

- ²⁴ Schuit AJ, Feskens EJM, Seidell JC. Lichamelijke activiteit in samenhang met sociaal-demografische determinanten en gezondheidskenmerken bij volwassen mannen en vrouwen in Amsterdam, Doetinchem en Maastricht. *Ned Tijdschr Geneesk* 1999;143:1559-64.
- ²⁵ National Institutes of Health. Clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults – the evidence report. Bethesda: NIH-NHLBI; 1998.
- ²⁶ Tuomilehto J, Lindstrom J, Eriksson JG, Valle TT, Hamalainen H, Ilanne-Parikka P, et al. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med* 2001;344:1343-50.

- ²⁷ Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE, Hamman RF, Lachin JM, Walker EA, et al. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *Diabetes Prevention Program Research Group. N Engl J Med* 2002;346:393-403.
- ²⁸ Deitel M, Shikora SA. The development of the surgical treatment of morbid obesity. *J Am Coll Nutr* 2002;21:365-71.
- ²⁹ Livingston EH. Obesity and its surgical management. *Am J Surg* 2002;184:103-13.

Aanvaard op 24 oktober 2002

Luxatie van totaleheupprothese; risicofactoren en behandeling

M. VAN DER GRINTEN EN J.A.N. VERHAAR

Jaarlijks worden in Nederland ruim 16.000 heupprothesen geplaatst. Naar schatting zullen 500 daarvan tenminste eenmaal luxeren (figuur 1). Voor de patiënten is dit een ingrijpende en vervelende gebeurtenis: zij verliezen het vertrouwen in het nieuwe kunstgewricht en de kwaliteit van leven gaat achteruit.

Een luxatie is zeker de eerste jaren de meest voorkomende complicatie van een totaleheupprothese. In latere jaren wordt de aseptische loslating de meest voorkomende complicatie. In de literatuur loopt het luxatiepercentage uiteen van 0,4 tot 8,7% bij patiënten die voor het eerst een totaleheupoperatie hebben ondergaan en van 5 tot 20% bij patiënten na een revisieoperatie.¹⁻⁷

Ongeveer de helft van de patiënten krijgt na behandeling geen nieuwe luxatie en de andere helft van de patiënten krijgt één of meer relaxaties, waarvoor uiteindelijk de meerderheid een tweede operatie ondergaat.⁸⁻¹⁰ Kan een duidelijke oorzaak voor de luxatie worden gevonden, dan kan een succespercentage (geen nieuwe luxatie) van 70-80% worden bereikt na operatie. Is de oorzaak minder duidelijk, dan vallen de resultaten tegen.¹¹⁻¹³ De oorzaken van luxaties kunnen worden onderverdeeld in patiëntgebonden factoren, operatietechniek en gebruikt implantaat.

RISICOFACTOREN VOOR HET ONTSTAAN VAN LUXATIE

Patiëntgebonden risicofactoren

Een aantal kenmerken van patiënten is gecorreleerd met een verhoogde kans op het ontstaan van een luxatie: vrouwelijk geslacht, hogere leeftijd (met name de daarbij optredende aandoeningen), overmatig alcoholgebruik en verschillende preoperatieve aandoeningen.

Erasmus Medisch Centrum, afd. Orthopedie, Postbus 2040, 3000 CA Rotterdam.

Mw.M.van der Grinten, assistent-geneeskundige; prof.dr.J.A.N.Verhaar, orthopedisch chirurg.

Correspondentieadres: mw.M.van der Grinten (vandergrinten@ortd.azr.nl).

SAMENVATTING

– Van de primaire totaleheupprothesen luxeert 0,4-8,7%. Na revisie luxeert 5-20%.

– Het risico van luxatie is groter bij een hogere leeftijd, vrouwelijk geslacht, comorbiditeit en overmatig alcoholgebruik.

– Voor de operatietechniek zijn de benadering van de heup en de ervaring van de chirurg van belang. De anterieure benadering geeft de minste luxaties, maar een nadeel van deze benadering is dat patiënten na de operatie vaker mank lopen.

