

PDF hosted at the Radboud Repository of the Radboud University Nijmegen

The following full text is a publisher's version.

For additional information about this publication click this link.

<http://hdl.handle.net/2066/175345>

Please be advised that this information was generated on 2017-12-05 and may be subject to change.



femurkop necrose
na mediale collumfracturen
met accent op de vroegdiagnostiek

A. H. M. van der Maas

**FEMURKOP-NECROSE NA MEDIALE COLLUMFRACTUREN
MET HET ACCENT OP DE VROEGDIAGNOSTIEK**

PROMOTOR:
PROF. DR. G. M. SAN GIORGI

FEMURKOP NECROSE NA MEDIALE COLLUMFRACTUREN MET HET ACCENT OP DE VROEGDIAGNOSTIEK

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DE GRAAD VAN
DOCTOR IN DE GENEESKUNDE.
AAN DE KATHOLIEKE UNIVERSITEIT TE NIJMEGEN OP
GEZAG VAN DE RECTOR MAGNIFICUS
DR. A. TH. L. M. MERTENS,
HOGLERAAR IN DE FACULTEIT DER GENEESKUNDE.
VOLGENS HET BESLUIT VAN DE SENAAAT IN HET
OPENBAAR TE VERDEDIGEN OP
DONDERDAG 27 JUNI 1968
DES NAMIDDAGS TE 2 UUR
DOOR

ANTONIUS HENRICUS MARIA VAN DER MAAS

GEBOREN TE HELLENDOORN

1968

DRUKKERIJ GEBR. JANSSEN N.V., NIJMEGEN

Aan de nagedachtenis van mijn moeder

Aan mijn vader

Aan mijn vrouw en kinderen

Dit proefschrift kwam tot stand, dankzij de steun van H. G. van Balen, orthopaedisch chirurg en dr. W. J. H. Schmidt, chirurg, thans hoogleraar aan de Katholieke Universiteit te Nijmegen en werd bewerkt onder leiding van prof. dr. G. M. San Giorgi.

De patiënten waren afkomstig uit de orthopaedische afdeling van het Sint Franciscus Gasthuis te Rotterdam, de traumatologische afdeling van de heelkundige kliniek van het Gemeente Ziekenhuis Dijkzigt te Rotterdam (hoofd dr. W. van der Slikke) en de chirurgische afdeling van de Katholieke Universiteit te Nijmegen.

De statistische bewerking van de resultaten geschiedde door het instituut voor Wiskundige Dienstverlening van de Katholieke Universiteit (hoofd drs. Ph. van Elteren). Mej. E. Arntz verrichtte het typewerk.

De reproducties van de foto's werden verzorgd door de afdeling Medische Fotografie van de Katholieke Universiteit (hoofd A. Th. A. J. Reynen).

INHOUD

Inleiding	
I De Inwendige structuur en vascularisatie van het caput femoris	10
II De kliniek van de femurkop-necrose na mediale collumfracturen	18
III De röntgenologie en histologie van de femurkop-necrose	32
IV De vroeg-diagnostiek van de femurkop-necrose	36
V De Coomassie blue clearance bepaling en de toegepaste behandeling van de patiënten van het na-onderzoek	52
VI Het onderzoek naar het verband tussen het type van de fractuurlijn, de dislocatie en het ontstaan van femurkop-necrose	61
VII De therapie van de femurkop-necrose na mediale collumfracturen	74
VIII Beschouwingen en conclusies	90
Samenvatting	95
Summary	98
Lijst van geraadpleegde literatuur	101

INLEIDING

De necrose van de femurkop na mediale collumfracturen is de belangrijkste oorzaak van de vele mislukkingen, bij de behandeling van deze fracturen. De diagnose necrose kan pas enige tijd na het ontstaan van een fractuur gesteld worden en veelal eerst als er een deformatie van het caput femoris is opgetreden.

Daar deze deformatie van het caput femoris vaak pas 1 tot 2 jaar na het ontstaan van de fractuur optreedt, kan de behandeling, gericht op de necrose een vertraging van 1 tot 2 jaar ondervinden. Het doel van dit onderzoek is, om bij een verse mediale collumfractuur een prognose over het al of niet necrotisch worden van het caput femoris, te kunnen stellen. Uitgaande van het verband tussen het bloedvoorzieningstekort en het necrotisch worden van het caput femoris, werden twee studies verricht om de bloedvoorziening te bepalen.

1. De vitale kleurstof Coomassie blue werd in de femurkop gespoten, waarna veneuze bloedmonsters werden afgenomen om de concentratie van het Coomassie blue te meten.
2. Eveneens werd een röntgenologische studie, gebaseerd op de kennis van de anatomie van de vaatvoorziening, verricht.

DE INWENDIGE STRUCTUUR EN VASCULARISATIE VAN HET CAPUT FEMORIS

De structuur van het collum femoris wordt beheerst door het 'calcar femorale'. Het is een dikke, vrijwel verticale botbalk, die begint in de femurschacht even onder de trochanter minor en op zijn breedst is ter hoogte van de trochanter minor.

In het collum femoris loopt het calcar femorale in de achterste cortex en loopt dan straalsgewijze uiteen in het caput femoris tot aan het kraakbeen. (Harty 1957).

De belangrijkste functie van het calcar femorale is het weerstand bieden aan het lichaamsgewicht.

Walkhoff (1904) toonde dit aan in een röntgenologische studie. Hij toonde aan dat de primaten en viervoeters dit calcar femorale misten en dat het zwak ontwikkeld was bij de 'Neander thaler' en 'Spy' mens. Ook een luiaard heeft geen calcar femorale.

Bij congenitale heupluxaties waarbij er geen duidelijk draagvlak is, is het calcar femorale systeem tot enkele lamellen beperkt, bij ankylosis waar het gewicht verdeeld is over het gehele caput, is het verspreid over het gehele caput femoris (Farkas 1948).

Bij een paralytische heup is eveneens het calcar femorale grotendeels verdwenen.

Het trabeculaire patroon van het collum femoris bestaat uit:

- I. COMPRESSIEGROEP: dit trabekel systeem begint in het mediale gedeelte van de femurschacht en straalt uit in het caput femoris, echter voornamelijk in het bovenste gedeelte. Het calcar femorale valt in dit systeem.
- II. TENSIE GROEP: dit trabekelsysteem begint in het laterale gedeelte van de femurschacht en eindigt in het onderste gedeelte van het caput femoris.
- III. VERBINDINGSGROEP: dit trabekelsysteem vormt de verbinding tussen de beide trochanteren.

De driehoek van Ward is de structuurarme driehoek, gelegen tussen de genoemde trabekelsystemen.

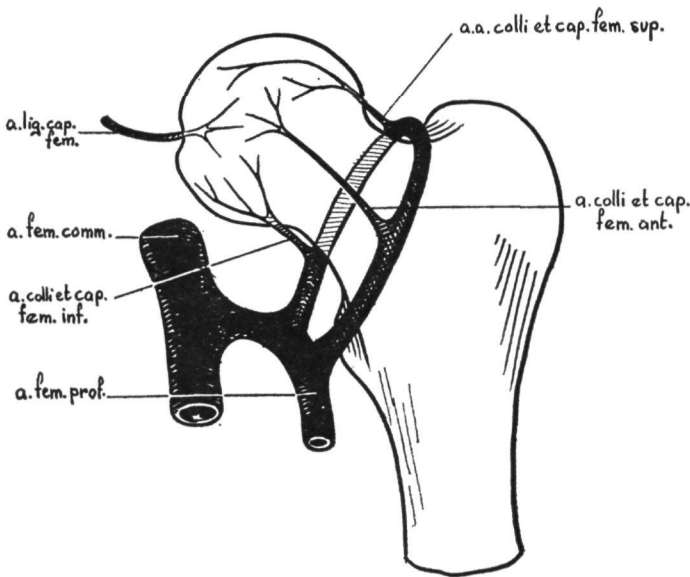
Door middel van stereografisch onderzoek toonde Garden (1961) aan dat

de compressiegroep van trabekels gezien moet worden als de spiraalvormige voortzetting van de postero-mediale cortex van de femurschacht, de tensiegroep van trabekels als de voortzetting van het antero-laterale cortex-gedeelte van de femurschacht.

Het collum femoris is dus een gewone voortzetting van het femorale buis systeem, naar mediaal en naar voren gedraaid.

Het buissysteem van het collum femoris wordt echter gemaskeerd door de beide trochanteren.

De epiphysair zone van het collum femoris bleek bij microscopisch onderzoek de snijpunten te vormen van het mediale en laterale botlamellensysteem (Garden 1961).



Schematische voorstelling van de bloedvoorziening van het caput femoris

De vaatvoorziening van het collum en caput femoris bij volwassenen wordt verzorgd vanuit een arteriële ring die gelegen is aan de basis van het collum femoris en vanuit het ligamentum teres. Deze arteriële ring wordt gevormd door:

1. *de arteria circumflexa femoris medialis*, die vanuit de arteria femoralis profunda (soms arteria femoralis communis of superficialis) tussen de M. ileopsoas en M. pectineus door naar dorsaal loopt naar de fossa

intertrochanterica en bij het trochanter maior in contact komt met
2. *de arteria circumflexa femoris lateralis*, die vanuit de arteria femoralis profunda (soms arteria femoralis communis of superficialis) onder de M. rectus femoris door van laterale zijde de trochanter maior bereikt.

