

1 **Ei eroa sementillisiin ja sementittömiin lonkan kokotekonivelleikkauksiin liittyvässä välittömässä**
2 **kuolleisuudessa Suomessa**

3
4 Elina Ekman¹, Antton Palomäki¹, Inari Laaksonen¹, Mikko Peltola², Unto Häkkinen², Keijo Mäkelä¹

5
6 1. Turun yliopistollinen keskussairaala, ortopedian ja traumatologian klinikka

7 2. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, Helsinki

8
9 We assessed whether cemented fixation increases peri- or early post-operative mortality compared to
10 uncemented and hybrid THA. Patients with osteoarthritis who received a primary THA in Finland between
11 1998 and 2013 were identified and definitive data of fixation method and comorbidities were available for
12 62,221 THAs. Reasons for cardiovascular death within 90 days since the index procedure were studied
13 separately. 1-to 2-day adjusted mortality after cemented THA was comparable to that of the uncemented
14 THA group (OR 1.2; 95% CI 0.24-6.5). 3- to 10-day mortality in the cemented THA group was comparable
15 to that in the uncemented THA group (OR 0.54; CI 0.26-1.1), and in the hybrid THA group (OR 0.64, CI
16 0.25-1.6). Pulmonary embolism or cardiovascular reasons as a cause of death were not over represented in
17 the cemented THA group.

18 **Johdanto**

19 Lonkan kokotekonivelleikkauksen (THA) jälkeinen kuolleisuus on alhainen ja on viime vuosina edelleen
20 vähentynyt (1–3). Kahden hiljattain julkaistun artikkelin perusteella ensimmäisen, millä tahansa indikaatiolla
21 tehdyn, THA leikkauksen jälkeinen 90 vuorokauden kuolleisuus on 0,7% (4,5). Leikkaustekniikoiden ja
22 tekonivelimplanttien kehittyminen, pienimolekyylisen hepariinin käyttöönotto 1980-luvulla ja leikkaussalin
23 steriiliteetin paraneminen ovat merkittävästi vähentäneet kuolleisuuden riskiä (6,7). Toisaalta, lonkan
24 tekonivelleikkauksia suoritetaan nykyään entistä iäkkäämmille ja sairaammille potilaille, mikä lisää
25 haittavaikutusten riskiä (8,9).

26 Lonkan tekonivelen kiinnityksessä luusementtiä on käytetty jo vuosikymmeniä hyvin tuloksin tekonivelen
27 pysyvyydessä pitkäaikaisseurannassa (10,11). Kuitenkin, sementikiinnitykseen liittyy mahdollinen
28 perioperatiivinen sairastavuus luusementti-oireyhtymän muodossa (bone cement implantation syndrome,
29 BCIS). Tämä tarkoittaa tilaa, jossa sementin paineistuksen aikana rasva ja luuydin aiheuttavat embolioita
30 keuhkoarterioihin, mahdollisesti johtaen verenpaineen laskuun ja jopa potilaan kuolemaan leikkauksen
31 aikana tai välittömästi leikkauksen jälkeen (12). BCIS:n pelko on osaltaan johtanut sementittömien
32 tekonivelmallien käytön lisääntymiseen, vaikka sementillisten tekonivelmallien pysyvyys iäkkäillä ihmisillä
33 on sementittömiä malleja parempi (13). Sydänperäiset syyt ovat yleisin kuolinsyy THA leikkauksen jälkeen
34 (14).

35 Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää onko varhaisessa leikkauksen jälkeisessä kuolleisuudessa eroa
36 sementittömien THA potilaiden ja sementillisten tai hybridi THA potilaiden välillä. Tutkimus perustuu
37 Terveiden ja hyvinvointilaitoksen ylläpitämän PERFECT-tietokannan tietoihin. Arvioimme myös saman
38 potilasmateriaalin luusementti-oireyhtymää ja varhaista sydänperäistä kuolleisuutta.