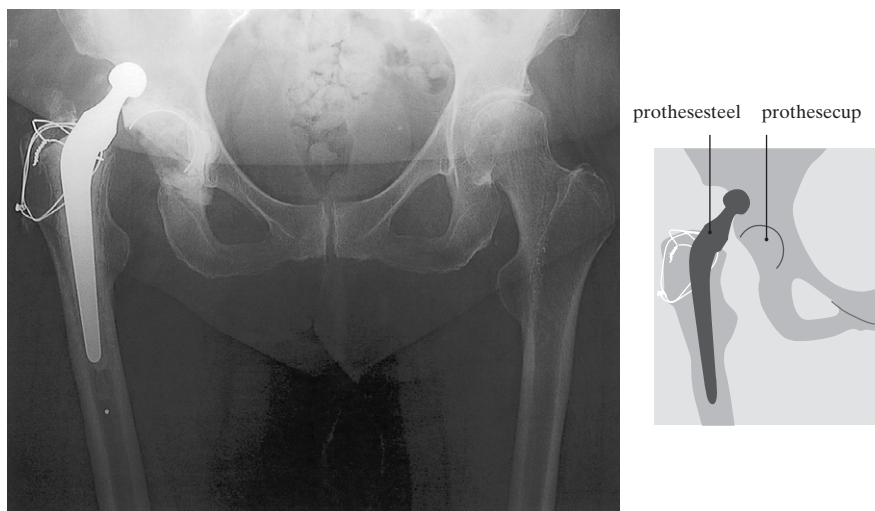
– Ook het gekozen implantaat beïnvloedt de luxatiekans. Naarmate de kop kleiner is, moet de hals smaller zijn. Verder moet het femur niet te dicht bij het bekken komen te staan. Eventueel kan men een cup gebruiken met aan de achterzijde een verhoogde rand.

– De behandeling van een eerste luxatie is doorgaans conservatief en bestaat uit het geven van leefregels. Een abductiebrace kan voorgeschreven worden indien verwacht wordt dat de patiënt zich niet aan de leefregels zal (kunnen) houden.

– Bij recidiverende luxaties is revisie van de prothese vaak de enige oplossing.

Luxaties komen bij vrouwen 2 tot 3 keer zo vaak voor als bij mannen.¹² Dit wordt echter niet in elk onderzoek bevestigd. Een van de oorzaken van deze hogere luxatiefrequentie is mogelijk de grotere natuurlijke beweeglijkheid van het heupgewricht die vrouwen vóór de operatie hebben.^{6 14 15}

De leeftijd van de patiënt speelt ook mee in het vóórkomen van luxaties: hoe ouder de patiënt, des te groter de kans op luxatie.¹² Dit kan veroorzaakt worden doordat op oudere leeftijd de spiermassa afneemt. Hierdoor vermindert de spanning op de heupprothese en is de natuurlijke bescherming van de heup tegen luxaties afgenomen. Ook hebben ouderen vaker evenwichtsstoornissen, waardoor zij vaker vallen; dit vergroot het risico op luxatie. Bovendien is er vaker neuromusculair disfunctioneren. Met name neuropathie geeft een verhoogd luxatierisico.^{16 17} Ook bij een (voorafgaand) cerebrovasculair accident (CVA) is het risico verhoogd. Verminderd cognitief functioneren gaat ook samen met meer luxaties. Het is voor patiënten die hieraan lijden



FIGUUR 1. Een geluxeerde totaleheupprothese rechts.

immers lastiger om zich aan de leefregels te houden die een prothese met zich meebrengt.

