

Tuplasiirre polven eturistisiteen rekonstruktioleikkaukseen

Timo Järvelä^{1,2}

¹Ortopedian Klinikka, Hatanpään Sairaala, Tampere, ²Urheiluklinikka ja Sairaala Mehiläinen, Tampere

Sixty-five patients were randomized into either double-bundle (n=35) or single-bundle (n=30) ACL reconstruction with hamstring tendons and bioabsorbable screw (Hexalon, Inion Company, Finland) fixation in both groups. At the 1-year follow-up, the rotational stability and the early anterior stability were better in the double-bundle group than in the single-bundle group. In addition, none of the patients in the double-bundle group had graft failure, while four patients in the single-bundle group had. However, knee scores were equal at the follow-up, and all the results were significantly better at the follow-up than preoperatively, in both groups.

Johdanto

Polven eturistiside (ACL) ei ole pelkästään yksi yhtenäisellä tavalla toimiva anatominen rakenne, vaan sen on osoitettu koostuvan ainakin kahdesta eri lailla toimivasta säiekimpusta (1). Polven ollessa täysin suorassa, eturistisiteen posterolateraalinen osa (PL-kimppu) on kireällä ja anteromediaalinen osa (AM-kimppu) löysällä. Vastaavasti polven ollessa koukussa AM-kimppu kiristyy ja PL-kimppu löystyy (2). Biomekaaniset tutkimukset ovat osoittaneet, että PL-kimppulla on tärkeä rooli polven rotaatiostabiliteetille (3). Perinteisellä yhden siirteen ACL-rekonstruktioleikkauksella pystytään palauttamaan hyvin polven etusuuntainen (AP) stabiliteetti, mutta ei rotaatiostabiliteettia (4), kun taas tuplasiirteellä tehdyllä ACL-rekonstruktioleikkauksella pystytään laboratorio-olosuhteissa palauttamaan polven normaali kinematiikka paremmin kuin yhden siirteen tekniikalla (5).

Ensimmäiset raportit tuplasiirteellä tehdyistä ACL-rekonstruktioista on julkaistu jo 20 vuotta sitten (6,7). Yhden siirteen tekniikka on ollut kuitenkin suosituin, koska silläkin on saatu hyviä pitkäaikaistuloksia (8,9). Tulokset eivät ehkä kuitenkaan ole olleet tarpeeksi hyviä, koska viime vuosina tuplasiirteen käyttö on lisääntynyt maailmalla, ja tähän liittyen uusia tuplasiirreleikkauksitekniikoita on julkaistu kirjallisuudessa kosolti (10–18). Suurimmassa osassa edellämaituista

leikkaustekniikoista on kuitenkin käytetty kortikaalista kiinnitystapaa siirteen kiinnitykseen, vaikka aiemmin on osoitettu, että kaikista anatomisin kiinnitystapa olisi mahdollisimman lähellä nivelpintaa (19,20).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli kehittää uusi mahdollisimman anatominen leikkaustekniikka ACL-rekonstruktioon käyttäen tuplasiirrettä hamstring-jäniteistä tehtynä ja biohajoavilla ruuveilla mahdollisimman lähelle nivelpintaa kiinnitettynä. Kyseessä on prospektiivinen ja satunnaistettu kliininen tutkimus, jossa vertasimme tuplasiirteellä tehtyjä ACL-rekonstruktioleikkauksia perinteiseen yhden siirteen leikkaustekniikkaan käyttäen samanlaista siirteen kiinnitysmenetelmää ja polven jälkikuntoutusta kummassakin ryhmässä.

