

Polven nivelkierukan repeämän korjaus artroskooppisesti: Prospektiivinen, randomisoitu kliininen tutkimus sulavaa ruuvia tai sulavaa nuolta repeämän kiinnitykseen käytettäessä

Sally Järvelä¹, Hannu Sirkeoja², Timo Järvelä¹

¹Ortopedian klinikka, Hatanpään Sairaala, Tampere

²Radiologian klinikka, Hatanpään Sairaala, Tampere

Forty-two patients were prospectively randomized to have all arthroscopic meniscal repair either by using meniscal screws (Trinion, Inion, Tampere, Finland) (21 patients, 23 meniscal repairs) or meniscal arrows (Linvatec, Tampere, Finland) (21 patients, 23 meniscal repairs) for the fixation. During the follow-up, 11 patients had clinically and arthroscopically confirmed failure of the fixation. Partial meniscal resection was done with these patients at the second-look arthroscopy. Four failures were observed with the use of meniscal screw fixation (17 %), and 7 with the use of meniscal arrow fixation (30 %). At the 2-year follow-up, five patients with the use of meniscal arrows for the meniscal repair had chondral damages on the femoral condyles evaluated by MRI-artrography or at the second-look arthroscopy, while the patients with the use of meniscal screws had none ($p < 0.005$). However, the Lysholm and the IKDC scores were similar in both groups.

Polven nivelkierukoilla on tärkeä merkitys polven toiminnalle. Ne toimivat iskunvaimentajina ja polven stabilisaattoreina polven eri liikevaiheissa. On osoitettu, että polven nivelkierukan totaalipoisto johtaa polven degeneratiivisten muutosten lisääntymiseen pitkällä aikavälillä (1). Lyhyellä aikavälillä nivelkierukan osapoisto yleensä helpottaa revenneen kierukan aiheuttamiin polvioireisiin (2). Kuitenkin pitkällä aikavälillä nivelkierukan osapoisto voi johtaa polven degeneratiivisten muutosten lisääntymiseen (3–9), vaikkakin joissakin tutkimuksissa on raportoitu hyviä pitkäaikaistuloksia kierukan osapoiston jälkeenkin (10–12).

Nykykäsityksen mukaan nivelkierukan pitkittäisen repeämän (sankarepeämä) ollessa kierukan verisuonitetulla alueella repeämä tulisi korjata. Standardileikkauksena on pidetty kierukan avointa ompelua (outside-in tai inside-out -tekniikka), ja hyviä pitkäaikaistuloksia on raportoitu kyseistä leikkaustapaa käyt-

täen (13,14). Nivelkierukan repeämän ompelu vertikaalisesti langoilla on biomekaanisesti paras ja kestävin tapa hoitaa repeämä (15). Avoimen tekniikan haittapuolena on hermo-, verisuoni- tai pehmytosavaurion riski leikkausta tehdessä, koska kierukka joudutaan ompelemaan langoilla polvinivelen ulkopuolelle. Leikkaushaavat voivat olla myös kosmeettinen haitta. Avoleikkauksen teko on myös runsaasti leikkaussaliaikaa vievää, ja potilaat joutuvat useimmiten olemaan osastolla ainakin yhden yön avoleikkauksen jälkeen.

Ensimmäiset selonteot täysin artroskooppisista kierukan korjausleikkauksista on esitetty jo 1990-luvun alkupuoliskolla, jolloin raportoitiin kierukan korjaus sulavilla nuolilla (16). Viime aikoina uusia artroskooppisia nivelkierukan korjausmenetelmiä on tullut lisää, ja kohtalaisen hyviä kliinisiä tuloksia on esitetty (17–23). Artroskooppisen kierukan korjauksen etuja ovat leikkauksen nopeus sekä pienemmät haavat ja

pienempi kosmeettinen haitta verrattuna avoleikkaukseen. Artroskooppinen toimenpide voidaan yleensä hoitaa päiväkirurgisesti. Biomekaanisissa testauksissa ei ole todettu eroja sillä, onko nivelkierukka korjattu sulavilla nuolilla tai ruuveilla (15). Biomekaaniset testaukset ovat lopulta kuitenkin vain suuntaa antavia, eivätkä välttämättä korreloi kliiniseen lopputulokseen.

