

Magneettikuvauksen merkitys SER-tyyppisten ulkokehräsluun murtumien vakauden arvioinnissa

*Simo Nortunen¹, Tapio Flinkkilä¹, Olli Savola¹, Sannamari Lepojärvi², Jaakko Niinimäki², Pasi Ohtonen¹,
Iikka Lantto¹, Harri Pakarinen¹*

*Oulun yliopistollinen sairaala, Ortopedian ja traumatologian yksikkö,
Tukielin ja neurokirurgian vastuualue¹, Radiologian klinikka²*

We performed a prospective study of the MRI findings of the deep deltoid ligament of 61 patients with a supination external rotation type (SER) ankle fracture with no medial widening on plain radiographs. We found that a partial or an oedematic deep deltoid ligament was very common in both external rotation test negative and positive patients. Although the mean width of the medial clear space correlated with the MRI finding of the deep deltoid ligament, the variability of the medial clear space compared to MRI findings was wide. The diagnostic value of the MRI to reveal the stability of the ankle mortise is questionable.

Murtuneen nilkan stabiilitetti eli vakaus on tärkein tekijä pohdittaessa valintaa leikkaushoidon ja konservatiivisen hoidon välillä (1–13). Ulkokehräksen murtuman voi hoitaa konservatiivisesti, jos nilkkaniveleen muoto on säilynyt molemmissa kuvausprojektioissa eikä murtumaan liity merkittävää deltaligamentin syvän lehden vammaa tai toista murtumaa nilkan alueella (2–7,14–18). Nilkan sisäkehräsluu ja deltaligamentin syvälehti ovat kliinisten ja biomekaanisten tutkimusten mukaan tärkeimmät nilkkaniveletä vaikuttavat rakenteet (7–24). Diagnostisen ongelman muodostaa yleisin nilkkamurtumatyyppi, jossa on ulkokehräksen kiertainen murtuma (supination external rotation, SER tyyppin murtuma). Vammamekanismin mukaan SER-tyypin murtumat voivat olla joko vakaita tai epävakaita (11,22,25–31).

Biomekaanisissa töissä on esitetty, että sisäkehräsluun ja telaluun välisen nivelraon (MCS=medial clear space) leventyminen ulkorotaatiovääntötestissä viisi millimetriä tai enemmän kuvaa täydellistä deltaligamentin repeämää ja olisi näin operatiivisen hoidon indikaatio (27,28,31,32). Deltaligamentin vamman magneettilöydöksistä nilkkamurtumissa on vain hyvin niukasti tietoa (33,35, 36–39). Näiden tutkimusten mukaan viiden millimetrin raja vakaiden ja epäva-

kaiden murtumien välillä on keinotekoinen, eikä yli viiden millimetrin löydös välttämättä kuvaa merkittävää deltan syvän lehden vammaa. Aiemmissa töissä on tutkittu ainoastaan ulkorotaatiotestissä positiivisiksi tulkittuja potilaita eikä niissä ole pystytty osoittamaan selvää yhteyttä ulkorotaatiotestin sisäkehräsluun ja telaluun välisen nivelraon leveyden ja magneettikuvauksessa nähtävän deltavamman välillä.

Tavoitteenamme oli tutkia deltaligamentin syvän lehden tilaa magneettikuvauksella SER-tyypin nilkkamurtumissa ja sitä korreloiko magneettikuvauslöydös nilkan epävakautteen käytettäessä ulkorotaatiotestiä vertailututkimuksena.

