

**ELIMISTÖSSÄ LIUKENEVIEN JA METALLISTEN
INTERFERENSSIRUUVIEN VERTAILU HAMSTRING-
JÄNNESIIRTEELLÄ TEHDYSSÄ POLVEN ETURISTISITEEN
KORJAUSLEIKKAUKSESSA**

Prospektiivinen, randomisoitu 10-vuotisseurantatutkimus

Veera Kannisto
Syventävien opintojen kirjallinen työ
Tampereen yliopisto
Lääketieteen yksikkö
Lokakuu 2015

Tampereen yliopisto
Lääketieteen yksikkö

KANNISTO VEERA: ELIMISTÖSSÄ LIUKENEVIEN JA METALLISTEN
INTERFERENSSIRUUVIEN VERTAILU HAMSTRING-JÄNNESIIRTEELLÄ TEHDYSSÄ
POLVEN ETURISTISITEEN KORJAUSLEIKKAUKSESSA
Prospektiivinen, randomisoitu 10-vuotisseurantatutkimus

Syventävien opintojen kirjallinen työ, 23 s.
Ohjaajat: Dosentti Timo Järvelä, LT Sally Järvelä

Lokakuu 2015

Avainsanat: eturistisiteen korjausleikkaus, yksöissiirre, elimistössä liukeneva ruuvi, nivelrikko

TIIVISTELMÄ

Eturistisiteen repeäminen on tavallisin polven nivelsidevamma ja yksi yleisimmistä urheiluvammoista. Toistaiseksi ei ole päästy yksimielisyyteen parhaasta eturistisiteen korjausmenetelmästä. Liukenevien ruuvien ominaisuudet ovat kehittyneet runsaasti viime vuosina ja niiden käytöllä voisi olla huomattavia etuja metalliruuveihin nähden. Eturistisiteen repeämiseen on myös liitetty suurentunut nivelrikkoriski onnistuneesta leikkaushoidosta huolimatta.

Tämän tutkimuksen potilaille on tehty eturistisiteen korjausleikkaus yksöissiirreteknikalla hamstring-jännesiirrettä käyttäen. 62 potilasta satunnaistettiin kahteen ryhmään siirteen kiinnittämisessä käytetyn metalliruuvin tai liukenevan ruuvin mukaan. 10 vuoden jälkeen arvioitiin nivelrikon esiintyvyyttä röntgenkuvista Kellgren-Lawrencen luokituksen avulla. Lisäksi on havainnointu polvien kliinistä lopputulosta muun muassa IKDC- ja Lysholm-pisteytyksillä, KT-1000-stabiliteettimittarilla sekä pivot shift -testillä.

10 vuoden seurannassa kliininen tilanne pysyi hyvänä ja oli leikkausta edeltäneeseen tilanteeseen selvästi parempi. Ryhmien välillä ei ollut merkitseviä eroja millään kliinisillä mittareilla mitattuna. Nivelrikkomuutoksia oli leikatun polven nivelpinnoilla enemmän kuin terveessä polvessa (mediaalisessa osassa 32 % vs. 18 %, lateraaliosassa 34 % vs. 16 % ja patellofemoraalisessa 30 % vs. 18 %).

Tulosten mukaan korjausleikkaus vaikuttaisi johtavan hyvään kliiniseen lopputulokseen jopa 10 vuoden seurannassa sekä liukenevia että metalliruuveja käytettäessä. Liukenevien ruuvien käytön suosiminen olisi todennäköisesti kannattavaa, etenkin, jos löydetään hyvin vähän komplikaatioita aiheuttava materiaali. Vaurioituneen polven nivelrikon kehittymistä korjausleikkaus ei kuitenkaan vaikuta ainakaan suoraa hidastavan.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
1.1	ETURISTISITEEN ANATOMIA	1
1.2	ETURISTISIDEVAMMAT	1
1.3	ETURISTISITEEN KORJAUSLEIKKAUS	2
1.4	ETURISTISITEEN REPEÄMINEN JA NIVELRIKKO	6
1.5	TUTKIMUKSEN TARKOITUS.....	7
2	TUTKIMUSMETODI.....	8
2.1	AINEISTO	8
2.2	MENETELMÄT.....	9
3	TULOKSET.....	11
3.1	SEURANTAAN OSALLISTUMINEN	11
3.2	POLVEN KLIININEN TILANNE	11
3.3	NIVELRIKON ESIINTYVYYS	12
4	POHDINTA	15
4.1	KORJAUSLEIKKAUS JA NIVELRIKKOMUUTOKSET	15
4.2	VIIVE VAMMASTA KORJAUSLEIKKAUKSEEN.....	18
4.3	MUITA NIVELRIKOLLE ALTISTAVIA TEKIJÖITÄ.....	18
4.4	RUUVIEN VÄLISET EROT	19
4.5	TUTKIMUKSEN VAHVUUKSIA JA HEIKKOUKSIA	20
5	LÄHTEET	21

1 JOHDANTO

1.1 Eturistisiteen anatomia

Eturistiside (*anterior cruciate ligament, ACL*) on polven nivelside, joka kulkee säären etuosasta reiden takaosaan. Se on viuhkamainen ja koostuu vähintään kahdesta kimpusta. Tavallisimmin sen ajatellaan muodostuvan anteromediaalisesta ja posterolateraalista kimpusta. Eturistisiteen eri kimput jännittyvät vaihtelevissa määrin polvinivelen asennosta riippuen. (1) Polven ollessa ojennettuna posterolateraalinen kimppu on jännittyneempi kuin anteromediaalinen kimppu. Polvea koukistettaessa taas anteromediaalinen kimppu jännittyy ja posterolateraalinen kimppu pääsee löystymään. (2)

Eturistiside on olennainen rakenne polven toiminnan vakauttamisessa. Sen vaurioitumisesta seuraa herkästi polven löysyyden ja epävakauden tunnetta, kun sääriluu pääsee liukumaan eteenpäin sekä kiertymään reiteen nähden. Eturistiside vaikuttaa myös polven asentoaistiin. (1)

1.2 Eturistisidevammat

Eturistisiteen repeäminen kuuluu yleisimpiin urheiluvammoihin, on tavallisin polven nivelsidevamma ja yleisin veripolven aiheuttaja (3). THL:n julkaiseman raportin mukaan vuonna 2013 eturistisiteen korjausleikkaus tähytyksessä oli somaattisessa erikoissairaanhoidossa 50 yleisimmän toimenpiteen joukossa (3 159 potilasta) ja yksityisten sairaaloiden viidenneksi yleisin toimenpide (2 211 potilasta) (4). Tyypillinen vammamekanismi on äkillinen, suunnanmuutoksen seurauksena polveen kohdistunut kierto liike jalkapohjan ollessa kiinni lattiassa (3). Tapaturmaan liittyy usein myös selkeä polven napsahduksen tai muljahtamisen tunne. Nivelsiteen repeämisen taustalla voi olla myös altistavia tekijöitä. Näitä ajatellaan olevan muun muassa nivelten yliliikkuvuus sekä mahdollisesti hormonaalisten ja rakenteellisten tekijöiden takia myös naissukupuoli. (1)

Polven tukevuus on syytä tutkia hyvin epäiltäessä eturistisiteen vammaa, vaikka tämä voi olla akuuttivaiheessa haastavaa turvotuksen ja kivun aiheuttaman lihasjännityksen takia (1). Polven vetolaatikkokoe, Lachmannin sekä pivot shift -kokeiden avulla saa käsitystä polven etu-

takasuuntaisesta ja kiertoliikkeiden tukevuudesta (3). Tuoreen veripolven aiheuttaneen polvivamman tutkimuksiin kuuluu ensisijaisesti röntgentutkimus mahdollisten murtumien poissulkemiseksi. Kliinisen tutkimuksen ja röntgenkuvauksen lisäksi veripolven aiheuttaneen polvivamman yhteydessä on suositeltavaa tehdä polven magneettikuvaus, jonka avulla voidaan todeta mahdollinen eturistisiderepeämä sekä kartoittaa liitännäisvammoja. Liitännäisvammat voivat vaikuttaa valittaviin hoitomenetelmiin ja -aikatauluihin. (1)

Välittömästi vamman jälkeen tulisi vaurioitunutta polvea hoitaa kylmällä, kompressiolla ja kohoasennolla. Polven turhaa liikuttelua tulisi välttää. (5) Varsinaisen hoitolinjan valitsee kyseiseen eturistisidevammaan perehtynyt ortopedian erikoislääkäri. Hoidossa voidaan päätyä konservatiiviseen hoitolinjaan tai leikkaushoitoon. Etenkin, jos eturistisiteen repeämään ei liity liitännäisvammoja, voidaan valita aluksi konservatiivinen hoitolinja. Tällöin potilaan toipumista vammasta tulee seurata. (3) Konservatiivinen hoito tulee kyseeseen myös, jos potilas on soveltumaton leikkaushoitoon, esimerkiksi vaikean sydän-, munuais- tai maksasairauden takia (5). Konservatiivisen hoidon alkuvaiheessa keskitytään turvotuksen vähentämiseen, liikelaajuuden palauttamiseen sekä lihasten vahvistamiseen (1). Hoitoon kuuluu olennaisena osana fysioterapia ja vähittäinen fyysisen kuormituksen lisääminen. Lihassoiman sekä -tasapainon palaututtua ja polven tuntuessa tarpeeksi tukevalta potilas saa palata liikuntaharrastustensa pariin. (3) Konservatiivisella hoidolla päästään useiden potilaiden kohdalla tyydyttävään lopputulokseen, etenkin, jos potilaan tavoitteena ei ole kilpaurheilu ja kontaktilajien välttäminen ei tuota ongelmia (6).

