

Lonkan tekonivelten pysyvyys 55-vuotiailla ja sitä vanhemmilla nivelreumapotilailla – 4 019 lonkan tekonivelleikkauksen pitkäaikaistulokset Suomen tekonivelrekisteristä

Keijo T. Mäkelä¹, Antti Eskelinen², Pekka Pulkkinen³, Petri Virolainen¹, Pekka Paavolainen⁴ and Ville Remes⁵

¹ Ortopedian ja traumatologian klinikka, TYKS

² Tekonivelsairaala COXA, Tampere

³ Kansanterveyslaitos, Helsingin yliopisto

⁴ Sairaala ORTON, Helsinki

⁵ Ortopedian ja traumatologian klinikka, Peijaksen sairaala, HYKS

The aim of the present study was to analyze population-based long-term survival rates of the cemented and cementless total hip replacements in patients aged fifty-five years or more with rheumatoid arthritis in Finland. 4,019 THRs fulfilled our inclusion criteria and were subjected to analysis. Cementless stems and cups, analyzed separately, had a significantly lower risk of revision than cemented implants for aseptic loosening in elderly patients with rheumatoid arthritis. Cementless and cemented THRs produce comparable long-term results in elderly patients with rheumatoid arthritis. Biological fixation is a reliable option in elderly patients with RA.

Hyviä pitkäaikaistuloksia on julkaistu sementtikiinnitteisten proteesien käytöstä lonkan tekonivelkirurgiassa nivelreumaa sairastavilla potilailla (1–4). Nuorilla nivelreumapotilailla sementittömien, yläosastaan karhennettujen varsien pysyvyys on kuitenkin ollut parempi kuin sementtikiinnitteisten proteesien (5).

Perustuen Suomen tekonivelrekisterin tuloksiin yli 25 vuoden ajalta arvioimme väestöpohjaiset tekonivelkonseptikohtaiset tulokset nivelreuman hoidossa yli 55-vuotiailla potilailla.

Aineisto ja menetelmät

Suomen tekonivelrekisteri

Suomen tekonivelrekisteriin on kerätty tiedot lonkan tekonivelleikkauksista vuodesta 1980 alkaen (6,7). Sairaalat ovat veloitettuja antamaan tiedot tekonivelleikkauksista Lääkelaitokselle. Suomen tekonivelrekisterin kattavuus arvioituna sairaaloiden kotiutumiskistereistä on nykyään 98% (8).

Sisäänottokriteerit

Tutkimukseen otettiin mukaan ainoastaan vuosina 1980–2006 leikatut yli 54-vuotiaat nivelreumapotilaat. Vain ne proteesimallit, joita oli käytetty vähintään 30 leikkauksessa tutkimusajankohtana hyväksyttiin mukaan (9,10). Tuloksiltaan tutkimustesti huonoksi osoitettuja implantteja, kuten sementittömiä kierrekuppeja (11–14) ei hyväksyty analyysiin.

Konseptianalyysi

Tekonivelkonseptien pysyvyys määritettiin (5,11,15,16). Kaikki tutkimuksen kohteena olevat tekonivelet (varsi + kuppi-yhdistelmät) jaoteltiin johonkin kolmesta ryhmästä: 1) sementitön ryhmä (sementitön yläosastaan karhennettu varsi ja sementitön karhennettu kuppi, sisältäen myös hydroksiapatiittipintaiset varret ja kupit); 2) sementtikiinnitteinen ryhmä #1 (sementtikiinnitteinen, vajoamaan tarkoitettu varsi ja sementtikiinnitteinen polyetyleenikuppi) (17,18); sekä 3) sementtikiinnitteinen ryhmä #2

(sementtikiinnitteinen varsi, jota ei ole tarkoitettu vajoamaan ja sementtikiinnitteinen polyetyleenikuppi (17,19).

Varret jaoteltiin erikseen kolmeen ryhmään: 1) sementittömät, yläosastaan karhennetut varret, sisältäen myös hydroksiapatiittipintaiset varret; 2) sementtikiinnitteiset vajoamaan tarkoitettut varret; and 3) sementtikiinnitteiset varret, joita ei ole tarkoitettu vajoamaan.

Kupit jaoteltiin erikseen kahteen ryhmään: 1) sementittömät karhennetut kupit, sisältäen myös hydroksiapatiittipintaiset kupit; sekä 2) sementtikiinnitteiset polyetyleenikupit.

Tutkimusväestö

Tutkimusajanjaksona (1980–2006) maassamme tehtiin 132,540 lonkan tekonivelleikkausta. 114,620 (86%) leikkauksista tehtiin potilaille, jotka olivat leikkaushetkellä iältään 55-vuotiaita tai vanhempia. Nivelreuma oli leikkauksaiheena viidellä prosentilla näistä (n=6000).. Poissulkukriteeriemme mukaisesti 4,019 rekoniveltä hyväksyttiin lopulliseen analyysiin (taulukko I).