Aineisto ja menetelmät

Potilaat

65 sellaista potilasta, joilla oli primaari ACL-repeämä polvessaan (toinen polvi oli terve), ja joille tehtiin ACL-rekonstruktio hamstring-siirteellä, arvottiin kahteen eri ryhmään: Tuplasiirre biohajoavien ruuvein kiinnitettynä (DB) (n=35) ja yksi siirre biohajoavien ruuvein kiinnitettynä (SB) (n=30). Näistä potilaista 59 (91 %) (30 potilasta DB-ryhmästä, 29 potilasta SB-ryhmästä) on käynyt 1-vuotis seurannassa (vai-

teluväli, 12–20 kk). Neljällä potilaalla SB-ryhmästä on kuitenkin siirre pettänyt uuden vamman vuoksi, ja uusintaleikkaus on tehty, joten heidät on poissuljettu tilastollisesta laskennasta. Potilaiden keski-ikä leikkaushetkellä oli 33 vuotta. Tilastollista eroa ryhmien välillä ei ollut leikkausajankohdassa (viive vamman ja leikkauksen välillä), seuranta-ajassa, iässä, pituudessa, painossa tai sukupuolessa.

Leikkaustekniikka

Molemmissa ryhmissä käytettiin artroskooppista leikkaustekniikkaa. Tuplasiirre tehtiin hamstring-jänhteistä: AM-siirre tehtiin kaksinkertaisesta semitendinosus-jänhteestä ja PL-siirre kaksinkertaisesta gracilis-jänhteestä. AM-siirteen läpimitta oli yleensä n. 6-7 mm, PL-siirteen vastaavasti n. 5-6 mm. Femur-tunnelit (2 kpl) porattiin anteromediaalisiin portaalista ilman ohjainta läpimitaltaan yhtä isoiksi kuin siirteiden paksuus oli. Tibiakanavien teossa käytettiin tibia-ohjainta. Myös tibia-puolelle tehtiin 2 tunnelia. PL-siirre vedettiin ensin paikoilleen ja kiinnitettiin femur-puolelta biohajoavalla ruuvilla (Hexalon, Inion, Tampere, Finland), jonka läpimitta oli 6 mm. Tämän jälkeen AM-siirre vedettiin paikoilleen ja kiinnitettiin femur-puolelta biohajoavalla ruuvilla, jonka läpimitta oli yleensä 7 mm. Tibiakiinnitys tehtiin myös sulavin ruuvein. Tibiapuolella lisäksi kiinnitys tehtiin vielä ompelemalla siirteet yhteen liukenemattomalla langalla luusillan yli. Kaavakuva tuplasiirteellä tehdystä polven

ACL-rekonstruktiosta nähdään kuvassa 1. Yhden siirteen tekniikka on kuvattu yksityiskohtaisesti aiemmin (21).

Kuntoutus

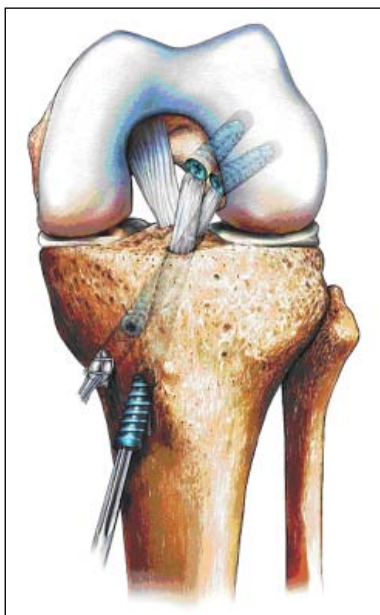
Kuntoutus oli sama kummassakin ryhmässä. Vapaa mobilisaatio sallittiin, saranalastoja ei käytetty. Kyynärsauvoilla kevennettiin liikkumista 4 viikkoa. Isometriset lihasharjoitukset aloitettiin heti. Kuntopyöräharjoittelu aloitettiin 1 kk:n kuluttua. Juoksu oli sallittu 3 kk:n kuluttua, pallopelit ja laskettelu 6 kk:n kuluttua.

Seurantamenetelmät

Polvien tutkimisessa ja arvioinnissa käytettiin IKDC- (22) ja Lysholm-polvipisteytyksiä (23). Lisäksi mitattiin polvien etu-takasuuntainen stabiliteetti KT 1000-mittauslaitteella (24) sekä arvioitiin rotaatiostabiliteetti pivot shift -testillä. Nämä arviot tehtiin sekä ennen leikkausta että 1-vuotis seurannassa. Stabiliteetin arviointi tehtiin lisäksi myös poliklinikkakontrollien yhteydessä 1, 3 ja 6 kk:n kuluttua leikkauksesta. Rtg-kuvaukset tehtiin pre- ja postoperatiivisesti mahdollisen artroosin ja siirteiden paikkojen määrittämiseksi.

