

Pinnoitetekonivelen tulokset 40-vuotiailla ja sitä nuoremmilla potilailla

Aleksi Reito, Antti Eskelinen, Jorma Pajamäki, Timo Puolakka

Tekonivelsairaala Coxa

We analysed the results of metal-on-metal hip resurfacing performed at our institution in patients aged 40 years or less. There was a total number of 74 operations in 64 patients. Clinical outcome was assessed by Harris Hip Score, UCLA-activity and RAND-36-questionnaire taking into account the comorbidity of patients. Mean HHS at latest follow-up was 92.3 points, mean UCLA-activity was 8.2. Patients with comorbidity evinced lower scores. RAND-36 scores in patients without comorbidities were comparable to Finnish normative data. There were four revisions and one pending revision, all due to adverse reaction to metal debris. Four of them were in patients with ASP-implant. Short term results of hip resurfacing in this cohort were excellent and it can be considered as an option for THA minding the importance of optimal component positioning.

50 vuotta ja sitä nuoremmat potilaat käsittävät vain noin 10% lonkan tekonivelleikkauspotilaista, mutta leikkausmäärä tässä ikäryhmässä on lisääntymään päin (1–3). Toisen sukupolven lonkan pinnoitetekonivel kehitettiin juuri tätä ikäryhmää varten. Pinnoitetekonivelen teoreettisia etuja ovat lonkan parempi stabiilitteetti, pienempi luuaineksen resektio sekä natiivin biomekaniikan säilyttäminen (4,5).

Hiljattain useissa tutkimuksissa on julkaistu hyviä 9–10 vuoden seurannan tuloksia pinnoitetekonivelten osalta (6,7). Kuitenkin tietyissä potilasryhmissä pinnoitteen tulokset ovat olleet huonoja. Sekä Pohjoismaisen että Australian tekonivelrekisterin mukaan pinnoitteiden tulokset ovat olleet huonoja 50–55 vuotiailla ja sitä nuoremmilla naisilla (1,2). Lisäksi 40-vuotiailla ja sitä nuoremmilla naispotilailla on raportoitu pseudotuumorien ilmaantuvuuden olevan jopa 13.1% kuuden vuoden kohdalla (8). Näin ollen pinnoitetekonivelen potilasvalinta kohdistuu enemmän nuoriin ja aktiivisiin miespotilaisiin.

Tutkimuksen tarkoitus oli selvittää pinnoitetekonivelen survival 40-vuotiailla ja sitä nuoremmil-

la potilailla. Toinen tarkoitus oli selvittää potilaiden aktiivisuutta ja elämänlaatua sekä komorbiditeetin esiintyvyyttä ja sen vaikutusta leikkaustulokseen.