Deze ARTERIËLE RING geeft drie groepen takjes af:

1. *de rami colli et capitis femoris superiores*, die aan de achter bovenzijde van het collum femoris verlopen en ter plaatse van de overgang van benign naar kraakbenig gedeelte van het caput femoris in verschillende foramina het caput femoris binnendringen en daar epiphysaire en metaphysaire takken afgeven.
2. *De rami colli et capitis femoris inferiores*, die aan de achter- onderzijde van het collum femoris verlopen en eveneens aan de rand van het gewrichts kraakbeen in verschillende foramina het caput femoris binnendringen en daar enkele epiphysaire maar voornamelijk metaphysaire takken afgeven.
3. Een derde functioneel onbelangrijk takje wordt aan de voorzijde afgegeven de arteria colli et capitis femoris anterior (Howe 1950).
4. De vierde groep van arterietakjes komt via het ligamentum teres het caput femoris binnen.

De rami colli et capitis femoris superiores et inferiores

Over de nomenclatuur bestaat in de literatuur verschil van mening. De rami colli et capitis femoris superiores et inferiores hebben de volgende synoniemen.

- a. de bovenste en onderste synovia vaten (Müssbichler 1956).
- b. de rami nutritii colli et capitis femoris superiores et inferiores (Nussbaum 1924).
- c. de arteriae retinaculi superiores et inferiores (Tucker 1949).
- d. de rami colli et capitis femoris superiores et inferiores (Howe en Schwartz 1950).
- e. de rami cervicales ascendentes proximales et distales (Crock 1965).
- f. Trueta en Harrison (1953) hebben een geheel nieuwe nomenclatuur ingevoerd, die de arteriën benoemt naar het gedeelte van het caput femoris, epiphysair of metaphysair, dat door de respectievelijke arterie wordt verzorgd.

De rami colli et capitis femoris superiores geven epiphysaire takjes af, die de *laterale epiphysaire vaten* genoemd worden, en metaphysaire takjes af, die de *bovenste metaphysaire vaten* genoemd worden. De rami colli et capitis femoris inferiores, worden de *onderste metaphysaire vaten* genoemd.

Howe en Schwartz (1950) hebben er op gewezen, dat de bovengenoemde arteriën veelal niet in het kapsel verlopen en daarom het begrip kapsel-arterie onjuist is. Vanuit de nomenclatuur van Howe en Schwartz is ook de andere nomenclatuur eenvoudig te begrijpen, weshalve hierna de nomenclatuur van Howe en Schwartz gebruikt wordt.

Cooper herkende in 1822 al het belang van deze arteriën. Nussbaum (1924) vond de rami colli et capitis superiores de belangrijkste. Tucker (1949) toonde door middel van diameter metingen aan, dat deze rami superiores het grootste caliber hadden nl. gemiddeld 0,83 mm vergeleken met 0,41 mm. diameter van de rami colli et capitis inferiores. Tucker vond meestal 3 bovenste en 2 onderste arteriën. Trueta en Harrison (1953) konden deze laatste waarneming bevestigen.

Door middel van micro-angiografisch onderzoek toonden Trueta en Harrison aan, dat $\frac{2}{3}$ tot $\frac{4}{5}$ van het epiphysaire gedeelte van het caput femoris door de epiphysaire takken van de rami colli et capitis superiores wordt verzorgd. De rest wordt door de ligamentum teres vaten voorzien. Het metaphysaire gedeelte van het caput femoris wordt voor $\frac{2}{3}$ door de rami colli et capitis inferiores en voor $\frac{1}{3}$ door de rami colli et capitis superiores verzorgd. Sevitt (1965) kon deze waarneming bevestigen.

De vaten van het ligamentum teres

Synoniemen zijn de arteria foveolaris, arteria ligamenti capitis femoris en de mediale epiphysaire vaten (Trueta 1953). Deze vaten ontspringen uit de arteria acetabularis, die een tak is van de arteria obturatoria. De arteria obturatoria ontspringt uit de arteria iliaca inferior en loopt door het foramen obturatorium en geeft in de incisura acetabuli de arteria acetabularis af. Soms ontspringt de arteria obturatoria uit de arteria epigastrica, arteria iliaca externa., arteria femoralis communis of arteria circumflexa medialis. Tussen de arteria obturatoria en de arteria circumflexa femoris medialis bestaan vaak uitgebreide anastomosen. De vaten van het ligamentum teres zijn door vele auteurs beschreven (Nussbaum 1924, Wolcott 1943, Trueta 1949, Chandler en Kreuzer 1932, Kolodny 1925, Trueta 1949, Walmsley 1943, Trueta 1956, Sevitt 1965). Over de betekenis van de bloedvoorziening door deze vaten voor het caput femoris bestaat in de laatste jaren bij verschillende auteurs een uniforme mening.

Aanvankelijk werden in het ligamentum teres géén vaten gezien (Hyrtle 1846, Langer 1867). Vervolgens werden wel vaten gezien maar er

werd géén betekenis aan gehecht voor de vascularisatie (Cooper 1822, Luschka 1865, Lexer 1904, Nussbaum 1924).

Tenslotte vonden Chandler en Kreuscher (1932) bij 114 preparaten in 75% van de gevallen wel vaten met een diameter van 0,2 tot 1,5 mm. De overige ligamenten toonden kleine en ten dele gescleroseerde arteriën. Nordensen (1938) Wolcott (1943) en Tucker (1949) konden deze waarneming bevestigen.

Door middel van micro-angiografisch onderzoek konden Trueta (1953) en Sevitt (1965) aantonen, dat bij volwassenen $\frac{1}{3}$ tot $\frac{1}{3}$ gedeelte van het caput femoris door vaten van het ligamentum teres voorzien wordt. Over het belang van de bloedvoorziening door deze rami colli et capitis femoris superiores et inferiores bestaat in de literatuur geen meningsverschil meer. De belangrijkste vaatvoorziening krijgt het caput femoris van de rami colli et capitis femoris superiores.

De vaten van het ligamentum teres vormen een collaterale circulatie voor het caput femoris. Deze collaterale circulatie kan in bepaalde gevallen juist nog nodig zijn ter preventie van een kopnecrose.

Deze vaten van het ligamentum teres bij zuigelingen en kinderen worden later in dit hoofdstuk besproken.

Arteriae nutritiae

Bij volwassenen vonden Kolodny (1925) en Tucker (1949) arteriae nutritiae, die door de femurhals in de kop komen. Anastomosen met de bovengenoemde vaatsystemen werden gezien. Deze vaten hebben echter voor de voeding geen wezenlijke betekenis.

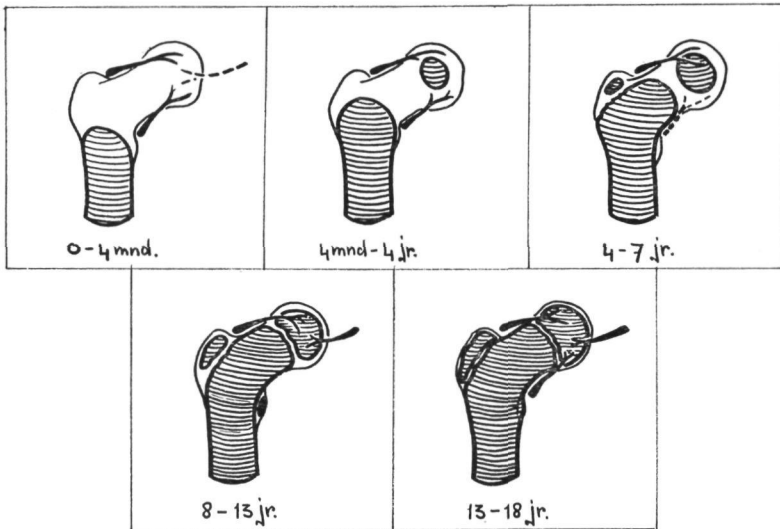
Micro-angiografische onderzoeken konden takken van de arteriae nutritiae in de femur kop niet aantonen. (Trueta 1953).

De waarde van de drie vaatsystemen werden in 1965 door Sevitt nog eens bestudeerd met behulp van injectie techniek.

Zijn conclusies zijn als volgt:

1. De rami colli et capitis femoris superiores vormen de belangrijkste arteriele vaatvoorziening van het caput femoris. Door middel van collaterale circulatie konden deze arteriën in de meeste gevallen ook het gebied van de arteria foveolaris en rami colli et capitis femoris inferiores voorzien.
2. De arteriën in het ligamentum teres waren in de meeste gevallen afwezig of onbelangrijk. Slechts in één van de zestien gevallen werd vulling van de hele kop gezien, na contrastinjectie met barium sulfaat suspensie.

3. De rami colli et capitis inferiores waren van ondergeschikt belang. Deze vaten verzorgen voornamelijk het infero-laterale en posterieure gedeelte van het caput femoris. Slechts in twee van de zestien gevallen werd een volledige vulling in de kop gezien na injectie met een suspensie van bariumsulfaat.