39

40 **Aineisto ja menetelmät**

41 **Potilaat**

42 Tutkimuksen potilaat poimittiin THL:n Sairaaloiden poistoilmoitusrekisteristä käyttäen ICD-10
43 diagnoosikoodeja M16.0 – M16.9 ja NOMESCO toimenpidekoodeja NFB30 (sementitön THA), NFB40
44 (hybridi THA, vain proteesin varsi kiinnitetään sementillä) ja NFB50 (sementoitu THA). Tutkimusjakson
45 aikana, 1.1.1998 – 31.12.2013, Suomessa hoidettiin 73 915 lonkan nivelrikkopotilasta THA:lla. Lopullisen
46 tutkimusryhmän muodostivat ne 62 221 potilasta, joista oli käytettävissä tiedot sekä THA:n kiinnitystavasta
47 että muusta sairastavuudesta.

48 Suomessa kaikki julkiset ja yksityiset sairaalat ovat velvoitettuja ilmoittamaan kaikki suoritettut kirurgiset
49 toimenpiteet Terveiden ja hyvinvoinnin laitokselle (THL). Tämä tutkimus perustuu PERFECT
50 (PERFormance, Efficiency, and Costs of Treatment Episodes, Hoitoketjun toimivuus, vaikuttavuus ja

51 kustannukset) lonkan tekonivelkirurgian osahankkeeseen, joka yhdistää tietoja useasta rekisteristä, kuten
52 THL:n Sairaaloiden poistoilmoitusrekisteri, Tilastokeskuksen Kuolinsyysrekisteri, KELA:n lääkerekisteri
53 sekä Suomen Endoproteesirekisteri. PERFECT-tietokannasta kerättiin tiedot sairastavuudesta, laitoshoidosta,
54 sosiaaliturvatunnuksesta, iästä, sukupuolesta, postinumerosta, diagnoosista, toimenpidekoodista,
55 sisäänkirjautumispäivästä, leikkauksesta, uloskirjautumispäivästä tai kuolemasta (kumpi tapahtui ensin) (15).
56 Yllä mainittujen rekisterien validiteetti on tutkittu ja todettu hyväksi (16,17).

57 Tilastokeskuksen Kuolinsyysrekisteristä poimittiin leikkauksen jälkeisen 90 vuorokauden ajalta luusementti-
58 oireyhtymään ja sydän-verisuoniperäisiin kuolinsyihin liittyvät diagnoosikoodit (I21 akuutti sydän infarkti,
59 I25 ateroskleroottinen sydän-verisuonisairaus, I26 keuhkoembolia, I50 kongestiivinen sydämen
60 vajaatoiminta ja I63 aivoinfarkti), jotta voitiin erikseen arvioida näitä kahta tekijää kuoleman taustalla.
61 Kuolinsyysrekisterin validiteetti on todettu luotettavaksi (18,19). Potilaita seurattiin kuoleman varalta
62 ensimmäinen leikkauksen jälkeinen vuosi.

63

64 **Tilastolliset analyysit**

65 Sementillisen, sementittömän ja hybridi ryhmien välistä kuolleisuutta tutkittiin käyttäen logistista
66 regressioanalyysia (kuollut/elossa). Ryhmät kaltaistettiin leikkausvuoden, potilaan sukupuolen, iän (<50, 50-
67 59, 60-69, 70-79, ≥80) ja perussairauksien osalta sekoittavien tekijöiden vähentämiseksi. Vakioidulle
68 kuolleisuudelle laskettiin 95% luottamusvälit (CI).

69

70 **Tulokset**

71 Tutkimuksen aikana Suomessa sementillisen THA:n käyttö väheni ja sementittömän THA:n käyttö lisääntyi.
72 Vakioitu kokonaiskuolleisuus, sydän-verisuoniperäisiin syihin tai keuhkoemboliaan liittyvä kuolleisuus
73 olivat saman kaltaisia sementillisen THA:n, sementittömän THA:n ja hybridi THA:n välillä kaikissa
74 aikapisteissä. Ensimmäisen ja toisen leikkauksen jälkeisen vuorokauden aikaisia kuolemia todettiin
75 sementillisen THA:n ryhmässä yhdeksän, sementittömän THA:n ryhmässä neljä ja hybridi THA:n ryhmässä
76 ei yhtään. Ensimmäisen kahden vuorokauden aikainen vakioitu kuolleisuus sementillisen THA:n ryhmässä
77 oli sama kuin sementittömän THA:n ryhmässä (OR=1.2; CI 0.2-6.5) (Taulukko 1).