Primaarileikkaukset

Potilaiden keski-ikä leikkaushetkellä sekä potilaiden sukupuolijakauma määritettiin (taulukko I). Yli 54-vuotiailla nivelreumapotilailla käytettiin tutkimusajanjaksona yhteensä 106 erilaista varsikomponenttia. Näistä 82 (8%) käytettiin alle 30 leikkauksessa. Sementitöntä vartta käytettiin 23%ssa leikkauksista. Yli 54-vuotiailla nivelreumapotilailla käytettiin tutkimusajanjaksona yhteensä 110 erilaista kuppikomponenttia. Näistä 74 (8%) käytettiin alle 30 leikkauksessa. Sementitöntä kuppia käytettiin 29%ssa leikkauksista.

Uusintaleikkaukset

Uusintaleikkaukset linkitettiin primaarileikkauksiin käyttäen sosiaaliturvatunnusta. Uusintaleikkausten määrä ja leikkauksaiheet määritettiin. Tutkimusryhmän potilaista tehtiin 371:lle ainakin yksi uusintaleikkaus tutkimusajanjaksona

Tilastollinen analyysi

Päätetapahtumana pisyvyyden arvioinnissa käytettiin jommankumman tai molempien komponenttien poistoa tai vaihtoa. Suoritimme tarkastelun käyttäen päätetapahtumana erikseen uusintaleikkausta sekä aseptisen irtoamisen että minkä tahansa synn suhteen (sisältäen irto-osan vaihdon). Komponenttien 5-, 10-

ja 15-vuotispisyvyys määritettiin käyttäen Kaplan-Meier-menetelmää (20). Ainoastaan niiden komponenttien pisyvyytulokset ilmoitettiin, joita kyseisenä seuranta-ajankohtana oli yli 20 kappaletta jäljellä (at risk) (21). Kaplan-Meier-analyysissä saatuja pisyvyystietoja vertailtiin log rank-testillä. Ryhmien välisten erojen ja sekoittavien tekijöiden arvioimiseksi käytettiin Coxin monimuuttujamallia (22). Coxin mallilla tarkasteltiin seuraavia tekijöitä: implanttikonseptit, ikä ja sukupuoli. Varsiryhmiä Coxin mallilla tarkasteltaessa käytettiin vertailuryhmänä vajoamaan tarkoitettuja sementtikiinnitteisiä varsia (23–27). Sementtikiinnitteisiä polyetyleenikuppeja käytettiin vastaavasti vertailuryhmänä kuppeja analysoitaessa (23–28). Sementtikiinnitteistä kuppia sementtikiinnitteisen, vajoamaan tarkoitettun varren kanssa käytettiin vertailuryhmänä analysoitaessa kokotekoniveliä (kuppi + varsi-yhdistelmä) (23–31). Coxin regressioanalyysin perusteella arvioitiin pisyvyyttä ja uusintaleikkauksen vakioitua riskiä. Coxin analyysistä saatujen pisyvyyden arvioiden avulla muodostettiin vakioituja pisyvyyskäyriä käyttäen riskitekijöiden keskiarvoa. Waldin menetelmää käytettiin Coxin monimuuttujamallista saatujen tietojen p-arvojen määrittämiseen. Ryhmien välisiä eroja pidettiin tilastollisesti merkittävänä, kun p-arvo oli alle 0.05.

Tulokset

Varsikonseptien pisyvyys aseptisen irtoamisen suhteen

Sementittömien varsien ja vajoamaan tarkoitettujen sementtikiinnitteisten varsien 15-vuotispisyvyys oli parempi kuin sementtikiinnitteisten varsien, joita ei ole tarkoitettu vajoamaan (taulukko II). Coxin regressioanalyysissä sementittömien varsien uusintaleikkauksriski aseptisen irtoamisen suhteen oli merkittävästi pienempi kuin sementtikiinnitteisten varsiryhmien (taulukko II, kuva 1).

Kohorttiefekti varsikonsepteihin liittyen

Vuosina 1994–2006 implantoitujen vajoamaan tarkoitettujen sementtikiinnitteisten varsien pisyvyys Kaplan-Meier-analyysissä oli parempi kuin saman ryhmän vuosina 1980–1993 leikattujen varsien (p=0.002). Sementittömillä varsilla ja sementtikiinnitteisillä varsilla, joita ei ole tarkoitettu vajoamaan, ei ollut eroja kohorttien 1980–1993 ja 1994–2006 välillä.