Schematische voorstelling van de vascularisatie gedurende de groeiperiode

Aan de hand van 46 preparaten werd door Trueta (1957) de vascularisatie van het caput femoris bij zuigelingen en kinderen op uitstekende wijze beschreven. Trueta gaf de volgende indeling:

1. *Het vaatpatroon bij de geboorte*

Het proces van ossificatie van de femurschacht heeft het collum femoris en trochanter maior gebied bereikt. Loodrecht van de rand van deze verbeningskern komen 10-15 vaatjes het kraakbenig caput femoris binnen. Deze vaatjes komen van de mediale zijde van de metaphysis en lopen tot een bepaalde afstand van de rand van het kraakbenig caput femoris. Een andere grote groep vaatjes komt van lateraal vanaf de trochanter maior incisuur het caput femoris binnen en verloopt horizontaal naar het

centrum van het caput femoris. Deze 2 systemen kruisen elkaar dus praktisch loodrecht.

Deze twee systemen gaan nu later de rami colli et capitis inferiores et superiores vormen. Het opvallende van alle arterie takjes is hun opsplitsing in capillairen als een fonteyntje onder het kraakbeen oppervlak, waarna de capillairen zich weer verzamelen in een vene, die de arterie weer begeleidt.

Trueta suggereert dat deze eindsplitsinkjes te maken hebben met de enchondrale verbening, daar het kraakbeen rondom dit capillair bed een granulaïr aspect heeft.

Het aanwezig zijn van vaatjes in het ligamentum teres is zeer variabel. Wanneer een arterie aanwezig is, dan blijkt die een gebied te voorzien relatief zo groot als bij een volwassene, maar er is geen verbinding met de overige vaatsystemen.

2. Vaatpatroon van 4 maanden tot 4 jaar

De vaatvoorziening via het ligamentum teres gaat nu definitief verdwijnen. Wel worden nog af en toe vaatjes in het ligamentum teres zelf gezien, maar deze komen niet verder dan tot de rand van het kraakbeen. Dit valt samen met het ontstaan van de verbeningskern van het caput femoris. De verbeningskern is rijk gevasculariseerd en breidt zich snel uit, zodat met ± 18 maanden de epiphysair-schijf is gevormd. De verbeningskern wordt alléén gevasculariseerd door de vaten, die later de rami colli et capitis femoris (laterale epiphysaire vaten) genoemd worden. De bloedvaatjes, die langs de buitenrand aan de groeischijf het caput femoris binnendringen perforeren niet langer meer de groeischijf op andere plaatsen.

3. Periode van 4-7 jaren

In deze intermediaire periode treft men vele variaties. Op de voorgrond staat een regressie van de rami inferiores (onderste metaphysaire takjes). De benige epiphyse wordt nu nog slechts verzorgd door de rami colli et capitis femoris superiores (bovenste metaphysaire takjes). Langrange en Dunoyer (1962) en Wolcott (1943) zijn het met deze mening niet eens; zij vonden de rami inferiores wel aanwezig.

De ligamentum teres vaten doen nog niet mee aan de vascularisatie van het caput femoris, hoewel een individuele variatie mogelijk is.

4. *Prae-adolescentie periode:* van 7-13 jaren.

De arterie van het ligamentum teres begint zich te ontwikkelen. De rami superiores blijven nog de belangrijkste voedende arteriën van het caput femoris.

5. *Adolescentie periode*

De groeischijf gaat verdwijnen.

Er treedt een hernieuwde activiteit op van de rami inferiores (onderste metaphysaire vaten).

Anastomosering tussen de 3 vaatsystemen gaat optreden, zoals die bij de volwassenen bestaat.

HOOFDSTUK II

DE KLINIEK VAN DE FEMURKOP-NECROSE NA MEDIALE COLLUMFRACTUREN

HET BEGRIP KOPNECROSE

Onder necrose van het caput femoris wordt verstaan het afsterven van het botweefsel, dat daardoor niet meer aan zijn normale functies kan voldoen of het karakter krijgt van een sequester. *Necrotisch bot* wordt niet meer vervangen zoals vitaal bot, waardoor de veerkracht verloren gaat en het niet meer bestand is tegen belast worden.

Deze necrose van het caput femoris geeft klinisch, radiologisch en histologisch karakteristieke beelden, die in hoofdstuk II en III besproken worden.

AETIOLOGIE

a. *Verband met stoornis in de bloedvoorziening*

De kopnecrose na mediale collumfracturen werd meer dan 100 jaar geleden reeds beschreven door Sir Astley Cooper. De relatie van de kopnecrose met een stoornis in de bloedvoorziening evenals de microscopische bevindingen werden door Axhausen in 1922 gepubliceerd. Schmorl in 1924 en Hesse in 1925 bevestigden zijn bevindingen. Bonn (1925) beschreef hoe hij experimenteel totale necrose van de femurkop na een fractuur verkreeg door een totale verscheuring van het kapsel en het ligamentum teres te bewerkstelligen. Op het belang van de kapsellaesie werd nog gewezen door Felsenreich (1938-1940), Phemister (1930-1939), Nyström (1938), Bornebusch (1940), Badgley (1948) en Schoch (1958).

Tenslotte toonde Sevitt in 1964 d.m.v. arteriografisch onderzoek bij cadavers aan, dat bij kopnecrose de rami colli et capitis superiores et inferiores gelaedeerd zijn en in 1965 toonde hij eveneens door een arteriografisch onderzoek zeer duidelijk aan, dat de rami colli et capitis superiores verreweg de belangrijkste voedende arteriën van de femurkop vormen.

Hij toonde aan, dat de rami colli et capitis superiores in staat waren via een collaterale circulatie de overige voedende arteriën nl. de rami colli et capitis

inferiores en de vaten van het ligamentum teres te vullen. De rami colli et capitis inferiores waren slechts in 2 op de 16 gevallen in staat de overige voedende arteriën te vullen via een collaterale circulatie.

De arteriën van het ligamentum teres konden slechts in 1 op 16 gevallen de overige voedende arteriën vullen.

b. Verband met het tijdstip van belasten van de fractuur

Een onderzoek over de relatie tussen tijdstip van belasten en optreden van kopnecrose is in de literatuur niet te vinden. Wat verschillende auteurs onder mobiliseren en belasten verstaan, wordt meestal niet gedefinieerd.

Onder volledig belasten wordt meestal verstaan, patiënt laten lopen zonder stok.

Onder *mobiliseren* verstaan sommige auteurs, dat patiënt uit bed gezet wordt en in rolstoel vervoerd wordt, anderen verstaan hieronder lopen in de loopfiets, met krukken of met stok.

Sörle (1954) meent zijn lage percentage kopnecroses van 9,8% toe te kunnen schrijven aan de late volledige belasting na 6 maanden. Zijn patiënten worden wel veel eerder gemobiliseerd, waarbij ze dan met krukken lopen. Dit tijdstip van mobilisatie varieert van enige dagen tot enige weken en is gemiddeld 29 dagen na operatie. Dit is een opvatting, die gedeeld wordt door de meeste auteurs die pleiten voor een late belasting. Door een necrotisch caput femoris te belasten kan dit in elkaar zakken en is een herstel door revascularisatie niet meer te verwachten. Ook kan een juist nog voldoende bloedvoorziening in rust, bij belasten onvoldoende worden. Oosterhuis (1952) belast eveneens pas na 6 maanden en heeft een necrose percentage van 37%. Jensenius (1956), Rydell (1964) en Spotoft (1949) belasten na 3 maanden en hebben een necrose percentage van respectievelijk 27%, 5% en 47%. Oden (1947) en Böhler (1954) belasten na 6 weken en hebben een necrose percentage van 45% en 33,8%.

Axhausen (1922) belast *direct* en heeft een necrose percentage van 23,8%. Genoemde auteurs hebben een follow-up van langer dan 2 jaar. Het is duidelijk, dat uit bovenstaande gegevens géén conclusies zijn te trekken.

c. Verband met fractuurtype

Vele auteurs vinden bij *subcapitale* collumfracturen meer kopnecrose dan bij transcervicale collumfracturen (Böhler en Ender 1953, Claffey 1960, Ingram 1953, Merle d'Aubigné 1953, Ratliff 1961). Jensenius (1956) vond echter

géén correlatie. Daar de arteriën het kwetsbaarste zijn bij de intredeplaats in het collum femoris t.p.v. de kapselaanhechting zal een fractuur, die zich juist distaal van de kraakbeengrens bevindt, in de meeste gevallen kopnecrose geven. Claffey kon bij 178 gevallen, retrospectief, 24 maal aantonen, dat de fractuurlijn transforaminaal liep; alle 24 patiënten hebben een kopnecrose ontwikkeld.

Piggot (1965) stelde bij 57 subcapitale fracturen 17 maal de diagnose transforaminale fractuur. Negen patiënten kon hij vervolgen en 8 hiervan ontwikkelden een avasculaire necrose.