78 Kolmannesta leikkauksen jälkeisestä vuorokaudesta kymmenenteen vuorokauteen kuolemia todettiin
79 sementillisen THA:n ryhmässä 45, sementittömän THA:n ryhmässä 23 ja hybridi THA:n ryhmässä 6. Tämän
80 ajanjakson vakioitu kuolleisuus sementillisen THA:n ryhmässä oli samankaltainen kuin sementittömän
81 THA:n ryhmässä (OR=0.5; CI 0.3-1.1) ja hybridi THA:n ryhmässä (OR=0.6, CI 0.3-1.6) (Taulukko 1).

82 Tiedot kuolleisuudesta 11-20 vuorokauden ja 21-30 vuorokauden aikana sekä 30, 90 ja 365 vuorokauden
83 kuolleisuus on esitetty taulukossa 1.

84 Ensimmäisen ja toisen leikkauksen jälkeisen vuorokauden aikaisista kuolemista yksikään ei johtunut
85 keuhkoemboliasta missään tutkimusryhmistä (Taulukko 2). Samana aikana sydän-verisuoniperäistä
86 kuolinsyytä todettiin sementillisen THA:n ryhmässä viisi, sementittömän THA:n ryhmässä neljä ja hybridi
87 THA:n ryhmässä ei yhtään (Taulukko 2). Tiedot kuolinsyistä muissa aikapisteissä on esitetty taulukossa 2.

88

89 **Pohdinta**

90 Verrattaessa sementillistä THA:ta, sementittömään ja hybridi THA:han vakioidussa varhaisessa leikkauksen
91 jälkeisessä kuolleisuudessa ei ollut eroa ryhmien välillä suomalaisen rekisteritietoon perustuen. Tämä pätee
92 sekä kuolleisuuteen mistä tahansa syytä että keuhkoembolian tai sydän-verisuonitapahtumien aiheuttamiin
93 kuolemiin. Kuitenkin, ennen vakiointia sementillisen THA:n ryhmässä todettiin määrällisesti enemmän
94 kuolemia kuin sementittömän THA:n tai hybridi THA:n ryhmässä.

95 Sementointi on tekoniivelen kiinnityksen kultainen standardi, erityisesti iäkkäillä potilailla. Pohjoismaiden
96 yhdistettyyn rekisteritietoon perustuen 65-vuotiailla tai tätä vanhemmilla potilailla uusintaleikkauksen riski
97 on sekä tilastollisesti että kliinisesti merkittävästi alhaisempi sementillisillä kuin sementittömillä
98 tekoniivellillä (20,21). Luusementin ajatellaan vahvistavan luuta ja siten vähentävän periproteettisen
99 murtuman riskiä, osteolyysiä ja irtoamista. Kaikki suurimmat tekoniiverekisterit raportoivat alhaisempaa
100 uusintaleikkauksen riskiä iäkkäillä potilailla, kun käytetään sementillistä tekoniiveltä verrattuna
101 sementittömään tekoniiveleeseen (22–24). Tästä huolimatta, useat ortopedit ovat siirtyneet käyttämään
102 sementitöntä tekoniiveltä BCIS:n pelkossa (20,25,26). BCIS oireilee perioperatiivisena verenpaineen laskuna
103 ja hypoksiana, pahimmillaan se voi johtaa sydänpysähdykseen ja potilaan kuolemaan. BCIS:n aiheuttaman
104 sydänpysähdyksen todellista ilmaantuvuutta ei tiedetä (12). Tutkimuksessamme ensimmäisen kahden
105 leikkauksen jälkeisen vuorokauden kuolleisuus oli samankaltainen sementillisen THA:n ja sementittömän
106 THA:n ryhmissä. Täten, Suomessa BCIS johtaa harvoin kuolemaan elektiiivisillä THA potilailla.

