

Lonkan tekonivelleikkauksen pitkäaikaistulokset 4 032 nuorella nivelrikkopotilaalla Suomen endoproteesirekisterin materiaalista

Keijo T. Mäkelä¹, Antti Eskelinen², Pekka Pulkkinen³, 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 younger patients with primary osteoarthritis. 4,032 THRs fulfilled our inclusion criteria and were subjected to analysis. Cementless total hip replacements, as well as cementless stems and cups analyzed separately, had a significantly reduced risk of revision for aseptic loosening compared with cemented hip replacements. Even if liner-exchange revisions were taken into account, the long-term survival of cementless total hip replacements was comparable to that of cemented implants.

Vain muutamia populaatiopohjaisia rekisteritutkimuksia on julkaistu lonkan tekonivelleikkausten tuloksista nuorilla nivelrikkopotilailla (1–4). Sementittömien, yläosistaan karhennettujen varsien keskipitkän aikavälin pysyvyys on nuorilla nivelrikkopotilailla ollut parempi kuin sementtikiinnitteisten varsien (1,3). Pitkäaikaistuloksia ei kuitenkaan vielä ole ollut saatavilla. Ei myöskään ole ollut täysin selvää, onko sementittömien kuppien pysyvyys aseptisen irtoamisen suhteen parempaa kuin sementtikiinnitteisten polyeteenikuppien nuorilla nivelrikkopotilailla.

Tutkimuksemme tarkoituksena oli arvioida Suomen Endoproteesirekisterin materiaaliin perustuen lonkan tekonivelten populaatiopohjainen pitkäaikaispysyvyys alle 55-vuotiailla nivelrikkopotilailla. Nykyinen tutkimuksemme on jatkoa aiemmalle nuorten potilaiden lonkan tekonivelten pysyvyyttä käsitelleelle artikkelille, jossa tutkimusajankohtana olivat vuodet 1980–2001 (3).

Aineisto ja menetelmät

Suomen tekonivelrekisteri

Suomen tekonivelrekisteriin on kerätty tiedot lonkan tekonivelleikkauksista vuodesta 1980 alkaen (5,6). Sairaalat ovat velvoitettuja antamaan tiedot tekonivelleikkauksista Lääkelaitokselle. Suomen tekonivelrekisterin kattavuus arvioituna sairaaloiden kotiutumisrekistereistä on nykyään 98% (7).

Sisäänottokriteerit

Tutkimukseen otettiin mukaan ainoastaan vuosina 1980–2006 leikatut alle 55-vuotiaat nivelrikkopotilaat. Vain ne proteesimallit, joita oli käytetty yli 10 leikkauksessa tutkimusajankohtana hyväksyttiin mukaan (8,9). Tuloksiltaan tutkitusti huonoksi osoitetuista implantteista, kuten sementittömiä kierrekuppeja (3,10–12) ei hyväksytty analyysiin.

Konseptianalyysi

Tekonivelkonseptien pysyvyysmääritettiin (3,4,13,14). Kaikki tutkimuksen kohteena olevat tekoniivelet (varsi + kuppi-yhdistelmät) jaoteltiin johonkin kolmesta ryhmästä: 1) sementitön, suora yläosastaan karhennettu varsi ja sementitön, karhennettu modulaarinen kuppi (sementitön ryhmä #1); 2) sementitön, anatominen, yläosastaan karhennettu varsi ja sementitön, karhennettu modulaarinen kuppi, sisältäen myös hydroksiapatiittipintaiset varret ja kupit (sementitön ryhmä #2); 3) sementtikiinnitteinen ryhmä (sementtikiinnitteinen varsi ja sementtikiinnitteinen polyetyleenikuppi).

Varret jaoteltiin erikseen kolmeen ryhmään: 1) sementittömät, suorat, yläosastaan karhennetut varret; 2) sementittömät, anatomiset, yläosastaan karhennetut varret sisältäen myös hydroksiapatiittipintaiset varret; sekä 3) sementtikiinnitteiset varret.

