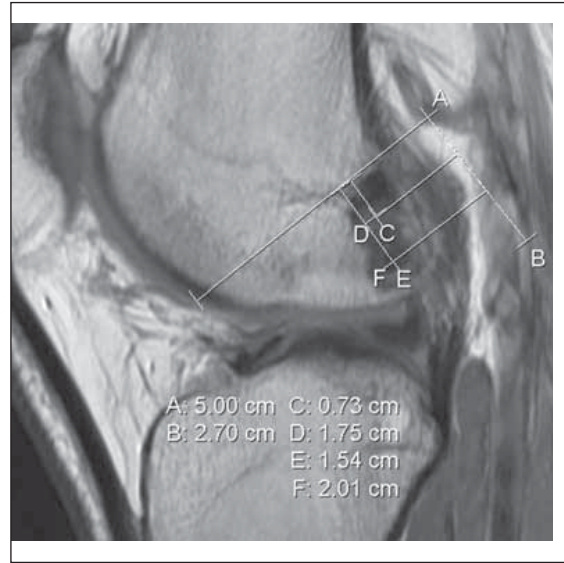
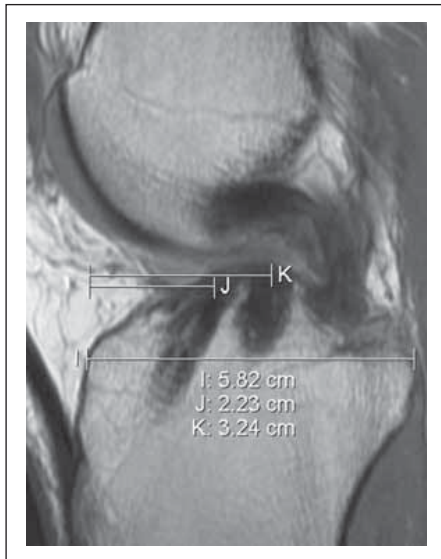


Kuva 1. Sääriluun kondyylin maksimaalinen mitta (G) määritettiin koronaalileikkeistä ja siirteen keskikohta mitattiin lateraalisuunnasta (H) myös samoista leikkeistä.



Kuva 2. Sääriluun maksimaalinen läpimitta määritettiin sivusuunnassa sagittaalileikkeistä (I) ja siirteiden paikat määritettiin mittaamalla ne anteriorisesta reunasta käsin (anteromediaalinen = J, posterolateraalinen = K).



Kuva 3. Reisiluun kondyylin maksimaalinen läpimitta määritettiin ensin sagittaalileikkeistä (A, B). Sen jälkeen graftien keskikohdat (CD, EF) määritettiin myös sagittaalileikkeistä ja ne suhteutettiin Blumensaatin linjaan kohtisuorasti (AC, AE) ja sen suuntaisesti (BD, BF).

Taulukko 1. Potilaiden perustiedot sekä leikkaus- ja seuranta-aika

Sukupuoli (mies/nainen)	56/19
Ikä (vuosia)*	32 (10)
Pituus (cm)*	177 (9)
Paino (kg)*	82 (16)
Leikkausaika (min)*	73 (16)
Seuranta-aika (kk)*	25 (2)
* Keskiarvo (keskihajonta)	

Aineisto ja menetelmät

Potilaat

Potilaita tutkimuksessa oli 75, joille kaikille kokenut ortopedi teki polven eturistisideleikkauksen kaksois-siirreteknikalla vuosien 2003 ja 2008 välissä. Sisäänottokriteerit tutkimuksessa olivat: ensimmäinen eturistisideleikkaus, sulkeutuneet kasvulinjat ja toisessa polvessa ei saanut olla nivelsidevammaa. Potilaiden perustiedot sekä operaatio- ja seuranta-aika ovat nähtävissä taulukossa 1.