107 Luusementin käytön alkuaikoina sementillisen THA:n leikkauksenaikainen kuolleisuus oli yli
108 kolminkertainen nykyiseen verrattuna (27–29). 1990-luvun lopussa kuolleisuudessa todettiin laskua (29) ja
109 lasku on edelleen jatkunut 2000-luvulla (5). Ruotsalainen rekisteri tutkimus totesi kohonneen kuolemanriskin
110 ensimmäisen 14 leikkauksen jälkeisen vuorokauden ainakana sementillisen THA:n saaneilla potilailla,
111 verrattuna kaltaistettuihin verrokkeihin (HR of 1.3, 95% CI 1.11 to 1.44). Tämä tarkoittaa viittä ylimääräistä
112 kuolemaa 10 000 havaintoa kohden. Vastaavaa kuoleman riskin kohoamista ei havaittu potilailla, joille
113 asetettiin sementitön tai hybridi THA. Tämä lisääntynyt riski kuitenkin hävisi 90 vuorokauden seurannassa
114 (30). Tutkimuksessamme ensimmäisen 20 leikkauksen jälkeisin vuorokauden kuolleisuuden vakioitu
115 vetosuhte (odds ratio, OR) sementillisen THA:n ryhmässä ei ollut kohonnut verrattaessa sementittömän
116 THA:n ryhmään. Myös McMinn et al. (2) raportoi sementillisen THA:n ryhmässä suuremman kuolleisuuden
117 kuin sementittömän THA:n ryhmässä. Kuitenkin, tämä kuolleisuuden lisääntyminen tapahtui hitaasti
118 kahdeksan leikkauksen jälkeisen vuoden aikana eikä nopeasti leikkauksen jälkeen, kuten voisi olettaa, mikäli

119 kuolleisuuden lisääntyminen johtuisin BCIS:stä. Tutkimuksessamme emme havainneet sementin käytön
120 aiheuttavan eroa vakioidussa kuolleisuudessa missään aikapisteessä ensimmäisen leikkauksen jälkeisen
121 vuoden aikana. Tämä on linjassa Parvizi et al. (31) tekemän tutkimuksen kanssa, jossa ei havaittu
122 kuolleisuudenriskin lisääntymistä sementillisen THA:n saaneilla potilailla ensimmäisen leikkauksen
123 jälkeisen 30 vuorokauden aikana.

124 Hiljattain julkaistun systemaattisen katsauksen mukaan THA:n jälkeinen 30 vuorokauden
125 kokonaiskuolleisuus oli 0,30% ja 90 vuorokauden jälkeen 0,65%. Kuolinsyyt yleisyysjärjestyksessä olivat:
126 iskeeminen sydänsairaus (41% kuolemista), aivoverenkierronhäiriöt (23%) ja keuhkoembolia (12%) (14).
127 Tutkimuksessamme vakioimaton kokonaiskuolleisuus sementillisessä THA-ryhmässä 30 vuorokauden
128 jälkeen oli 0,5% ja 90 vuorokauden jälkeen 1,0%. Vastaavat luvut hybridiryhmässä ja sementittömän THA:n
129 ryhmässä olivat 0,1% ja 0,2%. Nämä erot selittyvät pääosin potilasvalinnalla ja, kun ryhmät vakioitiin iän ja
130 perussairauksien suhteen, kuolleisuus oli samankaltainen sementillisessä ja sementittömässä ryhmässä.
131 Yleisin kuolinsyy oli sydän- ja verisuoniperäinen. Parvizi et al. (29) tutkivat sementillisen lonkan
132 kokotekonivelleikkauksen aikaista kuolleisuutta ja totesivat ilmaantuvuudeksi 0,03%. Yleisin kuolinsyy oli
133 keuhkoembolia. Aiemmissa tutkimuksissa korkean iän, miessukupuolen, korkean ASA-luokan (>3) ja
134 useamman perussairauden on todettu lisäävän leikkauksen jälkeistä kuolemanriskiä (5,9,31,32). Pyrimme
135 tutkimuksessamme huomioimaan tämän vakioimalla ryhmät iän, sukupuolen ja perussairauksien suhteen.
136 Vakioinnin jälkeen ryhmien välisessä varhaisessa kokonaiskuolleisuudessa ei ollut eroa missään
137 aikapisteessä.