1.3 Eturistisiteen korjausleikkaus

Leikkaushoito tulee usein kyseeseen, jos konservatiivisella hoidolla ei saavuteta riittävän hyvää lopputulosta (3). Leikkaushoidon tarve tulee arvioida jokaisen potilaan kohdalla yksilöllisesti ottaen huomioon muun muassa mahdolliset liitännäisvammat (3). Polven jatkuvasti häiritsevä epävakaas sekä potilaan toive jatkaa urheilua tulevaisuudessakin ovat indikaatioita leikkaushoidolle (7). Leikkaushoito on suositeltava vaihtoehto erityisesti nuorille ja aktiivisille potilaille (8). Polven epävakauden aiheuttamien ikävien tuntemusten lisäksi polvinivelen rusto, nivelkierukat sekä nivelkapseli voivat vaurioitua jatkuvan epävakauden seurauksena (1,9). Useimmiten leikkaushoitoon päädytään noin 3–6 kuukauden kuluttua vammasta. Leikkaushoitoa harkitaan yleensä aiemmin, jos polvessa on todettu liitännäisvammoja, kuten nivelkierukan repeämä. Tällöin leikkaus pyritään tekemään muutamien viikkojen kuluessa vammasta. Myös leikkaushoitoon päädyttäessä olennainen osa hoitoa on polven liikelaajuuden säilyttäminen ja lihasvoiman

vahvistaminen tai ylläpitäminen. Näihin tulee kiinnittää huomiota jo ennen korjausleikkausta, sillä ne helpottavat toipumista ja parantavat leikkauksenjälkeistä lopputulosta. (3)

Korjausleikkaus tehdään tähystystekniikalla, ja eturistisiteen korjaamisessa pyritään siihen, että siteen alkuperäinen anatomia saataisiin säilytettyä mahdollisimman hyvin. Tämän ajatellaan parantavan polven stabiliteettia leikkauksen jälkeen sekä estävän polven nivelrikon kehittymistä. (10) Korjauksessa käytetään yleensä joko potilaan patellajänteestä tai hamstring-jänteistä tehtyä siirrettä tai vaihtoehtoisesti kuolleen luovuttajan jännesiirrettä (3). Alkuperäisen eturistisiteen pituudella ja läpimitalla on vaikutusta siihen, millainen siirre valitaan (2). Myös potilaan elämäntyyli ja päivittäinen aktiivisuus saatetaan ottaa huomioon siirteen valinnassa (8). Siirteen kiinnittämiseen on olemassa runsaasti eri menetelmiä. Yleisimmin kiinnitykseen käytetään metallisia tai elimistössä liukenevia interferenssiruuveja tai kortikaalisia ripustusmenetelmiä (3).

Näkemykset parhaasta korjausmenetelmästä vaihtelevat. Mikään korjausleikkauksen menetelmä tai tekniikka ei ole osoittautunut tutkimuksissa ylivoimaiseksi ja jokaiseen liittyy niin hyviä kuin huonojakin puolia. Yksöis- ja kaksoissiirreteknikat ovat nykyään käytetyimmät leikkaustekniikat. Yksöissiirreteknikassa korjataan eturistisiteen anteromediaalinen kimppu, joka vaikuttaa olennaisesti polven etu-takasuuntaiseen tukevuuteen. (3) Valtaosa eturistisideleikkauksia tekevistä kirurgeista käyttää yksöissiirreteknikkaa (8). Kaksoissiirreteknikalla pyritään anatomisempaan lopputulokseen korjaamalla myös posterolateraalinen kimppu, joka taas vaikuttaa polven tukevuuteen polven ollessa hieman koukussa sekä kiertoliikkeessä (3). Tämä tekniikka on huomattavasti laajemmin käytössä Euroopassa ja Aasiassa kuin esimerkiksi Yhdysvalloissa (8).

Suomalaisen ym. (2013) kirjallisuuskatsauksen (11) mukaan tuplasiirreteknikkaa käytettäessä leikkaustulokset vaikuttaisivat olevan ainakin yhtä hyviä kuin yksöissiirreteknikkaa käytettäessä. Korjausleikkaus voi olla haastavampi suorittaa tuplasiirreteknikalla, mutta katsauksessa sen todettiin kuitenkin johtavan 12/14 satunnaistetussa tutkimuksessa yksöissiirreteknikkaa parempaan lopputulokseen. Vain kahdessa tutkimuksessa tekniikat johtivat polvipisteytyksillä sekä polven löysyydellä arvioituna yhtenevään lopputulokseen. Yksöissiirreteknikkaan verrattuna tuplasiirreteknikan käytön on havaittu johtavan esimerkiksi kiertoliikkeessä vakaampaan polveen sekä uusintaleikkausten vähäisempään tarpeeseen leikattuun polveen kohdistuneen uuden trauman jälkeen (12). On myös epäilty, että tuplasiirreteknikan käyttäminen saattaisi estää vaurioituneen polven nivelrikon kehittymistä, mutta toistaiseksi tutkimusnäyttö tästä puuttuu (11).

1.3.1 Elimistössä liukenevat ruuvit

Myös elimistössä liukenevien ja metallisten ruuvien käytöstä on edelleen ristiriitaisia näkemyksiä. Erään meta-analyysin (13) mukaan eri ruuveilla ei ole merkitystä kliinisiin tuloksiin. Polven löysyydessä tai komplikaatioiden määrässä ei havaittu merkittävää eroa elimistössä liukenevien ja metalliruuvien välillä. Papalian ym. (2014) sekä Mascarenhasin ym. (2015) katsauksien (14,15) mukaan ruuvien tyypistä huolimatta korjausleikkauksen kliiniset ja toiminnalliset tulokset ovat yhteneviä. Elimistössä liukenevien ruuveihin on kuitenkin monesti liitetty suurempi riski haitallisille leikkauksenjälkeisille komplikaatioille, kuten polven pidempiaikaiselle nesteilylle sekä femurin porakanavan suuremmalle laajenemiselle (14-16). Liukenevat ruuvit eivät myöskään ole yhtä kestäviä kuin metalliset ruuvit. Ruuvien hajoamista leikkaustilanteessa ruuvia luuhun laitettaessa sekä siirteiden peittämissä leikkauksen jälkeen on raportoitu enemmän liukenevia kuin metallisia ruuveja käytettäessä (14,15,17). Tyypillinen liukenevien ruuvien aiheuttama komplikaatio on myös ns. pre-tibiaalinen reaktio, jossa kipu ja turvotus paikantuvat sääriluuhun poratun ruuvien alueelle. Reaktio on epäilty saavan alkunsa ruuvien hajoamisen aiheuttamasta vierasesinereaktiosta. Tämä on johtanut uusintaleikkauksiin, joissa ruuvien pirstaleet on poistettu ja porakanava siistitty reaktiivisesta materiaalista. Uusintaleikkauksen jälkeen potilaat ovat kuitenkin toipuneet hyvin ja voineet jatkaa liikkumista entiseen tapansa. (18)

Elimistössä liukenevilla ruuveilla olisi mahdollisesti useita etuja verrattuna metallisiin ruuveihin. Niiden ajatellaan metalliruuveja epätodennäköisemmin vahingoittavan siirrettä. Liukenevien ruuvien hyödyt tulevat esille etenkin uusintaleikkauksen tullessa kyseeseen. Aiemmin asetettuja ruuveja ei tarvitse poistaa, koska ne ovat todennäköisesti liunneet ja korvautuneet luukudoksella. Vaikka ruuvi ei olisikaan leikkaushetkellä vielä liunnut, voidaan uusi porakanava tehdä myös aiemman ruuvien läpi. Tällöin uusintaleikkaus pystytään suorittamaan huomattavasti sujuvammin. (18,19) Lisäksi liukenevat ruuvit häiritsevät leikkauksenjälkeistä magneettikuvantamista vähemmän kuin metalliset ruuvit (17). Liukenevien ruuvien yhtenä haittapuolena voidaan pitää niiden korkeampaa hintaa metalliruuveihin verrattuna. Kuitenkin uusintaleikkauksen ollessa tarpeen liukenevien ruuvien käyttö tulee lopulta todennäköisemmin kokonaiskustannuksiltaan edullisemmaksi kuin metalliruuvien käyttö. (20,21)

Elimistössä liukenevien ruuvien saatavuus on kasvanut ja ominaisuudet kehittyneet huomattavasti viime vuosina, samalla, kun tieto niiden mahdollisista hyödyistä metalliruuveihin verrattuna on lisääntynyt. Eri valmistajat tarjoavat erilaisista materiaaleista ja niiden yhdistelmistä valmistettuja

sekä läpimitaltaan ja pituudeltaan vaihtelevan kokoisia ruuveja. (19) Käytössä olevat liukenevat ruuvit ovat valmistettu useimmiten poly-L-laktidista (PLLA), poly-D-laktidista (PDLA), polylaktaatista (PLA), polyglykolidista (PGA) tai polylaktaatin ja polyglykolidin kopolymeerista (18). Jotkut valmistajat lisäävät näihin vielä muita, muun muassa ruuvien liukenemisnopeuteen ja luun uudismuodostukseen vaikuttavia materiaaleja, kuten trikalsiumfosfaattia, hydroksiapatiittia ja kalsiumkarbonaattia. (19,22)

Eri materiaalien hajoamisnopeus vaihtelee ja siihen vaikuttaa kyseisen materiaalin lisäksi muun muassa ruuvien koko, sijainti ja paikallinen verenkierto (18). Ruuvien hajoaminen alkaa yleensä materiaalin hydrolyysireaktiolla, jolloin hajoamistuotteina syntyy tyypillisesti happamia aineita, kuten glykoli- ja maitohappoa (18,23). Nämä hajoamistuotteet voidaan käsitellä solujen sitruunahappokierron kautta ja erittää lopputuotteet keuhkojen tai munuaisten kautta. Hydrolyysireaktion seurauksena ruuvien rakenne heikentyy ja ruuvi alkaa menettää muotoaan. Ruuvi alkaa hajota erikokoisiksi partikkeleiksi. Immuunijärjestelmän syöjäsolut, kuten makrofagit, tuhoavat näitä partikkeleita. (20,23,24) Ruuvien hajoamiseen liittyvä hydrolyysireaktio saa aikaan kudoksessa paikallisen tulehdusreaktion, joka voidaan todeta myös histologisesti (20).