Kupit jaoteltiin erikseen kolmeen ryhmään: 1) sementittömät karhennetut kupit; 2) sementittömät hydroksiapatiittipintaiset kupit; sekä 3) sementtikiinnitteiset polyetyleenikupit.

Tutkimusväestö

Tutkimusajanjaksona (1980–2006) maassamme tehtiin 132,540 lonkan tekoniiveleikkausta. 17,920 (14%) leikkauksista tehtiin potilaille, jotka olivat leikkaushetkellä iältään alle 55-vuotiaita. Primaari nivelrikko oli leikkausaiheena 41 prosentilla näistä (n=7,310). Poissulkukriteeriemme mukaisesti 4,032 tekoniiveltä hyväksyttiin lopulliseen analyysiin (taulukko 1).

Primaarileikkaukset

Potilaiden keski-ikä leikkaushetkellä sekä potilaiden sukupuolijakauma määritettiin (taulukko I). Alle

55-vuotiailla nivelrikkopotilailla käytettiin tutkimusajanjaksona yhteensä 110 erilaista varsikomponenttia. Näistä 52 (2%) käytettiin alle 10 leikkauksessa. Sementitöntä vartta käytettiin 69%ssa leikkauksista. Alle 55-vuotiailla nivelrikkopotilailla käytettiin tutkimusajanjaksona yhteensä 117 erilaista kuppikomponenttia. Näistä 42 (2%) käytettiin alle 10 leikkauksessa. Sementitöntä kuppia käytettiin 85%ssa leikkauksista.

Uusintaleikkaukset

Uusintaleikkaukset linkitettiin primaarileikkauksiin käyttäen sosiaaliturvatunnusta. Uusintaleikkausten määrä ja leikkausaiheet määritettiin (taulukko II). Tutkimusryhmän potilaista tehtiin 712:lle ainakin yksi uusintaleikkaus tutkimusajanjaksona

Tilastollinen analyysi

Päätetapahtumana pysyvyyden arvioinnissa käytettiin jommankumman tai molempien komponenttien poistoa tai vaihtoa. Suoritimme tarkastelun käyttäen päätetapahtumana erikseen uusintaleikkausta sekä aseptisen irtoamisen että minkä tahansa syyn suhteen (sisältäen irto-osan vaihdon). Komponenttien 5-, 10- ja 15-vuotispysyvyys määritettiin käyttäen Kaplan-Meier-menetelmää (15). Ainoastaan niiden komponenttien pysyvyytulokset ilmoitettiin, joita kyseisenä seuranta-ajankohtana oli yli 20 kappaletta jäljellä (at risk) (16). Kaplan-Meier-analyyssissä saatuja pysyvyydetietoja vertailtiin log rank-testillä. Ryhmien välisten erojen ja sekoittavien tekijöiden arvioimiseksi käytettiin Coxin monimuuttujamallia (17). Coxin mallilla tarkasteltiin seuraavia tekijöitä: implanttikonseptit, ikä ja sukupuoli. Varsiryhmiä Coxin mallilla tarkasteltaessa käytettiin vertailuryhmänä sementtikiinnitteisiä varsia (1,2,18–20). Sementtikiinnitteisiä polye-

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 group #1 = a cementless straight proximally porous-coated stem with a cementless press-fit porous-coated cup. Cementless group #2 = a cementless anatomic proximally porous- and/or hydroxyapatite-coated stem with a press-fit and/or hydroxyapatite-coated cup