Om een transforaminale fractuur te diagnostiseren moet een röntgenopname gemaakt worden met 10°-20° endorotatie. De verbindingslijn kop-hals wordt dan het beste röntgenologisch zichtbaar. Op de gewone A-P opname is die lijn niet duidelijk.

d. Verband met de mate van de primaire dislocatie van de fractuur

Vele auteurs vonden een directe relatie tussen de ernst van de dislocatie en het percentage kopnecrose.

auteurs	aantal fracturen met weinig disloc.	percentage necrose	aantal fracturen met veel disloc.	percentage necrose
Banks 1962	43	10 %	75	33 %
Brütsch 1946	41	19,5 %	7	100 %
Fielding 1962	40 2	12 %	112	24,3 %
Frangakis 1966	11	13,3 %	8	32,1 %
Garden 1961	20 I II	0 %	60 type III IV	16 %
Gallager 1948	22	4 %	52	28 %
Oosterhuis 1952	33	0 %	37	81 %
Spotoft 1949	100	33 %	78	66,7 %
Sörle 1954	58	1 %	9	66 %
Jensenius 1956	44	36 %	18	22 %

Een ernstige dislocatie geeft een uitgebreidere kapselverscheuring en vaatlaesie, waardoor dus het groter percentage kopnecrose te verklaren is.

Jensenius (1956) en Van Zanten (1967) vonden geen verband tussen de mate van dislocatie en het slechter worden van de resultaten. Getallen wat betreft de relatie met kopnecrose werden door Van Zanten niet gegeven.

e. *Verband met valgus en varus fracturen en de fractuurhoek van Pauwels*

Vele auteurs vonden bij valgusfracturen meer kopnecrose dan bij varusfracturen. Jensenius kon deze waarneming niet bevestigen (zie tabel).

auteurs	valgus fractuur	necrose %	varus fractuur	necrose %
Böhler 1953	40	12,5 %	127	33,8 %
Nyström 1954	8	0 %	112	26 %
Linton 1944	43	7 %	178	29 %
Jensenius 1956	5	40 %	92	7 %
Hulth 1956	12	8 %	33	27 %
Sörle 1954	22	5 %	6	11,5 %

Een varusstand geeft meer kans op beschadiging van de rami colli et capitis superiores dan een valgusstand.

Een valgusstand geeft eerder beschadiging van de minder belangrijke rami colli et capitis inferiores.

Een extreme valgusstand geeft echter vaak een onderbreking van de bloedvoorziening evenals *rotatie*. Bij heupoperaties beoordeelde Smith de bloeding van het proximale fractuurfragment bij verschillende posities, bij 8 femurkoppen die goed bloedden. Nu bleek, dat bij extreme valgusstand en bij rotatie de bloeding tot staan gebracht kon worden.

Een *retropositie* van de femurkop kan de rami colli et capitis anteriores beschadigen, maar laat over het algemeen de rami colli et capitis superiores intact. Er blijft dus in het algemeen een voldoende circulatie over. Er bestaat echter een grotere kans op pseudarthrose, omdat deze retroversie-stand meestal op een communitieve fractuur van het calcar femorale wijst, waardoor er dus een instabiele fractuur ontstaat (Verbeek 1956, Urist 1961, Schenck 1959).

Garden (1961) heeft voor het eerst in exacte maten vastgelegd welke repositie wel en welke niet geaccepteerd kan worden, in verband met het later ontstaan van kopnecrose.

Op de A-P röntgenopname vormen de mediale trabeculae van de femurkop normaal een hoek van 160° met de mediale cortex van de femur-schacht.

Op de laterale opname vormen de trabeculae een as evenwijdig met de beide cortices dus een hoek van 180°.

Garden meent, dat op de A-P röntgenopname een hoek buiten 155° en 180° niet geaccepteerd mag worden, anders treedt avasculaire necrose op. Op de

zijdelingse foto mag de hoek niet buiten de 180° en 155° zijn, anders treedt eveneens avasculaire necrose op.

Garden mat deze hoek bij 80 patiënten, die een mediale collumfractuur hadden. Er was een follow-up van 1 tot 3 jaar. Hij vond 10 maal een hoek die niet aan deze criteria voldeed.

Bij alle 10 patiënten trad een kopnecrose op. Garden vond in totaal 11 kopnecroses. Van Zanten (1967) kon deze waarneming bevestigen. Van de 50 patiënten waren er 7 die niet aan de criteria van Garden voldeden. 6 van deze patiënten hadden een slecht resultaat. Maar een specificatie in de zin van kopnecrose of pseudarthrose werd niet gegeven.

Verband met de hoek van Pauwels

Om een prognose te stellen over de fractuurgenezing gebruikte Pauwels (1935) een indeling in fractuurtypen, die gebaseerd is op de mechanische verhoudingen in het fractuurvlak. Volgens Brütsch (1946), Durbin (1952), Russe (1952), Salem (1951) en Weis (1955) bestaat er een relatie tussen het kopnecrose percentage en de hoek van Pauwels. Fractuurtype Pauwels III zou meer kopnecrose geven dan fractuurtype Pauwels I.

Böhler (1953), Jensenius (1956) en Spotoft (1949) vonden daarentegen geen enkele relatie.

Van Zanten (1967) vond géén relatie tussen de hoek van Pauwels en de slechte resultaten, waarbij niet het aantal kopnecrosen apart vermeld werd.

f. Verband met ligging van de pen

Kopnecrose bij steile ligging van de pen

Hieronder zijn enkele auteurs vermeld, die alleen een steil gelegen pen inbrachten.

Het percentage kopnecrose bij Garden en Küntscher is laag, de 'follow-up' van 1 jaar is echter onvoldoende.

auteurs	aantal fracturen	percentage necrose	follow-up
Garden 1961	80	13,8 %	1 jr.
Graf 1959	103	22 %	2 jr.
Jensenius 1956	99	37,3 %	5 jr.
Küntscher 1953	100	3 %	1 jr.

Kopnecrose bij subchondrale ligging van de pen

Spotoft (1949) en Brüttsch (1946) vonden meer kopnecrose bij subchondrale ligging van de pen. Jensenius (1956) vond echter geen relatie.

Brodetti (1960) en Claffey (1966) verrichtten een onderzoek naar de vaatbeschadiging door de pen aan de hand van obductiemateriaal, waarbij micro-radiogrammen gemaakt werden.

Zij konden nagenoeg géén vaatbeschadiging aantonen. Sommige kleine takjes werden beschadigd, maar dit werd rijkelijk gecompenseerd door collateralen. Elke pen geeft een zekere mate van vaatbeschadiging. De kans op de minste vaatbeschadiging, zou de centrale ligging van de pen geven, kans op de meeste vaatbeschadiging, de postero-superieure ligging van de pen.

g. Verband met pseudarthrose

Brindley (1963) en Judet (1966) vonden experimenteel, dat kopnecrose de belangrijkste oorzaak is van pseudarthrose. Hesse wees in 1925 al op het aandeel van de kopnecrose bij pseudarthrose van collumfracturen.

Bonfiglio vond bij 75% van al zijn pseudarthroses een avasculaire necrose. Hargardon zelfs bij 100%.

Ook op theoretische gronden is deze relatie gemakkelijk te verklaren. Gesteld kan worden, dat de pseudarthrose in de eerste plaats een mechanisch probleem is en het gevolg is van een onvoldoende of slechte fixatie. De kopnecrose is daarentegen op de eerste plaats een gevolg van onvoldoende of afwezige bloedvoorziening. Hebben de fractuurfragmenten een slechte bloedvoorziening, dan lijkt het zeer aannemelijk, dat ook de fracturgenezing vertraagd wordt en de kans op pseudarthrose toeneemt. Spotoft (1957) vond 30% pseudarthrose bij necrose.

Omgekeerd maakt een pseudarthrose de revascularisatie vanuit het distale fractuurfragment onmogelijk. Linton (1944) kón geen verband aantonen tussen pseudarthrose en necrose.

h. Verband met methode van fixatie

i. De conservatieve behandeling

De conservatieve behandeling bij collumfracturen met dislocatie gaf volgens Cleveland en Fielding veel meer kopnecroses dan de operatieve behandeling. Hun reeks is echter zeer klein. Carlquist, Lindquist en Maatz vonden echter percentages, die volkomen vergelijkbaar zijn met de operatieve behandeling met Smith-Petersen pen, zoals uit onderstaande cijfers blijkt.

auteur	aantal fracturen	percentage necrose	follow-up
Carlquist 1947	53	24,6 %	2 jr
Cleveland 1950	9	77,7 %	2 jr.
Fielding 1962	9	77,7 %	4 jr.
Lindquist 1951	88	27,2 %	2 jr.
Maatz 1952	170	5,9 %	3-20 jr.

2. De operatieve behandeling met de pen van Smith-Petersen

auteur	aantal fracturen	percentage necrose	follow-up
Axhausen 1950	63	23,8 %	2 jr.
Bado 1948	25	28 %	2 jr.
Banks 1962	75	33 %	2 jr.
Boyd 1947	84	33,3 %	1 jr.
Böhler 1953	127	33,8 %	3 jr.
Boyd-Salvatore 1964	160	33 %	1 jr.
Cauchoix 1963	203	37,9 %	2 jr.
Flatmark 1962	47	23 %	1-10 jr. alleen valgusfract.
Gerber 1953	37	24 %	1 jr.
Garden 1961	80	12,5 %	1 jr.
Hage 1953	100	20 %	1 jr.
Hulth 1959	43 allen fract. met disloc.	51 %	1 jr.
Ibson 1951	99	25 %	4 jr.
Jensenius 1956	99	27 %	5 jr.
Johansson 1964	73	39 %	1 jr.
Küntschler 1953	100	3 %	1 jr.
Lewis 1950	106	2 %	1 jr.
Linton 1944	113	39 %	2 jr. alleen fract. met dislocatie
Maatz 1952	142	31 %	3 jr.
Merle d'Aubigné 1956	78	20 %	2 jr.
Oden 1947	146	45 %	3 jr.
Oosterhuis 1952	95	37 %	2 jr.
Russe 1952	186	35 %	2 jr.
Schöneich 1949	48	37,4 %	2 jr.
Sörle 1954	83	9,6 %	3 jr.
Weis 1955	134	14,9 %	1 jr.
Van Zanten 1967	76	28 %	2-8 jr.