Aineisto ja menetelmät

Tämä tutkimus on osa Oulun yliopistollisessa sairaalassa tehtävää prospektiivista nilkkamurtumatutkimusta. Tutkimukseen seuloittiin kaikki yli 16-vuotiaat nilkkamurtumapotilaat maaliskuun 2012 ja huhtikuun 2013 välisenä aikana, jotka saivat SER-/Weber B-tyyppisen ulkokehräsluun murtuman ilman röntgenkuvista havaittavaa telaluun siirtymää ja hakeutuivat hoitoon viikon sisällä vammasta. Poissulkukriteerit olivat molempien nilkkojen murtuma, patologinen

murtuma, samanaikainen sääriluun varren murtuma, aikaisempi merkittävä jommankumman nilkan nivelsidevamma tai murtuma, merkittävä neuropatia tai pehmytkudosinfektio vammautuneen nilkan alueella sekä kyvyttömyys toteuttaa tutkimusprotokollaa.

Seuloimme yhteensä 87 potilasta, joista viisi ei halunnut osallistua tutkimukseen ja 11 jätettiin pois tutkimuksesta poissulkukriteerien mukaisesti: Aikaisempi nilkkamurtuma tai merkittävä nivelsidevamma (n=8), kyvyttömyys seurata protokollaa (n=2), merkittävä neuropatia (n=1). Kymmenen tutkimukseen jo otettua potilasta suljettiin pois, koska MRI jäi tekemättä (kahdella MRI oli vasta-aiheinen ja kahdeksan potilasta ei saapunut kuvaukseen).

Lopullinen tutkimuspopulaatio käsitti 61 potilasta, joista 27 oli naisia ja 34 miehiä (keski-ikä 45 ± 18 vuotta, vaihteluväli 16–82 vuotta). Keskimääräinen viive vammasta oli $2,31 \pm 1,61$ päivää (vaihteluväli 0–6 päivää).

Ulkorotaatiovääntötesti tehtiin joko kahden traumatologin tai traumatologin ja traumakoulutuksen läpikäyneen erikoistuvan lääkärin toimesta. Testaus ja kuvien tulkinta tehtiin vuorotellen toisen mielipidettä tietämättä. MCS mitattiin telaluun mediaalisen nivelpinnan reunasta sisäkehärseluun nivelpinnan reunaan telaluun yläreunan tasolta (40). Kuvauksessa käytettiin vakioetäisyyttä ja 30 mm:n merkkikiekkoa. Kuvat kalibroitiin ja katsottiin uudelleen vielä yhden kirjoittajan toimesta, mutta tämä ei enää vaikuttanut luokiteluun stabiliteetista. Kaikki MCS:n mittaukset tehtiin tietämättä MRI:n tuloksia.

Kaikille potilaille tehtiin MRI kuvaus 3 teslan laitteella, nilkkakelaa käyttäen. Keskimääräinen viive vammasta MRI-kuvaukseen oli 9 ± 6 päivää (vaihteluväli 1–25 päivää). Kuvat tulkittiin radiologin toimesta (S.L.). Deltan syvän lehden vammat luokiteltiin neljään ryhmään: normaali, ödeema, osittainen repeämä ja täydellinen repeämä. Neliportaiseen luokitteluun päädyttiin, koska perinteinen kolmiportainen luokittelu havaittiin liian epätarkaksi, sillä aikaisemmat tutkimukset deltan syvästä lehdestä on tehty 1,5 teslan laitteella (33,35). Yhtään vanhaa deltavammaa ei todettu.

Tutkimukseen oli eettisen toimikunnan lupa ennen tutkimuksen aloitusta ja jokaiselta osallistujalta hankittiin suostumus.

Tulokset

Molemmat havainnoitsijat olivat yksimielisiä siitä,

että 30 (49 %) potilaalla oli stabiili nilkka ulkorotaatiotestissä ja 31 (51 %) potilaalla oli ainakin toisen havainnoitsijan mukaan epävakaa nilkka. Ulkorotaatiotestissä havainnoitsijoiden välinen yksimielisyys oli 94 % kappa-arvon ollessa 0,869.