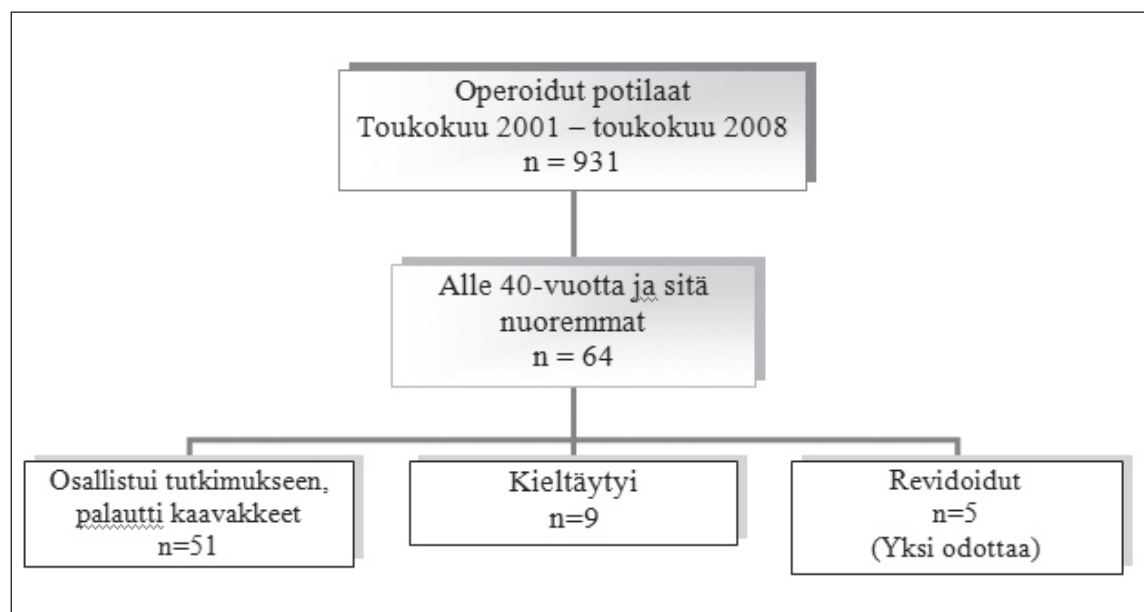
Potilaat ja metodit

Potilaat

Toukokuun 2001 ja toukokuun 2008 välisenä aikana Tekonivelsairaala Coxassa tehtiin 1092 pinnoitetekonivelleikkausta 931 potilaalle. 75 näistä operaatioista (64 potilasta) tehtiin alle 40-vuotiaille potilaille (kuva 1). Leikkausindikaatioina oli voimakas kipu ja/tai merkittävä kävelyvaikeus ja vaikeudet päivittäisissä töissä. Neljä lonkkaa (neljä potilasta) on revidoitu ja yhtään potilasta ei ole kuollut. Loppuja 60 potilasta kysyttiin mukaan tutkimukseen. Tutkimussuostumuksen palautti 51 potilasta (85%). Yhdeksän potilasta ei osallistunut tutkimukseen. Yhtään lonkkaa näistä ei ole revidoitu. Yhdellä potilaalla todettiin oireeton pseudotuumori tutkimuksen aikana. Potilaiden demografiset tiedot esitetään taulukossa 1. Keskimääräinen seuranta-aika oli 6.0 vuotta (3.0 - 7.6).

Taulukko 1: Potilaiden demograafiset tiedot.

	Miehet	Naiset
Potilaat	43	21
Keskim. ikä	34,1 (17 - 40)	32,7 (15 - 40)
Puoli		
Vasen	18	8
Oikea	16	11
Molemminpuolinen	9	2
Diagnoosi		
Artroosi	24	6
AVN	9	1
Dysplasia	0	8
Legg-Perthes-Calvein	4	2
Muu	4	6
Preoperatiivinen HHS	57.6 (28 - 85)	55.5 (34 - 73)
Komorbiditeetti		
Ei	31	14
Sekamuotoinen sidekudostauti	1	0
Idiopaattinen trombosyteeninen purpura	1	0
Charcot-Marie-Toothin tauti, tyyppi 1	0	1
Selkärankareuma	0	1
Psoriasisriitti	1	0
Juveniili idiopaattinen artriitti	1	0



Kuva 1: Tutkimuksen vuokaavio

Tutkimusasetelma

Potilastiedot kerättiin prospektiivisesti ja analysoitiin retrospektiivisesti. Kliininen tutkimus tehtiin leikkauksesta edeltävästi sekä yksi vuosi leikkauksen jälkeen ja aina kahden-kolmen vuoden välein tämän jälkeen. Jokaisella kerralla määritettiin Harris Hip Score (HHS) ja subjektiivista tyytyväisyyttä arvioitiin neliportaisella asteikolla: 0 (huono), 1 (tyydyttävä), 2 (hyvä), ja 4 (erinomainen). Käyntikertaa edeltävästi otettiin lonkan etu- ja sivukuva sekä lantion etukuva. Kaikille tutkimukseen osallistuville lähetettiin RAND-36 elämänlaatu- sekä UCLA-aktiivisuuskysely. Jos potilas ei ollut käynyt seurantakäynnillä, lomakkeiden mukana lähetettiin HHS-kaavake. RAND-36 kaavake sisältää samat osiot kuin SF-36 kysely, mutta koetun terveyden ja kivun pisteytys ovat erilaiset. Kuitenkin kroonisissa taudeissa näiden kahden mittarin on todettu olevan melko yhtenevät (9).

Leikkaustekniikka

Laajennettua taka-avausta käytettiin kaikissa leikkauksissa. Kupit kiinnitettiin ilman sementtiä ja femurkomponentit sementillä. Kaikissa operaatioissa ulkorotaattorit irrotettiin takakapselin avauksen yhteydessä ja kiinnitettiin takaisin porareikien kautta isoon sarvennoiseen. Leikkauksissa käytettiin kolmea eri implanttia: Birmingham Hip Resurfacing (Smith and Nephew, London, UK) 26 potilaalla (31 lonkkaa), Articular Surface Replacement (DePuy, Warsaw, IN, USA) 23 potilaalla (27 lonkkaa) and Durom-pinnoitetta (Zimmer, Warsaw, IN, USA) in 15 potilaalla (17 lonkkaa). Femurkomponentin mediaanikoko oli naisilla 46 mm (42 mm – 52 mm) ja miehillä 53 mm (48 mm – 60 mm).