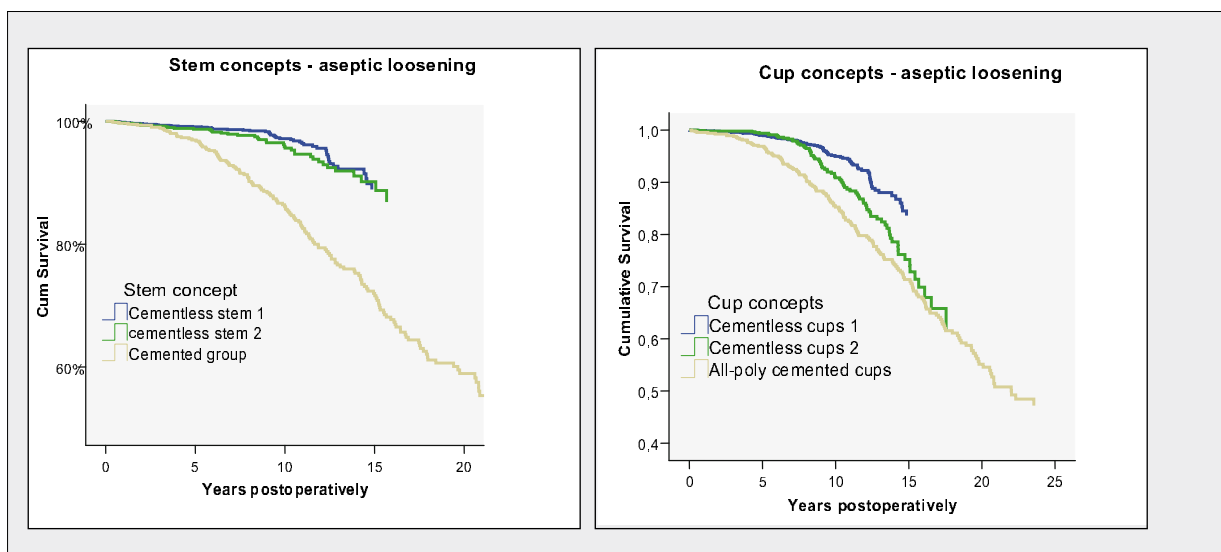
THR	Demographic factors					
	N	MF (range)	Mean age (range)	Females (%)	Number of hospitals	Time period
Cementless group #1	2399	6.5 (0-18)	49 (16-54)	46	64	1987-2006
Cementless group #2	966	8.0 (0-21)	50 (25-54)	47	53	1985-2006
Cemented THR	667	11.3 (0-27)	50 (19-54)	56	48	1980-2006
Total	4032	7.7 (0-27)	50 (16-54)	48	75	1980-2006

Table II. Reasons for revision. N = number of primary operations. *Number of revision operations, percentage of all revisions in parentheses. †Other reason includes, for example, liner revisions due to excessive wear. THR = total hip replacement. Cementless group #1 = a cementless straight proximally porous-coated stem with a modular cementless press-fit porous-coated cup. Cementless group #2 = a cementless anatomic proximally porous- and/or hydroxyapatite-coated stem with a modular press-fit and/or hydroxyapatite-coated cup.

THR	N	Aseptic loosening (both)*	Aseptic loosening (cup)	Aseptic loosening (stem)	Infection	Dislocation	Malposition
Cementless group #1	2399	43 (14.3%)	43 (14.3%)	12 (4.0%)	15 (5.0%)	35 (11.6%)	21 (7.0%)
Cementless group #2	966	21 (12.1%)	63 (36.2%)	18 (10.3%)	2 (1.1%)	8 (4.6%)	3 (1.7%)
Cemented THR	667	108 (45.6%)	62 (26.2%)	46 (19.4%)	5 (2.1%)	3 (1.3%)	2 (0.8%)
Total	4032	172 (24.2%)	168 (23.6%)	76 (10.7%)	22 (3.1%)	46 (6.5%)	26 (3.7%)

Table III. Survival of stem groups. The end point was defined as revision due to aseptic loosening of the stem. 5-, 10-, and 15-year survival rates obtained from the Kaplan-Meier analysis. N = number of primary operations. AR = at risk. RR = risk ratio from the Cox regression analysis (other stem groups were compared with cemented stems; adjustment made for age and gender). NS = non-significant. Cementless stem #1 = a cementless straight proximally porous-coated stem. Cementless stem #2 = a cementless anatomic proximally porous- and/or hydroxyapatite-coated stem.