Van alcoholisme is aangetoond dat dit een verhoogd risico op luxatie geeft. Dit geldt ook voor overmatig alcoholgebruik in het verleden.^{14 18}

Van belang is eveneens welke diagnose er werd gesteld vóór de operatie. Patiënten met congenitale heupdysplasie hebben een hoger risico op luxatie dan patiënten met artrose. Ook patiënten die een totaleheupprothese krijgen wegens een fractuur hebben een verhoogd risico vergeleken met patiënten met artroseklachten als operatie-indicatie. Waarschijnlijk komt dit doordat patiënten met artrose een sterkere bewegingsbeperking hebben door kapsel fibrose. Bij patiënten met een fractuur is het heupgewricht nog soepel. Deze grotere beweeglijkheid vormt een risico op luxatie. Wanneer een patiënt voor de plaatsing van een totaleheupprothese andere operaties aan de heup heeft ondergaan, is het risico eveneens verhoogd.^{2 10 14 19 20}

De grootste risicofactoren voor luxatie zijn grote heupbeweeglijkheid, slecht opvolgen van instructies en verhoogde valneiging.

Operatietechniek

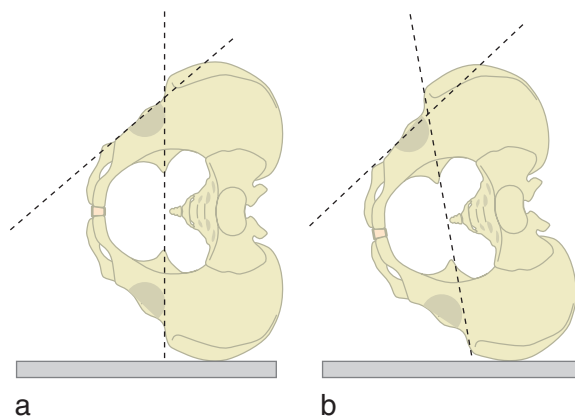
In de loop der jaren zijn verschillende technieken ontwikkeld om een totaleheupprothese te plaatsen. Welke techniek toegepast wordt, hangt af van de voorkeur van de operator en van de prothese die gebruikt wordt. Heupprothesen kunnen worden geplaatst via een benadering ventraal en dorsaal van het femur. Daarnaast is een osteotomie van de trochanter major mogelijk.

Posterieure benadering geeft de meeste luxaties.^{2 4 21} Dit komt doordat veelal een deel van het posterieure kapsel verwijderd wordt en postoperatief de functie van de exorotatoren vermindert. Het luxatierisico is lager indien het kapsel teruggehecht wordt en de rotatoren weer op hun oorspronkelijke plaats vastgezet worden.²² Een tweede probleem van deze benadering is dat het soms

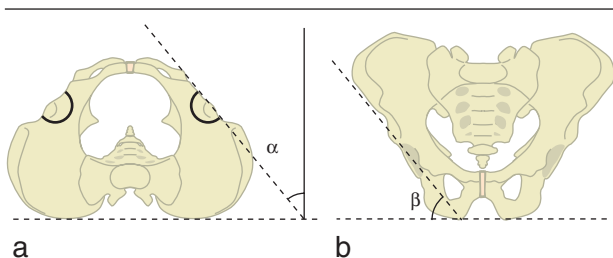
lastiger is om de cup optimaal te positioneren. Het plaatsen kan bemoeilijkt worden doordat de patiënt in zijligging op de operatietafel ligt. De positie (anteversie en abductie) van de cup wordt bepaald ten opzichte van de operatietafel. Indien het bekken van de patiënt niet geheel loodrecht op de tafel ligt, zal de positie van de cup anders zijn dan was gepland vóór de operatie (figuur 2).^{2 4 22-24}

De anterieure benadering geeft een goed zicht op het operatiegebied en weinig luxaties. Een nadeel van deze benadering is dat patiënten postoperatief vaker mank lopen (Trendelenburg-gang).^{2 4 15 25} Door zwakte van de M. gluteus medius zakt de bekkenhelft aan de andere zijde omlaag (zoals bij de positieve proef van Trendelenburg).

Behalve de chirurgische benadering is ook de positionering van de prothese van belang. Er is geen eenduidig antwoord op de vraag wat de beste positie is voor de cup. Anteversie van 5-25° zou veilig zijn (figuur 3a). Voor ab-



FIGUUR 2. Positie van een patiënt op de operatietafel, voor het inbrengen van een totaleheupprothese: (a) correcte positie; (b) naar voren gekanteld waardoor de cup in retroversie geplaatst zal worden.