Perioperatiivinen hoito

Kaksi tuntia ennen operaatiota potilaat saivat parenteraalisen antibioottiprofylaksian. Tromboembolisten komplikaatioiden ehkäisyyn käytettiin enoksapriinia, daltepariinia tai fondaparinuuksia subkutaanisesti neljä viikkoa leikkauksen jälkeen tai kunnes INR oli ollut hoitoalueella kaksi päivää, niillä potilailla joilla oli varfariinihoito käytössä. Ensimmäisenä postoperatiivisena päivänä aloitettiin kävelyharjoitukset sauvoilla sekä sallittiin täyspainovaraus. Leikkauksen jälkeen sallittiin täydet liikeradat, mutta yksi leikkaavista lääkäreistä suosi neljän viikon kieltoa fleksio-sisäkiertoliikkeen suhteen.

Tilastollinen analyysi

Pre- ja postoperatiivisia Harris Hip Score pisteitä verrattiin Wilcoxonin merkittyjen järjestyslukujen testillä. Mann-Whitney U -testiä käytettiin verrattaessa HHS-, UCLA- ja RAND-36 pisteitä terveiden potilaiden ja niiden potilaiden välillä, joilla oli komorbiditeetti. Kaplan-Meier menetelmällä arvioitiin lonkkan survivalia, joka ilmoitettiin sille ajanjaksolle, jonka päättyessä oli vähintään 20 lonkkaa jäljellä seurannassa.

Eettiset näkökohdat

Tutkimussuostumus saatiin jokaiselta tutkimukseen osallistuneelta. Sairaanhoidopiiriin eettiseltä toimikunnalta saatiin lupa tutkimusta varten.

Tulokset

Leikkausta edeltävä HHS oli keskimäärin 57.0 pistettä (30–85), yhden vuoden kohdalla 96.9 pistettä (71–100, $p < 0.01$) ja viimeisimmällä seurantakäynnillä 92.3 pistettä (53–100, $p < 0.01$).

27 potilasta 51:sta (55%) ei raportoinut kipua leikatussa lonkassa, 21 potilas raportoi puolestaan lievää kipua lonkassa. Kahdella potilaalla oli kohtalaista kipua. Yksi potilas koki leikatun lonkan kivuttomaksi ja toisessa lonkassa oli vaikea kipu. UCLA-pisteiden keskiarvo oli 8.2.

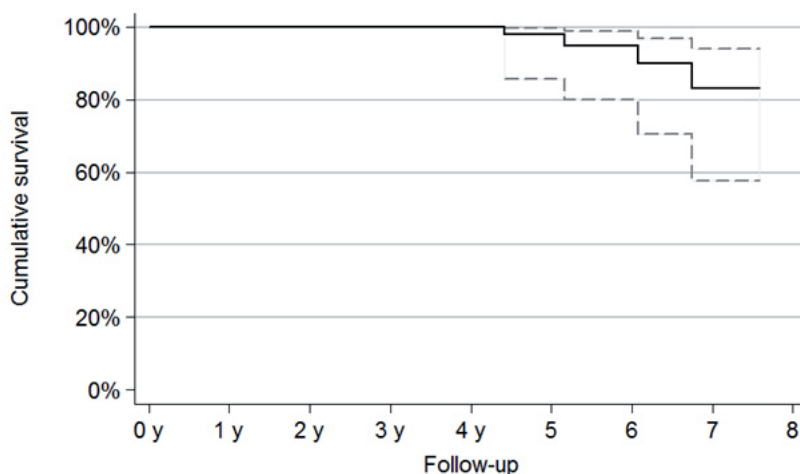
29 potilasta koki leikkaustuloksen erinomaiseksi, 19 potilasta hyväksi ja 2 potilasta tyydyttäväksi. Yhdeltä potilaalta puuttui subjektiivinen arvio leikkaustuloksesta. RAND-36 kyselyssä fyysinen toimintakyky ja koettu terveys olivat 87.7 ja 70.4 pistettä, vastaavasti. Miehillä fyysinen toimintakyky oli 87.9 pistettä ja naisilla 87.3 pistettä. Koettu terveys puolestaan oli miehillä 68.8 ja naisilla 73.7 pistettä. Potilailla, joilla oli jokin komorbiditeetti, oli matalammat UCLA-pisteet sekä huonommat pisteet koetussa terveydessä ja fyysisessä toimintakyvyssä (taulukko 2).