Stem 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)
Cementless stem # 1	2399	1490	99(99-100)	646	97(96-98)	106	89(84-93)
Cementless stem # 2	966	742	99(98-100)	349	96(94-98)	85	90(86-94)
Cemented stem	667	551	97(96-98)	369	86(83-90)	208	72(68-77)
Total	4032						



	Fracture of the prosthesis	Periprosthetic fracture	Other reasons ^α	Total
	12 (4.0%)	13 (4.3%)	107 (35.5%)	301 (100%)
	9 (5.2%)	2 (1.1%)	48 (27.6%)	174 (100%)
	3 (1.3%)	5 (2.1%)	3 (1.3%)	237 (100%)
	24 (3.4%)	20 (2.8%)	158 (22.2%)	712 (100.0%)

	RR for revision (95 % CI)	p
	0.25(0.18-0.35)	<0.001
	0.33(0.23-0.47)	<0.001
	1.0	-

Figure I. Cox-adjusted survival curves of 4,032 stems and 4,032 cups in patients aged less than 55 years with stem (1-A) or cup (1-B) as the strata factors. The end point was defined as stem (1-A) or cup (1-B) revision due to aseptic loosening. Adjustment was made for age and gender. Figure I-A. Both cementless stem groups had a significantly better overall survival than the reference group of cemented stems ($p < 0.001$ for both comparisons).

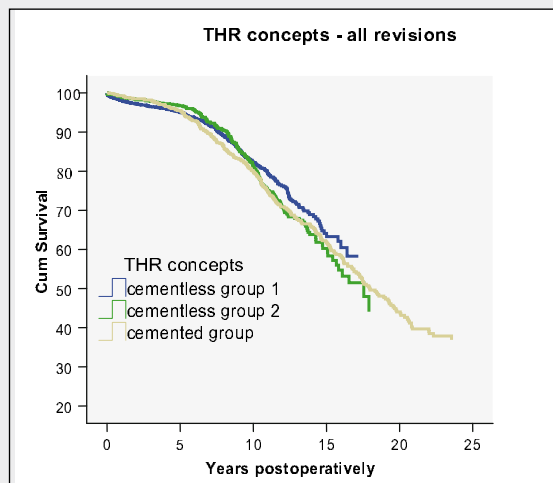
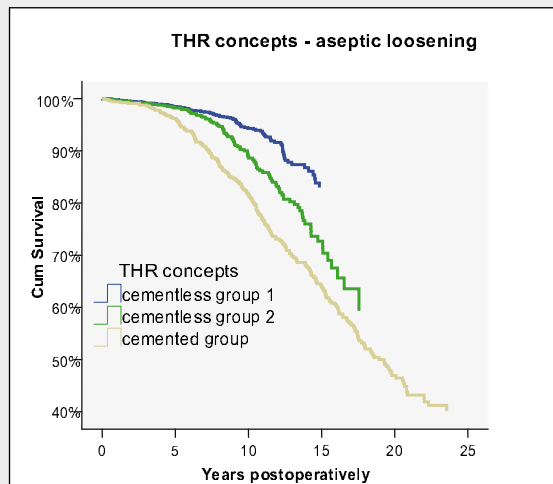


Figure II. Cox-adjusted survival curves of 4,032 total hip replacements in patients aged less than 55 years with implant group as the strata factor. The end point was defined as revision of the stem and/or the cup due to aseptic loosening (2-A) or as revision for any reason (2-B). Adjustment was made for age and gender. Figure II-A. Both cementless groups had a significantly better overall survival than the reference group of cemented hip replacements ($p < 0.001$ for both comparisons).

Table IV. Survival of cup groups. The end point was defined as revision due to aseptic loosening of the cup. 10-, 15-, and 20-y the Kaplan-Meier analysis. N = number of primary operations. AR = at risk. RR = risk ratio from the Cox regression analysis (with the all-polyethylene cemented cups; adjustment made for age and gender). NS = non-significant. Cementless cup #1 = coated cup. Cementless cup #2 = a cementless hydroxyapatite-coated cup.