Elimistössä liukenevien ruuvien jatkuvasti kasvavasta tarjonnasta huolimatta vielä ei ole löydetty materiaalia, joka johtaisi parhaaseen lopputulokseen ilman turhia haittavaikutuksia ja komplikaatioita. Suuri osa ruuveihin liittyvistä ongelmista on yhteydessä juuri materiaalien hajoamiseen elimistössä (23). Etenkin hajoamistuotteiden aiheuttaman happamuuden sekä hajoamisessa syntyvien partikkeleiden ajatellaan olevan syynä moniin haitallisiin reaktioihin (24). Kuitenkin ruuvien materiaalien ominaisuudet ja niiden vaikutus ruuvien liukenemiseen ovat niin moninaisia, että niihin liittyvien haitallisten ilmiöiden sekä hajoamiseen usein liittyvän vierasesinereaktion taustalla olevia syitä ja mekanismeja on hankala eritellä (23,25).

Konanin ja Haddadin (2009) liukenevien ruuvien haittavaikutuksia käsittelevässä katsauksessa (25) komplikaatioita on eritelty ruuvien materiaalien mukaan. PLLA-ruuveihin on liitetty muun muassa ruuvien hajoamista niitä kiinnitettäessä sekä leikkauksen jälkeen. Kaiken kaikkiaan PLLA-ruuveista on raportoitu eniten haittavaikutuksia, mikä kuitenkin saattaa johtua vain niiden laajemmasta käytöstä. Polven nesteilyä, kystan muodostusta ja porakanavan laajenemista on taas raportoitu käytettäessä esimerkiksi PGA:n ja trimetyleenikarbonaatin yhdistelmää, PDLA:a ja PDLA:n ja glykolidin yhdistelmää. Katsauksessa PLLA:n, PDLA:n ja trimetyleenikarbonaatin yhdistelmän

käyttöön liittyen ei huomattu liittyvän haittavaikutuksia. Samasta materiaaliyhdistelmästä valmistettuja Hexalon, Inion Oy:n (Tampere, Finland) liukenevia ruuveja on käytetty myös tässä liukenevia ja metallisia ruuveja vertailevassa tutkimuksessa.

1.4 Eturistisiteen repeäminen ja nivelrikko

Eturistisiteen repeämiseen on liitetty suurentunut nivelrikon kehittymisen riski onnistuneesta leikkauksesta ja asianmukaisesta kuntoutuksesta huolimatta. Norjalaisen Oiestadin ym. (2009) katsauksen (26) mukaan riskissä ei todettu merkitsevää eroa eri hoitolinjojen välillä; konservatiivisesti hoidetuilla nivelrikon esiintyvyys oli 31–48 %, kun taas korjausleikkauksen läpikäyneillä 29–51 %. Nivelrikon kehittymiseen eturistisidevamman jälkeen liittyikin mahdollisesti joitakin biokemiallisia muutoksia, joihin ei voida korjausleikkauksella vaikuttaa (6). Ylipäätänsä tähän Oiestadin ym. (2009) katsaukseen hyväksytyissä seurantatutkimuksissa nivelrikon esiintyvyys vaurioituneessa polvinivelessä vaihteli 1–100 %. Vastakkaisen puolen polvessa nivelrikon esiintyvyys taas oli tutkimuksesta riippuen 0 ja 38 % välillä.

Louboutinin ym. (2009) katsauksessa (9) on käsitelty riskitekijöitä, jotka altistavat nivelrikon kehittymiselle eturistisiteen repeämisen jälkeen. Tärkein riskitekijä on itse siteen repeäminen, joka johtaa herkästi polven toiminnalliseen muutokseen. Sääriluu pääsee liikkumaan reisiluuhun nähden normaalia enemmän, minkä seurauksena esimerkiksi nivelkierukat ja rustopinnat joutuvat kestävämpään tavallisesta poikkeavaa ja suurempaa rasitusta. Oiestadin ym. (2009) katsauksen mukaan pelkkä eturistisidevamman ilman liitännäisvammoja johti 10-vuoden seurannassa nivelrikon kehittymiseen 0–13 %:lla potilaista. Myös polven liikelaajuuden pieneminen eturistisideleikkauksen jälkeen on liitetty nivelrikon suurempaan esiintyvyyteen (27).

Lisäksi alkuperäinen eturistisidettäkin vaurioittanut vamma tai siteen repeämisestä seuranneen polven löysyyden takia sattunut uusi polvivamma voivat vahingoittaa samalla myös nivelrustoa, kierukoita tai muita nivelsiderakenteita. Myös nämä vauriot voivat altistaa ruston rappeumamuutoksille ja siten nivelrikon kehittymiselle muun muassa aiheuttamalla muutoksia nivelen normaaliin toimintaan ja kuormitukseen. (9) Lisäksi kierukkavaurion ja kierukan poiston on todettu olevan merkittäviä riskitekijöitä nivelrikolle (26). Etenkin nivelkierukan poisto lisää polven epävakautta ja heikentää sen kykyä kestää kuormitusta. Vaikuttaisikin siltä, että olisi parasta mahdollisuuksien mukaan yrittää korjata nivelkierukka sen poistamisen sijaan. (28) Kun

eturistisiteen repeämiseen yhdistyi jokin tällainen edellä mainittu liitännäisvamma, Oiestad ym. (2009) totesivat nivelrikon esiintyvyyden olevan 10-vuoden seurannan jälkeen 21–48 %.

Edellä mainittujen tekijöiden lisäksi myös runsaalla fyysisellä aktiivisuudella, liikapainolla, potilaan iällä eturistisiteen revetessä sekä loukkaantumisesta repeämän hoitoon kuluneella ajalla on todettu olevan yhteyttä nivelrikon kehittymiseen (9,26). Jos korjausleikkaus viivästyy, riski eturistisiteen repeämisen aiheuttamien haitallisten muutoksien kehittymiselle kasvaa. Tästä syystä ajatellaan, että korjausleikkauksen olisi hyvä tehdä mahdollisimman pian loukkaantumisen jälkeen. (9)

Fysioterapian merkitystään ei tulisi unohtaa ennen leikkausta eikä sen jälkeen. Etureiden lihasvoima sekä etu- ja takareiden välinen lihastasapaino ovat tärkeässä roolissa niin polvivammojen ennaltaehkäisyssä kuin polvivamman jälkeisen nivelrikon kehittymisen estämisessäkin. Hyvä lihastasapaino estää polviniveleen kohdistuvia haitallisia kuormitusmuutoksia, ja voimakkaat lihakset tukevat polvea estäen uusien vammojen syntymisen. (29)

1.5 Tutkimuksen tarkoitus

Eturistisiteen repeämän yleisyyden ja korjausleikkausten suuren määrän takia olisi hyödyllistä löytää paras mahdollinen menetelmä vamman hoitamiseksi. Tästä vammasta kärsivät tyypillisesti aktiiviset nuoret aikuiset. Etenkin heille vamman aiheuttamat oireet, kuten polven löysyys ja pettämisen tunne, voivat aiheuttaa kohtuutonta haittaa ja vaikuttaa elämänlaatuun. Tämän vuoksi on tärkeää, että polven kliininen lopputulos saadaan vastaamaan mahdollisimman hyvin tilannetta ennen vammaa.

Tämän tutkimuksen potilaille on tehty eturistisiteen korjausleikkaus yksöissiirretekniikalla hamstring-jännesiirrettä käyttäen. Potilaat on jaettu kahteen ryhmään siirteen kiinnittämisessä käytetyn ruuvityypin mukaan. Toisessa ryhmässä leikkauksessa on käytetty elimistöissä liukenevia ruuveja ("bioabsorbable" eli ns. B-ryhmä) ja toisessa metallisia ruuveja (ns. M-ryhmä). Potilaita on seurattu 10 vuoden ajan leikkauksen jälkeen.

Aiemmin samasta potilasaineistosta on tehty myös 2-vuotisseuranta, jonka tulokset on julkaistu vuonna 2008 (17). Tällöin femurin porakanavan läpimitan todettiin olevan laajentunut etutakasuunnassa merkittävästi enemmän B-ryhmässä kuin M-ryhmässä. Tibian porakanavassa ei näyttänyt olevan samanlaista eroa. Lisäksi havaittiin polven suuremman löysyyden olevan

yhteydessä tibian porakanavan suurempaan läpimittaan. B-ryhmässä todettiin myös enemmän jännesiirteen vaurioitumisia. Aiempien tutkimusten kanssa yhdenmukaisesti myös tässä 2-vuotisseurannassa ryhmät olivat yhtenevät kliinisen lopputuloksen perusteella.