Table I. Demographic data of total hip replacements analyzed in the study. *N* = number of operations. *MF* = mean follow-up (years). *THR* = total hip replacement. *Cementless THR* = a cementless stem with a cementless cup. *Cemented group #1* = a cemented, loaded-taper stem combined with an all-polyethylene cup. *Cemented group #2* = a cemented, composite-beam stem combined with an all-polyethylene cup.

Total hip replacement	Demographic factors					
	N	MF (range)	Mean age (range)	Females (%)	Number of hospitals	Time period
Cementless THR	579	8.2 (0 – 21)	63 (55 to 81)	73	50	1986-2006
Cemented group #1	1,535	7.6 (0 – 26)	67 (55 to 88)	81	47	1980-2006
Cemented group #2	1,905	7.7 (0 – 27)	69 (55 – 90)	81	57	1980-2006
Total	4,019	7.7 (0 to 27)	67 (55 to 90)	80	67	1980-2006

Table II. Survival of implant groups. *The end point was defined as revision due to aseptic loosening or due to any reason. 5-, 10-, and 15-year survival rates obtained from the Kaplan-Meier analysis. N* = number of primary operations. *MF* = mean follow-up (years). *AR* = at risk. *RR* = risk ratio from the Cox regression analysis (other groups were compared with the cemented group #1 stems, cemented cups, and cemented group #1 THRs; adjustment made for age and gender). *Cemented stem group #1* = a cemented, loaded-taper stem. *Cemented stem group #2* = a cemented, composite-beam stem. *Cemented THR group #1* = a cemented, loaded-taper stem with a cemented all-polyethylene cup. *Cemented THR group #2* = a cemented, composite-beam stem with a cemented all-polyethylene cup. *NS* = non-significant.

Implant group	N*	AR 5 yr	5-year survival (95 % CI)	AR 10 yr	10-year survival (95 % CI)	AR 15 yr	15-year survival (95 % CI)
Aseptic loosening							
Cementless stem	579	436	100 (99-100)	238	98 (97-100)	59	94 (90-98)
Cemented stem #1	1,535	996	98 (97-99)	477	96 (94-97)	205	92 (90-95)
Cemented stem #2	1,905	1320	98 (97-98)	628	92 (90-94)	195	86 (83-88)
Total	4,019						
Aseptic loosening							
Cementless cups	579	436	99 (98-100)	238	97 (95-99)	59	91 (86-96)
Cemented cups	3,440	2313	98 (98-99)	1104	94 (93-95)	400	89 (86-91)
Total	4,019						
Aseptic loosening							
Cementless THR	579	436	99 (98-100)	238	96 (94-98)	59	90 (86-95)
Cemented group #1	1,535	997	97 (96-98)	477	94 (93-96)	206	90 (87-92)
Cemented group #2	1,905	1321	97 (96-98)	629	90 (88-92)	195	82 (78-85)
Total	4,019						
Any reason							
Cementless THR	579	437	96 (94-98)	239	89 (86-92)	59	80 (74-85)
Cemented group #1	1,535	998	96 (94-97)	478	91 (89-93)	206	86 (83-89)
Cemented group #2	1,905	1322	95 (94-96)	630	88 (86-90)	195	79 (76-82)
Total	4,019						

	RR for revision (95 % CI)	p
	0.39 (0.20-0.76)	p=0.006
	1.0	-
	1.85 (1.34-2.55)	<0.001
	0.57 (0.36-0.92)	p=0.02
	1.0	-
	0.64 (0.40-1.04)	NS
	1.0	-
	1.79 (1.36-2.37)	<0.001
	1.18 (0.86-1.62)	NS
	1.0	-
	1.46 (1.16-1.85)	p=0.001

Kuppikonseptien pysyvyys aseptisen irtoamisen suhteen

Sementittömien ja sementtikiinnitteisten kupprien 15-vuotispysyvyys oli samanlainen (taulukko II). Coxin regressioanalyysissä sementittömien kupprien uusintaleikkauriski oli merkittävästi pienempi kuin sementtikiinnitteisten polyetyleenikupprien (taulukko II, kuva 2).

Kohorttiefekti kuppikonsepteihin liittyen

Vuosina 1994–2006 leikattujen sementittömien, pinnaan karhennettujen kupprien pysyvyys Kaplan-Meier-analyysissä oli parempi kuin saman konseptin vuosina 1980–1993 leikattujen kupprien (p=0.041). Sementtikiinnitteisillä polyetyleenikupeilla ei ollut eroja kohorttien 1980–1993 ja 1994–2006 välillä.