Cup 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)
Cementless cup # 1	2600	1746	99(99-99)	899	93(92-95)	192	80(76-83)
Cementless cup # 2	765	490	100(99-100)	102	94(91-97)	2	-
Cemented cup	667	551	97(96-98)	371	85(82-88)	207	71(67-76)
Total	4032						

Table V. Survival of THR groups. The end point was defined as revision due to aseptic loosening of the cup and/or the stem. 5-, 10-, and 15-year survival rates obtained from the Kaplan-Meier analysis. *Number of operations. AR = at risk. RR = risk ratio from the Cox regression analysis (other groups were compared with the cemented total hip replacements; adjustment made for age and gender). NS = non-significant. THR = total hip replacement. Cementless modular #1 = a cementless straight proximally porous-coated stem with a cementless press-fit porous-coated cup. Cementless modular #2 = a cementless anatomic proximally porous- and/or hydroxyapatite-coated stem with a press-fit and/or hydroxyapatite-coated cup.

THR 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)
Cementless modular # 1	2399	1493	99(98-99)	648	94(93-96)	107	83(78-87)
Cementless modular # 2	966	744	98(97-99)	354	89(86-92)	87	72(66-78)
Cemented THR	667	552	96(95-98)	371	82(78-85)	209	64(59-69)
Total	4032						

Table VI. Survival of THR groups. The end point was defined as revision for any reason. 5-, 10-, and 15-year survival rates obtained from the Kaplan-Meier analysis. N = number of primary operations. AR = at risk. RR = risk ratio from the Cox regression analysis (other total hip replacement groups were compared with cemented total hip replacement; adjustment made for age and gender). NA = not assigned. NS = non-significant. THR = total hip replacement. Cementless modular #1 = a cementless straight proximally porous-coated stem with a cementless press-fit porous-coated cup. Cementless modular #2 = a cementless anatomic proximally porous- and/or hydroxyapatite-coated stem with a press-fit and/or hydroxyapatite-coated cup.

THR 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)
Cementless modular # 1	2399	1497	95(94-96)	655	82(80-84)	108	64(59-68)
Cementless modular # 2	966	744	97(96-98)	357	81(78-85)	87	60(54-66)
Cemented THR	667	552	96(94-97)	372	80(76-83)	209	62(57-67)
Total	4032						

Year survival rates obtained from other cup groups were compared a cementless press-fit porous-

	RR for revision (95 % CI)	p
	0.55(0.43-0.69)	<0.001
	0.40(0.23-0.67)	p=0.001
	1.0	-

	RR for revision (95 % CI)	p
	0.41(0.31-0.55)	<0.001
	0.72(0.55-0.95)	p=0.02
	1.0	-

	RR for revision (95 % CI)	p
	0.91(0.76-1.10)	NS
	0.98(0.80-1.21)	NS
	1.0	-

tyleenikuppeja käytettiin vastaavasti vertailuryhmänä kuppeja analyysoitaessa (1,2,18–21). Sementtikiinnitteistä kuppeja sementtikiinnitteisen varren kanssa käytettiin vertailuryhmänä analyysoitaessa kokotekoniveliä (kuppi + varsi-yhdistelmiä) (1,2,18–24). Coxin regressioanalyysin perusteella arvioitiin pysyvyyttä ja uusintaleikkauksen vakioitua riskiä. Coxin analyysistä saatujen pysyvyyden arvioiden avulla muodostettiin vakioituja pysyvyykäyriä 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 pysyvyys aseptisen irtoamisen suhteen

Sementittömien varsiryhmien 15-vuotispysyvyys oli parempi kuin sementtikiinnitteisten varsien (taulukko III). Coxin regressioanalyysissä sementittömien varsiryhmien uusintaleikkauriski oli merkittävästi pienempi kuin sementtikiinnitteisten varsien (taulukko III, kuva I-A).

Kuppikonseptien pysyvyys aseptisen irtoamisen suhteen

Sementittömien, ryhmän #1 karhennettujen kuppien 15-vuotispysyvyys oli parempi kuin sementtikiinnitteisten kuppien (taulukko IV). Coxin regressioanalyysissä sementittömien kuppiryhmien uusintaleikkauriski oli merkittävästi pienempi kuin sementtikiinnitteisten polyetyleenikuppien (taulukko IV, kuva I-B).