Sellaista prospektiivista, randomisoitua kliinistä tutkimusta ei ole tehty, jossa olisi verrattu sulavaa nuolta ja sulavaa ruuvia kierukan korjausmenetelmänä. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on verrata paranemistuloksia potilailla, joilla nivelkierukan korjaus on tehty täysin artroskooppisesti joko sulavilla nuolilla tai sulavilla ruuveilla. Tutkimus on prospektiivinen ja randomisoitu seuranta-ajan ollessa 2 vuotta.

Aineisto ja menetelmät

Tutkimusaineisto kerättiin tammikuun 2004 ja joulukuun 2006 välisenä aikana Hatanpään Sairaalassa, Tampereella. Tutkimukseen valittiin potilaita, joilla oli verisuonitetulla alueella korjattavissa oleva, tuore (alle 6 kk vanha) sankarepeämä joko polven mediaalikierukassa, lateraalikierukassa tai molemmissa yhtä aikaa. Tutkimuksesta poissuljettiin potilaat, joilla oli nivelkierukassa degeneratiivinen repeämä ja polven artroosia. Potilailta, joilla epäiltiin nivelkierukan sankarepeämää kysyttiin kirjallinen lupa tutkimukseen osallistumisesta jo ennen polven artroskopiaa. Kaikkiaan 42 potilasta osallistui tutkimukseen. Näistä 28 potilaalla oli isoitettu kierukkarepeämä, ja 14 potilaalla kierukkarepeämä oli eturistisidevamman yhteydessä. Tutkimuksella on eettisen toimikunnan lupa.

Tutkimusmenetelminä käytimme kliinisen tutkimuksen lisäksi sekä preoperatiivisesti että 2-vuotisseurannassa polvipistetyksiä, jotka olivat Lysholm score (24) ja IKDC score (25), joka sisälsi myös Function scoren (0–10; 0 tarkoittaa ettei minkäänlainen liikunta onnistu, 10 tarkoittaa että minkäänlaisia liikuntatarajoitteita ei ole). Potilaat arvottiin suljetuin kirjekuorin kahteen ryhmään, joissa nivelkierukan korjaus suoritettiin joko sulavin ruuvein, SR-ryhmä, (Trinion, Inion, Tampere, Finland) (N=21, joista 12 isoitua kierukkarepeämää, 9 eturistisidevamman yhteydessä), tai sulavin nuolin, SN-ryhmä, (Linvec Implants Ltd., Tampere, Finland) (N=21, joista 16 isoitua kierukkarepeämää, 5 eturistisidevamman yhteydessä) (p=NS). Koko operatio suoritettiin artroskooppisella tekniikalla ja operatööri on kaikissa toimenpiteis-

sä ollut kokenut polven artroskopisti. 24 potilaalla oli mediaalikierukan repeämä (14 SR-ryhmässä, 10 SN-ryhmässä), 14 potilaalla lateraalikierukan repeämä (5 SR-ryhmässä, 9 SN-ryhmässä), ja 4 potilaalla oli kierukkarepeämä sekä mediaali- että lateraalikierukassa (2 SR-ryhmässä, 2 SN-ryhmässä) (p=NS). Yhteensä siis fiksoituja kierukkarepeämiä oli 46 kpl 42 potilaalla (23 SR-ryhmässä, 23 SN-ryhmässä). Kierukkarepeämän reunat verestettiin ensin kierukkaraspilla, jonka jälkeen repeämä reponoitiin paikoilleen ja varsinainen kierukkafiksaatio tehtiin arvotun menetelmän mukaisesti. Sulavia ruuveja käytettiin yhdessä fiksaatioissa keskimäärin 4 kpl, ja sulavia nuolia vastaavasti keskimäärin 3 kpl (p=NS). Ruuvien pituus oli 10 mm, ja nuolien pituus 13 mm.

Jälkihoito molemmissa ryhmissä oli samanlainen. Polven liikerata oli sallittu ensimmäiset 6 viikkoa operaation jälkeen 0-90 astetta ilman ulkoisia tukia. Kyykystä ponnistaminen oli kielletty. Kynänsauvoja käytettiin 2-3 viikkoa, suoralla jalalla sai kuitenkin varata koko painolla. Juoksu sallittiin 2-3 kk:n kuluttua, ja täysipainoinen raju liikunta n. 4 kk:n kuluttua.