Tekonivelkonseptien pysyvyys aseptisen irtoamisen suhteen

Sementittömien tekoniivelten sekä sementtikiinnitteisten tekoniivelten, joissa sementöity varsiosa on tarkoitettu vajoamaan, 15-vuotispysyvyys oli parempi kuin sementtikiinnitteisten tekoniivelten, joissa sementöityä varsiosaa ei ole tarkoitettu vajoamaan (taulukko II). Coxin regressioanalyysissä sementtikiinnitteisten tekoniivelten, joissa sementöityä varsiosaa ei ole tarkoitettu vajoamaan, uusintaleikkauriski oli merkittävästi suurempi kuin muiden ryhmien (taulukko II, kuva 3).

Tekonivelkonseptien pysyvyys minkä tahansa syyn suhteen

Sementtikiinnitteisten tekoniivelten, joissa sementöity varsiosa on tarkoitettu vajoamaan, 15-vuotispysyvyys oli parempi kuin sementtikiinnitteisten tekoniivelten, joissa sementöityä varsiosaa ei ole tarkoitettu vajoamaan (taulukko II). Coxin regressioanalyysissä sementtikiinnitteisten tekoniivelten, joissa sementöityä varsiosaa ei ole tarkoitettu vajoamaan, uusintaleikkauriski oli merkittävästi suurempi kuin sementtikiinnitteisten tekoniivelten, joissa sementöity varsiosa on tarkoitettu vajoamaan (taulukko II, kuva 4).

Pohdinta

Sekä sementittömien varsien että kupprien uusintaleikkauriski erikseen analysoituna aseptisen irtoamisen suhteen oli pienempi kuin sementtikiinnitteisten implanttien iäkkäämmillä nivelreumapotilailla. Sementittömien ja sementtikiinnitteisten tekoniivelten pitkä-

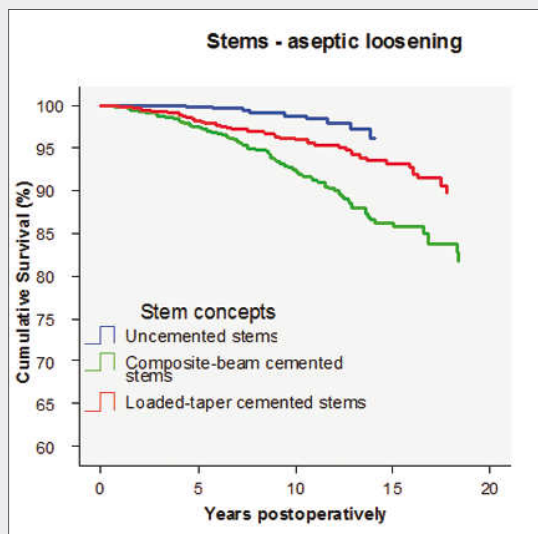


Figure 1. Cox-adjusted survival curves of 4,019 stems in patients with rheumatoid arthritis aged 55 years or older with stem group as the strata factor. The end point was defined as stem revision due to aseptic loosening. Adjustment was made for age and gender. Cementless stem group had a significantly better overall survival than the reference group of loaded-taper stems, cemented group #1 ($p=0.018$). Composite-beam stems (cemented group #2) had a significantly worse overall survival than the reference group ($p=0.001$).

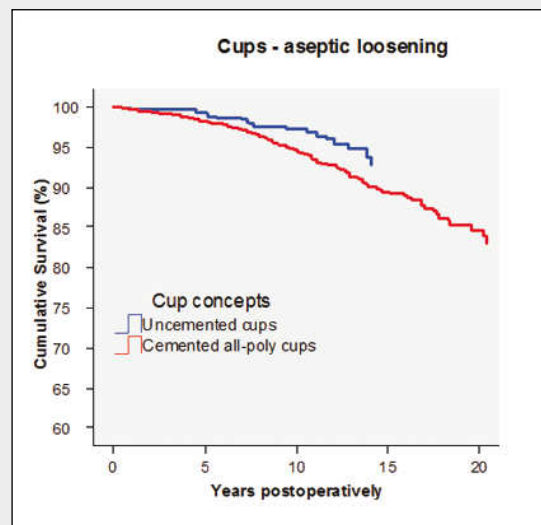


Figure 2. Cox-adjusted survival curves of 4,019 cups in patients with rheumatoid arthritis aged 55 years or older with cup group as the strata factor. The end point was defined as cup revision due to aseptic loosening. Adjustment was made for age and gender. The difference in overall survival rates between the cup groups was not statistically significant.