Tilastollinen analyysi

Tilastollisessa analyysissä käytettiin SPSS 11.0-ohjelmaa (SPSS, Inc., Chicago, Illinois, USA). Keskiarvojen (jatkuva muuttuja) vertailussa käytettiin varianssianalyysiä (ANOVA) ja t-testiä. Luokkamuuttujien



Taulukko 1. Leikkauslöydökset ja leikkausaika. (DB = tuplasiirre ja biohajoavat ruuvit, SB = yksi siirre ja biohajoavat ruuvit, Sign. = tilastollinen merkitsevyys).

	DB (N =35)	SB (N =30)	Sign.
Isoloitu ACL-rekonstruktio	13	15	NS
ACL ja meniskin osapoisto	15	11	NS
ACL ja meniskikiinnitys	3	3	NS
Leikkausaika (min.)*	82 (47–120)	67 (37–115)	p=0.001

*Keskiarvo (vaihteluväli)

NS=e-i merkitsevyyttä

Kuva 1. Kaavakuva tuplasiirteellä tehdystä polven ACL-rekonstruktiosta.

analyysi tehtiin ristiintaulukoinnilla ja Chi-neliötestillä. Tilastollisesti merkitseväksi katsottiin $p < 0.05$.

Tulokset

Leikkauslöydös

Isoloituja ACL-vammoja oli noin puolella kaikista potilaista. Lopuilla potilaista oli myös nivelkierukkavamma ACL-vamman lisäksi. Leikkauslöydösten suhteen ryhmien välillä ei kuitenkaan ollut tilastollisia eroja. Sen sijaan leikkausaika oli keskimäärin n. 15 minuuttia pitempi tuplasiirryhmässä kuin yhden siirteen ryhmässä (taulukko 1).

Stabiileetti

Polven rotaatiostabiileetti oli parempi tuplasiirteellä leikatuilla potilailla verrattuna yhdellä siirteellä leikattuihin potilaisiin 1-vuotisseurannassa (taulukko 2). 29:llä tuplasiirrepotilaalla (97 %) oli rotaatiostabiili polvi pivot shift -testillä arvioituna. Sen sijaan 9:llä perinteisen yhden siirteen potilaalla (36%) oli I-asteen rotaatiostabiileetti leikatussa polvessaan. Tämä ero ryhmien välillä on tilastollisesti merkitsevä ($p = 0.002$).

Polven etu-takasuuntaisessa stabiileetissa ei ollut tilastollista eroa ryhmien välillä 1-vuotisseurannassa, vaikkakin leikkauksen jälkeisen kuntoutuksen alkuvaiheessa aina puoleen vuoteen saakka tuplasiirteellä näytettiin saavan hieman stabiilimpi tulos kuin yhden siirteen tekniikalla (taulukko 3).

Taulukko 2. Pivot shift -testi preoperatiivisesti ja 1-vuotisseurannassa operoidusta polvesta (DB = tuplasiirre ja biohajoavat ruuvit, SB = yksi siirre ja biohajoavat ruuvit).

	DB	SB	Sign.
Pivot shift -testi			
<i>Preoperatiivisesti</i>	(N = 35)	(N = 30)	
Normaali	0	0	
Gr I	9	7	
Gr II	26	22	
Gr III	0	1	NS
<i>1-vuotisseurannassa</i>	(N = 30)	(N = 25)	
Normaali	29	16	
Gr I	1	9	
Gr II	0	0	
Gr III	0	0	$p = 0.002$