Viidellä (8 %) potilaalla havaittiin täydellinen deltan syvän lehden vaurio MRI:ssä ja ulkorotaatiotesti oli kaikilla positiivinen. Osittainen syvän lehden vaurio oli 26 (43 %) potilaalla, joista ulkorotaatiotestissä negatiivisia oli 10 ja positiivisia 16. Deltan syvälehti oli ödemaattinen 29 (48 %) potilaalla, joista ulkorotaatiotestissä negatiivisia oli 19 ja positiivisia 10. Yhdellä potilaalla oli täysin normaali deltaligamentin syvälehti (taulukko 1).

Keskimääräinen MCS ulkorotaatiotesti-negatiivisilla potilailla oli $4,07 \pm 0,45$ mm (vaihteluväli 3,0–5,0) ja ulkorotaatiotesti-positiivisilla $6,03 \pm 1,35$ mm (vaihteluväli 4,0–11,0). Magneetikuvauksella todetun deltan syvänlehden täydellisen repeämän saaneilla potilailla MCS oli keskimäärin $7,60 \pm 2,07$ mm (vaihteluväli 6,0–11,0), kun taas osittaisen repeämän saaneilla potilailla vastaava luku oli keskimäärin $5,31 \pm 1,05$ mm (vaihteluväli 4,0–8,0). Potilailla, joilla deltan syvälehti tulkittiin ödemaattiseksi, MCS oli keskimäärin $4,45 \pm 1,02$ mm (vaihteluväli 3,0–8,0). Yhdellä potilaalla oli normaali deltan syvälehti MCS:n ollessa 4 mm. MCS:n leveydellä ja MRI-löydöksen välillä oli tilastollisesti merkittävä yhteys ($p=0,001$) (taulukko 2, kuva 1).

Pohdinta

Supinaatio-ulkorotaatio mekanismilla syntyvässä nilkkamurtumassa deltan syvälehti vaurioituu tulostemme valossa lähes aina (98,4 %), vaikka täydellisiä deltan syvänlehden vammoja on vähän (8,2 %). Vaikka MCS:n leveydellä ulkorotaatiovääntötestissä ja MRI-löydöksellä on tilastollinen yhteys neliportaisella luokitteluasteikolla, oli MCS:n vaihteluväli MRI-ryhmien sisällä suuri. Tämä heikentää oleellisesti MRI:n käyttöarvoa kliinisessä työssä, sillä ainoastaan täydellinen deltan syvänlehden repeämä MRI:ssä kertoo nilkan olevan varmasti epävakaa ja kaikki nämäkin vammat löytyivät myös ulkorotaatiovääntötestissä. Havainnoitsijoiden välinen yksimielisyys ulkorotaatiotestissä oli erittäin hyvä.

Aikaisempia tutkimuksia, jossa deltan syvänlehden tilaa olisi arvioitu systemaattisesti sekä ulkorotaatiotestillä että 3 teslan MRI:llä, ei tietääksemme ole. Koval ym. (33) ja Cheung ym. (35) raportoivat 21

Taulukko 1. Deltaligamentin syvälehden MRI-löydökset ja jakautuminen ulkorotaatiotestin mukaisesti

		Potilaita (no.)	Prosenttiosuus ER-testin mukaisesta ryhmästä (%)	Prosenttiosuus kaikista potilaista (%)
ER-negatiivinen	normaali	1	3.3	1.6
	ödemaattinen	19	63.3	31.1
	osittainen repeämä	10	33.3	16.4
	täydellinen repeämä	0	0	0
ER-positiivinen	normaali	0	0	0
	ödemaattinen	10	32.3	16.4
	osittainen repeämä	16	51.6	26.2
	täydellinen repeämä	5	16.1	8.2