138 Tutkimuksessamme on useita heikkouksia. Ensinnäkin, käytössämme ei ollut tietoja perioperatiivisista
139 elvytyksistä, jotka johtuisivat BCIS:n aiheuttamasta sydänpysähdyksestä. Toiseksi, tutkimuksessa ei ollut
140 mukana tietoja tutkimuspotilaiden uusintaleikkauksia, joten emme tiedä josko useilla leikkauksilla on
141 yhteyttä kuolleisuuteen. Kolmanneksi, sydän- ja verisuoniperäisiä kuolemia ja keuhkoembolia kuolemia
142 todettiin tutkimuksessamme melko vähän, joten on mahdollista, että suuremmassa potilasaineistossa
143 pienemmät erot kuolleisuudessa voitaisiin havaita. Kuitenkin, tutkimuksemme käsittää yli 60 000 THA-
144 leikkausta, joten uskomme, että kliinisesti merkittävää eroa kuolleisuudessa ei ole. Lisäksi, PERFECT-
145 tietokanta ei sisällä tietoja potilaan sosioekonomisesta statuksesta, jonka tiedetään vaikuttavan THA:n
146 jälkeiseen kuolleisuuteen (30,33), joten tätä sekoittavaa tekijää ei voida poissulkea.

147

148 **Yhteenveto**

149 Verrattaessa sementillisen THA:n saaneita potilaita sementittömän tai hybridi THA:n saaneisiin potilaisiin
150 emme havainneet eroa vakioidussa leikkauksenaikaisessa kuolleisuudessa tai kuolleisuudessa välittömästi
151 leikkauksen jälkeen. Eroa ei todettu myöskään, kun sydän- ja verisuoniperäisiä kuolinsyitä ja
152 keuhkoembolian aiheuttamia kuolemia tarkasteltiin erikseen. Tutkimuksemme tuloksiin ja aiempaan

- 153 kirjallisuuteen perustuen sementillinen THA on turvallinen vaihtoehto ja sen tulisi olla kultainen standardi
154 iäkkäällä väestöllä.

