:lla SER-tyypin nilkkamurtumista, joka on selvästi vähemmän kuin aiemmin raportoitu  $\geq 30$  % (10,18), mutta lähellä Weeningin ja Bhandarin julkaisemaa 20 %:a (12). Syndesmoosin ruuvikiinnitys ei vaikuttanut potilaan toimintakykyyn vähintään neljän vuoden seurannan aikana. Radiologisissa parametreissa ei ollut myöskään eroa.

Tuloksemme vahvistavat aiempia löydöksiä, että SER-tyypin nilkkamurtumissa tärkein syndesmoosin instabiliteettia aiheuttava tekijä on mediaalipuolen vamma (10,13). Mediaalipuolen vamma voi olla murtuma, deltaligamentin syvä lehdän vamma tai niiden yhdistelmä (13). Tutkimuksessamme ainakin 22/24 potilaalla oli todennäköinen instabiili mediaalipuoli

kehräsluiden kiinnittämisen jälkeen, mikä on yhtenevä Jenkinson et al. (10) raportoimien tulosten kanssa.

Syndesmoosin kiinnitys ruuvilla voi usein johtaa distaalisen tibio-fibulaari nivelen malreduktioon (42), eikä syndesmoosin kiinnitystä voi pitää perusteltuna, mikäli se ei ole tarpeellinen.

Tutkimuksemme vahvuuksina on prospektiivinen randomisoitu tutkimusasetelma, pitkä seuranta-aika ja lisäksi käyttämämme 7.5 Nm ulkorotaatio vääntötesti, joka on aikaisemmin raportoitu ja todettu herkäksi osoittamaan syndesmoosivamma tässä nilkkamurtumatyypissä (10). Tutkimuksemme tuloksen luotettavuutta lisää myös se seikka, että yksikään tutkimuspotilas ei tippunut seurannasta. Tutkimuksemme puutteena voidaan pitää sitä, että jouduimme keskeyttämään tutkimuksemme tässä vammatyypissä alhaiseksi osoittautuneen syndesmoosivammojen ilmaantuvuuden takia. Tämä aiheuttaa mahdollisuuden tyyppin II virheeseen. Radiologisten mittausten post hoc laskelmat osoittavat, että tutkimuksemme voima riittää osoittamaan kliinisesti merkittävän ( $>2$ mm) eron ryhmien välillä.

## Yhteenveto

Tuloksemme osoittavat, että merkittävät syndesmoosin vammat ovat harvinaisia SER-tyypin nilkkamurtumissa ja syndesmoosin ruuvikiinnitys verrattuna kiinnittämättä jättämiseen ei vaikuttanut toiminnalliseen tulokseen neljän vuoden kohdalla vammasta.

### Kirjallisuus:

1. Lauge-Hansen N. Fractures of the ankle. II. Combined experimental-surgical and experimental-roentgenologic investigations. Arch Surg. 1950 May;60(5):957-985.
2. Muller M, Allgower M, Schneider R, Willenegger H. Techniques Recommended by the AO Group. In: Manual of Internal Fixation. 2nd ed. New York: Springer; 1979. p.282,283-299.
3. Marsh J, Salzman C. Ankle fractures. In: Bucholz R, Heckman J, editors. Rockwood and Green's Fractures in Adults. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001. p.2001,2002-2090.
4. Pakarinen HJ, Flinkkilä TE, Ohtonen PP, Ristiniemi JY. Stability criteria for nonoperative ankle fracture management. Foot Ankle Int. 2011 Feb;32(2):141-147.
5. Boden SD, Labropoulos PA, McCowin P, Lestini WF, Hurwitz SR. Mechanical considerations for the syndesmosis screw. A cadaver study. J Bone Joint Surg Am 1989 Dec;71-A(10):1548-1555.
6. Yamaguchi K, Martin CH, Boden SD, Labropoulos PA. Operative treatment of syndesmotomotic disruptions without use of a syndesmotomotic screw: a prospective clinical study. Foot Ankle Int. 1994 Aug;15(8):407-414.