Nyt, 10 vuoden seurannan jälkeen, tarkoituksena on selvittää nivelrikon esiintyvyyttä potilasaineistossa sekä sen esiintyvyydessä mahdollisesti olevia eroja B- ja M-ryhmien välillä. Nivelrikkoa arvioidaan polven natiiviröntgenkuvista. Tämän lisäksi selvitetään leikattujen polvien kliinistä lopputulosta IKCD (*International Knee Documentation Committee*) -kaavakkeella, Lysholm-pisteytyksellä, KT-1000-stabiliteettimittarilla ja pivot shift-testillä. Näiden avulla voidaan verrata, onko kliinisessä lopputuloksessa tapahtunut muutosta 2-vuotisseurantatuloksiin nähden.

2 TUTKIMUSMETODI

2.1 Aineisto

Tutkimuksen aineisto on kuvattu aiemmin 2-vuotisseurantatutkimuksessa (17). Alkuperäisenä aineistona oli 62 potilasta, joille tehtiin eturistisiteen korjausleikkaus hamstring-jännesiirteellä yksöissiirretekniikkaa käyttäen. Kolme kokenutta ortopedia leikkasivat potilaat Tampereella Tampereen yliopistollisessa sairaalassa ja Hatanpään sairaalassa helmikuun 2003 ja elokuun 2005 välisenä aikana. Potilaat hyväksyttiin tutkimukseen seuraavin kriteerein: kyseessä tuli olla ensimmäinen eturistisidekorjausleikkaus, luiden kasvulevyjen tuli olla luutuneet ja toisessa polvessa ei saanut olla nivelsidevauriota. Potilaat satunnaistettiin kahteen ryhmään arpomalla suljetuilla kirjekuorilla. 31 potilaalle jännesiirteen kiinnitykseen käytettiin elimistössä liukenevaa ruuvia (B-ryhmä) ja 31 potilaalle metallista ruuvia (M-ryhmä). Tampereen yliopiston eettinen toimikunta on hyväksynyt tutkimuksen. Lisäksi tutkimuspotilaat ovat antaneet kirjallisen tietoon perustuvan suostumuksensa osallistua tutkimukseen ja siihen liittyvään seurantaan.

Potilaista 41 oli miehiä ja 21 naisia. Heidän keski-ikänsä oli 32 vuotta leikkausajankohtana. Ryhmien välillä ei ollut eroja vammasta leikkaukseen kuluneessa ajassa, leikkauksessa havaituissa löydöksissä, seuranta-ajassa, iässä tai sukupuolella (taulukko 1).

taulukko 1 Potilaiden ominaisuuksia, viive vammasta leikkaukseen ja seuranta-aika

	B-ryhmä (n=23)	M-ryhmä (n=23)	Merkitsevyys
Sukupuoli, mies/nainen, n	14/9	11/12	NS
Pituus, cm	175 (9)	170 (8)	NS
Paino, kg	79 (17)	73 (12)	NS
Ikä korjausleikkauksen aikaan, v	30 (8)	36 (11)	NS
Viive vammasta leikkaukseen, vko	191 (263)	51 (54)	NS
Seuranta-aika, v	10 (0)	10 (0)	NS

2.2 Menetelmät

Myös tutkimuksen menetelmät on kuvattu aiemmin 2-vuotisseurantatutkimuksessa (17). Ennen varsinaista leikkausta potilaille tehtiin diagnostinen polvinivelen tähystys eturistisiderepeämän varmistamiseksi sekä mahdollisten muiden vaurioiden, kuten kierukka- tai rustovaurioiden, löytämiseksi. Molemmissa ryhmissä käytettiin yhden viillon artroskooppista tekniikkaa. Eturistiside korvattiin hamstring-jäniteistä (*semitendinosus* ja *gracilis*) tehdyllä nelinkertaisella jännesiirteellä. Tämä kiinnitettiin potilaan ryhmästä riippuen joko elimistössä liukenevilla ruuveilla (Hexalon, Inion Oy, Finland) tai metalliruuveilla (Timoni Oy, Finland). Elimistössä liukenevat ruuvit olivat materiaaliltaan poly-L-laktidin, poly-D-laktidin ja trimetyylikarbonaatin kopolymeeria. Siirteiden kiinnitykseen ei käytetty mitään lisämenetelmää.

Molempien ryhmien potilaat kävivät läpi samanlaisen leikkauksenjälkeisen kuntoutuksen fysioterapeutin ohjauksessa. Potilaat käyttivät kyynärsauvoja 3–4 viikon ajan leikkauksen jälkeen, mutta saivat silti alusta lähtien varata painoa leikatulle jalalle. Polvitukea ei käytetty kuntoutuksessa. Suljetun kineettisen ketjun harjoitteet sai aloittaa heti, kun polven hallinta oli riittävää näiden suorittamiseen. Kuntopyörällä pyöräilyyn sai aloittaa neljä viikkoa leikkauksen jälkeen ja juoksemisen kolmen kuukauden jälkeen. Polveen vääntöä aiheuttavat urheilulajit suositeltiin aloitettavaksi 6 kuukautta leikkauksen jälkeen ja vasta polven ollessa toiminnallisesti vakaa. Jos leikkauksessa oli korjattu samalla myös nivelkierukka, polven liikelaajuutta rajoitettiin 0–90 asteeseen ensimmäiset 6 viikkoa. Muuten kuntoutus tapahtui samaan tapaan.

Leikkauksenjälkeistä seuranta on suorittanut tutkija, joka ei ole tietoinen kumpaa kiinnitysmenetelmää leikkauksessa on käytetty. Seurantakäynneillä on käyty läpi polvivamman historia sekä tehty kliininen tutkimus, johon sisältyi muun muassa pivot shift -testi ja Lachmannin

koe. Lisäksi on käytetty KT-1000-mittauslaitetta (MEDmetric Corporation, San Diego, California) etu-takasuuntaisen stabiliteetin määrittämiseen (30). Pivot shift -kokeella voidaan tutkia polven stabiliteettia kiertoliikkeessä. Kokeessa sääri pidetään valgus-asennossa sekä sisäkierrossa ja samanaikaisesti tehdään polven ojennus-koukistusliikettä. Kokeen aikana tapahtuva muljahdus noin 30 asteen polvikulmassa viittaa vaurioituneeseen eturistisiteeseen. (31) Etu-takasuuntaista stabiliteettia taas voidaan arvioida Lachmannin kokeella, jossa polvea kannatellaan 20–30 asteen kulmassa, alaraaja mahdollisimman rentona. Sääriluuta liikutellaan etu-takasuunnassa tukevalla otteella. (31) Testi on positiivinen eli viittaa eturistisiteen vaurioon, kun liike ei pysähdy selkeään päätepisteeseen vaan jatkuu pehmeänä, ”taikinamaisena” ja polvi tuntuu antavan periksi (32). KT-1000-mittauslaitteen avulla voidaan Lachmannin koe suorittaa objektiivisemmin. Vaurioituneen polven löysyyttä tulee verrata potilaan vastakkaiseen polveen. Polven katsotaan olevan normaali, kun sen löysyyden ero vastakkaiseen polveen verrattuna on -1-2 mm. Polvi on lähes normaali, kun ero vastakkaiseen polveen on 2-5 mm. Epänormaali polvi on eron ollessa 5-10 mm ja erittäin poikkeava, kun ero on yli 10 mm. (33)

Lisäksi polven leikkauksen jälkeisen tilan kartoittamiseen on käytetty IKDC (International Knee Documentation Committee) -arviointilomaketta sekä Lysholmin oirekyselykaavaketta. Lysholmipisteityksen avulla saadaan potilaan oma arvio polven toiminnasta ja vakaudesta sekä näiden mahdollisesta vaikutuksesta jokapäiväiseen elämään. Pisteitä annetaan polven toimintaan liittyvistä eri osa-alueista ja yhteenlaskettu maksimipistemäärä on 100 pistettä. (34) IKDC-arviointilomakkeella taas arvioidaan polven kokonaisvaltaista tilannetta. Siinä huomioidaan muun muassa potilaan subjektiivinen arvio ja oireet sekä mahdolliset liikerajoitukset ja nivelsiteiden kunto. Polven lopullinen kliininen tilanne luokitellaan arviointilomakkeen avulla luokkiin normaali, lähes normaali, epänormaali tai erittäin poikkeava. (35)

Potilaille on tehty myös polven natiiviröntgentutkimus ennen leikkausta ja 10-vuotisseurantakäynnin yhteydessä. 10-vuotisseurannassa on kuvattu myös vastakkainen polvi. Röntgenkuvat arvioinut radiologi ei ole ollut tietoinen potilaiden kliinisistä tai leikkaukseen liittyvistä tiedoista. Röntgenkuvista on arvioitu polven nivelrikkoo Kellgren-Lawrencen luokituksen avulla. Luokitusasteikko on 0-IV, jossa luokka 0 tarkoittaa normaalia polvea, jossa ei ole lainkaan nivelrikkomuutoksia. Luokassa I nivelrikkomuutokset ovat hyvin vähäisiä ja epävarmoja. Luokkia 0-I pidetään vielä normaaleja, kun taas luokkia II-IV nivelrikkotapauksina. Luokissa II-IV on nähtävissä selviä osteofyyttejä eli luupiikkejä sekä nivelraon kaventumista. (36)