3. Andere operatieve fixatiemethoden en kopnecroses

Enkele auteurs hebben een vergelijkend onderzoek verricht tussen de Smith-Petersen penfixatie en de telescopische pen/plaatfixatie.

Massie 1964	Smith-Petersen pen fixatie	aantal fract.:	28	necrose %	27 %
	telescopische pen/plaat	aantal fract.:	43	necrose %	7,8 %
Frangakis 1966	Smith-Petersen pen	aantal fract.:	28	necrose %	67,8 %
	telescopische pen/plaat	aantal fract.:	41	necrose %	36,5 %
		betroft fract. met dislocatie type IV.			
Fielding 1962	Smith-Petersen pen	aantal fract.:	37	necrose %	24,3 %
	telescopische pen/plaat	aantal fract.:	27	necrose %	22,2 %
		betroft alleen fract. met dislocatie.			

Massie en Frangakis vonden significant minder kopnecroses na telescopische pen/plaat fixatie.

Fielding vond echter géén significant verschil.

Hieronder volgen nog kopnecrose percentages van enkele auteurs, die eveneens telescopische pen/plaat fixatie toepasten.

auteurs	telesc.pen/plaat-aantal fracturen	kopnecrose %	follow-up
Brown-Abrami 1964	195	28 %	1-5
Graf 1959	103	22 %	2
Iverson 1965	25	20 %	3
Pugh 1955	29	7 %	22 mnd.

Over andere fixatie methodes en kopnecrose percentages zijn geen grotere series bekend en conclusies zijn dan ook nog niet mogelijk. Hieronder volgt een tabel waarbij andere fixatie methodes dan de bovengenoemde werden toegepast.

auteurs	aantal fract.	type fixatie	necrose percentage	follow-up
Burton 1964	19	Sm.-P.pen plus vrij bottranspl.	37 %	3 jr.
Carlquist 1947	83	multiële dunne pennen	32,5 %	2 jr.
Deyerle 1965	40	multiële pennen plus plaat	5 %	1-5 jr.
Nyström 1953	120	drie pennen	25 %	2 jr.

auteur	aantal fract.	type fixatie	necrose percentage	follow-up
Charnley 1957	33	Charnley pen	6 %	1 jr.
Hargardon-Pearson 1963	58	Charnley pen	24 %	1 jr.
Rydell 1964	19	spring loaded nail	5 %	3 jr.
Smyth 1964	45	triangle pinning	33 %	2 jr.

i. Verband met leeftijd

Bij *kinderen* kan men zich de kwetsbaarheid van de circulatie van het caput femoris goed voorstellen, daar bij kinderen de collaterale circulatie tussen de drie verschillende gebieden van vaatvoorziening van het caput femoris ontbreekt.

Ook is tot het 7e levensjaar de ligamentum teres vascularisatie nog niet ontwikkeld en volgens Trueta ontbreken zelfs tussen het 4e en 7e jaar de rami inferiores, waardoor deze levensperiode het kwetsbaarste is.

Hieronder volgen enkele auteurs, die het percentage kopnecrose na mediale collum fracturen bij kinderen opgeven.

auteur	aantal fracturen	necrose %	follow-up
Allende-Lezama 1951	8	25 %	3 mnd. tot 7 jr.
Carrell-Carrell 1941	12	33 %	1-15 jr.
Ingram 1953	17	35,3 %	1-13 jr.
Mac Dougall 1961	24	67 %	1-15 jr.
Ratliff 1962	72	42 %	1-19 jr.
Salem 1949	5	60 %	3 mnd. tot 7 jr.

De relatie van kopnecrose met *verschillende leeftijds groepen* is nog maar weinig onderzocht. Massie 1964 onderzocht per- en postoperatief de bloedvoorziening van het caput femoris m.b.v. radio-actief gemerkte erythrocyten bij verschillende leeftijds groepen. Onder de 60 jaar vond Massie slechts weinig normale metingen.

tabel van Massie	aantal fract.	aantal normale metingen		post-operatief	
			per-operatief		
50-59 jr.	7	1	14 %	3	43 %
60-79 jr.	29	10	35 %	22	76 %
boven 80 jr.	12	13	25 %	10	83 %

Eyre Brook (1941) vond beneden de 30 jaar een necrose percentage van 60% en boven de 30 jaar 16,7%. Jensenius (1956) vond tot 40 jaar 50% tegenover een gemiddelde van 27%. Tussen de 70 en 80 jaar vond hij 36% necrose. De bloedvoorziening lijkt dus kwetsbaarder naarmate de patiënt jonger is.

Van Zanten (1967) vond de slechte resultaten echter in de oudere groep met een gemiddelde leeftijd van 72 jaar en de goede resultaten in de 'jongere' groep met een gemiddelde leeftijd van 57 jaar. Zij gaf echter geen specificatie in pseudarthrose en necrose.

j. Verband met tijdstip van de repositie en de repositie methode

Meerdere auteurs (Donk 1964, Elmes 1949, Spotoft 1949, Verbeek 1964) staan op theoretische gronden een directe manuele repositie voor. Het is nl. zeer goed voorstelbaar, dat een niet gelaedeerd vat door een te grote dislocatie afgekneld wordt. Hipp (1962) vond reversibele arteriografische veranderingen voor en na repositie. Een zo snel mogelijke repositie zal dan deze afknelling opheffen en thrombosering voorkomen. Ook kunnen reversibele celbeschadigingen ten gevolge van een te lange ischaemische periode irreversibel worden, zoals Woodhouse (1961) experimenteel aantoonde.

Andere auteurs (Böhler 1953, Spotoft 1949, Linton 1949,) zijn tegenstanders van de directe manuele repositie. Zij vinden de directe manuele repositie te ruw en zijn bang, dat door een sterke endorotatie de rami colli et capitis superiores beschadigd worden. Böhler (1953) vond 65% necrose bij manuele repositie en 33% indien er geen manuele repositie wordt toegepast.

Een directe geleidelijke repositie in zweefrekverband met endorotatie is ook een vorm van repositie, waardoor minder kans op vaatbeschadiging ontstaat.

Jensenius (1956) vond echter gelijke percentages necroses bij directe repositie en repositie na 14 dagen.

Het percentage kopnecroses, dat door verschillende auteurs wordt opgegeven varieert tussen de 5% en 45%.

Het gemiddelde percentage is ongeveer 30% (zie tabel p. 24). Om de statistieken van de verschillende auteurs te vergelijken, is de 'follow-up' tijd zeer belangrijk. Over het algemeen is men het er over eens, dat een na-controle van minimaal 2 jaar gewenst is. Böhler (1953) vond een follow-up van

3 jaar noodzakelijk. Boyd en George (1948) konden in hun materiaal alle kopnecroses binnen de 2 jaar aantonen en Cleveland (1954) binnen de 18 maanden. Volgens Maatz werd de diagnose het meest frequent aan het begin, van het 3e jaar gesteld.

Merle d'Aubigné kon de diagnose meestal binnen de 18 maanden stellen, hoewel het een enkele keer 6 jaar duurde.

De symptomatologie van de femurkop-necrose

De symptomatologie wordt gekenmerkt door

1. *pijnklachten*. De pijn treedt aanvankelijk alleen bij lopen op, maar kan ook later in rust aanwezig zijn. Volgens sommige auteurs kan de ernst van de pijnklachten zeer variabel zijn. Jensenius (1965) vond 9 van de 27 patiënten, Nyström 8 van de 25 patiënten pijn-vrij. Bij het eigen onderzoek (zie tabel) hadden alle patiënten ernstige pijnklachten bij het lopen. Bij geen van alle patiënten bestond er al pijn in rust.

Bij de patiënten van het eigen onderzoek bleken de pijnklachten parallel te lopen met de röntgenologische bevindingen.

2. *mank lopen*. Men ziet hiervan twee vormen.

a. Bij het afglijden van de fractuur fragmenten of het in elkaar zakken van het caput femoris wordt de 'krachtarm' van de abductoren *verkort*, waardoor een insufficiënte werking van de abductoren ontstaat. Het contralaterale bekken zakt zolang tot homo lateraal weerstand wordt geboden, de 'Trendelenburg gang'.

b. Bij *pijn* wordt eerst het zwaarte-punt geheel boven het centrum van de femurkop gebracht, om de kopdruk te reduceren, daarna wordt het contralaterale been pas geheven, de 'antalgische gang'.

Alle patiënten van het eigen onderzoek bleken mank te lopen.

3. *Bewegings beperking* van het heupgewricht.

Allereerst zijn de exorotatie, vervolgens de abductie en andere bewegings-richtingen verminderd; tot slot kunnen contracturen optreden.

Alle patiënten van het eigen onderzoek bleken een exorotatie beperking te hebben.