Neljä lonkkaa (kolme potilasta) on revidoitu. Kolmessa oli ASR-implantti ja yhdessä oli BHR-implantti. Kaikkien revisioiden syyinä oli metallireaktio. Lisäksi samasta syystä yksi lonkka odottaa revisiota. Näiden potilaiden kliiniset tiedot ovat taulukossa 3. Jokaisella potilaalla oli kohonneet koko veren metallipitoisuudet ja kolmella potilaalla todettiin nivelessä pseudotuumori MARS (magnetic artifact reduction sequence) MRI:lla. Kahdella muulla potilaalla löytyi ultraäänitutkimuksella nivelestä niukkakaikuihin massa. Kaikkien neljän potilaan kohdalla metallireak-

Taulukko 2: Tulosten vertailu terveiden potilaiden ja niiden potilaiden välillä, joilla on komorbiditeetti.

	Potilaat ilman komorbiditeettia	Potilaat, joilla komorbiditeetti	p-arvo
UCLA	8.6	5.0	p<0.01
Harris Hip Score	92.6 (65 - 100)	77.0 (53 - 86)	p<0.01
RAND 36 -pisteet			
Fyysinen toimintakyky	91.6	59.2	p<0.01
Koettu terveys	75.5	33.3	p<0.01
Kipu			
Kivuton	27	4	
Lievä	18	2	
Kohtalainen	2	0	
Vaikea	1	0	

Kuva 2: Kaplan-Meier survival-käyrä koko kohortille.



tio varmistui leikkauksessa ja pseudotuumori leikattiin kokonaisuudessaan pois sekä komponentit vaihdettiin sementittömään totaali-tekoniiveen käyttäen keraami-keraamiliukupintoja. 39-vuotiaalla potilaalla PAD:ssa todettiin selkeä ALVAL-reaktio: säännöllinen synoviaalisolukko oli poissa ja lisäksi todettiin huomattavat fibriinikertymät ja runsas lymfosyyttimäärä perivaskulaarisesti. Muilla potilailla todettiin metallipartikkeleita sisältäviä makrofageja ja pieni fibriinikertymä kahdessa ja kroonisen inflammatioon sopivat löydökset yhdessä näytteessä.

Postoperatiivisesti yhdellä potilaalla todettiin osittainen peroneuspareesi, joka seurannassa parantui täysin. Toisella potilaalla oli pinnallinen haavainfektio ommelstelin vuoksi ja joka hoidettiin kahdella suonensisäisellä antibioottilääkityksellä.

Kuuden vuoden kumulatiivinen survival koko kohortille oli 96.7% (95% LV 94.1 – 98.2)(kuva 2).

Pohdinta

Lonkan tekoniiveleikkauksen prevalenssi nuorilla potilailla on kasvussa ja siksi tarkoituksenamme oli tutkia pinnoitetekoniiven tuloksia sairaalassamme alle 40-vuotiailla potilailla. Survival oli kuuden vuoden kohdalla 97.6% tässä ikäryhmässä. Tuloksemme on yhteneväinen aikaisempien tutkimusten suhteen, koska kaikki revisioleikkaukset tehtiin metallireaktion vuoksi ja yhtä lukuunottamatta kyseessä oli ASR-implantti. Totesimme myös että, potilaan mahdollinen komorbiditeetti vaikuttaa sekä leikkaustulokseen että elämäntilaan.

Tutkimuksessamme on heikkouksia. Seuranta-aika ei ole tarpeeksi pitkä, jotta metallireaktion todellinen esiintyvyys olisi todettavissa, koska se saattaa ilmaantua vasta yhdeksän vuotta leikkauksen jälkeen. Systemaattista tasokuvantamista tai metallipitoisuusmäärittämiä emme tehneet, joten kohortissamme saattaa olla

Taulukko 3: Kliininen data ja operatiiviset löydökset revidoiduista tai sitä odottavista potilaista.

Ikä	Sukupu	Diagnoosi	Implantti	Femur komponentin koko	Inkлинаatiokulma	Aika revisioon
14	N	SCPE	ASR	46 mm	55 astetta	6.1 v
15	N	Dysplasia	ASR	43 mm	56 astetta	4.4 v
39	N	Dysplasia	ASR	46 mm	46 astetta	4.1 v
35	N	Dysplasia	BHR	42 mm	56 astetta	5.2 v
36	M	Posttraumaattinen arthroosi	ASR	53 mm	56 astetta	Odottaa

oireettomia potilaita, joilla on lonkassa metallireaktio. Lisäksi tulosten analysointia rajoittaa preoperatiivisten UCLA- ja RAND-36 pisteiden puuttuminen. Tutkimuksemme kuitenkin seurattiin prospektiivisesti hyvin nuorta ja valikoimatonta pinoiteproteesikohorttia.