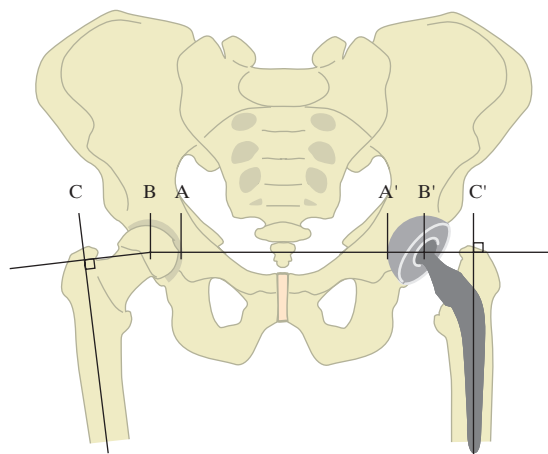
FIGUUR 3. Positie van de cup van een te plaatsen totaleheupprothese: (a) anteversie van 5-25° (hoek α bij een bekken in bovenaanzicht) en (b) abductie van 30-50° (hoek β bij een bekken in vooraanzicht).

ductie wordt 30-50° aangehouden (zie figuur 3b). Een prothese die geplaatst wordt binnen deze grenzen luxeert minder vaak.^{7 14 26-29}

Zoals vermeld, is de spanning op de weke delen rond de heupprothese belangrijk. Een been dat na de operatie veel korter geworden is, heeft dan ook een groter luxatierisico. Het is belangrijk om ervoor te zorgen dat het been minstens even lang is na de operatie; het is veiliger om het been iets langer te laten dan om het korter te maken.

Van belang is tevens de horizontale afstand tussen de lengteas van het femur en het centrum van rotatie van de kop van de prothese (figuur 4). Een afgenomen afstand houdt in dat het femur dichterbij het bekken is komen te staan. Dit geeft een verminderde wekedelenspanning en dus een verhoogd luxatierisico. Dit kan voorkomen worden door vóór de operatie de afstand te bepalen en deze tijdens de operatie zo goed mogelijk te benaderen.^{8 14}

Prothesen die geplaatst zijn door ervaren chirurgen luxeren minder vaak. Bij onervaren chirurgen kan het luxatierisico twee keer zo hoog zijn.³⁰⁻³²



FIGUUR 4. Horizontale afstanden in een bekken met een heupprothese: als na het inbrengen van de prothese de afstand A'-C' is verminderd, is er een verminderde wekedelenspanning en daardoor een verhoogd luxatierisico; A (A') geeft de mediale begrenzing van het acetabulum aan, B (B') het centrum van rotatie van de kop van het femur respectievelijk van de prothese en C (C') de lengteas van het femur.

Het gebruik van botcement heeft geen invloed op het luxeren van de prothese.

Prothesen

Vele soorten en maten prothesen zijn er in de loop van de jaren ontwikkeld. Een van de redenen om het ontwerp te veranderen was om het aantal luxaties terug te dringen. De eerste heupprothese, ontworpen door Sir John Charnley, heeft een relatief kleine kop (diameter: 22 mm). Theoretisch zouden er minder luxaties optreden als de prothese een grotere kop heeft. Dit blijkt echter niet volledig op te gaan. Belangrijker dan de grootte van de kop is de verhouding tussen de kop en de nek van de prothese. Naarmate de kop kleiner is, moet de hals smaller zijn. Indien dit niet het geval is, stoot de nek van de prothese eerder tegen de rand van de cup. Ook is de verhouding van belang tussen de kop van de prothese en de grootte van de cup.^{14 31-35}