Tilastollinen analyysi tehtiin SPSS 11.0-ohjelmalla (SPSS Inc, Chicago, Illinois). Tilastollisesti merkitsevän rajaksi asetetaan $p < 0,05$

3 TULOKSET

3.1 Seurantaan osallistuminen

10-vuotisseurantakäynnille saapui 56 potilasta, eli 90 % leikatuista 62 potilaasta. (30 potilasta B-ryhmästä ja 26 M-ryhmästä). Kuitenkin 10 potilasta suljettiin pois tutkimuksesta (7 potilasta B-ryhmästä ja 3 potilasta M-ryhmästä), sillä heille oli tehty seuranta-ajan kuluessa uusintaleikkaus siirteen peittämisen takia. Lisäksi yhdelle potilaalle B-ryhmässä oli tehty uusintatähystys leikattuun polveen, mutta häntä ei poissuljettu tutkimuksesta. Näiden uusintatoimenpiteiden välillä ei ollut merkitsevää eroa ryhmien välillä ($p = 0,73$). Kahdesta potilaasta ei otettu seurantakäynnillä röntgenkuvia (1 M-ryhmässä ja 1 B-ryhmässä), sillä he olivat raskaana. Keskimääräinen seuranta-aika oli 123 kuukautta (B-ryhmässä 122 kk, M-ryhmässä 124 kk).

19 leikkausta suoritettiin oikeaan polveen (B-ryhmässä 10 ja M-ryhmässä 9) ja 27 leikkausta vasempaan polveen (B-ryhmässä 13 ja M-ryhmässä 14). Ryhmien välillä ei siis ollut merkitsevää eroa siinä, kumman jalan eturistiside leikattiin. 10-vuotisseurannassa kysyttiin potilailta leikkauksesta seuranneita komplikaatioita, kuten infektiota, trombeja tai muita mahdollisia leikkaukseen liittyviä haittatapahtumia. Kummassakaan ryhmässä ei raportoitu yhtäkään leikkauksenjälkeistä komplikaatiota. Uusia vammoja leikattuun polveen sattui 3 potilaalla (13 %) molemmissa ryhmissä.

3.2 Polven kliininen tilanne

Taulukossa 2 on esitetty polven toiminnan kliinisen tilanteen arviointiin liittyviä arvoja ennen leikkausta ja 10-vuotisseurannassa. Lysholmin oirekyselykaavakkeen pisteiden keskiarvo oli B-ryhmässä 95 (SD 7) ja M-ryhmässä 92 (SD 8). Potilaiden antama arvio 10-vuotisseurantakäynnillä polven toiminnasta ennen leikkausta asteikolla 1-10 oli B-ryhmässä 4 (SD 2) ja M-ryhmässä 4 (SD 2). Arvio polven toiminnasta 10-vuotisseurantakäynnin aikaan oli B-ryhmässä 9 (SD 2) ja M-

ryhmässä 9 (SD 1). IKDC-arvioinnissa normaalin tuloksen sai sekä B-ryhmässä että M-ryhmässä 18 potilasta (78 %) ja lähes normaalin tuloksen 5 (22 %) potilaista. Kukaan potilaista ei saanut tätä huonompaa tulosta. Lysholmin pisteytyksessä, polven toiminnan subjektiivisessa tai IKDC-arviossa ei ollut ryhmien välillä tilastollisesti merkitsevää eroa.

KT-1000-mittauksen mukaan kaikkien polvien etu-takasuuntainen stabiliteetti oli 10-vuotisseurannassa normaali (KT-1000-mittauksen ero -1-2 mm) tai lähes normaali (ero 2-5 mm). B-ryhmässä normaalin tuloksen sai 96 % ja lähes normaalin 4 % potilaista. M-ryhmässä vastaavat tulokset olivat 87 % ja 13 %. B-ryhmässä polvien välillä ero oli keskimäärin 0,6 mm (SD 1,9) ja M-ryhmässä 0,7 mm (SD 2,0). M-ryhmässä oli siis vähemmän täysin normaaleja tuloksia, mutta ryhmien välillä ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevää eroa KT-1000-mittauksessa ($p = 0,30$). Pivot shift -kokeessakin kaikki polvet olivat stabiileja molemmissa ryhmissä.

Polven kliinisen tilanteen hahmottamiseksi selvitettiin myös potilaiden harrastuksiin ja töihin paluuta leikkauksen jälkeen. Valtaosa potilaista, B-ryhmässä 87 % potilaista ja M-ryhmässä 65 %, onnistuivat jatkamaan urheilua samalla tasolla kuin ennen leikkausta. B-ryhmässä 13 % ja M-ryhmässä 35 % pystyivät jatkamaan urheilua, mutta alemmalla vaativuustasolla kuin aiemmin. Kaikki potilaat kuitenkin pystyivät palaamaan urheilun pariin. Ryhmien välillä ei ollut merkitsevää eroa harrastusten pariin palaamisessa ($p = 0,08$). Töihin paluu leikkauksen jälkeen onnistui molemmissa ryhmissä kaikilta potilailta.

3.3 Nivelrikon esiintyvyys

Ennen leikkausta potilailla havaittiin ainoastaan luokan I muutoksia Kellgren-Lawrencen luokituksella arvioituna. 10-vuotisseurannassa oli havaittavissa nivelrikkomuutoksia leikatun polvinivelen mediaalisessa osassa 32 %:lla, lateraaliosassa 34 %:lla ja patellofemoraalisessa osassa 30 %:lla. Vastakkaisessa, leikkaamattomassa polvessa nivelrikkomuutoksia oli selvästi vähemmän, mediaalisessa osassa 18 %:lla, lateraaliosassa 16 %:lla ja patellofemoraalisessa 18 %:lla. Ryhmien välillä ei kuitenkaan ollut merkitsevää eroa (taulukko 3).

taulukko 2 Polven kliinisen tilanteen arviointi ennen leikkausta ja 10-vuotisseurannassa.

Ennen leikkausta	B-ryhmä (n=23)	M-ryhmä (n=23)	Merkitsevyys
Lysholmin pisteytys	70 (15)	65 (16)	NS
IKDC arviointi			
normaali	0	0	NS
lähes normaali	1	1	NS
epänormaali	20	20	NS
vaikeasti epänormaali	2	2	NS
Pivot-shift -testi			
normaali	0	0	NS
lähes normaali	6	10	NS
epänormaali	16	13	NS
vaikeasti epänormaali	1	0	NS
Ero KT-1000-mittauksessa, mm	3,5 (3,0)	4,7 (2,5)	NS
Subjekttiivinen arvio toiminnasta	4 (2)	4 (2)	NS
10-vuotisseurannassa	B-ryhmä (n=23)	M-ryhmä (n=23)	Merkitsevyys
Lysholmin pisteytys	95 (7)	93 (8)	NS
IKDC arviointi			
normaali	18	18	NS
lähes normaali	5	5	NS
epänormaali	0	0	NS
vaikeasti epänormaali	0	0	NS
Pivot-shift -testi			
normaali	23	23	NS
lähes normaali	0	0	NS
epänormaali	0	0	NS
vaikeasti epänormaali	0	0	NS
Ero KT-1000-mittauksessa, mm	0,6 (1,9)	0,7 (2,0)	NS
Subjekttiivinen arvio toiminnasta	9 (2)	9 (1)	NS

Lysholmin pisteytyksen asteikko 0-100. KT-1000 mittauksen ero ilmoitettu vastakkaiseen polveen verrattuna. Subjekttiivisen arvion asteikko 0-10.

NS = not significant, ei merkitsevää eroa. *keskiarvo (keskihajonta)

taulukko 3 Nivelrikkomuutoksen ennen leikkausta ja 10-vuotisseurannassa Kellgren-Lawrencen luokituksen mukaan.

		B-ryhmä (n=23)	M-ryhmä (n=23)	Merkitsevyys
Mediaalinen				
	Ennen leikkausta			
	normaali (luokat 0-I)	23	22	NS
	nivelrikkomuutoksia (luokat II-IV)	0	0	NS
10-vuotisseurannassa				
	normaali (luokat 0-I)	14	16	NS
	nivelrikkomuutoksia (luokat II-IV)	8	6	NS
Lateraalinen				
	Ennen leikkausta			
	normaali (luokat 0-I)	23	22	NS
	nivelrikkomuutoksia (luokat II-IV)	0	0	NS
10-vuotisseurannassa				
	normaali (luokat 0-I)	17	12	NS
	nivelrikkomuutoksia (luokat II-IV)	5	10	NS
Patellofemoraalinen				
	Ennen leikkausta			
	normaali (luokat 0-I)	23	22	NS
	nivelrikkomuutoksia (luokat II-IV)	0	0	NS
10-vuotisseurannassa				
	normaali (luokat 0-I)	16	15	NS
	nivelrikkomuutoksia (luokat II-IV)	6	7	NS
Vastakkainen polvi				
Mediaalinen				
	10-vuotisseurannassa			
	normaali (luokat 0-I)	18	18	NS
	nivelrikkomuutoksia (luokat II-IV)	4	4	NS
Lateraalinen				
	10-vuotisseurannassa			
	normaali (luokat 0-I)	18	19	NS
	nivelrikkomuutoksia (luokat II-IV)	4	3	NS
Patellofemoraalinen				
	10-vuotisseurannassa			
	normaali (luokat 0-I)	18	18	NS
	nivelrikkomuutoksia (luokat II-IV)	4	4	NS