NS=ei merkitsevyyttä

Polvipisteytykset

IKDC-luokituksen objektiivisen arvion mukaan kaikki polvet arvioitiin epänormaaleiksi (C tai D) ennen leikkausta. Saman luokituksen mukaan leikkauksen jälkeen 1-vuotisseurannassa kaikki polvet arvioitiin normaaleiksi (A tai B). Lysholmin pisteet olivat koko ryhmässä ennen leikkausta keskimäärin 68 (SD 16) ja 1-vuotisseurannassa 91 (SD 7). Kummankaan polvipisteytyksen perusteella ryhmien välillä ei ollut tilastollista eroa ennen leikkausta eikä myöskään sen jälkeen 1-vuotisseurannassa. Sen sijaan kummassakin ryhmässä saatiin leikkaamalla aikaan huomattava, tilastollisesti merkitsevä parannus pisteissä verrattuna ennen leikkausta saatuihin polvipisteytyksiin ($p < 0.001$). Kaikki potilaat pystyivät palaamaan urheilun pariin takaisin, vaikkakin 3 potilasta tuplasiirryhmästä ja 8 potilasta yhden siirteen ryhmästä joutui palaamaan urheilussa alemmalle tasolle kuin ennen vammaa ($p = 0.075$).

Siirteen pettäminen ja uusintaleikkaukset

Seuranta-aikana 4 potilaalla on siirre pettänyt uuden vamman vuoksi ja uusintaleikkaus on tehty. Nämä kaikki 4 potilasta oli alunperin operoitu perinteisellä yhden siirteen tekniikalla. Tuplasiirryhmässä ei ole tapahtunut yhtään siirteen uudelleen katkeamista, eikä uusintaleikkaukseen ole sen johdosta ollut tarvetta. Sen sijaan kummassakin ryhmässä on seuranta-aikana tehty yksi polven artroskopia nivelkierukan reparaation tai korjatun kierukan paranemattomuuden

Taulukko 3. Operoidun polven AP-suuntainen stabiileetti verrattuna terveeseen polveen KT-1000 -stabiileettimittarilla (134 N) arvioituna (mm) ennen operaatiota ja seuranta-aikana (DB = tuplasiirre ja biohajoavat ruuvit, SB = yksi siirre ja biohajoavat ruuvit). Keskiarvo (SD).

	DB (N = 30)	SB (N = 25)	Sign.
Preoperatiivisesti	4.1 (2.1)	3.9 (3.0)	NS
1 kk:n kuluttua	0.6 (2.0)	0.8 (2.0)	NS
3 kk:n kuluttua	0.2 (2.7)	1.0 (2.0)	NS
6 kk:n kuluttua	0.2 (2.1)	1.6 (2.1)	NS
1 vuoden kuluttua	1.5 (1.8)	1.8 (2.2)	NS

NS=ei merkitsevyyttä

vuoksi. Muita varsinaisia komplikaatioita ei ole ollut kummassakaan ryhmässä.

Pohdinta

Tämän tutkimuksen perusteella tuplasiirteellä tehty polven eturistisiteen korjausleikkaus tuotti polveen merkitsevästi paremman rotaatiostabiliteetin, ja myös alkuvaiheen etu-takasuuntaisen stabiliteetin, kuin perinteinen yhden siirteen tekniikka. Aiemmin on julkaistu vain kaksi prospektiivista, satunnaistettua tutkimusta, joissa on verrattu tuplasiirrettä yhden siirteen tekniikkaan (10,12). Näissä kahdessa tutkimuksessa ei saatu minkäänlaista eroa ryhmien välille, ei myöskään stabiliteetin suhteen. Tosin kummassakin edellämainittujen tutkimusten tuplasiirreteknikassa käytettiin kylläkin kahta erillistä femurkanavaa, mutta vain yhtä tibiakanavaa. Rotaatiostabiliteetti on kuitenkin parempi, kun tehdään kaksi tunnelia sekä femurpuolelle että tibiapuolelle, koska tällöin matkitaan paremmin eturistisiteen normaalia anatomiaa (15,17,18).