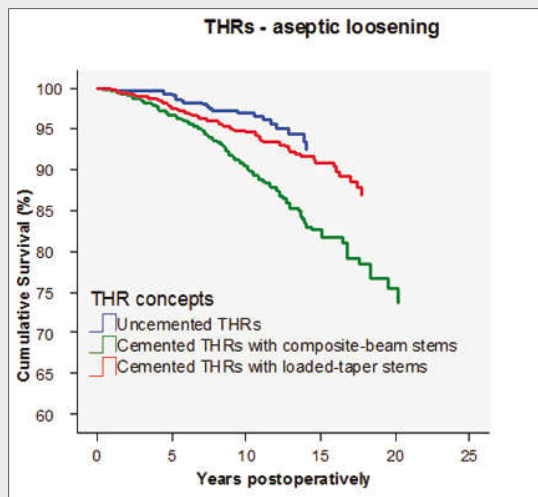


Figure 3. Cox-adjusted survival curves of 4,019 total hip replacements in patients with rheumatoid arthritis aged 55 years or older with implant group as the strata factor. The end point was defined as revision of the stem and/or the cup due to aseptic loosening. Adjustment was made for age and gender. THRs with composite-beam stems (cemented group #2) had a significantly worse overall survival for aseptic loosening than the reference group of THRs with loaded-taper stems, the cemented group #1 ($p<0.001$).

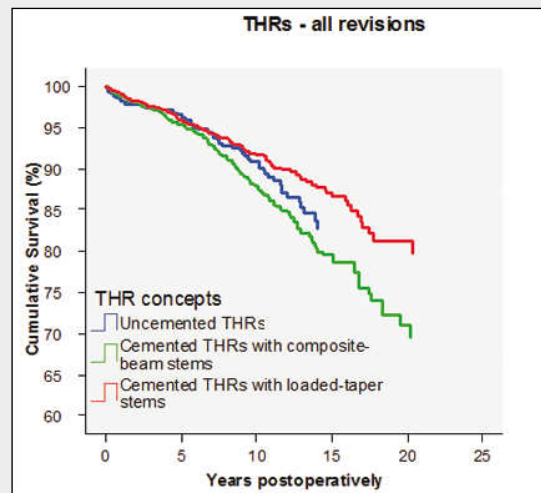


Figure 4. Cox-adjusted survival curves of 4,019 total hip replacements in patients with rheumatoid arthritis aged 55 years or older with implant group as the strata factor. The end point was defined as revision of the stem and/or the cup due to any reason. Adjustment was made for age and gender. THRs with composite-beam stems (cemented group #2) had a significantly worse overall survival for any reason than the reference group of THRs with loaded-taper stems, the cemented group #1 ($p=0.005$).

aikaispysyvyys oli samankaltainen myös kun kaikki uusintaleikkaukset minkä tahansa syyn suhteen otettiin huomioon

Rekisteritutkimuksiin liittyy ongelmia. Suomen Endoproteesirekisterin kattavuus ennen vuosia 1994–1995 oli 90% (6). 10% tekonivelleikkauksista ennen vuotta 1994 siis puuttuu rekisteristä. Nämä puuttuvat tekonivelet ovat saattaneet vaikuttaa tuloksiimme. On myös mahdollista, että tietyn proteesimallin leikkauksista suurin osa tehtiin tietyissä sairaaloissa. Kuitenkin esimerkiksi niiden sairaaloiden määrä, joissa tehtiin sementtittömiä lonkan tekonivelleikkauksia oli samanlainen kuin sementtikiinnitteisiä tekoniveliä tekevien sairaaloiden määrä (taulukko I).

Rekisteritutkimusten ongelma voi olla se, että päätetapahtumana on aina uusintaleikkaus. On mahdollista, että potilaalla on osteolyysimuutoksia tai tekonivel on irti, mutta hän on liian iäkäs tai sairas leikkaukseen. Valikoinnin aiheuttamaa harhaa voi syntyä siten, että jotkut kirurgit eivät käytä esimerkiksi sementtittömiä implantteja nivelreumapotilaille. Tämäntyyppinen valikointiharha on teoreettisesti vältettävissä vain satunnaistetuissa, kontrolloiduissa tutkimuksissa. Käytännössä, satunnaistetuissa kontrolloiduissa tutkimuksissa on aina tarkkaan määritellyt sisäänottokriteerit ja voidaan kysyä, edustavatko potilaat tällaisissa tutkimuksissa populaatiota keskimäärin. Onkin esitetty arvioita, että seuranta tutkimuksista on saatavissa varsin luotettavaa tietoa eri hoitomuotojen tehosta, eikä satunnaistettujen kontrolloitujen tutkimusten merkitystä pitäisi ylikorostaa kliinisessä päätöksenteossa (32,33).