NS = not significant, ei merkitsevää eroa

4 POHDINTA

Leikattujen polvien kliininen tilanne oli 10-vuotisseurannassa parantunut niin kliinisten testien kuin potilaiden omien arvioidenkin mukaan leikkausta edeltävään tilanteeseen nähden. Polvi oli molemmissa ryhmissä ainakin lähes normaali ja valtaosalla jopa normaali. Ryhmien välillä ei ollut merkitseviä eroja millään käytetyillä kliinisillä mittareilla mitattuna. Lisäksi kaikki potilaat pystyivät palaamaan töihin ja harrastustensa pariin, vaikkakin osa jatkoi harrastamista hieman aiempaa matalammalla vaatimustasolla. Aiemminkin on raportoitu eturistisiteen korjausleikkauksen johtavan hyvään kliiniseen lopputulokseen ja potilastyytyväisyyteen (37-39). Esimerkiksi Struwer ym. (2012) tutkimuksessa (38) 10-vuotisseurannassa 81 % potilaista arvioivat oman polvensa toimintakyvyn olevan vähintäänkin tyydyttävä. Lisäksi polven etu-takasuuntainen stabiliteetti oli kaiken kaikkiaan tyydyttävän ja erinomaisen välillä koko tutkimusryhmässä.

4.1 Korjausleikkaus ja nivelrikkomuutokset

Selkeitä nivelrikkomuutoksia oli 10 vuoden jälkeen leikatun polven mediaalisessa osassa 32 %:lla, lateraaliosassa 34 %:lla ja patellofemoraalisessa osassa 30 %:lla. Ennen leikkausta nivelrikkomuutoksia ei ollut havaittavissa. Osa näistä muutoksista varmastikin on normaalia vanhenemisen aiheuttamaa nivelen kulumista. Kuitenkin verrattaessa leikkaamattoman polven vastaaviin tuloksiin oli havaittavissa huomattava ero nivelrikon esiintyvyydessä (mediaalisessa osassa nivelrikkomuutoksia 18 %:lla, lateraaliosassa 16 %:lla ja patellofemoraalisessa 18 %:lla). Samansuuntaisia tuloksia on raportoitu aiemmissakin tutkimuksissa, joissa on ollut vastaavanlainen seuranta-aika (28,40). Esimerkiksi Barenius ym. (2014) tutkimuksessa (40) nivelrikon esiintyvyys oli leikatussa polvessa kolminkertainen terveeseen polveen verrattuna 14-vuotisseurannassa. Leikkaamaton polvi toimii hyvänä vertailukohtana nivelrikkomuutosten esiintymiselle, sillä se kuvaa muutosten normaalia kehittymistä potilaalla.

Aiemminkin on havaittu, että eturistisiteen repeämiseen liittyy suurentunut nivelrikon kehittymisen riski leikkaushoidosta huolimatta, ja että vaurioituneen polven nivelrikkomuutokset ovat huomattavasti tervettä, leikkaamatonta polvea edellä (26,40,41). Leikatun polven nivelrikon kehittymiseen vaikuttaa todennäköisesti leikkauksesta huolimatta nivelen kuormitusmuutokset sekä jotkin toistaiseksi tuntemattomat biokemialliset tekijät (6). Vastakkaisen polven nivelrikon

esiintyvyys on vaihdellut eri tutkimuksissa 0-38 %. (26) Eturistisiteen vaurio voi aiheuttaa kuormitusmuutoksia myös vastakkaiseen polveen, etenkin jos vaurioitunut polvi jää huomattavan epävakaaaksi. Polvivamma voi myös johtaa terveen polven ylikuormittumiseen, jos vaurioitunutta polvea ja sen kuormittamista varotaan. Tällöin terveen puolen alaraajan lihaksilla ja nivelillä saatetaan yrittää kompensoida toisen puolen heikkoutta, jolloin terve puoli kuormittuu tavallista enemmän. Lisäksi eturistisidevaurion saaneet potilaat harrastavat usein lajeja, joissa polvinivelet joutuvat koville esimerkiksi erilaisten kiertoliikkeiden takia. Nämäkin tekijät voivat todennäköisesti altistaa myös terveen polven nivelrikkomuutoksien kehittymiselle.

Ajoissa tehdyn korjausleikkauksen merkityksestä nivelrikkoriskin vähentämissä on hyvinkin ristiriitaista tutkimusnäyttöä. Esimerkiksi Ajuiedin ym (2014) katsauksen ja meta-analyysin (41) mukaan korjausleikkauksella olisi merkitystä riskin vähentämisessä 10 vuoden seurannassa. Kuitenkin tutkimuksessa todetaan, että urheilun pariin palaaminen onnistuneen korjausleikkauksen jälkeen saattaa nopeuttaa nivelrikon kehittymistä. Korjausleikkauksissa polvissa havaittiin vaikeampia ja pidemmälle edenneitä muutoksia kuin leikkaamattomissa polvissa. Tämän taustalla on todennäköisesti potilaiden erilainen liikunnallinen aktiivisuus. Korjausleikkaukseen päädytään usein, kun potilaan toiveena on jatkaa urheilua vammaa edeltäneellä tasolla. Toistuva runsas ja kuormittava urheilu voivat altistaa polven rustovaurioille ja nivelen kulumamuutoksille, etenkin jos polven biomekaniikka ja kuormitus ovat muuttuneet nivelsidevaurion sekä korjausleikkauksen seurauksena. Leikkaamattoman polven epävakaus voi vaatia liikuntatottumusten muokkaamista nivelistävällisempään suuntaan, mikä taas voi osaltaan hidastaa nivelrikon kehittymistä.

Toisaalta, osan Oiestadin ym. (2009) katsauksen (26) tutkimusten mukaan nivelrikon esiintyvyydessä ei ollut eroa kirurgisesti ja konservatiivisesti hoidettujen potilaiden välillä. Esimerkki tällaisesta tutkimuksesta on muun muassa Meunierin ym. (2007) 100 potilasta seurannut tutkimus (37), jossa noin puolella potilaista oli havaittavia nivelrikkomuutoksia 15-vuotisseurannassa. Muutoksia oli 14 %:lla leikkauksen läpikäyneistä potilaista, kun taas alun perin konservatiivisesti hoidetuista potilaista 17 %:lla oli havaittavia muutoksia. Hoitolinjaa oleellisemmin nivelrikon esiintyvyyteen vaikutti nivelkierukan poisto, joka muuttaa nivelen kuormitusta ja lisää epävakautta. Potilaista, joilla nivelkierukka oli poistettu, kahdella kolmasosalla oli havaittavissa nivelrikkomuutoksia alkuperäisestä hoitolinjasta huolimatta. Polven kliinisellä tutkimuksella arvioidulla vakaudella ei ollut yhteyttä nivelrikkomuutoksen esiintyvyyteen, muutoksia oli vastaavasti niin vakaina kuin epävakainaakin polvissa. Kirurgisesti hoidettujen

potilaiden polven stabiliteetti klinisessä tutkimuksessa oli kuitenkin merkittävästi parempi 15-vuotisseurannassa kuin konservatiivisesti hoidetuilla. Myös subjektiivinen arvio leikatusta polvesta oli hieman konservatiivisesti hoidettua parempi.

Kuitenkin Meunierin ym. (2007) tutkimuksen (37) mukaan nivelkierukkavammat olivat yleisempiä potilailla, joita ei ollut hoidettu alun perin kirurgisesti. Vaikka itse korjausleikkaus ei vähentäisi nivelrikon kehittymistä, niin ajoissa tehty leikkaus on nähtävästi tärkeässä roolissa sekundaaristen nivelkierukkarepeämien ehkäisyssä. Korjausleikkauksella saadaan vakautettua polven toimintaa, mikä taas pienentää uusien polvivammojen, kuten nivelkierukkavaurioiden, riskiä. Lisäksi nivelkierukkavaurion syntyessä olisi pyrittävä mahdollisuuksien mukaan kierukan korjaamiseen sen poiston sijaan. Polven vakaus edesauttaa myös liikunnan pariin palaamista, millä taas on lukuisia terveyttä edistäviä vaikutuksia. Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan huomioitu nivelkierukoiden tilanteen vaikutusta nivelrikon kehittymiseen.

Vallalla olevan käsityksen mukaan korjausleikkauksesta siis ajatellaan olevan suoraa tai ainakin epäsuoraa hyötyä eturistisiderepeämän jälkeisen nivelrikon ehkäisemisessä. Kuitenkin kirjallisuudesta on löydettävissä myös päinvastaisia tuloksia. Nordenvallin ym. (2014) laajassa ruotsalaisessa rekisteritutkimuksessa (42) todettiin, että korjausleikkauksen läpikäyneillä diagnosoitiin nivelrikkoa erikoissairaanhoidossa enemmän 10 vuoden seurannan aikana kuin konservatiivisesti hoidetuilla (24 % vs 19 %). Tämä tulos taas ei puoltaisi korjausleikkauksen asemaa nivelrikon ehkäisyssä. Tutkimus kuitenkin eroaa monista muista tutkimuksista, joissa nivelrikkomuutoksia on arvioitu lähinnä röntgenkuvien perusteella. Näissä tutkimuksissa potilailla ei kuitenkaan välttämättä ole ollut kliinisesti havaittavaa, oireita aiheuttavaa nivelrikkoa, mikä vasta johtaisi nivelrikon varsinaiseen diagnosointiin. Nordenvallin ym. (2014) rekisteritutkimuksessa ei siis ole havainnointu pelkästään polven nivelrikkomuutoksia vaan kliinistä nivelrikkoa. Lisäksi nivelrikkodiagnoosi on saatettu asettaa erikoissairaanhoidossa herkemmin korjausleikkauksen läpikäyneille potilaille kuin konservatiivisesti hoidetuille.