Tekonivelkonseptien pysyvyys aseptisen irtoamisen suhteen

Sementittömien ryhmän #1 tekonivelten 15-vuotispysyvyys oli parempi kuin sementtikiinnitteisten tekonivelten (taulukko V). Coxin regressioanalyysissä sementittömällä tekonivelryhmillä oli merkittävästi pienempi uusintaleikkauriski kuin sementtikiinnitteisillä tekonivelillä (taulukko V, kuva II-A).

Tekonivelkonseptien pysyvyys minkä tahansa syyn suhteen

Tutkittujen tekonivelryhmien välillä ei ollut eroja 15-vuotispysyvyydessä (taulukko VI). Coxin regressioanalyysissä ei myöskään ollut eroja ryhmien välillä uusintaleikkauriskissa (taulukko VI, kuva II-B).

Kohorttiefekti implanttikonsepteihin liittyen

Vuosina 1994–2006 leikattujen sementtikiinnitteisten varsien pysyvyys Kaplan-Meier-analyysissä oli parempi kuin vuosina 1980–1993 leikattujen sementtikiinnitteisten varsien ($p=0.01$). Sementittömillä varsiryhmillä ei ollut pysyvyyseroja kohorttien välillä.

Vuosina 1994–2006 leikattujen ryhmän #1 sementittömien kupprien pysyvyys Kaplan-Meier-analyysissä oli parempi kuin vuosina 1980–1993 leikattujen saman ryhmän kupprien ($p<0.0001$). Ryhmän #2 sementittömillä kupeilla sekä sementtikiinnitteisillä kupeilla ei ollut pysyvyyseroja kohorttien välillä.

Pohdinta

Sekä sementittömien kokotekonivelten että sementittömien varsien ja kupprien erikseen analysoitu uusintaleikkausriski aseptisen irtoamisen suhteen oli pienempi kuin sementtikiinnitteisten implanttien nuorilla nivelrikkopotilailla. Sementittömien varsien ja sementittömien, karhennettujen kupprien 15-vuotispysyvyys aseptisen irtoamisen suhteen oli parempi kuin sementtikiinnitteisten varsien ja kupprien. Polyetyleenin kulumisen ja osteolyysi aiheuttivat kuitenkin edelleen huomattavia ongelmia. Sementittömien ja sementtikiinnitteisten tekoniivelten pitkäaikaispysyvyydet eivät eronneetkaan toisistaan kun kaikki uusintaleikkaukset – myös linerin vaihdot – otettiin huomioon.

Rekisteritutkimuksiin liittyy ongelmia. On esimerkiksi mahdollista, että tietyn proteesimallin leikkauksista suurin osa tehdään tietyissä sairaaloissa. Nuorten tekoniivelpotilaiden määrä on muutenkin huomattavasti alhaisempi kuin iäkkäämpien potilaiden (14). Tekoniivelsairaaloiden määrä kaikissa ryhmissä oli tutkimuksessamme kuitenkin huomattavan suuri (taulukko I).

Rekisteritutkimusten ongelma voi olla se, että päätetapahtumana on aina uusintaleikkaus. On mahdollista, että potilaalla on osteolyysimuutoksia tai tekoniivel on irti, mutta hän on liian iäkäs tai sairas leikkaukseen. Nuorilla potilailla on kuitenkin epätodennäköisempää että uusintaleikkauksesta pidättyäytään muihin syihin vedoten. Uusintaleikkaus onkin todennäköisesti varsin hyvä päätetapahtuma nuorilla lonkan tekoniivelpotilailla.