Pinoiteproteesin survival on implanttiriippuvainen (2,10). Parhaimmista implanteista on julkaistu vain muutama NICE-kriteerit täyttävä tutkimus itsenäisistä keskuksista (6,7). Kuitenkin kirjallisuudessa on vain vähän tutkimuksia saatavilla koskien pinoitteen tuloksia nuorimmassa potilasjoukossa. Seyler ja kollegat raportoivat 14% revisio-osuuden alle 35 vuotiailla potilailla, joita oli seurattu vähintään kaksi vuotta. Yli 35-vuotiailla revisio-osuus oli 6% (11). Sayeedin ym. tutkimuksessa ei ollut yhtään revisiota seitsemäntoista alle 25-vuotiaan potilaan aineistossa 62 kuukauden keskimääräisessä seurannassa (12). Beaulen ja kollegat puolestaan raportoivat kolme revisiota 94 pinoitteen aineistossa alle 40-vuotiailla potilailla vähintään kahden vuoden seuranta-ajanjaksolla (5). Huomattavaa eroa survivalin osalta näiden tutki-

musten välillä selittänee, se että Sayeedin ym. ja Beaulen ym. tutkimukset oli tehty korkean volyymin keskuksissa, kun taas Seylerin ym. tulokset perustuivat monikeskustutkimukseen.

Tutkimme leikkauksen jälkeistä elämänlaatua RAND-36 kyselyllä. Kyselylle on olemassa viitearvot valikoimattomalle suomalaiselle väestölle (29). Tutkimuksemme fyysinen toimintakyky miehillä oli 87.9 ja naisilla 87.3. Keskimääräinen arvo suomalaisilla 30-34-vuotiailla miehillä on 94.2 ja samanikäisillä naisilla 93.3 (29). Jos tarkastellaan vain potilaita, joilla ei ole komorbiditeettia vastaavat luvut ovat 91.5 ja 93.1. Koettu terveys miehillä oli aineistossamme miehillä 68.8 ja naisilla 73.7. Pisteet olivat vielä korkeammat niillä potilailla, joilla ei ollut komorbiditeettia. Suomalaisessa väestössä samat lukemat 30-34-vuotiailla miehillä oli 69.3 ja naisilla 73.3 (29). Tämä johtunee siitä, että liitännäissairauksen esiintyvyys on matala nuorilla ihmisillä. Pinoiteteikonivelen käyttö ei-systeemisessä lonkkasairauden hoidossa kykenee palauttamaan potilaan koetun terveyden iän mukaiselle tasolle.

Lonkkadysplasian lisäksi reisiluun pään avaskulaa-

Oireet, löydökset	Metallipitoisuudet	Leikkauslöydökset
Kivuton, collumin kapeneminen yli 10%	[Co]: 17 µg/l [Cr]: 19 µg/l	Metallin värjäämä nivelneste, vihreän harmaa synovia, kysta collumissa
Kohtalainen kipu	[Co]: 217 µg/l [Cr]: 94 µg/l	Raju metalloosi, osteolyysia lantion puolella
Lievä kipu ja naukuminen	[Co]: 20.1 µg/l [Cr]: 12.2 µg/l	Nekroottinen synoviitti, metallin värjäämä nivelneste, ei osteolyysia
Kohtalainen kipu ja naukuminen	[Co]: 188.9 µg/l [Cr]: 49.8 µg/l	Tumman vihreä nivelneste, kysta collumissa
Kivuton	[Co]: 16.9 µg/l [Cr]: 17.0 µg/l	

rinen nekroosi (AVN) on yleinen syy artroplastiaan nuorilla potilailla. AVN:n osuus leikkausindikaationa on vaihdellut 20% ja 59% välillä tutkimuksissa, joissa on raportoitu totaaliartroplastian tuloksia alle 40-vuotiailla potilailla (20,21,24,27,30). Australian tekniivelrekisterin mukaan pinnoitetekonivelen survival on ollut yhtä hyvä sekä arthroosipotilailla että AVN-potilailla (2).