Ryhmien välillä ei ollut tilastollista eroa potilaskohtaisten tekijöiden välillä, kuten sukupuoli, ikä, pituus, paino, viive vammasta leikkaukseen tai seuranta-ajan pituus (taulukko1). Mikäli tutkimusaikana jollekin potilaalle tuli uudestaan operoituun polveensa vaivoja tai uusi vamma, tehtiin ko. potilaalle uusi artroskopia kyseiseen polveen (second-look artroskopia, N=14). Sen lisäksi osalle potilaista, joille ei oltu tehty second-look artroskopiaa, tehtiin MRI-artrografia-tutkimus 2-vuotisseurannan yhteydessä (N=18). Tutkimusaineistosta 10 potilaalle ei ole tehty second-look artroskopiaa tai MRI-artrografiaa, joten heidän paranemistuloksensa perustuu ainoastaan polven kliiniseen tutkimukseen ja polvipistetyksiin 2-vuotisseurannassa. Kaikki jälkitutkimukset 2-vuotisseurannassa

Taulukko 1. Potilasaineiston kuvaus. Keskiarvo (SD). Tilastollisesti merkitseviä eroja ryhmien välillä ei ollut.

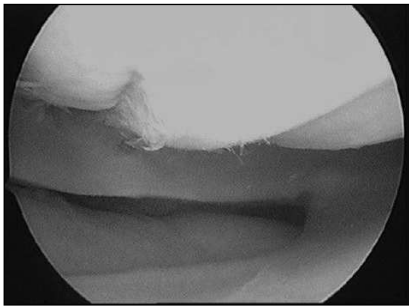
	Sulava ruuvi (N=21)	Sulava nuoli (N=21)
Mies/Nainen	17/4	12/9
Ikä (vuosina)	30 (9)	32 (9)
Pituus (cm)	178 (9)	176 (9)
Paino (kg)	78 (13)	78 (15)
Aika vammasta leikkaukseen (vko)	7 (6)	7 (6)
Seuranta-aika (kk)	27 (9)	26 (7)

on tehnyt puolueeton, sokkoutettu, potilaiden hoitoon osallistumaton tutkijalääkäri.

Tilastollisessa analyysissä käytettiin SPSS 11.0-ohjelmaa (SPSS, Inc., Chicago, Illinois, USA). Keskiarvojen (jatkuva muuttuja) vertailussa käytettiin varianssianalyysiä (ANOVA) ja t-testiä. Luokkamuuttujien analyysi tehtiin ristiintaulukoinnilla ja Chi-neliötestillä. Tilastollisesti merkitseväksi katsottiin $p < 0.05$.

Tulokset

Uusinta-arthroskoppioita samaan polveen jatkuvan polvikivun tai lukkiutumisen vuoksi tehtiin seuranta-ajan kuluessa 14 potilaalle (33 %), joista kierukkafiksaation pettäminen paljastui syyksi polvivaivoille 11 potilaalla (26 %). Näistä SR-ryhmästä oli 4 (17 %), joilla kaikilla fiksaatio oli pettänyt mediaalikierukasta, ja SN-ryhmästä 7 (30 %), joista 4 potilaalla fiksaatio oli pettänyt mediaalikierukasta ja 3 potilaalla lateraalikierukasta. Mediaalikierukan fiksaation pettämisistä oli siis yhteensä 8 alkuperäisestä 28 mediaalikierukan fiksaatiosta (29 %), kun taas lateraalikierukan fiksaation pettämisistä oli 3 alkuperäisestä 18 lateraalikierukan fiksaatiosta (17 %). Vaikka SR-ryhmässä oli vähemmän kierukkafiksaation pettämisistä lukumääräisesti kuin SN-ryhmässä, ei ryhmien välillä ollut tilastollista eroa kierukkafiksaation pettämissuhteen, eikä myöskään sen suhteen, oliko mediaalinen vai lateraalinen kierukkafiksaatio pettänyt. Kierukkafiksaation pettäneistä potilaista kymmenellä (36 %) oli ollut isoitu kierukkarepeämä ja yhdellä (7 %) kierukkarepeämä eturistidevaman yhteydessä ($p = 0.039$). Uudessa leikkauksessa parantumaton tai uusi repeämä poistettiin näiltä 11 potilaalta artroskooppisesti. Muita uusinta-arthroskopian syitä olivat mediaalisen plican poisto (2 potilasta SR-ryhmässä), sekä sulavien nuolten poisto (1 potilas SN-ryhmässä), koska ne olivat hanganneet urat reisiluun päähän aiheuttaen kipua polveen, vaikka kierukkarepeämä oli jo parantunut (kuva 1). Lisäk-



Kuva 1. Artroskooppinen kuva polvesta 5 kk kierukkafiksaation jälkeen. Kierukkafiksaatiossa käytettyjen sulavien nuolten kannat ovat hanganneet urat reisiluun päähän aiheuttaen kipua polveen, vaikka kierukkarepeämä on jo parantunut.

si SR-ryhmässä on tehty uuden vamman aiheuttaman lumpiomurtuman fiksaatio yhdellä potilaalla.