Sementtikiinnitteistä tekoniveltä on pidetty standardimenetelmänä nivelreumapotilaan pitkälle edenneen lonkkadestruktion hoidoksi (1–4). Lantio-komponenttien aseptinen irtoaminen on kuitenkin osoittautunut ongelmaksi, ja sekä kupprien että varsien pysyvyys on ollut huonompi nivelreumapotilailla kuin nivelrikkopotilailla (2,34,35). Huonon pysyvyyden ja periartikulaarisen osteopenian on arveltu liittyvän inaktiiviteettiin, steroidi- ja antimetaboliittilääkitykseen, alueelliseen hyperemiaan sekä lisääntyneeseen luun aineenvaihduntaan (36). Kuitenkin esimerkiksi populaatiopohjaisessa norjalaisessa rekisterianalyyssissä ei todettu eroa tekonivelen pysyvyydessä nivelreuma ja nivelrikkopotilaiden välillä (15). On myös toisaalta esitetty että iäkkäämmillä nivelrikkopotilailla sementtittömien ja sementtikiinnitteisten tekonivelten pitkäaikaispysyvyydessä ei olisi eroja (16).

Viime vuosina on julkaistu hyviä seurantatuloksia sementtittömien tekonivelten käytöstä nivelreumapotilailla (37–41). Suomen Endoproteesirekisteriin perustuvassa tutkimuksessa todettiin, että sementtittömät yläosistaan karhennetut varret toimivat erittäin hyvin nuorilla nivelreumapotilailla (5). Kupprien uusintaleikkauriski oli kuitenkin suurempi sementtittömillä kuin sementtikiinnitteisillä kupeilla.

Sementtittömillä varsilla ja kupeilla erikseen analysoituina oli tutkimuksemme pienempi uusintaleikkauriski aseptisen irtoamisen suhteen iäkkäämmillä nivelrikkopotilailla kuin sementtikiinnitteisillä implanteilla. Sementtittömän kokotekonivelen pitkäaikaispysyvyys oli samankaltainen kuin sementtikiinnitteisen kokotekonivelen, vaikka kaikki uusintaleikkaukset (myös irto-osan vaihdot) otettiin huomioon.

Sementtittömät kupit eivät tutkimuksemme mukaan ole alttiita irtoamiselle iäkkäämmilläkään nivelrikkopotilailla. Muoviliukupinnan kulumisen ja osteolyysin takia tehdyt lukuisat uusintaleikkaukset ovat kuitenkin huolestuttava asia myös nivelreumaa sairastavilla. Kulutuskestävyydeltään parempia liukupintoja kaivattaisiin. Huonolaatuisten muovilinereiden ja lukitusmenetelmien ongelma on tullut esiin aiemminkin Suomen Endoproteesirekisteriin perustuvissa tutkimuksissa (11,16,42).

Vajoamaan tarkoittamattomien sementtikiinnitteisten varsien huonot pitkäaikaispysyvyydetulokset iäkkäämmillä nivelrikkopotilailla on julkaistu aiemmin (16). Tämäntyyppisillä varsilla pysyvyydessä ei ollut eroja kohorttien 1980–1993 ja 1994–2006 välillä. Vajoamaan tarkoitetuilla sementtivarsoilla pysyvyyden sijaan oli merkittävästi parempaa myöhemmässä kohortissa verrattuna varhaisempaan. Sementointitekniikan systemaattinen koulutus ja tulosten raportointi 1990-luvun alusta lähtien näyttävät vaikuttaneen vajoamaan tarkoitettujen varsien pysyvyydetuloksiin, mutta eivät vajoamaan tarkoittamattomien varsien tuloksiin. Tutkimustulostemme perusteella emme voi suositella sementtikiinnitteisiä, vajoamaan tarkoittamattomia varsia iäkkäämmille nivelreumapotilaille. Sementointitekniikan kehittyminen ei myöskään parantanut sementtikiinnitteisten kupprien pysyvyydetuloksia nivelreumapotilailla.

Yhteenveto: sementtittömien ja sementtikiinnitteisten kokotekonivelten pitkäaikaispysyvyydetulokset iäkkäämmillä nivelreumapotilailla olivat samankaltaisia. Kuppipuolella polyetyleenin kulumisen ja osteolyysin ovat edelleen huomattavia ongelmia. Luutumisen kautta tapahtuva biologinen kiinnittyminen

sinällään on luotettava menetelmä myös iäkkäämmillä nivelreumapotilailla.