Vuosina 1994–2006 implantoiduilla sementtivarsilla pysyvyys oli merkittävästi parempi verrattuna 1980–1993 implantoituihin sementtivarsiin. Sementtintekniikan systemaattinen koulutus ja tulosten

raportointi 1990-luvun alusta lähtien näyttävät vaikuttaneen varsien pysyvyytuloksiin. Sementointitekniikan kehittyminen ei kuitenkaan parantanut sementtikiinnitteisten kupprien pysyvyytuloksia nuorilla nivelrikkopotilailla. Sen sijaan 1994–2006 implantoitujen sementittömien, karhennettujen kupprien pysyvyys oli parempi kuin 1980–1993 implantoitujen saman ryhmän kupprien, todennäköisesti liukupintojen kehityksestä johtuen. Onkin mahdollista, että mikäli liukupintaongelma ratkeaa, ei sementtikiinnitystä nuorten potilaiden lonkan tekoniivelleikkauksissa ole tarvetta käyttää.

Nuorten potilaiden suhteellinen uusintaleikkausriski on aiemmissa tutkimuksissa ollut suurempi kuin iäkkäämpien potilaiden (13,25). Erikoisklinikoissa leikatuista yksittäisistä sementittömistä implanteista on kuitenkin julkaistu hyviä pysyvyytuloksia nuorillakin potilailla (yli 90% 10-vuotispysyvyys (26)) (27–35). Pohjoismaisissa rekisteritutkimuksissa sementittömien varsien pysyvyytulokset ovat myös olleet kohtuullisia nuorilla nivelrikkopotilailla (1–4). Onkin esitetty, että sementittömien, karhennettujen kupprien ja HApintaisten kupprien pysyvyys aseptisen irtoamisen suhteen saattaisi nuorilla potilailla olla jopa parempi kuin sementtikiinnitteisillä kupeilla (3).

Sementtikiinnitteisten varsien ja kupprien pitkäaikaispysyvyys nuorilla nivelrikkopotilailla aseptisen irtoamisen suhteen oli tutkimuksessamme parempi kuin sementtikiinnitteisten varsien ja kupprien. Tietäksemme vastaavanlaisia populaatiopohjaisia tuloksia ei ole aiemmin julkaistu. Kuppipuolella polyetyleenin kulumisen ja osteolyysi aiheuttavat edelleen huomattavia ongelmia. Vaikkakin keraami-keraami (36,37)-metalli-metalli (38,39) ja vahvasti cross-linkatuilla polyeteeni (40)-liukupinnoilla on omat ongelmansa, ei alkuvaiheen kliinisessä seurannassa ole ollut ongelmia näiden kovien liukupintojen kulumiseen tai osteolyysiin liittyen (41).

Kirjallisuus

1. 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.
2. Malchau H, Herberts P, Eisler T, Garellick G, Soderman P. The Swedish Total Hip Replacement Registry. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84 Suppl 2:2–20.
3. 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.