Kliininen ja MRI-tutkimus

Kahden vuoden seurantakäynnillä kliinisen tutkimuksen suoritti kaksi sokkoutettua tutkijaa. Tutkimusmenetelminä olivat: polven kliininen tutkiminen, tu-

kevuusmittaus KT-1000 artrometrilla sekä IKDC ja Lysholm polven tutkimuskaavakkeet. MRI kuvat tulkitse kaksikielisiä ja liikuntaelimitykseen erikoistunutta radiologia, joilla ei ollut tietoa potilaiden kliinisestä tilanteesta. Kuvat tulkitettiin soveltaen metodia, jonka Lorenz kumppaneineen on julkaissut vuonna 2009 (33). Menetelmässä sääriluun maksimaalinen mitta sekä siirteiden keskikohdat määritettiin koronaalileikkeistä (kuva 1) sekä sivusuunnassa sagittaalileikkeistä (kuva 2). Reisiluun puolella mittaukset on tehty sagittaalileikkeistä suhteuttaen siirteiden keskikohdat Blumensaatin linjaan (kuva 3).

Leikkaustekniikka

Operatiivinen tekniikka on esitelty aiemmin yksityiskohtaisesti jo vuonna 2007 (21). Operaatio aloitettiin polven tähytyksellä, jolloin pystyttiin havaitsemaan eturistisiderepeämä sekä muut liittämissuunnat. Reisiluun tunnelit porattiin vapaan käden tekniikalla erillistä anteromedialista portaalaa apuna käyttäen mahdollisimman taakse ja alas. Hamstring siirteet kiinnitettiin paikoilleen sulavilla interferenssiruuveilla sekä reisiluussa että sääriluussa.

Kuntoutus

Kaikkien potilaiden kuntoutus eteni saman kaavan mukaan. Polven täysi liikelaajuus sallittiin heti eikä ul-

koista tukea käytetty. Keppejä potilaat käyttivät kolmesta neljään viikkoa, mutta täyspainovaraus oli sallittu alusta saakka. Suljetun ketjun harjoitteita potilaat alkoivat tehdä heti, kuntopyöräily oli sallittu neljän viikon kohdalla ja juokseminen kolmesta kuukaudesta eteenpäin. Pivottaavaan urheiluun potilaat pääsivät kuuden kuukauden kohdalla, mikäli polven kuntoutuminen oli sujunut hyvin.

Tilastokäsittely

Tilastoanalyysi tehtiin SPSS 11.0 ohjelmalla. Keskiarvojen väliset erot laskettiin varianssianalyysillä ja t-testillä sekä frekvenssien väliset erot chi2 testillä. Tilastollisen merkitsevyyden raja oli $P < 0.05$.

Tulokset

Päälöydöksenä tutkimuksessa oli, että varsinkin sääriluussa siirteiden paikalla oli vaikutusta graftin näkyvyyteen MRI:ssa (taulukko 2). Sen sijaan kliinisellä tutkimuksella ja siirteiden näkyvyydellä ei ollut tilastollista korrelaatiota polven anteroposteriorisessa eikä rotatioonastabiliteetissa. Lisäksi havaittiin, että polven kliinisen tutkimuksen sekä tutkimuskaavakkeiden tulokset olivat tilastollisesti paremmat kahden vuoden seurantakäynnillä kuin ennen leikkausta ($P < 0.001$).

Taulukko 2. Vertailu siirteiden paikoista ja näkyvyydestä MRI:n perusteella kahden vuoden seurantakäynnillä. Keskiarvo (keskihajonta).