7. Chissell HR, Jones J. The influence of a diastasis screw on the outcome of Weber type-C ankle fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1995 May;77-B(3):435-438.
8. van den Bekerom MP, Haverkamp D, Kerkhoffs GM, van Dijk CN. Syndesmotic stabilization in pronation external rotation ankle fractures. *Clin Orthop Relat Res* 2010 Apr;468(4):991-995.
9. Leeds HC, Ehrlich MG. Instability of the distal tibiofibular syndesmosis after bimalleolar and trimalleolar ankle fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 1984 Apr;66-A(4):490-503.
10. Jenkinson RJ, Sanders DW, Macleod MD, Domonkos A, Lydestadt J. Intraoperative diagnosis of syndesmosis injuries in external rotation ankle fractures. *J Orthop Trauma*. 2005 Oct;19(9):604-609.
11. Takao M, Ochi M, Oae K, Naito K, Uchio Y. Diagnosis of a tear of the tibiofibular syndesmosis. The role of arthroscopy of the ankle. *J Bone Joint Surg Br* 2003 Apr;85-B(3):324-329.
12. Weening B, Bhandari M. Predictors of functional outcome following transsyndesmotic screw fixation of ankle fractures. *J Orthop Trauma*. 2005 Feb;19(2):102-108.
13. Tornetta P, 3rd. Competence of the deltoid ligament in bimalleolar ankle fractures after medial malleolar fixation. *J Bone Joint Surg Am* 2000 Jun;82-A(6):843-848.
14. Pakarinen H, Flinkkila T, Ohtonen P, Hyvonen P, Lakovaara M, Leppilahti J, et al. Intraoperative assessment of the stability of the distal tibiofibular joint in supination-external rotation injuries of the ankle: sensitivity, specificity, and reliability of two clinical tests. *J Bone Joint Surg Am*. 2011 Nov 16;93-A(22):2057-2061.
15. Pakarinen HJ, Flinkkila TE, Ohtonen PP, Hyvonen PH, Lakovaara MT, Leppilahti JI, et al. Syndesmotic fixation in supination-external rotation ankle fractures: a prospective randomized study. *Foot Ankle Int*. 2011 Dec;32(12):1103-1109.
16. Pakarinen H. Stability-based classification for ankle fracture management and the syndesmosis injury in ankle fractures due to a supination external rotation mechanism of injury. *Acta Orthop. Suppl* 2012 Dec;83(347):1-26.
17. Beumer A, van Hemert WL, Niesing R, Entius CA, Ginai AZ, Mulder PG, et al. Radiographic measurement of the distal tibiofibular syndesmosis has limited use. *Clin Orthop Relat Res*. 2004 Jun;423(423):227-234.
18. Nielson JH, Sallis JG, Potter HG, Helfet DL, Lorich DG. Correlation of interosseous membrane tears to the level of the fibular fracture. *J Orthop Trauma*. 2004 Feb;18(2):68-74.
19. Cotton F. The foot and ankle. In: *Fractures and Joint Dislocations*. Philadelphia: WB Saunders; 1910.
20. Hopkinson WJ, St Pierre P, Ryan JB, Wheeler JH. Syndesmosis sprains of the ankle. *Foot Ankle*. 1990 Jun;10(6):325-330.
21. Ogilvie-Harris DJ, Reed SC, Hedman TP. Disruption of the ankle syndesmosis: biomechanical study of the ligamentous restraints. *Arthroscopy*. 1994 Oct;10(5):558-560.
22. Candal-Couto JJ, Burrow D, Bromage S, Briggs PJ. Instability of the tibio-fibular syndesmosis: have we been pulling in the wrong direction? *Injury*. 2004 Aug;35(8):814-818.
23. Boytim MJ, Fischer DA, Neumann L. Syndesmotic ankle sprains. *Am J Sports Med*. 1991 May-Jun;19(3):294-298.
24. Monga P, Kumar A, Simons A, Panikker V. Management of distal tibio-fibular syndesmotic injuries: a snapshot of current practice. *Acta Orthop Belg*. 2008 Jun;74(3):365-369.