4. Eskelinen A, Remes V, Helenius I, Pulkkinen P, Nevalainen J, Paavolainen P. Uncemented total hip arthroplasty for primary osteoarthritis in young patients: a mid- to long-term follow-up study from the Finnish Arthroplasty Registry. *Acta Orthop.* 2006;77:57–70.
5. Puolakkka 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.
6. Paavolainen P, Hamalainen M, Mustonen H, Slati P. Registration of arthroplasties in Finland. A nationwide prospective project. *Acta Orthop Scand.* 1991;Suppl:27–30.
7. Peltola M. The National Institute for Health and Welfare, Helsinki, Finland. Personal communication 2008 May 27.
8. 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.
9. 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.
10. Engh CA, Griffin WL, Marx CL. Cementless acetabular components. *J Bone Joint Surg Br.* 1990;72-B:53–59.
11. Tallroth K, Slätis P, Ylinen P, Paavolainen P, Paavilainen T. Loosening of threaded acetabular components. Radiographic manifestations. *J Arthroplasty.* 1993;8:581–584.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. Kaplan EL, Meier P. Nonparametric estimation from incomplete observations. *J Am Stat Assoc.* 1958;53:457–481.
16. Dorey FJ. Survivorship analysis of surgical treatment of the hip in young patients. *Clin Orthop Relat Res.* 2004;418:23–28.
17. Cox DR. Regression models and life tables. *J Roy Stat Soc.* 1972;34:187–220.
18. 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.
19. 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.
20. Williams HD, Browne G, Gie GA, Ling RS, Timperley AJ, Wenderover 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.
21. 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.
22. 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.
23. 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.
24. Raber DA, Czaja S, Morscher EW. Fifteen-year results of the Muller CoCrNiMo straight stem. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2001;121:38–42.
25. Herberts P, Malchau H. Long-term registration has improved the quality of hip replacement: a review of the Swedish THR Registry comparing 160,000 cases. *Acta Orthop Scand.* 2000;71:111–121.
26. National Institute for Clinical Excellence (NICE). Guidance on the selection of prostheses for primary total hip replacement. London 2003. www.nice.org.uk/nicemedia/pdf/guidance_on_the_selection_of_hip_prostheses.pdf (date last accessed 5 August 2008)
27. McLaughlin JR, Lee KR. Total hip arthroplasty in young patients. 8- to 13-year results using an uncemented stem. *Clin Orthop Relat Res.* 2000;373:153–163.
28. Kim YH, Kook HK, Kim JS. Total hip replacement with a cementless acetabular component and a cemented femoral component in patients younger than fifty years of age. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84-A:770–774.
29. Aldinger PR, Thomsen M, Mau H, Ewerbeck V, Breusch SJ. Cementless Spotorno tapered titanium stems: excellent 10-15-year survival in 141 young patients. *Acta Orthop Scand.* 2003;253–258.
30. Capello WN, D'Antonio JA, Feinberg JR, Manley MT. Ten-year results with hydroxyapatite-coated total hip femoral components in patients less than fifty years old. A concise follow-up of a previous report. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85-A:885–889.
31. Jacobsen S, Jensen FK, Poulsen K, Sturup J, Retpen JB. Good performance of a titanium femoral component in cementless hip arthroplasty in younger patients: 97 arthroplasties followed for 5-11 years. *Acta Orthop Scand.* 2003;74:375–379.
32. Kim YH, Oh SH, Kim JS. Primary total hip arthroplasty with second generation cementless total hip prosthesis in patients younger than fifty years of age. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85-A:109–114.
33. McAuley JP, Szuszczewicz ES, Young A, Engh CA Sr. Total hip arthroplasty in patients 50 years and younger. *Clin Orthop Relat Res.* 2004;418:119–125.
34. Delaunay CP, Bonomet F, Clavert P, Laffargue P, Migaud H. THA using metal-on-metal articulation in active patients younger than 50 years. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466:340–346.
35. Reigstad O, Siewers P, Rokkum M, Espehaug B. Excellent long-term survival of an uncemented press-fit stem and screw cup in young patients: follow-up of 75 hips for 15-18 years.

Acta Orthop. 2008;79:194–202.

36. Yoon TR, Rowe SM, Jung ST, Seon KJ, Maloney WJ. Osteolysis in association with a total hip arthroplasty with ceramic bearing surfaces. *J Bone Joint Surg Am.* 1998;80-A:1459–1468.

37. Park YS, Hwang SK, Choy WS, Kim YS, Moon YW, Lim SJ. Ceramic failure after total hip arthroplasty with an alumina-on-alumina bearing. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88-A:780–787.

38. Korovessis P, Petsinis G, Repanti M, Repantis T. Metallosis after contemporary metal-on-metal total hip arthroplasty: Five to nine-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88-A:1183–1191.

39. Gröbl A, Marker M, Brodner W, Giurea A, Heinze G, Meisinger V, Zehetgruber H, Kotz R. Long-term follow-up of metal-on-metal total hip replacement. *J Orthop Res.* 2007;25:841–848.

40. Bradford L, Baker D, Ries MD, Pruitt LA. Fatigue crack propagation resistance of highly crosslinked polyethylene. *Clin Orthop Relat Res.* 2004;429:68–72.

41. Callaghan JJ, Cuckler JM, Huddleston JI, Galante JO. How have alternative bearings (such as metal-on-metal, highly cross-linked polyethylene, and ceramic-on-ceramic) affected the prevention and treatment of osteolysis? *J Am Acad Orthop Surg.* 2008;16 suppl 1:33–38.