Naast het ontwerp van de steel is ook dat van de cup in de loop van de jaren veranderd. Het merendeel van de prothesen luxeert naar dorsaal. Om dit te voorkomen zijn er cups ontwikkeld met een verhoogde rand aan de achterzijde van de cup. Hierdoor luxeert de heup minder makkelijk. Een nadeel van deze methode is dat naarmate deze rand groter is, de steel eerder tegen het acetabulum stoot (figuur 5). Het luxatierisico neemt weliswaar af, maar er is ook een afname van de bewegingsmogelijkheid van de heup.^{6 29 36}

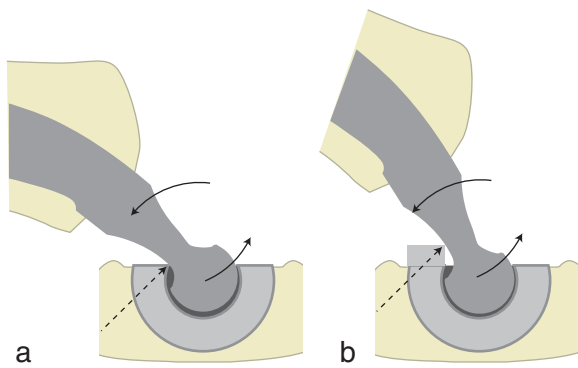
BEHANDELING BIJ HEUPLUXATIE

De symptomen van een geluxeerde heup hangen af van de richting van luxatie. Bij een achterste luxatie (meest vóórkomend) is het been verkort, geflecteerd en geëndoroteerd. Bij een voorste luxatie is er ook verkorting en houdt de patiënt het been in extensie en exorotatie. In beide gevallen zijn heupbewegingen zeer pijnlijk en nauwelijks mogelijk.

De behandeling van een geluxeerde prothese bestaat in eerste instantie uit een gesloten repositie onder röntgendoorlichting. Dit is in ongeveer 90% van de gevallen mogelijk. Vervolgens moet er geanalyseerd worden wat de oorzaak van de luxatie is. De meeste luxaties treden op in de eerste maanden na de operatie (vroege luxaties). De oorzaken van een luxatie verschillen tussen vroege en late luxaties. Vaak wordt na een eerste luxatie geprobeerd de patiënt conservatief te behandelen. Afhankelijk van de situatie heeft dit meer of minder kans van slagen.^{3 7 8 11 12 37}

Vroege luxaties. Als een patiënt met een vroege luxatie een verkeerde houding heeft aangenomen (te veel flexie, adductie, endorotatie), dan bestaat de behandeling uit (kortdurende) bedrust, uitleg en eventueel een brace die de patiënt dwingt het been in abductie te houden en overmatige flexie voorkomt. De brace wordt gedurende 3 maanden gedragen. Het aanmeten van de brace kan men laten afhangen van de verwachte medewerking (inzicht) van de patiënt. Luxeert een heup een tweede keer door een verkeerde houding, dan lijkt een brace onvermijdelijk.

Blijkt bij repositie onder doorlichting dat er onvol-



FIGUUR 5. Beweging van de steel van een prothese in een cup: wanneer de steel te ver wordt bewogen (a), stoot de steel van de prothese tegen de rand van de cup waardoor de prothese kan luxeren; luxatie gebeurt eerder bij een prothese waarvan de cup is voorzien van een verhoogde rand (b).

doende wekedelenspanning is en is conservatieve behandeling niet succesvol, dan kan operatief ingrijpen noodzakelijk zijn. Dit ingrijpen kan bestaan uit het naar distaal verplaatsen van de trochanter major, uit een reconstructie van de exorotatoren met bijvoorbeeld een donorachillespees of uit vervanging van één of meer componenten van de prothese. Is er een duidelijk verkeerde positie van één van de componenten, dan is een conservatieve behandeling vaak niet succesvol. Revisie van de prothese is dan de enige oplossing.