Lysholmin (24) ja IKDC:n (25) mukaiset polvipisteetykset sekä preoperatiivisesti että 2-vuotisseurannassa on esitetty taulukossa 2. Tilastollisesti merkitseviä eroja ryhmien välillä ei ollut. Sen sijaan kummankin ryhmän polvipisteet olivat tilastollisesti merkitsevästi parempia 2-vuotisseurannassa verrattuna preoperatiiviseen tilanteeseen ($p < 0.001$). Kliinisessä tutkimuksessa polven liikerata oli keskimäärin 0–144 astetta SR-ryhmässä ja 0–149 astetta SN-ryhmässä 2-vuotisseurannassa ($p = \text{NS}$), kun vastaavat liikeradat olivat preoperatiivisesti keskimäärin 6–116 astetta ja 9–124 astetta ($p = \text{NS}$). Polven vääntökokeessa (McMurrayn testi) pientä kipua tuntui 1 potilaalla mediaalisesti ja 2 potilaalla lateralisesti, vaikkakaan minkäänlais-ta napsausta nivelraossa ei tuntunut. Kaikki nämä

Taulukko 2. Polvipisteet preoperatiivisesti sekä 2-vuotisseurannassa. Keskiarvo (SD). Tilastollisesti merkitseviä eroja ryhmien välillä ei ollut. Sen sijaan kummankin ryhmän polvipisteet (Lysholm score, Function score sekä IKDC score) olivat tilastollisesti merkitsevästi parempia 2-vuotisseurannassa verrattuna preoperatiiviseen tilanteeseen ($p < 0.001$).

Preoperatiivisesti	Sulava ruuvi (N=21)	Sulava nuoli (N=21)
Lysholm (0-100)	62 (16)	61 (19)
Function (0-10)	4 (2)	4 (2)
IKDC:		
Normaali	3	4
Lähes normaali	6	6
Epänormaali	7	5
Erittäin huono	5	6
2-vuotisseurannassa	Sulava ruuvi (N=17)	Sulava nuoli (N=14)
Lysholm (0-100)	89 (11)	90 (8)
Function (0-10)	8 (1)	8 (1)
IKDC:		
Normaali	13	11
Lähes normaali	2	2
Epänormaali	2	1
Erittäin huono	0	0

potilaat olivat SR-ryhmässä. Tilastollista eroa ei kuitenkaan ollut verrattaessa ryhmiä keskenään. Myöskään urheiluun palaamisessa ei ollut ryhmien välillä tilastollisia eroja. Kaikki pystyivät palaamaan takaisin urheiluun joko samalle tasolle (15 SR-ryhmässä, 12 SN-ryhmässä) tai alemmalle tasolle (2 SR-ryhmässä, 2 SN-ryhmässä). Leikkaukseen liittyviä komplikaatioita oli ainoastaan yhdellä potilaalla SN-ryhmässä (postoperatiivinen pinnallinen infektio), joka sekini parani täysin.

MRI-artrografiassa kierukkafiksaatio arvioitiin täysin parantuneeksi 14 potilaalla (8 SR-ryhmässä, 6 SN-ryhmässä) ja osittain parantuneeksi 4 potilaalla (3 SR-ryhmässä, 1 SN-ryhmässä) ($p=NS$). Osittain parantuneissa kierukkafiksaatioissa varjoainetta pääsi kierukan sisään joko ylä- tai alapuolelta kierukkaa, mutta ei kierukan läpi. Lieviä rustovaurioita (gr I) havaittiin 4 potilaalla mediaalisessa femurkondylyssä SN-ryhmässä, kun niitä ei havaittu ollenkaan SR-ryhmässä ($p<0.005$).