Siirteiden näkyvyys	Näkyvä	Osittain näkyvä	Näkymätön	
AM-siirre	N= 59	N= 2	N= 3	
Sääriluu				
Anterioriselta pinnalta*	43 (6)	34 (1)	36 (7)	$p=0.017$
Reisiluu				
Blumensaatin linjasta#	28 (5)	28 (9)	31 (4)	
Posterioriselta pinnalta*	19 (6)	24 (2)	21 (10)	
PL-siirre	N= 51	N= 9	N= 4	
Sääriluu				
Anterioriselta pinnalta*	57 (6)	52 (5)	51 (6)	$p=0.012$
Reisiluu				
Blumensaatin linjasta#	44 (6)	43 (7)	43 (7)	
Posterioriselta pinnalta*	42 (8)	47 (8)	43 (9)	

* Prosentteina sääriluun tai reisiluun kokonaisleveydestä

Prosentteina Blumensaatin linjaan kohtisuorasta leveydestä

AM = anteromedialinen

PL = posterolateraalinen

Pohdinta

Kahden vuoden seurantakäynnillä havaittiin MRI:ssa siirteiden, jotka olivat anteriorisemmin sääriluussa, olevan näkymättömpiä kuin posteriorisemmin olevat siirteet. Kyseinen muutos oli nähtävissä sekä anteromediaalisissa ($P=0.017$) että posterolateraalisisissa siirteissä ($P=0.012$). Syynä tähän voi olla lievä pinneti-la, joka aiheutuu eturistisiteen hankauksesta reisiluun uraan polven ollessa suorana, vaikkakin kliinisessä tutkimuksessa ei tälle löytynyt todisteita. Kyseinen pinne voi aiheuttaa häiriötä siirteiden kypsymisprosessiin, joka yleensä kestää kaksi vuotta (34).

Sonoda ja kumppanit (35) löysivät omassa MRI-tutkimuksessaan korrelaation, jossa näkymättömät anteromediaaliset siirteet liittyivät anteroposteriooriiseen instabiliteettiin ja näkymättömät posterolateraaliset siirteet taas kiertoliikkeen epätukevuuteen. Tutkimuksessamme tällaista korrelaatiota ei havaittu KT-1000 eikä pivot shift -tutkimuksilla testaten. Sauppe ja kumppanit päätyivät samantyyppiseen lopputulokseen 80 kuukauden seurannassaan kuin me nyt. Sonodan tutkimuksessa MRI oli tehty vuoden kohdalla, joten voi olla, että kypsymisprosessi oli vielä kesken, mutta pidemmän aikavälin tutkimuksissa ei tätä sekoittavaa tekijää enää ole ollut.

Tutkimuksemme heikkoutena voidaan pitää sitä, ettei siirteiden ehjyyttä ole tarkastettu polven tähystyksellä, mutta toisaalta kaikilla potilailla, joilla siirre oli MRI:ssa näkymätön, ei kliinisessä tutkimuksessa ollut viitettä siirteiden peittämisestä ja näin ollen tähystys ei todennäköisesti olisi johtanut lisätoimenpiteisiin, koska nykypäivänä eturistisiderekonstruktion indikaationa pidetään epätukevuusoiretta eikä pelkästään MRI löydöksiä (36–38). Selkeänä vahvuutena tutkimukselle voidaan pitää sen prospektiivista luonnetta ja sitä, ettei radiologeilla ollut tietoa potilaiden kliinisestä tilanteesta.

Johtopäätös

Yhteenvedon voidaan todeta, että siirteiden sijaitseminen anteriorisemmin sääriluussa voi aiheuttaa siirteiden näkymättömyyttä MRI-tutkimuksessa vielä kahden vuoden kohdallakin, muttei sillä ole vaikutusta potilaan kliiniseen tilanteeseen.