Late luxaties. Bij late luxaties ligt de oorzaak vaak in het loslaten van (één van) de componenten of in het uitslijten van de cup (figuur 6). Revisie van de prothese is

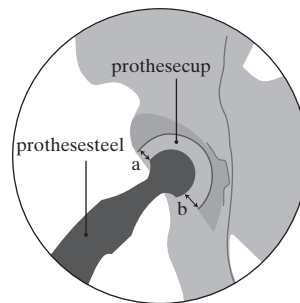
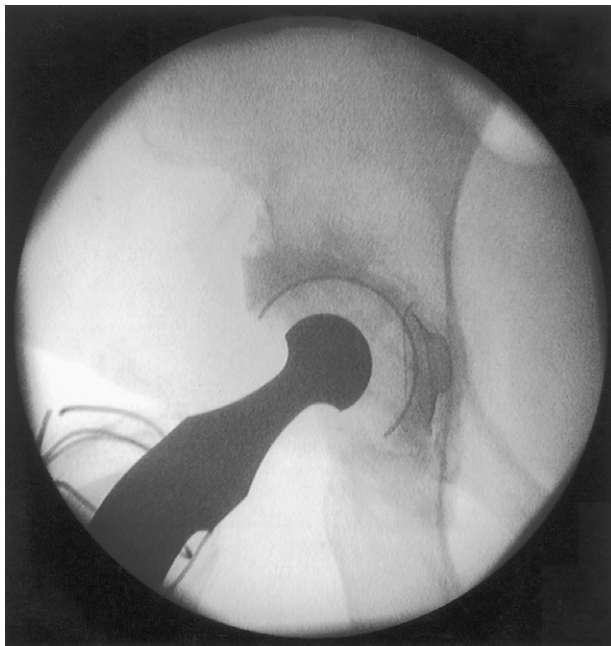
dan de beste remedie. Soms ontstaan late luxaties doordat de conditie van de spieren achteruit is gegaan (bijvoorbeeld na een CVA). Het aanmeten van een abductiebrace is dan mogelijk. Is dit niet succesvol, dan kan een cup geplaatst worden waarbij de kop van de prothese vastgeklemd wordt in de cup ('constrained cup'). De beweeglijkheid van de heup is hierbij normaal, maar de steel is minder makkelijk separeerbaar van de cup. Laat de algehele conditie van de patiënt geen nieuwe uitgebreide operatie toe, dan kan men overwegen de steel van de heupprothese te verwijderen zonder een nieuwe te plaatsen (Girdlestone-situatie).

Een andere oorzaak van late luxatie kan een toename van de bewegingsmogelijkheden van de heup zijn. In de loop van de jaren rekken het kapsel en de spieren rond de prothese op. Hierdoor neemt de beweeglijkheid van de heup toe en dus ook de kans op luxatie. Met name de toegenomen flexie is belangrijk.³⁸ De behandeling hiervan is conservatief (brace en leefregels).

TOT SLOT

Het luxeren van een totaleheupprothese is een groot probleem voor de patiënt en de chirurg. Vele oorzaken zijn gevonden en minstens evenveel behandelmogelijkheden zijn in de loop van de jaren ontwikkeld. Desondanks is er nog geen eenduidig behandelprotocol. Ook zijn de meningen verdeeld over wat de ideale operatieve benadering is en welke prothese het beste is.

Het is belangrijk om, voordat men de beslissing neemt om een patiënt te opereren, stil te staan bij de risico's die verbonden zijn aan deze operatie. Daarbij moet men rekening houden met het feit dat bepaalde patiënten een groter risico lopen op complicaties.



FIGUUR 6. Gereponeerde totaleheupprothese rechts bij dezelfde patiënt als in figuur 1. De luxatie was een gevolg van het uitslijten van de cup: de steel staat niet meer centraal in de cup (vergelijk afstand a met afstand b).

Belangenconflict: geen gemeld. Financiële ondersteuning: geen gemeld.