Pohdinta

Tämän prospektiivisen, randomisoidun kliinisen 2-vuotistutkimuksen perusteella voidaan todeta, että omassa materiaalissamme kierukkafiksaatioiden paraneminen oli samalla tasolla kuin kirjallisuudessa on aiemminkin esitetty (26). Lozano ym. (26) esittivät katsausartikkelissaan v. 2006, että kierukkafiksaation pettämisprosentti kliinisissä sarjoissa vaihteli 0 – 43,5 %:n välillä 31 artikkelin perusteella. Omassa tutkimuksessamme 26 %:lla potilaista kierukkafiksaatio petti. Aiemmin on myös osoitettu, että kierukkarepeämä ja sen fiksaatio paranee paremmin sen ollessa eturistisidevammaan yhteydessä kuin isoletuna (27). Näin oli myös omassa tutkimuksessamme, sillä ainoastaan 7 % eturistisidevammaan yhteydessä korjatuista kierukkarepeämistä petti, kun vastaava luku oli isoletussa kierukkarepeämässä 36 %. Vastikään julkaistussa amerikkalaisessa monikeskustutkimuksessakin on osoitettu, että eturistisidekorjauksen yhteydessä suoritettulla kierukkafiksaatiolla on yli 90 % mahdollisuus parantua (28).

Aineistomme perusteella näyttäisi siltä, että kierukkafiksaatioissa käyttämämme sulava ruuvi (Trinion, Inion) on parempi kuin sulava nuoli, vaikka polvipisteytyksissä ei ollutkaan mitään eroja ryhmien välillä niillä potilailla, joilla kierukkafiksaatio oli kestänyt. Sulavalla ruuvilla ilmeni kuitenkin vähemmän kierukkafiksaation pettämisiä kuin sulavalla nuolella, vaikka

kaan ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Sen lisäksi sulavan nuolen käyttö aiheutti yhdelle potilaalle selkeät uusinta-artroscopiassa näkyvät urat femurkondyliin ja 4 potilaalle vastaavat MRI-artrografiassa näkyvät rustovauriot femurkondyliin. Vastaavia löydöksiä ei ollut yhdelläkään potilaalla, joilla kierukkafiksaatioon oli käytetty sulavaa ruuvia. Sulavien nuolten aiheuttamia uusinta-artroscopiassa nähtäviä femurkondylin rustovaurioita on raportoitu ennenkin (29). Toisaalta, myös hyviä kliinisiä tuloksia sulavan nuolen käytöstä on raportoitu verrattaessa sitä perinteiseen inside-out suturaatioon (30). Sulavan ruuvien käytöstä kierukkafiksaatioon ei ole aiemmin tehty prospektiivista, randomisoitua kliinistä tutkimusta, mutta sen sijaan yksi prospektiivinen 48 potilaan sarja 19 kk:n seurannalla on aiemmin julkaistu (31). Kyseisessä artikkelissa kaikilla potilailla oli käytetty sulavaa ruuvia (Clearfix, Mitek) kierukkafiksaatioissa, joista 25 % petti seuranta-ajan kuluessa. Omassa aineistossamme vain 17 % sulavilla ruuveilla tehdyistä kierukkafiksaatioista petti.

Biomekaanisesti nivelkierukan repeämän ompelu vertikaalisesti langoilla on paras ja kestävin tapa hoitaa repeämä (15). Kliinisissä sarjoissa ommellutkin kierukat kuitenkin pettävät. Juuri ilmestyneessä artikkelissa raportoitiin 45 potilaan 5-vuotisseuranta, jossa kierukkafiksaatio oli tehty jokaiselle potilaalle inside-out tekniikalla, ja siitä huolimatta 11 potilaalla (24 %) kierukkafiksaatio oli pettänyt (32). Uusimmat täysin artroskooppiset suturaatiotekniikat ovat viime aikoina saavuttaneet suosiota. Kliinisiä tuloksia niiden käytöstä on kuitenkin vasta niukasti saatavilla. Vuonna 2005 julkaistussa prospektiivisessä 37 potilaan sarjassa oli käytetty yhtä täysin artroskooppista suturaatiomenetelmää (FastFix, Smith & Nephew) 42 kierukkarepeämän korjaukseen ja seurattu potilaita keskimäärin 2 vuotta, jona aikana korjatuista kierukkarepeämistä petti ainoastaan 5 (12 %) (33). Tulos on lupaava, sillä hyvin toimivalle fiksaatiomenetelmälle on kysyntää, koska kierukan säästäminen on selkeä etu potilaalle pidemmällä aikavälillä. Tulevaisuudessa tarvittaisiinkin sellaisia prospektiivisiä, randomisoituja tutkimuksia, joissa artroskooppista all-inside suturaatio-tekniikkaa verrattaisiin sulaviin jäykkiin fiksaatiomenetelmiin (sulavat ruuvit tai nuolet).