Kirjallisuus

1. Colville J, Raunio P. Charnley low-friction arthroplasties of the hip in rheumatoid arthritis. A study of the complications and results of 378 arthroplasties. *J Bone Joint Surg Br* 1978;60-B:498-503.
2. Poss R, Maloney JP, Ewald FC, Thomas WH, Batte NJ, Hartness C, Sledge CB. Six- to 11-year results of total hip arthroplasty in rheumatoid arthritis. *Clin Orthop Relat Res* 1984;182:109-116.
3. Severt R, Wood R, Cracchiolo A, Amstutz HC. Long-term follow-up of cemented total hip arthroplasty in rheumatoid arthritis. *Clin Orthop Relat Res* 1991;265:137-145.
4. Creighton MG, Callaghan JJ, Olejniczak JP, Johnston RC. Total hip arthroplasty with cement in patients who have rheumatoid arthritis. A minimum ten-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am* 1998;80-A:1439-1446.
5. Eskelinen A, Paavolainen P, Helenius I, Pulkkinen P, Remes V. Total hip arthroplasty for rheumatoid arthritis in younger patients: 2,557 replacements in the Finnish Arthroplasty Register followed for 0-24 years. *Acta Orthop* 2006;77:853-865.
6. Puolakka TJ, Pajamaki KJ, Halonen PJ, Pulkkinen PO, Paavolainen P, Nevalainen JK. The Finnish Arthroplasty Registry: report of the hip register. *Acta Orthop Scand*. 2001;72:433-441.
7. Paavolainen P, Hamalainen M, Mustonen H, Slati P. Registration of arthroplasties in Finland. A nationwide prospective project. *Acta Orthop Scand*. 1991;Suppl:27-30.
8. Peltola M. The National Institute for Health and Welfare, Helsinki, Finland. Personal communication 2008 May 27.
9. Havelin LI, Espehaug B, Vollset SE, Engesaeter LB. Early aseptic loosening of cementless femoral components in primary total hip replacement. A review based on the Norwegian Arthroplasty Registry. *J Bone Joint Surg Br*. 1995;77-B:11-17.
10. Havelin LI, Vollset SE, Engesaeter LB. Revision for aseptic loosening of cementless cups in 4,352 primary total hip prostheses. A report from the Norwegian Arthroplasty Registry. *Acta Orthop Scand*. 1995;66:494-500.
11. Eskelinen A, Remes V, Helenius I, Pulkkinen P, Nevalainen J, Paavolainen P. Total hip arthroplasty for primary osteoarthritis in younger patients in the Finnish arthroplasty registry. 4,661 primary replacements followed for 0-22 years. *Acta Orthop*. 2005;76:28-41.
12. Engh CA, Griffin WL, Marx CL. Cementless acetabular components. *J Bone Joint Surg Br*. 1990;72-B:53-59.
13. Tallroth K, Slätis P, Ylinen P, Paavolainen P, Paavilainen T. Loosening of threaded acetabular components. Radiographic manifestations. *J Arthroplasty*. 1993;8:581-584.
14. Simank HG, Brocai DR, Reiser D, Thomsen M, Sabo D, Lukoschek M. Middle-term results of threaded acetabular cups. High failure rates five years after surgery. *J Bone Joint Surg Br*. 1997;79-B:366-370.
15. Furnes O, Lie SA, Espehaug B, Vollset SE, Engesaeter LB, Havelin LI. Hip disease and the prognosis of total hip replacements. A review of 53,698 primary total hip replacements reported to the Norwegian Arthroplasty Registry 1987-99. *J Bone Joint Surg Br*. 2001;83-B:579-586.
16. Mäkelä KT, Eskelinen A, Pulkkinen P, Paavolainen P, Remes V. Total hip arthroplasty for primary osteoarthritis in patients fifty-five years of age or older. An analysis of the Finnish Arthroplasty Registry. *J Bone Joint Surg Am*. 2008;90-A:2160-2169.
17. Scheerlinck T, Casteleyn PP. The design features of cemented femoral hip implants. *J Bone Joint Surg Br*. 2006;88-B:1409-1418.
18. Shen G. Femoral stem fixation. An engineering interpretation of the long-term outcome of Charnley and Exeter stems. *J Bone Joint Surg Br*. 1998;80-B:754-756.
19. Ong A, Wong KL, Lai M, Garino JP, Steinberg ME. Early failure of precoated femoral components in primary total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84-A:786-792.
20. Kaplan EL, Meier P. Nonparametric estimation from incomplete observations. *J Am Stat Assoc*. 1958;53:457-481.
21. Dorey FJ. Survivorship analysis of surgical treatment of the hip in young patients. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;418:23-28.
22. Cox DR. Regression models and life tables. *J Roy Stat Soc*. 1972;34:187-220.
23. Callaghan JJ, Templeton JE, Liu SS, Pedersen DR, Goetz DD, Sullivan PM, Johnston RC. Results of Charnley total hip arthroplasty at a minimum of thirty years: a concise follow-up of a previous report. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;86-A:690-695.
24. Buckwalter AE, Callaghan JJ, Liu SS, Pedersen DR, Goetz DD, Sullivan PM, Leinen JA, Johnston RC. Results of Charnley total hip arthroplasty with use of improved femoral cementing techniques: a concise follow-up, at a minimum of twenty-five years, of a previous report. *J Bone Joint Surg Am*. 2006;88-A:1481-1485.
25. Williams HD, Browne G, Gie GA, Ling RS, Timperley AJ, Wroblewski NA. The Exeter universal cemented femoral component at 8 to 12 years. A study of the first 325 hips. *J Bone Joint Surg Br*. 2002;84-B:324-334.
26. Malchau H, Herberts P, Eisler T, Garellick G, Soderman P. The Swedish Total Hip Replacement Registry. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84-A Suppl 2:2-20.
27. Havelin LI, Engesaeter LB, Espehaug B, Furnes O, Lie SA, Vollset SE. The Norwegian Arthroplasty Registry: 11 years and 73,000 arthroplasties. *Acta Orthop Scand*. 2000;71:337-353.
28. Della Valle CJ, Kaplan K, Jazrawi A, Ahmed S, Jaffe WL. Primary total hip arthroplasty with a flanged, cemented all-polyethylene acetabular component: evaluation at a minimum of 20 years. *J Arthroplasty*. 2004;19:23-26.
29. Issack PS, Botero HG, Hiebert RN, Bong MR, Stuchin SA, Zuckerman JD, Di Cesare PE. Sixteen-year follow-up of the cemented Spectron femoral stem for hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2003;18:925-930.
30. Sanchez-Sotelo J, Berry DJ, Harmsen S. Long-term results of use of a collared matte-finished femoral component fixed with second-generation cementing techniques. A fifteen-year-median follow-up study. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84-A:1636-1641.
31. Raber DA, Czaja S, Morscher EW. Fifteen-year results of the Muller CoCrNiMo straight stem. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2001;121:38-42.
32. Benson K and Hartz A. A comparison of observational studies and randomized, controlled trials. *N Engl J Med*. 2000;342:1878-1886.