De exorotatie schommelde tussen de 0 en 20°. Ook hadden alle patiënten een ab- en ad-ductie beperking.

De abductie schommelde tussen de 10 en 35°, de adductie tussen de 10 en 25°

De flexie en extensie beperking was over het algemeen gering. De flexie schommelde tussen de 100 en 125°, de extensie tussen de 0 en 15°.

4. *Atrofie en verkorting*. Bij het onderzoek moet gelet worden op atrofie en verkorting.

Enkele psychologische en sociale aspecten van de patiënten met een femurkopnecrose.

Het ontstaan van een femurkopnecrose is voor de patiënten een enorme teleurstelling.

Vaak wordt de behandeling als fout beschouwd, daarom is het goed tegenover de patiënt niet te spreken van een dode femurkop, maar van onvolgende ingroei van gezond weefsel.

De oudere patiënt zal door zijn immobiliteit ernstig belemmerd worden in zijn sociale leven. De vereenzaming en verwaarlozing, die hierop kunnen volgen, brengen een verslechtering van de mentale en fysieke conditie met zich mee.

De jongere patiënt zal voor langere tijd of blijvend arbeidsongeschikt zijn, wat tot een moeilijke periode van aanpassing in het maatschappelijk- en gezinsleven leidt. Jonge mensen worden soms niet begrepen, wanneer zij tengevolge van de necrose hun werk niet kunnen verrichten.

Uit de tabel blijkt, dat er klinisch en röntgenologisch twee vormen van femurkopnecrosen zijn te onderscheiden.

1. DE EERSTE VORM wordt röntgenologisch gekenmerkt door een *pseudarthrose* en eventueel een redislocatie. Er treedt over het algemeen geen femurkop deformatie op, ofwel omdat door het afglijden van de fractuur de femurkop niet belast wordt, ofwel omdat de fractuur nog niet belast wordt door de patiënt, daar hij anders te veel pijn heeft.

De *klinische kenmerken* van deze vorm zijn:

a. Het *vroegtijdig manifest* worden van de klachten.

Bij de onderzochte patiënten kon de diagnose bij deze patiënten (9 gevallen) binnen de 9 maanden na operatie gesteld worden.

b. De patiënten zijn in het algemeen nog *niet vrij van pijn geweest*. Er treedt *snel* verergering op van de klachten, pijn bij lopen, mank lopen en bewegingsbeperkingen.

2. DE TWEDE VORM wordt röntgenologisch gekenmerkt door een *deformatie van de femurkop*.

De *klinische kenmerken* van deze vorm zijn:

a. Het *laat manifest* worden van de klachten. Bij de onderzochte patiënten (6 gevallen) werd 5 maal de diagnose pas 18 maanden na de fractuur gesteld. Een maal werd de diagnose 7 maanden na de fractuur gesteld.

b. De patiënten zijn over het algemeen gedurende kortere of langere periode *klachten-vrij geweest*. *Langzaam* beginnen de klachten van pijn bij lopen, mank lopen en bewegingsbeperking op te treden.

De symptomatologie en het röntgenologische beeld van de femurkopnecrose in

patiënt no. conform tabel p. 68	leeftijd	1e röntgen sympt. van necrose	pseud- arthrose	femurkop deformatie	tijdstip optreden femurkop deformatienecrose	hist.	pijn in rust
5	77	12 mnd.	—	+	18 mnd.	+	—
6	76	1 1/2 mnd.	+	—		+	—
9	68	6 mnd.	+	—		+	—
11	61	6 mnd.	—	+	7 mnd.	+	—
14	68	9 mnd.	+	—		+	—
16	75	8 mnd.	+	—		+	—
20	65	4 1/2 mnd.	+	—		+	—
21	82	12 mnd.	—	+	18 mnd.	+	—
24	62	6 mnd.	+	—		+	—
25	78	—	+	—		+	—
30	63	12 mnd.	—	+	23 mnd.	+	—
36	65	?	—	+	?		—
37	62	6 mnd.	+	—			—
44	76	?	—	+	18 mnd.		—
53	80	6 mnd.	+	—			—

tabelvorm.

pijn bij lopen	mank lopen	bewegings- beperking	opmerking
++	+	+	fractuur was nog niet belast
+	+	+	
++	+	+	
++	+	+	
+	+	+	
++	+	+	
+	+	+	
+	+	+	
+	+	+	
+	+	+	
+	+	+	
+	+	+	3 jr. na de fract. bleek er een femurkop deformatie te bestaan. Tussentijdse foto's zijn niet gemaakt.
+	+	+	
+	+	+	

DE RÖNTGENOLOGIE EN HISTOLOGIE VAN DE
FEMURKOP-NECROSE

Met het oog op het ontstaan van de kopnecrose na collumfracturen is een indeling in fractuurtypen van belang.

Cooper maakte 100 jaar geleden al een indeling in *extra en intra articulaire collumfracturen*.

Faltin maakte een onderscheid in *mediale en laterale collumfracturen*, waarbij de scheiding lag bij de linea intertrochanterica, terwijl Anschütz en Portwich de scheiding legden op de grens tussen laterale $\frac{1}{3}$ en $\frac{2}{3}$ lengte van het collum femoris. Volgens de bovengenoemde indelingen zijn het de intra-capsulaire en mediale collumfracturen, die necrose van het caput femoris kunnen geven. Nyström (1944) maakte een indeling van de mediale collumfracturen in *varus en valgus fracturen*, evenals Böhler (1954). De valgus-fracturen hebben dan een goede prognose en de varus-fracturen een slechte prognose wat betreft het ontstaan van kopnecrose.

Een andere onder-verdeling van de mediale collumfracturen zijn *de subcapitale en transcervicale fracturen*. Het blijkt, dat de subcapitale collumfracturen de meeste kopnecrosen geven. Buiten deze indeling in subcapitale en cervicale collumfracturen valt een grote groep van schuin verlopende fracturen (zie hoofdstuk VII).

Bij het eigen na-onderzoek blijkt, dat $\frac{1}{3}$ van de fracturen gedeeltelijk subcapitaal en gedeeltelijk cervicaal verlopen.

Daar de intrede-plaatsen 'de FORAMINA' van de arteriae colli et capitis inferiores et superiores met het oog op het ontstaan van een kopnecrose van groot belang zijn, werd een eigen indeling in fractuurlijnen gemaakt gebaseerd op het al of niet transforaminaal verlopen (zie pag. 63).

Een indeling in

1. *totaal cervicaal,*
2. *totaal transforaminaal,*
3. *partieel transforaminaal,*

werd gemaakt. Deze fractuurlijn kan het beste op de *axiale röntgen foto na repositie beoordeeld worden*.

Daar een $\frac{1}{2}$ cm. dislocatie bij een transforaminale fractuur de arteriae colli et capitis superiores et inferiores kan laederen, werd een indeling in

dislocatie gemaakt, gebaseerd op het verschoven zijn van de cortices van een $1/2$ cm. of meer, ten opzichte van elkaar (zie pag. 65).

Uit het diagram op pagina 67 blijkt nu dat alle volledig cervicale fracturen nagenoeg geen necrose geven, en de partieel en totaal transforaminale fracturen, afhankelijk van de dislocatie graad, al of niet een kopnecrose geven.

DE RÖNTGENOLOGISCHE DIAGNOSE KOPNECROSE

De röntgenologische diagnose van necrotisch bot kan pas enige maanden tot jaren na het afsterven van het beenweefsel gesteld worden. Soms kan de diagnose necrose röntgenologisch helemaal niet gesteld worden, zoals uit histologische onderzoeken gebleken is (Bohr 1965, Catto 1965), Hulth 1962).

De röntgenologische kenmerken van necrotische femurkop zijn

1. *De toename van de röntgenologische dichtheid van de kop: de kopsclerose*

We kennen de relatieve en de absolute röntgenologische verdichting.

De relatieve röntgenologische verdichting is met de huidige snellere mobilisatie zonder waarde geworden. Bij de oude behandeling van de collumfracturen gedurende 9 maanden of meer in een gipsbroek, ontstond er een inactiviteits-atrofie van het omliggende bot.

In het omliggende bot was de botafbraak groter dan de botaanmaak, waardoor de avasculaire kop een relatieve röntgenologische verdichting toonde.

De absolute röntgenologische verdichting blijkt het meest voorkomende röntgenologische symptoom te zijn. Bij de 15 onderzochte kopnecroses bleek dit symptoom $13 \times$ gezien te zijn (zie tabel p. 35). Dit symptoom is volgens Böhler (1953), Enden (1952), Eyre Brook (1941), Fielding (1962) en Nyström (1944) het eerste röntgenologische teken van kopnecrose en is tussen de 2 maanden en 2 jaar na de fractuur te herkennen. Bij het eigen onderzoek was dit bij een patiënt na $1\frac{1}{2}$ maand al duidelijk zichtbaar. Dit verschijnsel van de absolute sclerose kan op twee manieren ontstaan zoals uit onderzoeken van Hulth (1961), Bohr en Larsen (1965), Catto (1967) en Rösingh (1967) is gebleken.

a. Het necrotische bot wordt *gerevasculariseerd* met appositie van nieuw bot rondom necrotische botbalkjes, waardoor deze dikker worden en röntgenologisch een verdichting geven.

b. Het necrotische bot wordt in een kleiner volume *samen geperst*, waardoor er een röntgenologische verdichting ontstaat.