Traumaattisella sankarepeämällä, etenkin ACL ruptuurin yhteydessä, on hyvä mahdollisuus parantua oikein tehdyllä fiksaatiolla. Koska fiksaation pettäminen on kuitenkin kohtuullisen yleistä, ja fiksaation jälkeinen kuntoutus vie enemmän aikaa kuin osapoisi-

ton jälkeinen kuntoutus isoloidun kierukkarepeämän yhteydessä, tulee vastaan tilanteita, jolloin fiksaation sijasta päädytään kierukan osapoistoon. Varsinkin ammattiurheilijoiden kohdalla tilanne on usein sellainen, että urheilijan ja valmentajan toiveena on saada potilas nopeasti urheiluun takaisin. Hiljan ilmestyneessä tutkimuksessa australialaisten huippu-urheilijoiden (42 potilasta) kierukkarepeämät fiksoitiin suturoimalla ja heidän toipumistaan urheilun pariin seurattiin (32). Kyseisessä tutkimuksessa todettiin, että mediaaliekierukan fiksaatioilla on taipumus pettää useammin kuin lateraaliekierukan fiksaation, joskin mediaalisen nivelkierukan traumaattiset repeämät ovat yleisempiä alun alkaenkin. Yli 80% ammattiurheilijoista palasi takaisin urheilun pariin ja vielä omalle tasolleenkin. Kuntoutus ja paluu entiselle tasolle vie kuitenkin pitkään, ja urheilijan motivoiminen mahdollisesti yhden kauden väliin jättämiseen onkin jo haaste sinänsä. Omasa tutkimuksessamme tulos oli samankaltainen, mutta urheiluun palasi omalle tasolleen jopa 90 % potilaista. Tosin suurin osa potilaistamme oli harrasteurheilijoita eikä ammattiurheilijoita, joten heidän vaatimustasonsa polvensa suhteen ei ehkä ollut niin korkea kuin se ammattiurheilijoilla olisi.

Kirjallisuus

1. Fairbanks TJ: Knee joint changes after meniscectomy. *J Bone Joint Surg (Br)* 1948;30-B:664-670.
2. Roos EM, Roos HP, Ryd L, Lohmander LS: Substantial disability 3 months after arthroscopic partial meniscectomy: A prospective study of patient-relevant outcomes. *Arthroscopy* 2000;16:619-626.
3. Aagaard H, Verdonk R: Function of the normal meniscus and consequences of meniscal resection. *Scand J Med Sci Sports* 1999;9:134-140.
4. Burks RT, Metcalf MH, Metcalf RW: Fifteen-year follow-up of arthroscopic partial meniscectomy. *Arthroscopy* 1997;13:673-679.
5. Jomha NM, Borton DC, Clingeleffer AJ, Pinczewski LA: Long term osteoarthritic changes in anterior cruciate ligament reconstructed knees. *Clin Orthop Relat Res* 1999;358:188-193.
6. Lewandrowski KU, Muller J, Schollmeier G: Concomitant meniscal and articular cartilage lesions in the femorotibial joint. *Am J Sports Med* 1997;25:486-494.
7. Maletius W, Messner K: The effect of partial meniscectomy on the long-term prognosis of knees with localized, severe chondral damage. A twelve- to fifteen-year followup. *Am J Sports Med* 1996;24:258-262.
8. Rangger C, Klestil T, Gloetzer W, Kemmler G, Benedetto KP: Osteoarthritis after arthroscopic partial meniscectomy. *Am J Sports Med* 1995;23:240-244.
9. Schimmer RC, Brulhart KB, Duff C, Glinz W: Arthroscopic partial meniscectomy: A 12-year follow-up and two-step evaluation of the long-term course. *Arthroscopy* 1998;14:136-142.
10. Järvelä T, Kannus P, Järvinen M: Anterior cruciate ligament reconstruction in patients with or without accompanying injuries: A re-examination of subjects 5 to 9 years after reconstruction. *Arthroscopy* 2001;17:818-825.
11. Rockborn P, Gillquist J: Long term results after arthroscopic meniscectomy. The role of preexisting cartilage fibrillation in a 13 year follow-up of 60 patients. *Int J Sports Med* 1996;17:608-613.
12. Schmitz MA, Rouse LM, DeHaven KE: The management of meniscal tears in the ACL-deficient knee. *Clin Sports Med* 1996;15:573-593.
13. DeHaven KE, Lohrer WA, Lovelock JE: Long-term results of open meniscus repair. *Am J Sports Med* 1995;23:524-530.
14. O'Shea JJ, Shelbourne D: Repair of locked bucket-handle meniscal tears in knees with chronic anterior cruciate ligament deficiency. *Am J Sports Med* 2003;31:216-220.
15. Barber FA, Herbert MA: Meniscal repair devices. *Arthroscopy* 2000;16:613-618.
16. Albrecht Olsen PM, Kristensen G, Törmälä P: Meniscus bucket-handle fixation with an absorbable Biofix Tack: Development of a new technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1993;1:104-106.
17. Asahina S, Muneta T, Hoshino A, Niga S, Yamamoto H: Intermediate-term results of meniscal repair in anterior cruciate ligament-reconstructed knees. *Am J Sports Med* 1998;26:688-691.
18. Barber FA, Click SD: Meniscus repair rehabilitation with concurrent anterior cruciate reconstruction. *Arthroscopy*