Eturistisiteen korjausleikkauksen voidaan siis ajatella olevan hyödyllinen, jos potilas haluaa palata urheilulajinsa pariin, missä riski lisävammoille on suuri. Konservatiivista hoitolinjaa taas voidaan suosia tapauksissa, joissa potilas on myöntynäinen muuttamaan liikuntaharjoitteluaan suuntaan, jossa riski lisävammoille on pieni.

4.2 Viive vammasta korjausleikkaukseen

Repeämstä leikkaukseen kulunutta pitkää viivettä on pidetty yhtenä riskitekijänä nivelrikon kehittymiselle (28,29). Tästäkin on kuitenkin päinvastaistakin tutkimusnäyttöä. (40) Jo aiemminkin mainitussa Meunierin ym. (2007) tutkimuksessa (37) havaittiin eniten nivelrikkoa potilailla, jolle tehtiin korjausleikkaus myöhemmin polven epävakauden takia, vaikka alun perin oli päädytty konservatiiviseen hoitoon. Tätä selittää todennäköisesti polven epävakauden aiheuttamat biomekaaniset muutokset polven toiminnassa. Epävakaus saa polviniveleen kuormittumaan epäedullisella tavalla ja altistaa nivelen lisävaurioille. Polvi pääsee nujumaan ja aiheuttamaan mahdollisesti jopa rustovaurioita, joiden riski lisääntyy leikkausviiveen kasvaessa.

Tässä tutkimuksessa viive vammasta leikkaukseen oli keskimäärin B-ryhmässä 191 viikkoa eli noin 4 vuotta ja M-ryhmässä 51 viikkoa eli noin vuosi. Viive oli poikkeuksellisen pitkä ottaen huomioon, että useimmiten leikkaushoitoon päädytään 3-6 kuukautta vamman jälkeen. (3) Leikatut polvet ovat siis mahdollisesti altistuneet vahingollisille kuormitusmuutoksille jo useita kuukausia ennen niveltä vakauttavaa leikkausta. Tämä on hyvin todennäköisesti vaikuttanut nivelrikkomuutosten kehittymisnopeuteen molemmissa ryhmissä. B-ryhmässä viive oli vielä huomattavasti pidempi kuin M-ryhmässä, mikä tietysti heikentää ryhmien välistä vertailukelpoisuutta. B-ryhmän potilailla on polviniveleen ehtinyt kehittyä epäedullisen kuormituksen seurauksena muutoksia huomattavasti pidemmän aikaa kuin M-ryhmän potilaille.

4.3 Muita nivelrikolle altistavia tekijöitä

Kierukkarepeämän ja vammasta leikkaukseen kuluneen viiveen lisäksi muitakin nivelrikkomuutoksille altistavia tekijöitä on pyritty tunnistamaan. Tällaisia on havaittu olevan muun muassa ikä, sukupuoli, perimä, lihasheikkous ja -tasapaino sekä lihavuus (26). Näistä lihasheikkouteen- ja tasapainoon sekä lihavuuteen on mahdollista vaikuttaa ehkäistäessä eturistisiderepeämän jälkeistä nivelrikkoa. Nelipäisen reisilihaksen heikko lihasvoima sekä etureiden ja takareiden välinen lihasepätasapaino vaikuttavat mahdollisesti polviniveleen kuormitukseen ja iskunvaimennukseen, mikä taas altistaa nivelrikkomuutoksille. Lihasvoiman lisäksi lihasten joustavuus on tärkeässä roolissa (29). Tähän olisi syytä kiinnittää huomiota eturistisidevaurion jälkeisessä fysioterapeuttisessa harjoittelussa hoitolinjasta huolimatta. Ylipainon kertymisen riski kasvaa, etenkin jos vamman jälkeen syystä tai toisesta liikunnan harrastaminen kevenee ja vähenee tai potilas ei palaa ollenkaan liikuntaharrastusten pariin. Oikea-aikaisella

neuvonnalla ja opastuksella voitaisiin saada potilas kiinnittämään huomiota painonhallintaan ja ymmärtämään sen merkityksen nivelrikkoriskin pienentämisessä.

Myös siirteen valinnalla on joidenkin tutkimusten mukaan ollut vaikutusta nivelrikon kehittymiseen. Patellajännesiirre on yhdistetty suurempaan nivelrikkoriskiin kuin esimerkiksi hamstring-jännesiirre, ja toisaalta hamstring-jännesiirteen on todettu jopa suojaavan nivelrikkomuutoksilta. (28,29) Tässäkin tutkimuksessa käytetty hamstring-jännesiirre on siis voinut osaltaan suojata leikattua polvea nivelrikkomuutoksilta. Kuitenkin tästäkin on ristiriitaista näyttöä, sillä Bareniuksen ym. (2014) tutkimuksen mukaan taas siirteen valinta ei vaikuttanut nivelrikkoriskiin.

4.4 Ruuvien väliset erot

Elimistössä liukenevien ruuvien ja metalliruuvien välillä ei todettu olevan merkitsevää eroa nivelrikon kehittymisessä. Kliininen lopputulos ja komplikaatioiden määrä olivat yhtenevät. Elimistössä liukenevien ruuvien ja metalliruuvien välillä ei havaittu muitakaan merkitseviä eroja aiempien aihetta käsittelevien katsauksien mukaisesti (14,15). Liukeneviin ruuveihin on aiemmin liitetty suurempi riski siirteen pettämiselle ja komplikaatioille (14-17). Tämän tutkimuksen aiemmassa 2-vuotisseurannassa (17) ja nyt 10-vuotisseurannassakin siirteen pettämisistä oli määrällisesti enemmän liukenevien ruuvien ryhmässä (10-vuotisseurannassa B-ryhmässä 7 ja M-ryhmässä 3), mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Liukenevien ruuvien aiheuttamien komplikaatioiden vähyyttä saattaa selittää se, että tutkimuksessa käytetyt elimistössä liukenevat ruuvit olivat poly-L-laktidin, poly-D-laktidin ja trimetyylikarbonaatin kopolymeeria, mihin ei ole aiemminkaan juuri liitetty haittavaikutuksia (25).

Liukenevilla ruuveilla olisi huomattavia etuja metalliruuveihin verrattuna, etenkin jos uusintaleikkaus tulee kyseeseen tai polvea joudutaan magneettikuvaamaan leikkauksen jälkeen. (17-19) Koska liukenevien ja metallisten ruuvien käyttö vaikuttaisi johtavan kliiniseltä ja toiminnalliselta lopputulokseltaan yhtä hyvin tuloksiin, liukenevien ruuvien käytön voisi ajatella olevan suotavaa. Liukenevat ruuvit ovat ainakin toistaiseksi hintavampia kuin metalliset ruuvit, mutta kokonaiskustannukset todennäköisesti jäävät vähäisemmiksi uusintaleikkauksen ollessa tarpeellinen (20,21). Etenkin, jos löydetään hyvin vähän komplikaatioita aiheuttava materiaali, miltä tämän tutkimuksen liukenevien ruuvien materiaali tällä hetkellä vaikuttaisi.

4.5 Tutkimuksen vahvuuksia ja heikkouksia

Tutkimuksen vahvuutena on satunnaistettu tutkimusasetelma ja siten ryhmien välinen vertailukelpoisuus. Lisäksi leikkauksenjälkeisen kliinisen arvioinnin on suorittanut yksi tutkija sokkoutetusti. Lisäksi röntgenkuvat tulkinnut radiologi ei ole ollut tietoinen potilaiden kliinisestä tilanteesta tai leikkaukseen liittyvistä tiedoista. Vahvuutena on myös pitkä 10 vuoden seuranta-aika sekä suuri osallistumisprosentti (90 %). Lisäksi ennen leikkausta tehdyn tutkimuksen kuten myös 2-vuotistutkimuksen tulokset mahdollistavat ajan myötä tapahtuneiden muutosten havainnoinnin.

Vahvuutena voi pitää myös sitä, että polvien tilanteen arviointiin on käytetty useaa erilaista mittaria. Potilaiden oma kokemus polven tilanteesta on huomioitu arvioinnissa. Lisäksi on käytetty objektiivisempia mittareita polven toiminnan ja tilanteen arviointiin, kuten KT-1000-mittausta sekä röntgenkuvia. 10-vuotisseurannan yhteydessä otettujen molempien polvien röntgenkuvien ansiosta voidaan arvioida leikatun polven nivelrikkomuutoksia suhteessa vastakkaiseen, leikkaamattomaan polveen. Leikkaamattomasta polvesta voidaan hahmottaa potilaskohtaista, ajan myötä tapahtuvaa nivelrikkomuutosten kehittymistä.