33. Concato J, Shah N, Horwitz R. Randomized, controlled trials, observational studies, and the hierarchy of research designs. *N Engl J Med.* 2000;342:1887-1892.
34. Ranawat CS, Dorr LD, Inglis AE. Total hip arthroplasty in protrusion acetabuli of rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg Am* 1980;62-A:1059-1065.
35. Lachiewicz PF, McCaskill B, Inglis A, Ranawat CS, Rosenstein BD. Total hip arthroplasty in juvenile rheumatoid arthritis. Two to eleven-year results. *J Bone Joint Surg Am* 1986;68-A:502-508.
36. Bogoch ER, Moran EL. Bone abnormalities in the surgical treatment of patients with rheumatoid arthritis. *Clin Orthop Relat Res* 1999;366:8-21.
37. Keisu KS, Orozco F, McCallum JD 3rd, Bissett G, Hozack WJ, Sharkey PF, Rothman RH. Cementless femoral fixation in the rheumatoid patient undergoing total hip arthroplasty: minimum 5-year results. *J Arthroplasty* 2001;16:415-421.
38. Effenberger H, Ramsauer T, Böhm G, Hilzensauer G, Dorn U, Lintner F. Successful hip arthroplasty using cementless titanium implants in rheumatoid arthritis. *Arch Orthop Trauma Surg* 2002;122:80-87.
39. Katsimihis M, Taylor AH, Lee MB, Sarangi PP, Learmonth ID. Cementless acetabular replacement in patients with rheumatoid arthritis: a 6- to 14-year prospective study. *J Arthroplasty* 2003;18:16-22.
40. Zwartele R, Peters A, Brouwers J, Olsthoorn P, Brand R, Doets C. Long-term results of cementless primary total hip arthroplasty with threaded cup and a tapered, rectangular titanium stem in rheumatoid arthritis and osteoarthritis. *Int Orthop* 2008;32:581-587.
41. Zwartele R, Olsthoorn P, Pöll R, Brand R, Doets C. Primary total hip arthroplasty with a flattened press-fit acetabular component in osteoarthritis and inflammatory arthritis: a prospective study on 416 hips with 6-10 years follow-up. *Arch Orthop Trauma Surg* 2008;128:1379-1386.
42. Puolakka TJ, Pajamaki KJ, Pulkkinen PO, Nevalainen JK. Poor survival of cementless Biomet total hip: a report on 1,047 hips from the Finnish Arthroplasty Registry. *Acta Orthop Scand.* 1999;70:425-429.