155 **Viitteet**

- 156 1. Aynardi M, Pulido L, Parvizi J, Sharkey PF, Rothman RH. Early mortality after modern total hip
157 arthroplasty. In: *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2009. p. 213–8.
- 158 2. McMinn DJW, Snell KIE, Daniel J, Treacy RBC, Pynsent PB, Riley RD. Mortality and implant
159 revision rates of hip arthroplasty in patients with osteoarthritis: Registry based cohort study. *BMJ*.
160 2012;345(7876).
- 161 3. Lalmohamed A, Vestergaard P, de Boer A, Leufkens HGM, van Staa TP, de Vries F. Changes in
162 mortality patterns following total hip or knee arthroplasty over the past two decades: a nationwide
163 cohort study. *Arthritis Rheumatol (Hoboken, NJ)* [Internet]. 2014;66(2):311–8. Available from:
164 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24504803>
- 165 4. Garland A, Rolfson O, Garellick G, Karrholm J, Hailer NP. Early postoperative mortality after
166 simultaneous or staged bilateral primary total hip arthroplasty: an observational register study from
167 the swedish Hip arthroplasty register. *BMC Musculoskelet Disord*. 2015;16:77.
- 168 5. Hunt LP, Ben-Shlomo Y, Clark EM, Dieppe P, Judge A, MacGregor AJ, et al. 90-day mortality after
169 409 096 total hip replacements for osteoarthritis, from the National Joint Registry for England and
170 Wales: A retrospective analysis. *Lancet*. 2013;382(9898):1097–104.
- 171 6. Harris WH. The first 50 years of total hip arthroplasty: Lessons learned. In: *Clinical Orthopaedics and*
172 *Related Research*. 2009. p. 28–31.
- 173 7. Nurmohamed MT, Rosendaal FR, Büller HR, Dekker E, Hommes DW, Vandenbroucke JP, et al.
174 Low-molecular-weight heparin versus standard heparin in general and orthopaedic surgery: a meta-
175 analysis. *Lancet* [Internet]. 1992;340(8812):152–6. Available from:
176 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1352573>
- 177 8. Mahomed NN, Barrett JA, Katz JN, Phillips CB, Losina E, Lew RA, et al. Rates and outcomes of
178 primary and revision total hip replacement in the United States medicare population. *J Bone Joint*
179 *Surg Am* [Internet]. 2003;85–A(1):27–32. Available from:
180 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12533568>
- 181 9. Bozic KJ, Lau E, Kurtz S, Ong K, Rubash H, Vail TP, et al. Patient-related risk factors for
182 periprosthetic joint infection and postoperative mortality following total hip arthroplasty in Medicare
183 patients. *J Bone Joint Surg Am* [Internet]. 2012;94(9):794–800. Available from:
184 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22552668>
- 185 10. Morshed S, Bozic KJ, Ries MD, Malchau H, Colford JM. Comparison of cemented and uncemented
186 fixation in total hip replacement: A meta-analysis. *Acta Orthop*. 2007;78(3):315–26.

- 187 11. Mäkelä KT, Matilainen M, Pulkkinen P, Fenstad AM, Havelin L, Engesaeter L, et al. Failure rate of
188 cemented and uncemented total hip replacements: register study of combined Nordic database of four
189 nations. *BMJ* [Internet]. 2014;348(January):f7592. Available from:
190 [http://www.bmj.com/highwire/filestream/681849/field_highwire_article_pdf/0/bmj.f7592%5Cnhttp://](http://www.bmj.com/highwire/filestream/681849/field_highwire_article_pdf/0/bmj.f7592%5Cnhttp://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24418635%5Cnhttp://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24418635)
191 www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24418635%5Cnhttp://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24418635
- 192 12. Donaldson AJ, Thomson HE, Harper NJ, Kenny NW. Bone cement implantation syndrome. *Br J*
193 *Anaesth.* 2009;102(1):12–22.
- 194 13. Junnila M, Laaksonen I, Eskelinen A, Pulkkinen P, Ivar Havelin L, Furnes O, et al. Implant survival
195 of the most common cemented total hip devices from the Nordic Arthroplasty Register Association
196 database. *Acta Orthop.* 2016;87(6):546–53.
- 197 14. Berstock JR, Beswick a D, Lenguerrand E, Whitehouse MR, Blom a W. Mortality after total hip
198 replacement surgery: A systematic review. *Bone Joint Res.* 2014;3(6):175–82.
- 199 15. Peltola M, Juntunen M, Häkkinen U, Rosenqvist G, Seppälä TT, Sund R. A methodological approach
200 for register-based evaluation of cost and outcomes in health care. *Ann Med.* 2011;43(SUPPL. 1).
- 201 16. Sund R. Quality of the Finnish Hospital Discharge Register: A systematic review. *Scand J Public*
202 *Health.* 2012;40(6):505–15.
- 203 17. Haukka J, Suvisaari J, Tuulio-Henriksson A, Lönnqvist J. High concordance between self-reported
204 medication and official prescription database information. *Eur J Clin Pharmacol.* 2007;63(11):1069–
205 74.
- 206 18. Lahti RA, Penttilä A. Cause-of-death query in validation of death certification by expert panel;
207 Effects on mortality statistics in Finland, 1995. *Forensic Sci Int.* 2003;131(2–3):113–24.
- 208 19. Pajunen P, Koukkunen H, Ketonen M, Jerkkola T, Immonen-Räihä P, Kärjä-Koskenkari P, et al. The
209 validity of the Finnish Hospital Discharge Register and Causes of Death Register data on coronary
210 heart disease. *Eur J Prev Cardiol.* 2005;12(2):132–7.
- 211 20. Mäkelä KT, Matilainen M, Pulkkinen P, Fenstad AM, Havelin LI, Engesaeter L, et al. Countrywise
212 results of total hip replacement. An analysis of 438,733 hips based on the Nordic Arthroplasty
213 Register Association database. *Acta Orthop* [Internet]. 2014;85(2):107–16. Available from:
214 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24650019%5Cnhttp://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerend>
215 [er.fcgi?artid=PMC3967250](http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC3967250)
- 216 21. Varnum C, Pedersen AB, Mäkelä K, Eskelinen A, Havelin LI, Furnes O, et al. Increased risk of
217 revision of cementless stemmed total hip arthroplasty with metal-on-metal bearings. *Acta Orthop.*
218 2015;3674(November):1–8.