25. Egol KA, Amirtharajah M, Tejwani NC, Capla EL, Koval KJ. Ankle stress test for predicting the need for surgical fixation of isolated fibular fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2004 Nov;86-A(11):2393-2398.
26. Ruedi T, Buckley R, Moran C. *AO Principles of Fracture Management*. In: *AO Principles of Fracture Management*. Second expanded edition, vol 2. ed. Switzerland: AO Publishing; 2007. p.871,872-897.
27. Xenos JS, Hopkinson WJ, Mulligan ME, Olson EJ, Popovic NA. The tibiofibular syndesmosis. Evaluation of the ligamentous structures, methods of fixation, and radiographic assessment. *J Bone Joint Surg Am* 1995 Jun;77-A(6):847-856.
28. Stoffel K, Wysocki D, Baddour E, Nicholls R, Yates P. Comparison of two intraoperative assessment methods for injuries to the ankle syndesmosis. A cadaveric study. *J Bone Joint Surg Am* 2009 Nov;91-A(11):2646-2652.
29. Beumer A, Valstar ER, Garling EH, van Leeuwen WJ, Sikma W, Niesing R, et al. External rotation stress imaging in syndesmotic injuries of the ankle: comparison of lateral radiography and radiostereometry in a cadaveric model. *Acta Orthop Scand*. 2003 Apr;74(2):201-205.
30. Wuest TK. Injuries to the Distal Lower Extremity Syndesmosis. *J Am Acad Orthop Surg*. 1997 May;5(3):172-181.
31. Elgafy H, Semaan HB, Blessinger B, Wassef A, Ebraheim NA. Computed tomography of normal distal tibiofibular syndesmosis. *Skeletal Radiol*. 2010 Jun;39(6):559-564.
32. Joy G, Patzakis MJ, Harvey JP, Jr. Precise evaluation of the reduction of severe ankle fractures. *J Bone Joint Surg Am* 1974 Jul;56-A(5):979-993.
33. Thompson MC, Gesink DS. Biomechanical comparison of syndesmosis fixation with 3.5- and 4.5-millimeter stainless steel screws. *Foot Ankle Int*. 2000 Sep;21(9):736-741.
34. Wikeroy AK, Hoiness PR, Andreassen GS, Hellund JC, Madsen JE. No difference in functional and radiographic results 8.4 years after quadricortical compared with tricortical syndesmosis fixation in ankle fractures. *J Orthop Trauma*. 2010 Jan;24(1):17-23.
35. Nousiainen MT, McConnell AJ, Zdero R, McKee MD, Bhandari M, Schemitsch EH. The influence of the number of cortices of screw purchase and ankle position in Weber C ankle fracture fixation. *J Orthop Trauma*. 2008 Aug;22(7):473-478.
36. Michelson JD. Fractures about the ankle. *J Bone Joint Surg Am* 1995 Jan;77-A(1):142-152.
37. Schepers T. To retain or remove the syndesmotic screw: a review of literature. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2011 Jul;131(7):8798-83.
38. Olerud C, Molander H. A scoring scale for symptom evaluation after ankle fracture. *Arch Orthop Trauma Surg*. 1984;103(3):190-194.
39. Roos EM, Brandsson S, Karlsson J. Validation of the foot and ankle outcome score for ankle ligament reconstruction. *Foot Ankle Int*. 2001 Oct;22(10):788-794.
40. Aalto A, Aro A, Teperi J. RAND 36 terveyteen liittyvän elämänlaadun mittarina (RAND 36 as a measure of quality of life. [In Finnish]). In: Saarijärvi: Gummerus Kirjapaino Oy; 1999.
41. Ponzer S, Nasell H, Bergman B, Tornkvist H. Functional

outcome and quality of life in patients with Type B ankle fractures: a two-year follow-up study. *J Orthop Trauma*. 1999 Jun-Jul;13(5):363-368.

42. Gardner MJ, Demetrakopoulos D, Briggs SM, Helfet DL, Lorch DG. Malreduction of the tibiofibular syndesmosis in ankle fractures. *Foot Ankle Int*. 2006 Oct;27(10):788-792.