Kirjallisuus

1. Schindler OS: Surgery for anterior cruciate ligament deficiency: a historical perspective. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012;20:5-47.
2. Takahashi M, Doi M, Abe M, Suzuki D, Nagano A: Anatomical study of the femoral and tibial insertions of the anteromedial and posterolateral bundles of human anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med.* 2006;34:787-792.
3. Steckel H, Starman JS, Baums MH, Klinger HM, Schultz W, Fu FH: Anatomy of the anterior cruciate ligament double bundle structure: a macroscopic evaluation. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;17:387-392.
4. Purnell ML, Larson AI, Clancy W: Anterior cruciate ligament insertions on the tibia and femur and their relationships to critical bony landmarks using high-resolution volume-rendering computed tomography. *Am J Sports Med.* 2008;36:2083-2090.
5. Siebold R, Ellert T, Metz S, Metz J: Femoral insertions of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament: morphometry and arthroscopic orientation models for double-bundle bone tunnel placement—a cadaver study. *Arthroscopy.* 2008;24:585-592.
6. Siebold R, Ellert T, Metz S, Metz J: Tibial insertions of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament: morphometry, arthroscopic landmarks, and orientation model for bone tunnel placement. *Arthroscopy.* 2008;24:154-161.
7. Zantop T, Wellmann M, Fu FH, Petersen W: Tunnel positioning of anteromedial and posterolateral bundles in anatomic anterior cruciate ligament reconstruction: anatomic and radiographic findings. *Am J Sports Med.* 2008;36:65-72.
8. Katouda M, Soejima T, Kanazawa T, Tabuchi K, Yamaki K, Nagata K: Relationship between thickness of the anteromedial bundle and thickness of the posterolateral bundle in the normal ACL. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19:1293-1298.
9. Kopf S, Pombo MW, Szczodry M, Irrgang JJ, Fu FH: Size variability of the human anterior cruciate ligament insertion sites. *Am J Sports Med.* 2011;39:108-113.
10. Pietrini SD, Ziegler CG, Anderson CJ, Wijdicks CA, Westerhaus BD, Johansen S, et al.: Radiographic landmarks for tunnel positioning in double-bundle ACL reconstructions. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19:792-800.
11. Ziegler CG, Pietrini SD, Westerhaus BD, Anderson CJ, Wijdicks CA, Johansen S, et al.: Arthroscopically pertinent landmarks for tunnel positioning in single-bundle and double-bundle anterior cruciate ligament reconstructions. *Am J Sports Med.* 2011;39:743-752.
12. Ferretti M, Doca D, Ingham SM, Cohen M, Fu FH: Bony and soft tissue landmarks of the ACL tibial insertion site: an anatomical study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012;20:62-68.
13. Otsubo H, Shino K, Suzuki D, Kamiya T, Suzuki T, Watanabe K, et al.: The arrangement and the attachment areas of three ACL bundles. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012;20:127-134.