ABSTRACT

Dislocation of total hip prostheses; risk factors and treatment
– Primary hip prostheses dislocate in 0.4 to 8.7% of the cases. Revision hip prostheses dislocate in 5 to 20% of the cases.
– High age, female sex, co-morbidity and alcoholism increase the risk of dislocation.
– The surgical approach of the hip and the experience of the surgeon are important factors in the operation technique. The anterior approach causes the least dislocations, but a disadvantage of this approach is that patients are more likely to walk with a limp afterwards.
– The selected implant also influences the dislocation risk. The smaller the head, the narrower the neck must be. Furthermore, the femur must not come to be too close to the pelvis. If necessary, a cup can be used with a raised anterior edge.
– Treatment of a primary dislocation is usually conservative and is based on providing the patient with guidelines. An abduction brace can be prescribed if a patient is not able or willing to comply with these rules.
– If dislocation is a recurring problem, revision of the prosthesis is often the only solution.

LITERATUUR

- 1 Demos HA, Rorabeck CH, Bourne RB, MacDonald SJ, McCalden RW. Instability in primary total hip arthroplasty with the direct lateral approach. *Clin Orthop* 2001;(393):168-80.
- 2 Woo RY, Morrey BF. Dislocations after total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1982;64:1295-306.
- 3 Williams JF, Gottesman MJ, Mallory TH. Dislocation after total hip arthroplasty. Treatment with an above-knee hip spica cast. *Clin Orthop* 1982;(171):53-8.
- 4 Vicar AJ, Coleman CR. A comparison of the anterolateral, trans-trochanteric, and posterior surgical approaches in primary total hip arthroplasty. *Clin Orthop* 1984;(188):152-9.
- 5 Heithoff BE, Callaghan JJ, Goetz DD, Sullivan PM, Pedersen DR, Johnston RC. Dislocation after total hip arthroplasty: a single surgeon's experience. *Orthop Clin North Am* 2001;32:587-91, viii.
- 6 Etienne A, Cupic Z, Charnley J. Postoperative dislocation after Charnley low-friction arthroplasty. *Clin Orthop* 1978;(132):19-23.
- 7 Morrey BF. Instability after total hip arthroplasty. *Orthop Clin North Am* 1992;23:237-48.
- 8 Dorr LD, Wan Z. Causes of and treatment protocol for instability of total hip replacement. *Clin Orthop* 1998;(355):144-51.
- 9 Ali Khan MA, Brakenbury PH, Reynolds IS. Dislocation following total hip replacement. *J Bone Joint Surg Br* 1981;63:214-8.
- 10 Li E, Meding JB, Ritter MA, Keating EM, Faris PM. The natural history of a posteriorly dislocated total hip replacement. *J Arthroplasty* 1999;14:964-8.
- 11 Robbins GM, Masri BA, Garbuz DS, Greidanus N, Duncan CP. Treatment of hip instability. *Orthop Clin North Am* 2001;32:593-610, viii.
- 12 Morrey BF. Difficult complications after hip joint replacement. Dislocation. *Clin Orthop* 1997;(344):179-87.
- 13 Hedlundh U, Sanzen L, Fredin H. The prognosis and treatment of dislocated total hip arthroplasties with a 22 mm head. *J Bone Joint Surg Br* 1997;79:374-8.
- 14 Sanchez-Sotelo J, Berry DJ. Epidemiology of instability after total hip replacement. *Orthop Clin North Am* 2001;32:543-52, vii.
- 15 Turner RS. Postoperative total hip prosthetic femoral head dislocations. Incidence, etiologic factors, and management. *Clin Orthop* 1994;(301):196-204.
- 16 Clayton ML, Thirupathi RG. Dislocation following total hip arthroplasty. Management by special brace in selected patients. *Clin Orthop* 1983;(177):154-9.
- 17 Hedlundh U, Karlsson M, Ringsberg K, Besjakov J, Fredin H. Muscular and neurologic function in patients with recurrent dislocation after total hip arthroplasty: a matched controlled study of 65 patients using dual-energy X-ray absorptiometry and postural stability tests. *J Arthroplasty* 1999;14:319-25.