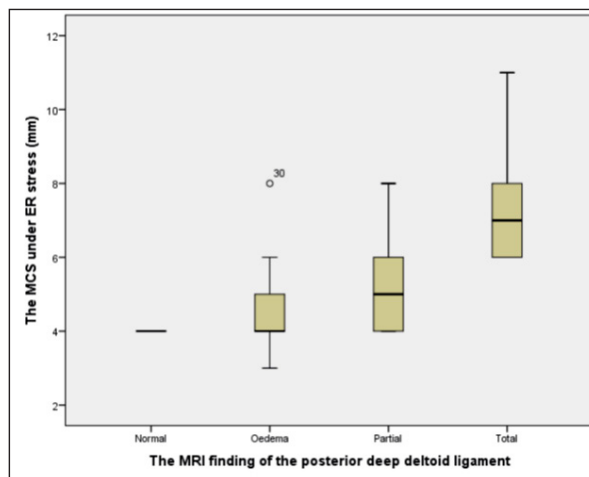
Taulukko 2. MCS:n vaihteluväli, keskihajonta ja keskiarvo jaettuna MRI-löydöksen mukaisiin ryhmiin.

Deltan syvälehden MRI-löydös	No.	Minimi (mm)	Maksimi (mm)	Keskiarvo ja -hajonta (mm)
Normaali	1	4	4	4.00 ± 0.00
Ödemaattinen	29	3	8	4.45 ± 1.02
Osittainen repeämä	26	4	8	5.31 ± 1.05
Täydellinen repeämä	5	6	11	7.60 ± 2.07

MCS oli tilastollisesti merkitsevästi erilainen eri MRI-löydösten välillä, p=0.001

ulkorotaatiotesti-positiivisen potilaan MRI löydökset. Heidän tutkimustulokset ovat hyvin linjassa verrattuna omiin löydöksiimme. He käyttivät kolmiportaista luokittelua ja 1,5 teslan MRI-laitetta ja totesivat, että 90% potilaista oli osittainen syvälehden repeämä (gradus 2) ja vain 10 % potilaista oli täydellinen repeämä (gradus 3). Kolmen teslan MRI näyttää deltan syvän lehden tarkemmin (41,42) ja tämän vuoksi käytimme neliportaista luokittelua.

Vaikka tutkimuksemme mukaan havainnoitsijoiden välinen yksimielisyys ulkorotaatiotestin osalta oli erittäin hyvä, on testissä myös virhelähteitä. Emme esimerkiksi vakioineet testissä käytettävää voimaa. Voiman vaikutusta MCS:n leveyteen ei myöskään tunneta. Tämä saattaa myös aiheuttaa virhettä ja selittää osaltaan MCS:n suurta vaihtelua samankaltaisesta magneettilöydöksestä huolimatta. Myöskään MRI löydösten jakamisesta neljään eri luokkaan deltan sy-



Kuva 1. MCS:n korrelaatio deltan syvälehden MRI-löydöksiin.

vää lehteä arvioitaessa ei tietäksemme ole aikaisempia julkaisuja. MRI-kuvat tulkitsi vain yksi radiologi.

On esitetty, että MRI voisi toimia apuna poimitaessa SER-tyyppisistä nilkkamurtumista epävakaita leikkaushoitoon (33,38). Tutkimuksemme mukaan MCS kasvoi potilaillamme MRI:ssä nähtävän deltan syvän lehden vamman vaikeusasteen mukaan, mutta vaihtelu oli suurta ryhmien sisällä. Tutkimuksemme perusteella MRI:n rutiinikäyttöä SER-tyyppisten iso-loitujen ulkokehräsluunmurtumien stabiiliteetin arvioinnissa ei voi suositella ja MRI:n kliininen käyttöarvo on vähäinen.

Kirjallisuus:

1. Lauge-Hansen N. Fractures of the ankle. II. Combined experimental-surgical and experimental-roentgenologic investigations. *Arch Surg.* 1950;60:957-985.
2. Yde J, Kristensen KD. Ankle fractures: supination-eversion fractures of stage IV. Primary and late results of operative and non-operative treatment. *Acta Orthop Scand.* 1980;51:981-990.
3. Yde J, Kristensen KD. Ankle fractures. Supination-eversion fractures stage II. Primary and late results of operative and non-operative treatment. *Acta Orthop Scand.* 1980;51:695-702.
4. Kristensen KD, Hansen T. Closed treatment of ankle fractures. Stage II supination-eversion fractures followed for 20 years. *Acta Orthop Scand.* 1985;56(2):107-109.
5. Bauer M, Bergstrom B, Hemborg A, et al. Malleolar fractures: nonoperative versus operative treatment. A controlled study. *Clin Orthop Relat Res.* 1985;17-27.
6. Bauer M, Johnson K, Nilsson B, et al. Thirty-year follow-up of ankle fractures. *Acta Orthop Scand.* 1985;56:103-106.
7. Phillips WA, Schwartz HS, Keller CS, Woodward HR, Rudd WS, Spiegel PG, Laros GS. A prospective, randomized study of the management of severe ankle fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 1985;67-A:67-78.
8. Michelson JD, Ahn UM, Helgemo SL. Motion of the ankle in a simulated supination-external rotation fracture model. *J Bone Joint Surg Am.* 1996;78-A:1024-1031.
9. Michelson JD, Magid D, Ney DR, Fishman EK (1992) Examination of the pathologic anatomy of ankle fractures. *J Trauma.* 1992;32(1):65-70.
10. Michelson JD, Solocoff D, Waldman B, Kendell K, Ahn U. Ankle fractures. The Lauge-Hansen classification revisited. *Clin Orthop Relat Res.* 1997;345:198-205.
11. Michelson JD. Fractures about the ankle. *J Bone Joint Surg Am.* 1995;77-A:142-152.
12. Michelson, J. D.; Clarke, H. J.; and Jinnah, R. H.: The effect of loading on tibiotalar alignment in cadaver ankles. *Foot and Ankle Internat.* 1990;10: 280-284.
13. Pakarinen et al. Intraoperative assessment of the stability of the distal tibiofibular joint in supination-external rotation injuries of the ankle. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93-A:2057-2061.
14. Malka JS, Taillard W. Results of nonoperative and operative treatment of fractures of the ankle. *Clin Orthop Relat Res.* 1969;67:1591-68.
15. Wei SY, Okereke E, Winiarsky R, et al. Non-operative treatment of displaced bimalleolar and trimalleolar ankle fractures: A twenty-year follow-up. *Foot Ankle Int.* 1999;20:404-407.
16. Cedell CA. Is closed treatment of ankle fractures advisable? *Acta Orthop Scand.* 1985;56:101-102.
17. DeSouza CJ, Gustilo RB, Meyer TJ. Results of operative treatment of displaced external rotation-abduction fractures of the ankle. *J Bone Joint Surg Am.* 1985;67-A:1066-1074.
18. Port A, McVie J, Naylor G, et al. Comparison of two conservative methods of treating an isolated fracture of the lateral malleolus. *J Bone Joint Surg Am.* 1996;78-A:568-572.
19. Petrone FA, Gail M, Pee D, Fitzpatrick T, Van Herpe LB. Quantitative criteria for prediction of the results after displaced fracture of the ankle. *J Bone Joint Surg Am.* 1983;65-A:667-677.
20. Sasse M, Nigg BM, Stefanyshyn DJ. Tibiotalar motion—effect of fibular displacement and deltoid ligament transection: in vitro study. *Foot Ankle Int.* 1999;20(11):733-737.
21. Harper MC. The short oblique fracture of the distal fibula without medial injury: an assessment of displacement. *Foot Ankle Int.* 1995;16:181-185.
22. Michelson JD, Varner KE, Checcone M. Diagnosing deltoid injury in ankle fractures: the gravity stress view. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;387:178-182.
23. Rasmussen O, Kromann-Andersen C, Boe S. Deltoid ligament. Functional analysis of the medial collateral ligamentous apparatus of the ankle joint. *Acta Orthop Scand.* 1983;54:36-44.
24. Rasmussen O. Stability of the ankle joint. Analysis of the function and traumatology of the ankle ligaments. *Acta Orthop Scand Suppl.* 1985;211:1-75.
25. Harper MC. The deltoid ligament. An evaluation of the need for surgical repair. *Clin Orthop.* 1988;226:156-168.
26. 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;86-A(11):2393-2398.
27. Petrisor BA, Poolman R, Koval K, et al. Management of displaced ankle fractures. *J Orthop Trauma.* 2006;20:515-518.
28. McConnell T, Creevy W, Tornetta P III. Stress examination of supination external rotation-type fibular fractures. *J Bone Joint Surg.* 2004; 86-A(10):2171-2178.
29. Gill JB, Risko T, Raducan V, Speight Grimes J, Schutt C Jr. Comparison of manual and gravity stress radiographs for the evaluation of supination-external rotation fibular fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89-A(5):994-999.
30. DeAngelis NA, Eskander MS, French BG. Does medial tenderness predict deep deltoid ligament incompetence in supination-external rotation type ankle fractures? *J Orthop Trauma.* 2007;21:244-247.
31. Park SS, Kubiak EN, Egol KA, et al. Stress radiographs after ankle fracture: the effect of ankle position and deltoid ligament status on medial clear space measurements. *J Orthop Trauma.* 2006;20:11-18.