1997;13:433-437.

19. Barrett GR, Treacy SH, Ruff CG: Preliminary results of the T-fix endoscopic meniscus repair technique in an anterior cruciate ligament reconstruction population. *Arthroscopy* 1997;13:218-223.

20. Borden P, Nyland J, Caborn DNM, Pienkowski D: Bio-mechanical comparison of the FasT-Fix meniscal repair suture system with vertical mattress sutures and meniscal arrows. *Am J Sports Med* 2003;31:374-378.

21. Gill SS, Diduch DR: Outcomes after meniscal repair using the meniscus arrow in knees undergoing concurrent anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2002;18:569-577.

22. Hurel C, Mertens F, Verdonk R: Biofix resorbable meniscus arrow for meniscal ruptures: results of a 1-year follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2000;8:46-52.

23. Laprell H, Stein V, Petersen W: Arthroscopic all-inside meniscus repair using a new refixation device: A prospective study. *Arthroscopy* 2002;18:387-393.

24. Lysholm J, Gillquist J: Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of scoring scale. *Am J Sports Med* 1982;10:150-154.

25. Hefti F, Drobny T, Hackenbusch W, Kipfer WC, Holzach P, Jakob RP, Muller We, Staubli H-U Evaluation of knee ligament injuries: the OAK and IKDC forms. In: Jakob RP, Staubli H-U (eds) *The knee and the cruciate ligament*. Springer, Berlin Heidelberg New York 1990: pp 134-139.

26. Lozano J, Ma CB, Cannon WD: All inside meniscus repair. A systematic review. *Clin Orthop Relat Res* 2006;455:134-141.

27. Cannon WD Jr, Vittori JM: The incidence of healing in arthroscopic meniscal repairs in anterior cruciate ligament-reconstructed knees versus stable knees. *Am J Sports Med* 1992;20:176-181.

28. Toman CV, Dunn WR, Spindler KP, Amendola A, Andrish JT, Bergfeld JA, ym: Success of meniscal repair at anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2009;37:1111-1115.

29. Sarimo J, Rantanen J, Tarvainen T, Härkönen M, Orava S: Evaluation of the second-generation meniscus arrow in the fixation of bucket-handle tears in the vascular area of the meniscus: a prospective study of 20 patients with a mean follow-up of 26 months. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2005;13:614-618.

30. Spindler KP, McCarthy EC, Warren TA, Devin C, Connor JT: Prospective comparison of arthroscopic medial meniscal repair technique. Inside-out suture versus entirely arthroscopic arrows. *Am J Sports Med* 2003;31:929-934.

31. Hantes ME, Kotsovolos ES, Mastrokalos DS, Ammenwerth J, Paessler HH: Arthroscopic meniscal repair with an absorbable screw: results and surgical technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2005;13:273-279.

32. Logan M, Watts M, Owen J, Myers P: Meniscal repair in the elite athlete. Results of 45 repairs with a minimum 5-year follow-up. *Am J Sports Med* 2009;37:1131-1134.

33. Haas AL, Schepsis AA, Hornstein J, Edgar CM: Meniscal repair using the Fast-Fix all-inside meniscal repair device. *Arthroscopy* 2005;21:167-175.