2. *Het afplatten van de kop*

Het afplatten van de kop in het gebied van de belastingszone gaat vooraf aan de kopdeformatie. (Bessler-Müller 1961, Frangakis 1966). Bij de eigen patiënten kon dit worden bevestigd. Het symptoom van de sclerose was dan eveneens al aanwezig.

3. *De deformatie van de femurkop*

Dit symptoom treedt pas laat op en wel ongeveer 18 maanden na de fractuur. Bij het eigen onderzoek werd 1 maal een femurkop deformatie gezien 7 maanden na de fractuur, 4 maal werd de diagnose tussen de 18 en 24 maanden na de fractuur gesteld en eenmaal werd de diagnose later gesteld daar er geen tussentijdse röntgenopname's waren gemaakt.

Over de wijze van ontstaan van de femurkopdeformatie bestaan verschillende theorieën.

a. Sherman en Phemister (1947) menen, dat bij de revascularisatie de botafbraak sterker is dan de botaanmaak, waardoor de dunne trabeculae breken en de femurkop in elkaar zakt.

b. Bohr en Larsen (1965), Brown en Abrami (1964) en Catto (1965) menen, dat necrotisch bot minder sterk is en zijn normale elasticiteit verliest, waardoor de botbalkjes breken en er dus weer een femurkopdeformatie optreedt.

c. Rösingh (1967) poneert een 3e hypothese.

Experimenteel vond hij dat bot-ombouw na revascularisatie wordt ingeleid door de vorming van vezelbeen. Dit vezelbeen, dat o.a. gezien wordt bij fractuurgenezing en aseptische botnecrosen, suggereert minder draagkrachtig te zijn dan het lamellair been. Het vezelbeen toont nl. een onregelmatige bundeling van de collageen vezels.

Rösingh veronderstelt nu dat de deformatie van een necrotische femurkop pas op zal treden wanneer - na revascularisatie en vezelbeenvorming - de afbraak van het dode been op gang komt. Ondanks het toegenomen procentuele botvolume, waardoor het röntgenologische beeld ontstaat, zal de kop gaan inzakken onder invloed van de belasting en spierwerking, wanneer een gedeelte van het dode, maar mechanisch superieure lamellaire been is opgelost.

4. De pathologische fracturen in het caput femoris zelf

Dit symptoom bleek bij het eigen onderzoek 6 maal voor te komen. 5 Maal kwam dit voor in combinatie met de femurkopdeformatie. Het ontstaan van deze pathologische fracturen kan op dezelfde wijze voorgesteld worden als de femurkopdeformatie.

5. De sequester vorming

Bij de eigen patiënten werd dit symptoom tweemaal duidelijk gezien. Beide malen kwam dit voor in combinatie met een femurkop-deformatie. Dood weefsel, dat niet geresorbeerd kan worden, wordt door het lichaam afgestoten en vormt een sequester.

De röntgenologische symptomen van de patiënten met kopnecrose in tabelvorm.

patiënt no.	sclerose	foci van ontkalking	afplatten v. d. kop	deformatie v. d. kop	pathologische fractuur in de kop	sequester- vorming	histologische bevestiging van de diagnose
5	+	—	+	+	—	—	+
6	+	+	—	—	—	—	+
9	+	—	—	—	+	—	+
11	+	—	+	+	+	—	+
14	—	+	—	—	—	—	+
16	+	—	—	—	—	—	+
20	+	—	—	—	—	—	+
21	+	—	+	+	+	+	+
24	+	+	—	—	—	—	+
25	—	—	—	—	—	—	+
30	+	—	+	+	+	—	+
36	+	—	?	+	+	—	—
37	+	+	—	—	—	—	—
44	+	—	+	+	+	+	—
53	+	—	—	—	—	—	—

6. Foci van röntgenologische ontkalking

Dit symptoom werd bij de eigen patiënten twee maal gezien.

Volgens Hulth (1961) blijken dit bij histologisch onderzoek holten te zijn gevuld met bindweefsel.

7. Uitzakken van de pen

Dit röntgenologisch symptoom wijst volgens sommige auteurs (Charnley 1957), (Enden 1952, Böhrer 1953, en Felsenreich 1940) vaak op een kopnecrose.

Volgens Felsenreich (1940) wordt rondom de pen callus gevormd die de pen vasthoudt. Bestaat er een kopnecrose dan blijft deze callus vorming afwezig en kan de pen gemakkelijk wegglijden.

Felsenreich kwam tot deze conclusie door middel van een histologisch onderzoek. Bij het eigen onderzoek werd bij 15 kopnecroses 6 maal een uitgezakte pen gezien.

Nijström vond 15 maal een uitgezakte pen bij 25 kopnecroses.

DE HISTOLOGISCHE DIAGNOSE VAN DE KOPNECROSE

De microscopische bevindingen bij collumfracturen danken wij aan Frankenheim (1906) Axhausen (1922) Bonn (1925) Hesse (1925) Felsenreich (1938-1940) Phemister (1930-1939) Bonfiglio (1954) Coleman (1961) Hulth (1961) Herzog (1962) Bohr (1965) Catto (1965) Russe (1965) Rösing (1967).

De histologische kenmerken van necrotisch bot zijn:

1. Het *beenweefsel* vertoont een necrose van de osteocyten. De kernen tonen pycnose karyorrexix en karyolysis. De cel en kernkleuring gaat verdwijnen. Na ongeveer 3 weken zijn de osteocyten uit de botlacunen verdwenen (Catto, Russe, Coleman).

In de matrix van het bot worden geen veranderingen waargenomen.

2. Het rode *beenmerg* en het vetmerg vertonen eveneens een necrose van de cellen. Er treedt een agglomeratie en verlies van nuclei op.

De histologische kenmerken van de revascularisatie van de kopnecrose

Phemister beschreef in een reeks publikaties van 1930 tot 1949 de revascularisatie mogelijkheid van het caput femoris. Forgon en Bornemiszon

(1963) konden deze waarneming experimenteel bevestigen. Phemister toonde aan, dat het herstel een zeer lange tijd in beslag kan nemen en dat het vaak niet mogelijk was om een regeneratie van de gehele femurkop te krijgen. De revascularisatie begint volgens hem vanuit het fractuurvlak en vanuit het ligamentum teres. De revascularisatie begint altijd met het binnendringen van een vaatrijk bindweefsel (Russe 1965, Phemister 1930). Er treedt een proliferatie op van kraakbeen cellen.

Ook na een verse fractuur treedt na een periode van 'vaatstupor' een beeld op van capillairlissen, die zich loodrecht op het fractuurvlak richten (Donk 1964, Koekenberg 1963). Op grond van bovengenoemd histologisch onderzoek moet nogmaals gewezen worden op het belang van de inclavatie en een goede fixatie.

Bij een goed geinclaveerde fractuur kan het fractuurvlak veel gemakkelijker overbrugd worden. Felsenreich toonde in 1938 door middel van een histologisch onderzoek aan, dat bij een goed geinclaveerde collumfractuur direct benige callus en bij een slecht geinclaveerde collumfractuur kraakbenig callus gevormd wordt.

Een goede fixatie moet de rust in het fractuurvlak waarborgen, waardoor vaat-ingroei veel gemakkelijker is en er geen 'stupor' op kan treden (Donk 1964).

Uit recente onderzoeken (Bohr 1965, Catto 1965, Hulth 1962 en Rösingh 1967), komt naar voren, dat de röntgenologische verdichting van de femurkop histologisch het beeld is van necrotische botbalkjes, waar omheen vitaal bot is afgezet. De botbalkjes zijn daardoor breder geworden. De röntgenologische verdichting, 'sclerose' genaamd, wijst dus in feite op een revascularisatie en niet op een totale necrose.

HOOFDSTUK IV

DE VROEG-DIAGNOSTIEK VAN DE FEMURKOP-NECROSE

De slechte resultaten van de operatie der collumfracturen wordt voornamelijk veroorzaakt door de femurkop-necrose. De diagnose femurkop-necrose kan röntgenologisch en klinisch veelal pas na 1 tot 2 jaar met zekerheid gesteld worden, waardoor de reconvalescentie met 1 tot 2 jaar vertraagd wordt.

Om deze vertraging van 1 tot 2 jaar te ondervangen, bestaat de behoefte aan een 'vroeg-diagnosticum' van de femurkop-necrose. Er zijn meerdere methodes ontwikkeld, waardoor men prae- en per-operatief de bloedvoorziening van het caput femoris kan bepalen. Deze methoden zijn in drie grote groepen te verdelen en berusten op het vaststellen van

I. ARTERIELE TOEVOER:

1. *arteriografie*
2. *gebruik van radio-actief gemerkte erythrocyten of gemerkte humaan serum albumine als directe circulatie bepaling*
3. *O₂ saturatie bepaling*
4. *opname van radio actieve stoffen door het beenweefsel van de femurkop*
5. *opname van fluorescerende stoffen door het beenweefsel van de femurkop*
6. *drukmeting in het caput femoris*

II. VENEUZE AFVLOED:

7. *venografie*
8. *Coomassie blue Clearance test*
9. *de Clearance van radio-actieve stoffen ^{24}Na*

III. VITALITEIT VAN HET BOT ZELF:

10. *histologisch*
11. *histochemisch*

1. arteriografie

Het doel van de arteriografie is de arterien, die de femurkop verzorgen zichtbaar te maken, om op deze manier een indruk van de vaatvoorziening van de femurkop te krijgen. Percutaan wordt de arteria femoralis communis aangeprikt. Een canule wordt in de arteria iliaca externa geschoven. Het bovenbeen wordt gestuwd om proximaal een betere vulling te krijgen.