Keskimääräinen UCLA-aktiiviteettipistemäärä oli 8.2. Potilailla, joilla ei ollut komorbiditeetteja pistemäärä oli 8.7. Tämä on huomattavasti korkeampi kuin Beulen ym. tutkimuksessa, jossa pistemäärä oli 7.1 alle 40-vuotiailla potilailla (5). Amstutz ja kollegat puolestaan raportoivat postoperatiivisen UCLA-aktiiviteettipistemäärän olleen 7.6 sekä 50 vuotta nuoremmissa että 50 vuotta vanhemmissa potilailla (31). Kontrollioimattomissa tutkimuksissa, joissa on vertailtu pinnoite- ja totaalitekoniiveltä, keskimääräinen ikä on ollut korkeampi jälkimmäisessä ryhmässä ja lisäksi pre- ja postoperatiivinen aktiiviteetti on ollut matalampi (32,33). Yhdessä meta-analyysissä pinnoitetekoniivelpotilailla todettiin korkeampi postoperatiivinen

UCLA-pistemäärä (MD 0.72), mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($p=0.2$) (34). Satunnaistetuissa kontrolloiduissa tutkimuksissa aktiiviteetilla ei ole ollut eroa pinnoite- ja totaalitekoniivelpotilaiden välillä (35–37).

Metallireaktion prevalenssi liittyy veren korkeisiin metalli-ionipitoisuuksiin (10). Nuorilla potilailla on sekä leikkausta edeltävästi että leikkauksen jälkeen korkeampi aktiiviteetti, joka todettiin myös meidän tutkimuksessamme. Potilaan aktiiviteetin ja metallipitoisuuksien välistä korrelaatiota on tutkittu muutamissa julkaisuissa, mutta tulokset eivät ole olleet yhteneviä.

Khan ja kollegat raportoivat, että yhteys rasituksen aikaisen metallipitoisuuksien nousun ja inkliinaation välillä oli kohtalainen (38). Toisessa tutkimuksessa ei todettu rasituksen jälkeistä veren metallipitoisuuksien nousua (39). Korkea aktiiviteetti leikkauksen jälkeen nuorille pinnoitepotilailla ei näytä olevan erityinen huolenaihe. Metallireaktion esiintyvyys on vahvasti implantista riippuvaista. ASR-implantin saaneilla potilailla metallireaktion esiintyvyys on ollut merkitse-

västi korkeampi kuin muilla implanteilla (40). Tämä nähtiin selkeästi myös tutkimuksessamme, koska neljä viidestä metallireaktiosta todettiin ASR-potilailla. Neljä viidestä potilaasta oli lisäksi naisia ja alle 40-vuotiaita, joiden on todettu kuuluvan riskiryhmään metallireaktion suhteen (8). Kuitenkin on muistettava, että tällä alaryhmällä on usein pienemmät komponenttien koot, joka johtaa edelleen helposti reuna-kuormitukseen kupin pienestä kätteisuudesta johtuen vaikka kuppi olisikin hyvässä asennossa radiologisesti. Esimerkkinä tästä oli metallireaktion vuoksi revidoitu BHR-potilas, jolla oli pienin saatavilla oleva femurkomponentti ja inkliinaatiikulma 56 astetta.

Kaiken kaikkiaan pinnoitetekonivelen tulokset olivat erinomaiset lyhyellä aikavälillä nuorilla potilailla. Aineistossamme ei ollut yhtään reisiluun kaulan murtumaa eikä kummankaan komponentin irtoamista, joka johtunee sairaalamme suuresta leikkausmäärästä. Kaikki revisiot ja yksi tuleva revisio johtuivat metallireaktiosta, joista neljä oli potilailla, joilla oli nyt jo markkinoilta poistettu implantti (ASR). Pitempi seuranta-aika osoittanee metallireaktion todellisen esiintyvyyden muiden implanttien osalta tässä kohortissa. Ottaen huomioon totaaliartroplastian huonot tulokset 40-vuotta ja sitä nuoremilla potilailla, pinnoitetekoveltä voidaan harkita hoitovaihtoehtona tässä potilasjoukossa korostaen komponenttien asennon tärkeyttä.