- 18 Hedlundh U, Fredin H. Patient characteristics in dislocations after primary total hip arthroplasty. 60 patients compared with a control group. *Acta Orthop Scand* 1995;66:225-8.
- 19 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 Register 1987-99. *J Bone Joint Surg Br* 2001;83:579-86.
- 20 Gregory RJ, Gibson MJ, Moran CG. Dislocation after primary arthroplasty for subcapital fracture of the hip. Wide range of movement is a risk factor. *J Bone Joint Surg Br* 1991;73:11-2.
- 21 Berry DJ. Unstable total hip arthroplasty: detailed overview. *Instr Course Lect* 2001;50:265-74.
- 22 Pellicci PM, Bostrom M, Poss R. Posterior approach to total hip replacement using enhanced posterior soft tissue repair. *Clin Orthop* 1998;(355):224-8.
- 23 Goldstein WM, Gleason TF, Kopplin M, Branson JJ. Prevalence of dislocation after total hip arthroplasty through a posterolateral approach with partial capsulotomy and capsulorrhaphy. *J Bone Joint Surg Am* 2001;83A Suppl 2(Pt 1):2-7.
- 24 White jr RE, Forness TJ, Allman JK, Junick DW. Effect of posterior capsular repair on early dislocation in primary total hip replacement. *Clin Orthop* 2001;(393):163-7.
- 25 Ritter MA, Harty LD, Keating ME, Faris PM, Meding JB. A clinical comparison of the anterolateral and posterolateral approaches to the hip. *Clin Orthop* 2001;(385):95-9.
- 26 Lewinnek GE, Lewis JL, Tarr R, Compere CL, Zimmerman JR. Dislocations after total hip-replacement arthroplasties. *J Bone Joint Surg Am* 1978;60:217-20.
- 27 Pierchon F, Pasquier G, Cotten A, Fontaine C, Clarisse J, Duquennoy A. Causes of dislocation of total hip arthroplasty. CT study of component alignment. *J Bone Joint Surg Br* 1994;76:45-8.
- 28 Mian SW, Truchly G, Pllum FA. Computed tomography measurement of acetabular cup anteversion and retroversion in total hip arthroplasty. *Clin Orthop* 1992;(276):206-9.
- 29 Barrack RL, Lavernia C, Ries M, Thornberry R, Tozakoglou E. Virtual reality computer animation of the effect of component position and design on stability after total hip arthroplasty. *Orthop Clin North Am* 2001;32:569-77, vii.
- 30 Hedlundh U, Ahnfelt L, Hybbinette CH, Weckstrom J, Fredin H. Surgical experience related to dislocations after total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br* 1996;78:206-9.
- 31 Fackler CD, Poss R. Dislocation in total hip arthroplasties. *Clin Orthop* 1980;(151):169-78.
- 32 Hedlundh U, Ahnfelt L, Hybbinette CH, Wallinder L, Weckstrom J, Fredin H. Dislocations and the femoral head size in primary total hip arthroplasty. *Clin Orthop* 1996;(333):226-33.
- 33 Bartz RL, Nobel PC, Kadakia NR, Tullos HS. The effect of femoral component head size on posterior dislocation of the artificial hip joint. *J Bone Joint Surg Am* 2000;82:1300-7.
- 34 Scifert CF, Brown TD, Pedersen DR, Callaghan JJ. A finite element analysis of factors influencing total hip dislocation. *Clin Orthop* 1998;(355):152-62.
- 35 Scifert CF, Noble PC, Brown TD, Bartz RL, Kadakia N, Sugano N, et al. Experimental and computational simulation of total hip arthroplasty dislocation. *Orthop Clin North Am* 2001;32:553-67, vii.
- 36 Olerud S, Karlstrom G. Recurrent dislocation after total hip replacement. Treatment by fixing an additional sector to the acetabular component. *J Bone Joint Surg Br* 1985;67:402-5.
- 37 Dorr LD, Wolf AW, Chandler R, Conaty JP. Classification and treatment of dislocations of total hip arthroplasty. *Clin Orthop* 1983;(173):151-8.
- 38 Coventry MB. Late dislocations in patients with Charnley total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1985;67:832-41.

Aanvaard op 16 september 2002