14. Luites JW, Wymenga AB, Blankevoort L, Kooloos JG: Description of the attachment geometry of the anteromedial and posterolateral bundles of the ACL from arthroscopic perspective for anatomical tunnel placement. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2007;15:1422-1431.
15. Amis AA: The functions of the fibre bundles of the anterior cruciate ligament in anterior drawer, rotational laxity and the pivot shift. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012;20:613-620.
16. Lohmander LS, Englund PM, Dahl LL, Roos EM: The long-term consequence of anterior cruciate ligament and meniscus injuries: osteoarthritis. *Am J Sports Med.* 2007;35:1756-1769.
17. Aglietti P, Giron F, Buzzi R, Biddau F, Sasso F: Anterior cruciate ligament reconstruction: bone-patellar tendon-bone compared with double semitendinosus and gracilis tendon grafts. A prospective, randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86-A:2143-2155.
18. Adachi N, Ochi M, Uchio Y, Iwasa J, Kuriwaka M, Ito Y: Reconstruction of the anterior cruciate ligament. Single-versus double-bundle multistranded hamstring tendons. *J Bone Joint Surg Br.* 2004;86-B:515-520.
19. Aglietti P, Giron F, Losco M, Cuomo P, Ciardullo A, Mondanelli N: Comparison between single-and double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized, single-blinded clinical trial. *Am J Sports Med.* 2010;38:25-34.
20. Hussein M, van Eck CF, Cretnik A, Dinevski D, Fu FH: Prospective randomized clinical evaluation of conventional single-bundle, anatomic single-bundle, and anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: 281 cases with 3- to 5-year follow-up. *Am J Sports Med.* 2012;40:512-520.
21. Jarvela T: Double-bundle versus single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized clinical study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2007;15:500-507.
22. Ibrahim SA, Hamido F, Al Misfer AK, Mahgoob A, Ghafar SA, Alhran H: Anterior cruciate ligament reconstruction using autologous hamstring double bundle graft compared with single bundle procedures. *J Bone Joint Surg Br.* 2009;91-B:1310-1315.
23. Jarvela T, Moisala AS, Sihvonen R, Jarvela S, Kannus P, Jarvinen M: Double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring autografts and bioabsorbable interference screw fixation: prospective, randomized, clinical study with 2-year results. *Am J Sports Med.* 2008;36:290-297.
24. Muneta T, Koga H, Mochizuki T, Ju YJ, Hara K, Nimura A, et al.: A prospective randomized study of 4-strand semitendinosus tendon anterior cruciate ligament reconstruction comparing single-bundle and double-bundle techniques. *Arthroscopy.* 2007;23:618-628.
25. Sastre S, Popescu D, Nunez M, Pomes J, Tomas X, Peidro L: Double-bundle versus single-bundle ACL reconstruction using the horizontal femoral position: a prospective, randomized study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010;18:32-36.
26. Siebold R, Dehler C, Ellert T: Prospective randomized comparison of double-bundle versus single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2008;24:137-145.
27. Streich NA, Friedrich K, Gotterbarm T, Schmitt H: Reconstruction of the ACL with a semitendinosus tendon graft: a prospective randomized single blinded comparison of double-bundle versus single-bundle technique in male athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008;16:232-238.
28. Suomalainen P, Jarvela T, Paakkala A, Kannus P, Jarvinen M: Double-bundle versus single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective randomized study with 5-year results. *Am J Sports Med.* 2012;40:1511-1518.
29. Suomalainen P, Moisala AS, Paakkala A, Kannus P, Jarvela T: Double-bundle versus single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: randomized clinical and magnetic resonance imaging study with 2-year follow-up. *Am J Sports Med.* 2011;39:1615-1622.
30. Zaffagnini S, Bruni D, Marcheggiani Muccioli GM, Bonanzinga T, Lopomo N, Bignozzi S, et al.: Single-bundle patellar tendon versus non-anatomical double-bundle hamstrings ACL reconstruction: a prospective randomized study at 8-year minimum follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19:390-397.
31. Zaffagnini S, Bruni D, Russo A, Takazawa Y, Lo Presti M, Giordano G, et al.: ST/G ACL reconstruction: double strand plus extra-articular sling vs double bundle, randomized study at 3-year follow-up. *Scand J Med Sci Sports.* 2008;18:573-581.
32. Casagrande BU, Maxwell NJ, Kavanagh EC, Towers JD, Shen W, Fu FH: Normal appearance and complications of double-bundle and selective-bundle anterior cruciate ligament reconstructions using optimal MRI techniques. *AJR Am J Roentgenol.* 2009;192:1407-1415.
33. Lorenz S, Elser F, Mitterer M, Obst T, Imhoff AB: Radiologic evaluation of the insertion sites of the 2 functional bundles of the anterior cruciate ligament using 3-dimensional computed tomography. *Am J Sports Med.* 2009;37:2368-2376.
34. Miller TT: MR imaging of the knee. *Sports Med Arthrosc.* 2009;17:56-67.
35. Sonoda M, Morikawa T, Tsuchiya K, Moriya H: Correlation between knee laxity and graft appearance on magnetic resonance imaging after double-bundle hamstring graft anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2007;35:936-942.
36. Frobell RB, Roos EM, Roos HP, Ranstam J, Lohmander LS: A randomized trial of treatment for acute anterior cruciate ligament tears. *N Engl J Med.* 2010;363:331-342.
37. Delincé P, Ghafil D: Anterior cruciate ligament tears: conservative or surgical treatment? A critical review of the literature. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012;20:48-61.
38. Smith TO, Davies L, Hing CB: Early versus delayed surgery for anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010;18:304-311.