32. Michelson JD, Varner KE, Checcone M. Diagnosing deltoid injury in ankle fractures: the gravity stress view. *Clin Orthop Relat Res.* 2001 Jun;387:178-182.
33. Koval KJ, Egol KA, Cheung Y, Goodwin DW, Spratt KF. Does a positive ankle stress test indicate the need for operative treatment after lateral malleolus fracture? A preliminary report. *J Orthop Trauma.* 2007; 21(7):449-455.
34. Sanders DW, Tieszar C, Corbett B. Operative versus nonoperative treatment of unstable lateral malleolar fractures: A randomized multicenter trial. *J Orthop Trauma.* 2012;26:129-134.
35. Cheung Y, Perrich, K, Gui J, Koval KJ, Goodwin DW. MRI of isolated distal fibular fractures with widened medial clear space on stressed radiographs: which ligaments are interrupted? *AJR (web-artikkeli)* 2009; 192:W7-W12.
36. Berkes MB et al. Malleolar fractures and their ligamentous injury equivalents have similar outcomes in supination-external rotation type IV fractures of the ankle treated by anatomical internal fixation. *J Bone Joint Surg Br.* 2012;94-B(11):1567-1572.
37. Gardner MJ, Demetrakopoulos D, Briggs SM, Helfet DL, Lorich DG. The ability of the Lauge-Hansen classification to predict ligament injury and mechanism in ankle fractures: an MRI study. *J Orthop Trauma.* 2006;20:267-272.
38. Bekerom van den MPJ, Mutsaerts ELAR, Dijk van CN. Evaluation of the integrity of the deltoid ligament in supination external rotation ankle fractures: a systematic review of the literature. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2009;129(2):227-235.
39. Stufkens SA, van den Bekerom MP, Knupp M, Hintermann B, van Dijk CN. The diagnosis and treatment of deltoid ligament lesions in supination-external rotation ankle fractures: a review. *Strategies Trauma Limb Reconstr.* 2012;7(2):73-85.
40. Joy G, Patzakis MJ, Harvey JP Jr. Precise evaluation of the reduction of severe ankle fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 1974;56-A:979-993.
41. Mengiardi B, Pfirrmann CW, Vienne P, Hodler J, Zanetti M. Medial collateral ligament complex of the ankle: MR appearance in asymptomatic subjects. *Radiology.* 2007;242(3):817-824.
42. Chhabra A, Subhawong TK, Carrino JA. MR Imaging of Deltoid Ligament Pathologic Findings and Associated Impingement Syndromes. *RSNA 2010 (web-artikkeli)*.
43. Schubert JM, Collman DR, Rush SM, Ford LA. Deltoid ligament integrity in lateral malleolar fractures: a comparative analysis of arthroscopic and radiographic assessments. *J Foot Ankle Surg.* 2004;43:20-29.