Omassa tutkimuksessamme polvipisteytyksillä ei ollut ryhmien välillä tilastollista eroa. Sen sijaan kummassakin ryhmässä saatiin huomattava parannus aikaan verrattuna leikkausta edeltäneeseen tilanteeseen. Jonkin verran eroja oli urheiluun palaamisessa, koska yhden siirteen tekniikalla operoidut potilaat joutuivat herkemmin alentamaan urheilunsa tasoa verrattuna tasoon ennen vammaa. Esimerkiksi palloilulajeihin paluu koettiin hankalammaksi niiden potilaiden keskuudessa, joilla oli käytetty yhden siirteen tekniikkaa. Tämä johtui siitä, että polveen ei kunnolla luotettu, koska se tuntui jollakin lailla huteralta. Myös siirteen pettämisistä uuden vamman seurauksena tapahtui ainoastaan yhden siirteen tekniikalla operoiduilla potilailla. Yksikään tuplasiirteellä operoitu polvi ei ole toistaiseksi pettänyt, vaikka potilaat ovat palanneet täysipainoiseen urheiluun takaisin kuntoutuksensa jälkeen.

Eturistisiteen korjaaminen tuplasiirteellä on toki teknisesti vaativampaa kuin perinteisen yhden siirteen käyttö. Kokemattomissa käsissä virhemahdollisuudet leikkausta tehdessä ovat suuret (25). Näin ollen tuplasiirrettä ei tulisi käyttää, jos leikkaavalla lääkäriellä ei ole ennestään huomattavaa kokemusta polven eturistisiteiden korjausleikkauksista. Eturistisiteen korjaaminen tuplasiirteellä lisää myös hieman leikkausaikaa. Samoin siirteiden kiinnittämiseen tarvitaan myös tuplamäärä tavaroita (ruuveja, lankoja, tms.). Näin ollen eturistisiteen korjaaminen tuplasiirteellä on hieman kalliimpaa kuin perinteisellä yhden siirteen tek-

niikalla.

Tässä raportoitu tutkimus on vasta 1-vuotisseuranta kahden erilaisen leikkaustekniikan vertailussa, joten kovin pitkälle meneviä johtopäätöksiä ei voida vielä tehdä. Tarvitaan prospektiivisia, satunnaistettuja pitkäaikaisseurantoja, jotta lopullisia johtopäätöksiä leikkaustekniikoiden mahdollisista eroista voidaan tehdä (26). Alkuvaiheen tulosten perusteella tuplasiirreteknikka näyttää kuitenkin lupaavalta varsinkin potilailla, joilla on erittäin suuri vaatimustaso polvensa stabiliteetin suhteen. Tuplasiirrettä tulisikin käyttää harkiten lähinnä sellaisille potilaille, joilla polveen kohdistuu huomattavia kiertovoimia joko heidän ammatissaan tai urheiluharrastuksessaan. Tällaisia potilaita olisivat esim. kaikki pallopelien pelaajat (salibandy, koripallo, lentopallo, jalkapallo, yms.), laskettelijat (lumilautailijat), tanssijat, fyysisen työn tekijät. Perinteisellä yhden siirteen tekniikalla saadaan toki edelleen hyviä tuloksia potilailla, joilla ei ole tarvetta rankkaan liikunnan harrastamiseen, mutta jotka kuitenkin haluavat saada tukevan polven normaaliin käyttöön.

Kirjallisuus

1. Girgis FG, Marshall JL, Monajem A: The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. *Clin Orthop Relat Res* 1975;106:216-231.
2. Amis AA, Dawkins GP: Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. Fibre bundle actions related to ligament replacements and injuries: *J Bone Joint Surg Br* 1991;73-B:260-267.
3. Gabriel MT, Wong EK, Woo SL, Yagi M, Debski RE: Distribution of in situ forces in the anterior cruciate ligament in response to rotatory loads: *J Orthop Res* 2004;22:85-89.
4. Woo SL, Kanamori A, Zeminski J, Yagi M, Papageorgiou C, Fu FH: The effectiveness of reconstruction of the anterior cruciate ligament with hamstring and patellar tendon. A cadaveric study comparing anterior tibial and rotational loads. *J Bone Joint Surg Am* 2002;84-A:907-914.
5. Yagi M, Wong EK, Kanamori A, Debski RE, Fu FH, Woo SL: Biomechanical analysis of an anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2002;30:660-666.
6. Mott HW: Semitendinosus anatomic reconstruction for cruciate ligament insufficiency. *Clin Orthop Relat Res* 1983;172:90-92.
7. Zaricznyj B: Reconstruction of the anterior cruciate ligament of the knee using a doubled tendon graft. *Clin Orthop Relat Res* 1987;220:162-175.
8. Järvelä T: Anterior cruciate ligament reconstruction with a bone-patellar tendon-bone autograft. A five- to nine -year follow-up of 101 patients. Academic Dissertation. *Acta Universitatis Tampensis* 810, 2001.