Selkeänä heikkoutena on kohtalaisen pieni ryhmä koko, mikä vaikeuttaa pätevien johtopäätösten tekemistä ja tulosten yleistämistä. Ryhmien välillä on myös ollut lähtökohtaisesti huomattava ero vammasta leikkaukseen kuluneessa viiveessä. Heikkoutena voidaan pitää myös sitä, että röntgenkuvista on voinut nähdä, kumpaa ruuvityyppiä potilaalla on käytetty, joten sokkoutusta ei ole voitu toteuttaa aukottomasti. Lisäksi röntgenkuvien tulkinta on tietysti aina luokitusjärjestelmistä huolimatta subjektiivista.

Tämä tutkimus kuitenkin osoittaa, että hamstring-jännesiirteellä tehty eturistisiteen korjausleikkaus tuottaa jopa 10 vuoden seurannassa hyvän tuloksen sekä elimistössä liukenevia ruuveja kuin metalliruuvejakin käytettäessä. Polven toiminta voidaan saada näin lähestulkoon normaaliksi ja etenkin huomattavasti paremmaksi kuin ennen leikkausta, mikä mahdollistaa paluun liikuntaharrastusten pariin. Vaurioituneen polven nivelrikon kehittymistä korjausleikkaus ei kuitenkaan näytä ainakaan suoraa hidastavan, vaikka se usein saattaakin olla tausta-ajatuksena leikkaushoitoon päädyttäessä.

5 LÄHTEET

- (1) Kallio T. Polven ristisidevammat urheilijalla. *Duodecim* 2010;126(3):289-295.
- (2) Petersen W, Zantop T. Anatomy of the anterior cruciate ligament with regard to its two bundles. *Clinical Orthopaedics & Related Research* 2007;454:35-47.
- (3) Suomalainen P, Sillanpää P, Järvelä T. Eturistisiderepeämän hoito. *Duodecim* 2014;130(5):489-494.
- (4) Rätty T, Rainio J. *Terveys 2015: Somaattinen erikoissairaanhoito 2013*. 2015.
- (5) Siegel L, Vandenakker-Albanese C, Siegel D. Anterior cruciate ligament injuries: anatomy, physiology, biomechanics, and management. *Clinical Journal of Sport Medicine* 2012;22(4):349-355.
- (6) Delince P, Ghafil D. Anterior cruciate ligament tears: conservative or surgical treatment? A critical review of the literature. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 2012;20(1):48-61.
- (7) 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(4):331-342.
- (8) Murawski CD, van Eck CF, Irrgang JJ, Tashman S, Fu FH. Operative treatment of primary anterior cruciate ligament rupture in adults. *Journal of Bone & Joint Surgery - American Volume* 2014;96(8):685-694.
- (9) Louboutin H, Debarge R, Richou J, Selmi TA, Donell ST, Neyret P, et al. Osteoarthritis in patients with anterior cruciate ligament rupture: a review of risk factors. *Knee* 2009;16(4):239-244.
- (10) 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(7):1511-1518.
- (11) Suomalainen P, Kannus P, Jarvela T. Double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a review of literature. *Int Orthop* 2013;37(2):227-232.
- (12) 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(2):290-297.
- (13) Emond CE, Woelber EB, Kurd SK, Ciccotti MG, Cohen SB. A comparison of the results of anterior cruciate ligament reconstruction using bioabsorbable versus metal interference screws: a meta-analysis. *Journal of Bone & Joint Surgery - American Volume* 2011;93(6):572-580.
- (14) Papalia R, Vasta S, D'Adamio S, Giacalone A, Maffulli N, Denaro V. Metallic or bioabsorbable interference screw for graft fixation in anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction? *Br Med Bull* 2014;109:19-29.

- (15) Mascarenhas R, Saltzman BM, Sayegh ET, Verma NN, Cole BJ, Bush-Joseph C, et al. Bioabsorbable Versus Metallic Interference Screws in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review of Overlapping Meta-analyses. *Arthroscopy* 2015;31(3):561-568.
- (16) Shen C, Jiang SD, Jiang LS, Dai LY. Bioabsorbable versus metallic interference screw fixation in anterior cruciate ligament reconstruction: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Arthroscopy* 2010;26(5):705-713.
- (17) Moisala AS, Jarvela T, Paakkala A, Paakkala T, Kannus P, Jarvinen M. Comparison of the bioabsorbable and metal screw fixation after ACL reconstruction with a hamstring autograft in MRI and clinical outcome: a prospective randomized study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 2008;16(12):1080-1086.
- (18) Ramsingh V, Prasad N, Lewis M. Pre-tibial reaction to biointerference screw in anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee* 2014;21(1):91-94.
- (19) Purcell DB, Rudzki JR, Wright RW. Bioabsorbable interference screws in ACL reconstruction. *Operative Techniques in Sports Medicine* 2004;12(3):180-187.
- (20) Waris E, Ashammakhi N, Waris V, Serlo W, Suuronen R, Törmälä P, et al. Biohajoavien kiinnittimien käyttö luukirurgiassa. *Duodecim* 2004;120(6):673-681.
- (21) Ambrose CG, Clanton TO. Bioabsorbable implants: review of clinical experience in orthopedic surgery. *Ann Biomed Eng* 2004;32(1):171-177.
- (22) Cox CL, Spindler KP, Leonard JP, Morris BJ, Dunn WR, Reinke EK. Do newer-generation bioabsorbable screws become incorporated into bone at two years after ACL reconstruction with patellar tendon graft?: A cohort study. *Journal of Bone & Joint Surgery - American Volume* 2014;96(3):244-250.
- (23) Pereira H, Correló VM, Silva-Correia J, Oliveira JM, Reis RL, Espregueira-Mendes J. Migration of "bioabsorbable" screws in ACL repair. How much do we know? A systematic review. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 2013;21(4):986-994.
- (24) Konan S, Haddad FS. The unpredictable material properties of bioabsorbable PLC interference screws and their adverse effects in ACL reconstruction surgery. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 2009;17(3):293-297.
- (25) Konan S, Haddad FS. A clinical review of bioabsorbable interference screws and their adverse effects in anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Knee* 2009;16(1):6-13.
- (26) Oiestad BE, Engebretsen L, Storheim K, Risberg MA. Knee osteoarthritis after anterior cruciate ligament injury: a systematic review. *Am J Sports Med* 2009;37(7):1434-1443.
- (27) Shelbourne KD, Urch SE, Gray T, Freeman H. Loss of normal knee motion after anterior cruciate ligament reconstruction is associated with radiographic arthritic changes after surgery. *Am J Sports Med* 2012;40(1):108-113.

- (28) Li RT, Lorenz S, Xu Y, Harner CD, Fu FH, Irrgang JJ. Predictors of radiographic knee osteoarthritis after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2011;39(12):2595-2603.
- (29) Keays SL, Newcombe PA, Bullock-Saxton JE, Bullock MI, Keays AC. Factors involved in the development of osteoarthritis after anterior cruciate ligament surgery. *Am J Sports Med* 2010;38(3):455-463.
- (30) Daniel D, Malcolm L, Losse G, Stone M, Sachs R, Burks R. Instrumented measurement of anterior laxity of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 1985;67:720-6.
- (31) Lepola V, Kiljunen V, Tulikoura I, Santavirta S, Salo J. Polvivamman tutkiminen. *Suom Lääkäril* 2004;59(30-32):2803-2808.
- (32) Malanga GA, Andrus S, Nadler SF, McLean J. Physical examination of the knee: a review of the original test description and scientific validity of common orthopedic tests. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 2003;84(4):592-603.
- (33) Freddie F, Steven C. *Current Concepts in ACL Reconstruction*. Thorofare, USA: SLACK Incorporated; 2008.
- (34) Lysholm J, Gillquist J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *Am J Sports Med* 1982;10(3):150-154.
- (35) Hefti F, Muller W, Jakob RP, Staubli HU. Evaluation of knee ligament injuries with the IKDC form. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 1993;1(3-4):226-234.
- (36) Kellgren J, Lawrence J. Radiological assessment of osteoarthrosis. *Ann Rheum Dis* 1957;16(4):494-502.
- (37) Meunier A, Odensten M, Good L. Long-term results after primary repair or non-surgical treatment of anterior cruciate ligament rupture: a randomized study with a 15-year follow-up. *Scand J Med Sci Sports* 2007;17(3):230-237.
- (38) Struwer J, Ziring E, Frangen TM, Efe T, Meissner S, Buecking B, et al. Clinical outcome and prevalence of osteoarthritis after isolated anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring graft: follow-up after two and ten years. *Int Orthop* 2013;37(2):271-277.
- (39) Hoffelner T, Resch H, Moroder P, Atzwanger J, Wiplinger M, Hitzl W, et al. No increased occurrence of osteoarthritis after anterior cruciate ligament reconstruction after isolated anterior cruciate ligament injury in athletes. *Arthroscopy* 2012;28(4):517-525.
- (40) Barenus B, Ponzer S, Shalabi A, Bujak R, Norlen L, Eriksson K. Increased risk of osteoarthritis after anterior cruciate ligament reconstruction: a 14-year follow-up study of a randomized controlled trial. *Am J Sports Med* 2014;42(5):1049-1057.
- (41) Ajuied A, Wong F, Smith C, Norris M, Earnshaw P, Back D, et al. Anterior cruciate ligament injury and radiologic progression of knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med* 2014;42(9):2242-2252.

(42) Nordenvall R, Bahmanyar S, Adami J, Mattila VM, Fellander-Tsai L. Cruciate ligament reconstruction and risk of knee osteoarthritis: the association between cruciate ligament injury and post-traumatic osteoarthritis. a population based nationwide study in Sweden, 1987-2009. PLoS ONE [Electronic Resource] 2014;9(8):e104681.