Kirjallisuus

1. Johanson PE, Fenstad AM, Furnes O, Garellick G, Havelin LI, Overgaard S, et al. Inferior outcome after hip resurfacing arthroplasty than after conventional arthroplasty. Evidence from the Nordic Arthroplasty Register Association (NARA) database, 1995 to 2007. *Acta Orthop*. 2010 Oct;81(5):535-541.
2. No authors listed. Australian Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry: Hip and Knee Arthroplasty Annual Report 2010.
3. Skyttä ET, Jarkko L, Antti E, Huhtala H, Ville R. Increasing incidence of hip arthroplasty for primary osteoarthritis in 30- to 59-year-old patients. *Acta Orthop*. 2011 Feb;82(1):1-5.
4. Amstutz HC, Le Duff MJ, Beaulé PE. Prevention and treatment of dislocation after total hip replacement using large diameter balls. *Clin Orthop Relat Res*. 2004 Dec;(429):108-116.
5. Beaulé PE, Lee JL, Le Duff MJ, Amstutz HC, Ebrahimpour A. Orientation of the femoral component in surface arthroplasty of the hip. A biomechanical and clinical analysis. *J Bone Joint Surg Am*. 2004 Sep;86-A(9):2015-2021.
6. Treacy RB, McBryde CW, Shears E, Pynsent PB. Birmingham hip resurfacing: a minimum follow-up of ten years. *J Bone Joint Surg Br*. 2011 Jan;93-B(1):27-33.
7. Baker RP, Pollard TC, Eastaugh-Waring SJ, Bannister GC. A medium-term comparison of hybrid hip replacement and Birmingham hip resurfacing in active young patients. *J Bone Joint Surg Br*. 2011 Feb;93-B(2):158-163.
8. Glyn-Jones S, Pandit H, Kwon YM, Doll H, Gill HS, Murray DW. Risk factors for inflammatory pseudotumour formation following hip resurfacing. *J Bone Joint Surg Br*. 2009 Dec;91-B(12):1566-1574.
9. Cunningham WE, Nakazono TT, Tsai KL, Hays RD. Do differences in methods for constructing SF-36 physical and mental health summary measures change their associations with chronic medical conditions and utilization? *Qual Life Res*. 2003 Dec;12(8):1029-1035.
10. Langton DJ, Jameson SS, Joyce TJ, Hallab NJ, Natsu S, Nargol AV. Early failure of metal-on-metal bearings in hip resurfacing and large-diameter total hip replacement: A consequence of excess wear. *J Bone Joint Surg Br*. 2010 Jan;92-B(1):38-46.
11. Seyler TM, Marker DR, Boyd HS, Zywielski MG, McGrath MS, Mont MA. Preoperative evaluation to determine candidates for metal-on-metal hip resurfacing. *J Bone Joint Surg Am*. 2009 Nov;91-A Suppl 6:32-41.
12. Sayeed SA, Johnson AJ, Stroth DA, Gross TP, Mont MA. Hip Resurfacing in Patients Who Have Osteonecrosis and are 25 Years or Under. *Clin Orthop Relat Res*. 2010 Oct 21.
13. Roder C, Parvizi J, Eggli S, Berry DJ, Muller ME, Busato A. Demographic factors affecting long-term outcome of total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2003 Dec;(417):62-73.
14. Bordini B, Stea S, De Clerico M, Strazzari S, Sasdelli A, Toni A. Factors affecting aseptic loosening of 4750 total hip arthroplasties: multivariate survival analysis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2007 Jul 24;8:69.
15. Visuri T, Turula KB, Pulkkinen P, Nevalainen J. Survivorship of hip prosthesis in primary arthrosis: influence of bilaterality and interoperative time in 45,000 hip prostheses from the Finnish endoprosthesis register. *Acta Orthop Scand*. 2002 Jun;73(3):287-290.
16. Lewthwaite SC, Squires B, Gie GA, Timperley AJ, Ling RS. The Exeter Universal hip in patients 50 years or younger at 10-17 years' followup. *Clin Orthop Relat Res*. 2008 Feb;466(2):324-331.
17. Schmalzried TP, Shepherd EF, Dorey FJ, Jackson WO, de la Rosa M, Fa'vae F, et al. The John Charnley Award. Wear is a function of use, not time. *Clin Orthop Relat Res*. 2000 Dec;(381):36-46.
18. No authors listed. Guidance on the selection of primary total hip replacement. National Institute of Clinical Excellence, Technology appraisal 2000.
19. Emery DF, Clarke HJ, Grover ML. Stanmore total hip replacement in younger patients: review of a group of patients under 50 years of age at operation. *J Bone Joint Surg Br*. 1997 Mar;79-B(2):240-246.
20. Garcia-Rey E, Cruz-Pardos A, Garcia-Cimbreno E. Alumina-alumina total hip arthroplasty in young patients: diagnosis is more important than age. *Clin Orthop Relat Res*. 2009 Sep;467(9):2281-2289.
21. Duffy GP, Berry DJ, Rowland C, Cabanela ME. Primary un cemented total hip arthroplasty in patients <40 years old: 10- to 14-year results using first-generation proximally porous-coated implants. *J Arthroplasty*. 2001 Dec;16(8 Suppl 1):140-144.