9. Pinczewski LA, Deehan DJ, Salmon LJ, Russell VJ, Clingeleffer A: A five-year comparison of patellar tendon versus four-strand hamstring tendon autograft for arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 2002;30:523-536.
10. 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.
11. Cha PS, Brucker PU, West RV, Zelle BA, Yagi M, Kurosaka M, et al.: Arthroscopic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: an anatomic approach. *Arthroscopy* 2005;21:1275.
12. Hamada M, Shino K, Horibe S, Mitsuoka T, Miyama T, Shiozaki Y, et al.: Single- versus bi-socket anterior cruciate ligament reconstruction using autogenous multiple-stranded hamstring tendons with endobutton femoral fixation. A prospective study. *Arthroscopy* 2001;17:801-807.
13. Hara K, Kubo T, Suginoshita T, Shimizu C, Hirasawa Y: Reconstruction of the anterior cruciate ligament using a double-bundle. *Arthroscopy* 2000;16:860-864.
14. Marcacci M, Molgola AP, Zaffagnini S, Vascellari A, Iacono F, Presti ML: Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with hamstrings. *Arthroscopy* 2003;19:536-540.
15. Muneta T, Sekiya I, Yagishita K, Ogiuchi T, Yamamoto H, Shinomiya K: Two-bundle reconstruction of the anterior cruciate ligament using semitendinosus tendon with Endobuttons: Operative technique and preliminary results. *Arthroscopy* 1999;15:618-624.
16. Takeuchi R, Saito T, Mituhashi S, Suzuki E, Yamada I, Koshino T: Double-bundle anatomic anterior cruciate ligament reconstruction using bone-hamstring-bone composite graft. *Arthroscopy* 2002;18:550-555.
17. Yasuda K, Kondo E, Ichiyama H, Kitamura N, Tanabe Y, Tohyama H, et al.: Anatomic reconstruction of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament using hamstring tendon grafts. *Arthroscopy* 2004;20:1015-1025.
18. Yasuda K, Kondo E, Ichiyama H, Tanabe Y, Tohyama H: Clinical evaluation of anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction procedure using hamstring tendon grafts: Comparison among 3 different procedures. *Arthroscopy* 2006;22:240-251.
19. Fu FH, Bennett CH, Lattermann C, Ma CB: Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction. Part I: Biology and biomechanics of reconstruction. *Am J Sports Med* 1999;27:821-830.
20. Fu FH, Bennett CH, Ma CB, Menetrey J, Lattermann C: Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction. Part II. Operative procedures and clinical correlations. *Am J Sports Med* 2000;28:124-130.
21. Järvelä T, Sihvonen R, Järvinen M: Eturistisiteen korjausleikkaus hamstring-jännesiirteellä: Prospektiivinen, randomisoitu kliininen tutkimus metallista tai elimistössä liukenevaa ruuvia kiinnitysmenetelmänä käyttäen. *Suom Ortop Traumatol* 2005;28:223-228.
22. Hefti F, Drobny T, Hackenbusch W, Kipfer WC, Holzach P, Jakob RP, et al.: 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.
23. 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.
24. Daniel DM, Malcom LL, Losse G, Stone ML, Sachs R, Burks R: Instrumented measurement of anterior laxity of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 1985;67-A:720-726.
25. Harner CD, Poehling GG: Double bundle or double trouble? *Arthroscopy* 2004;20:1013-1014.
26. Eriksson E: Single-bundle, double-bundle or triple-bundle? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006;14:503-504.