- 219 22. AOANJRR. Annual Report 2016. 2016;
- 220 23. NJR. NJR 13th Annual Report. 2016.
- 221 24. Swedish Hip Arthroplasty Register. Annual Report 2013. Vol. 43. 2013.
- 222 25. Dale H, Hallan G, Espehaug B, Havelin LI, Engesaeter LB. Increasing risk of revision due to deep
223 infection after hip arthroplasty. *Acta Orthop* [Internet]. 2009;80(6):639–45. Available from:
224 <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/17453670903506658>
- 225 26. Fevang B-TS, Lie SA, Havelin LI, Engesaeter LB, Furnes O. Improved results of primary total hip
226 replacement. *Acta Orthop* [Internet]. 2010;81(6):649–59. Available from:
227 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21110699>
- 228 27. Coventry MB, Beckenbaugh RD, Nolan DR, Ilstrup DM. 2,012 total hip arthroplasties. A study of
229 postoperative course and early complications. *J Bone Joint Surg Am* [Internet]. 1974;56(2):273–84.
230 Available from: <http://jbjs.org/content/56/2/273.abstract>
- 231 28. ERETH MH, WEBER JG, ABEL MD, LENNON RL, LEWALLEN DG, ILSTRUP DM, et al.
232 Cemented Versus Noncemented Total Hip Arthroplasty—Embolism, Hemodynamics, and
233 Intrapulmonary Shunting. *Mayo Clin Proc*. 1992;67(11):1066–74.
- 234 29. Parvizi J, Holiday a D, Ereth MH, Lewallen DG. The Frank Stinchfield Award. Sudden death during
235 primary hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* [Internet]. 1999;(369):39–48. Available from:
236 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10611859>
- 237 30. Garland A, Gordon M, Garellick G, Kärrholm J, Sköldenberg O, Hailer NP, et al. Risk of early
238 mortality after cemented compared with cementless total hip arthroplasty A NATIONWIDE
239 MATCHED COHORT STUDY. *Bone Jt J* [Internet]. 2017;9999(1):37–43. Available from:
240 <http://bjj.boneandjoint.org.uk/content/jbjsbr/99-B/1/37.full.pdf>
- 241 31. Parvizi J, Johnson BG, Rowland C, Ereth MH, Lewallen DG. Thirty-day mortality after elective total
242 hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* [Internet]. 2001;83–A(10):1524–8. Available from:
243 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11679603>
- 244 32. Phillips CB, Barrett JA, Losina E, Mahomed NN, Lingard EA, Guadagnoli E, et al. Incidence rates of
245 dislocation, pulmonary embolism, and deep infection during the first six months after elective total
246 hip replacement. *J Bone Jt Surg - Ser A*. 2003;
- 247 33. Whitehouse SL, Bolland BJRF, Howell JR, Crawford RW, Timperley AJ. Mortality following hip
248 arthroplasty--inappropriate use of National Joint Registry (NJR) data. *J Arthroplasty*.
249 2014;29(9):1827–34.