22. Chiu KY, Tang WM, Ng TP, Poon KC, Ho WY, Lee KM. Cementless total hip arthroplasty in young Chinese patients: a comparison of 2 different prostheses. *J Arthroplasty*. 2001 Oct;16(7):863-870.
23. Chiu KY, Ng TP, Tang WM, Poon KC, Ho WY, Yip D. Charnley total hip arthroplasty in Chinese patients less than 40 years old. *J Arthroplasty*. 2001 Jan;16(1):92-101.
24. Busch V, Klarenbeek R, Slooff T, Schreurs BW, Gardeniers J. Cemented hip designs are a reasonable option in young patients. *Clin Orthop Relat Res*. 2010 Dec;468(12):3214-3220.
25. Grammatopolous G, Pandit H, Kwon YM, Gundle R, McLardy-Smith P, Beard DJ, et al. Hip resurfacings revised for inflammatory pseudotumour have a poor outcome. *J Bone Joint Surg Br*. 2009 Aug;91-B(8):1019-1024.
26. Bizot P, Hannouche D, Nizard R, Witvoet J, Sedel L. Hybrid alumina total hip arthroplasty using a press-fit metal-backed socket in patients younger than 55 years. A six- to 11-year evaluation. *J Bone Joint Surg Br*. 2004 Mar;86-B(2):190-194.
27. Nizard R, Pourreyron D, Raoulet A, Hannouche D, Sedel L. Alumina-on-alumina hip arthroplasty in patients younger than 30 years old. *Clin Orthop Relat Res*. 2008 Feb;466(2):317-323.
28. Lazarinis S, Karrholm J, Hailer NP. Increased risk of revision of acetabular cups coated with hydroxyapatite. *Acta Orthop*. 2010 Feb;81(1):53-59.
29. Aalto AM, Aro AR, Teperi J. RAND-36 terveyteen liittyvän elämänlaadun mittarina: Mittarin luotettavuus ja suomalaiset väestöarvot. STAKES Tutkimuksia 101 1999.
30. Girard J, Bocquet D, Autissier G, Fouilleron N, Fron D, Migaud H. Metal-on-metal hip arthroplasty in patients thirty years of age or younger. *J Bone Joint Surg Am*. 2010 Oct 20;92-A(14):2419-2426.
31. Amstutz HC, Ball ST, Le Duff MJ, Dorey FJ. Resurfacing THA for patients younger than 50 year: results of 2- to 9-year followup. *Clin Orthop Relat Res*. 2007 Jul;460:159-164.
32. Lingard EA, Muthumayandi K, Holland JP. Comparison of patient-reported outcomes between hip resurfacing and total hip replacement. *J Bone Joint Surg Br*. 2009 Dec;91-B(12):1550-1554.
33. Vail TP, Mina CA, Yergler JD, Pietrobon R. Metal-on-metal hip resurfacing compares favorably with THA at 2 years followup. *Clin Orthop Relat Res*. 2006 Dec;453:123-131.
34. Smith TO, Nichols R, Donell ST, Hing CB. The clinical and radiological outcomes of hip resurfacing versus total hip arthroplasty: a meta-analysis and systematic review. *Acta Orthop*. 2010 Dec;81(6):684-695.
35. Garbuz DS, Tanzer M, Greidanus NV, Masri BA, Duncan CP. The John Charnley Award: Metal-on-metal hip resurfacing versus large-diameter head metal-on-metal total hip arthroplasty: a randomized clinical trial. *Clin Orthop Relat Res*. 2010 Feb;468(2):318-325.
36. Lavigne M, Therrien M, Nantel J, Roy A, Prince F, Vendittoli PA. The John Charnley Award: The functional outcome of hip resurfacing and large-head THA is the same: a randomized, double-blind study. *Clin Orthop Relat Res*. 2010 Feb;468(2):326-336.
37. Mont MA, Marker DR, Smith JM, Ulrich SD, McGrath MS. Resurfacing is comparable to total hip arthroplasty at short-term follow-up. *Clin Orthop Relat Res*. 2009 Jan;467(1):66-71.
38. Khan M, Kuiper JH, Richardson JB. The exercise-related rise in plasma cobalt levels after metal-on-metal hip resurfacing arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br*. 2008 Sep;90-B(9):1152-1157.
39. Heisel C, Silva M, Skipor AK, Jacobs JJ, Schmalzried TP. The relationship between activity and ions in patients with metal-on-metal bearing hip prostheses. *J Bone Joint Surg Am*. 2005 Apr;87-A(4):781-787.
40. Langton DJ, Joyce TJ, Jameson SS, Lord J, Van Orsouw M, Holland JP, et al. Adverse reaction to metal debris following hip resurfacing: The influence of component type, orientation and volumetric wear. *J Bone Joint Surg Br*. 2011 Feb;93-B(2):164-171.