Het arteriogram wordt vervaardigd door 30-40cc. urografine 60% te injiceren.

Rook (1953) vervaardigde een arteriogram bij 12 patiënten met mediale of intertrochantere collum fracturen. Twee arteriografieën waren niet te beoordelen. Het niet of slecht vullen van de arteria femoralis profunda en arteria circumflexa femoris medialis en lateralis beschouwt Rook als pathologisch.

Wanneer genoemde arterien zich niet vullen neemt Rook als vanzelfsprekend aan, dat daardoor ook de rami colli et capitis femoris superiores en inferiores onvoldoende bloedvoorziening geven. Bij 2 patiënten vond Rook een normaal vaatpatroon, bij 4 patiënten was de bloedvoorziening beslist onvoldoende, bij 3 patiënten beperkt en bij 1 patiënt matig tot slecht. Bij slechts een van de 4 patiënten met een onvoldoende circulatie trad een femurkop-necrose op. Bij de overige patiënten trad geen femurkop-necrose op.

Müssbichler (1956) bestudeerde 28 arteriografieën bij 25 patiënten. Het betrof hier 4 gevallen van kopnecrose, 2 pseudarthrose, 1 carcinoom metastase in het acetabulum, 2 morbus Perthes, 2 verdenkingen op morbus Perthes, 2 luxaties, 1 Judet operatie, 3 pertrochantere en 11 mediale collumfracturen.

Aan de gezonde zijde werd in 19 gevallen een arteriografie verricht ter vergelijking. 4 Maal waren de films van zodanig slechte kwaliteit, dat een beoordeling niet mogelijk was. Müssbichler beschouwt afwijkingen aan de dorsale tak van de arteriële ring, die aan de basis van het collum femoris loopt de arteria circumflexa femoris medialis als pathologisch.

De afwijkingen die hij ziet bestaan uit drie types: 1) dilatatie 2) circulatie-vermindering en 3) circulatie-stop. Deze afwijkingen vond Müssbichler niet aan de gezonde zijde, en daarom beschouwde hij deze als pathologisch.

Bij 2 van de 4 kopnecroses, 1 van de 2 pseudarthrosen en 2 van de 11 mediale collum fracturen was er een 'dilatatie'. Bij 3 van de 4 kopne-

crosses en bij 4 van de 11 mediale collum fracturen was de 'circulatie verminderd'. Bij 5 van de 11 med. collum fracturen was er een 'circulatie stop'.

Hipp (1962) bestudeerde 250 angiogrammen gemaakt bij verschillende heup-aandoeningen.

Wanneer de rami colli et capitis superiores zich niet vullen is dit volgens Hipp een duidelijke aanwijzing voor het ontstaan van kopnecrose. Hipp besprak 8 gevallen van kopnecrose, waarbij de rami colli et capitis superiores waren afgesloten en 5 gevallen, waarbij de femurkop vitaal was gebleven bij open rami colli et capitis superiores Brünner 1967 beschouwde een stop in de arteria circumflexa medialis als pathologisch. Bij 21 patiënten met een mediale collumfractuur zag hij 11 maal een stop in de arteria circumflexa medialis op het arteriogram. Bij 6 van de 11 patiënten trad een femurkopnecrose op.

Een uitgebreid na-onderzoek om de betrouwbaarheid van deze arteriografie te toetsen is niet bekend. Als vroeg-diagnosticum van de kopnecrose is deze methode nog te ingewikkeld en nog niet betrouwbaar. Mogelijk, dat een verbeterde techniek van de selectieve angiografie, röntgen-stereografie of röntgen-subtractie in de toekomst betere resultaten geeft.

2. De circulatie bepaling met behulp van radio-actief gemerkte erythrocyten of radio-actief gemerkt humaan serum albumine

Massie (1964) merkte de gewassen eigen erythrocyten met radio-actief phosphor P³². Intraveneus geïnjecteerd blijven deze erythrocyten een uur lang in voldoende hoeveelheid in de bloedbaan om nog accuraat gemeten te kunnen worden.

De telescopische pen, die Massie gebruikt, heeft centraal een gat, waarin de naald van de Geiger-teller past. Zijdelings heeft de pen 2 vensters, een ter hoogte van de femurhals en een ter hoogte van femurkop. Tien minuten na intraveneuze toediening van deze gemerkte erythrocyten, kunnen de concentraties van deze erythrocyten, die genoemde vensters passeren, bepaald worden. Massie deed metingen gedurende de operatie en gedurende de reconvalescentie periode.

Bij 47 patiënten werd de correlatie van de radio-actieve metingen met de klinische resultaten bestudeerd. Zeven maal was er sprake van een avasculaire necrose. Bij 5 van deze patiënten waren tijdens de reconvalescentie de radio-activiteits-metingen met 50% verminderd.

Bij de andere 2 patiënten was de meting direct al met 50% verminderd. Nadere details over de metingen van de andere 40 patiënten gaf Massie niet. Forgon, Szatai, Miltenyi (1966) gebruikten humaan serum albumine gemerkt met J¹³¹. Bij 23 patiënten werd deze methode toegepast. Een follow-up is echter niet bekend.

3. De zuurstof saturatie bepaling Woodhouse (1961)

Met behulp van een oxymeter werd direct met een electrode de O₂ spanning van het bloed in de femur-kop bepaald. Er werd een tunnel geboord, waarin de electrode past. De O₂ spanning van de trochanter maior werd als controle waarde gebruikt. Bij een intacte circulatie bleek de zuurstofspanning van het bloed niet meer dan 5% af te wijken van de O₂ spanning van het ingeademde gasmengsel. Bij verandering van de O₂ spanning van het ingeademde mengsel, moet bij intacte circulatie ook de O₂ spanning in de femurkop veranderen.

Woodhouse toonde dit experimenteel bij honden aan. Bij 3 groepen van 6 honden werd een subcapitale femur-osteotomie verricht. Bij honden blijft dan de circulatie van het caput femoris nog intact via de vaten van het ligamentum teres. Sterke rotatie van het caput femoris geeft een strangulatie van de vaten van het ligamentum teres en daardoor een totale anoxie van de femurkop.

Bij de eerste groep honden werd het caput femoris à vue gedurende 10 minuten sterk geroteerd en daarna weer losgelaten. Een week na het experiment kregen de honden 500 mg. tetracycline hydrochloride intraveneus toegediend. Tetracycline heeft een speciale affiniteit voor vitaal bot en geeft een gele fluorescentie in ultra-violet licht.

Alle honden van de eerste groep toonden een positieve fluorescentie, een goede O₂ spanning bij oximetrisch onderzoek en vitaal bot bij microscopisch onderzoek.

Bij de tweede groep honden was de anoxische periode 6 uur. Drie femurkoppen toonden een negatieve fluorescentie, géén O₂ spanning bij oximetrisch onderzoek en necrotisch bot bij microscopisch onderzoek. De andere drie femurkoppen waren vitaal.

Bij de derde groep honden was de anoxische periode 12 uur. Alle zes honden toonden een negatieve fluorescentie, géén O₂ spanning bij oximetrisch onderzoek en necrotisch bot bij microscopisch onderzoek.

Woodhouse 1961 toetste deze techniek bij 19 patiënten met subcapitale en

intertrochantere collumfracturen. Bij 17 patiënten kon een positieve correlatie tussen de O₂ spanning en de microscopische of röntgenologische bevindingen 6 maanden later aangetoond worden. Bij 2 patiënten was er een verkeerde uitkomst. De follow-up van 6 maanden die Woodhouse aangeeft, is te kort om de betrouwbaarheid van deze methode te beoordelen, daar binnen 6 maanden de röntgenologische diagnose van alle kopnecroses, niet gesteld kan worden.

Van Zanten (1967) was niet in staat om met deze methode betrouwbare uitkomsten te krijgen.

Als vroeg diagnosticum voor de kopnecrose is ook deze methode nog niet voldoende uitgewerkt.

4. De opname van radio-actieve stoffen

Het radio-actieve phosphor P³² wordt hiervoor gebruikt. Na intraveneuze toediening wordt de opname capaciteit van het caput femoris vergeleken met de opname capaciteit van het trochanter maior.

Tucker (1950) spoot één uur vóór operatie 150 tot 200 microcurie P³² intraveneus in een oplossing van natrium-phosfaat. Tijdens operatie werd onder röntgen controle een botpunctaat uit het caput femoris en trochanter maior genomen. Het botpunctaat werd in een physiologische zoutoplossing gespoeld om gecontamineerd bloed uit het wondbed te verwijderen. Vervolgens werden de botpunctaten verast en de radio-activiteit werd 3 maal gedurende 20 minuten gemeten. De gemiddelde meting per gram werd berekend. De *index P³²* is nu:

de verhouding $\frac{\text{radio-activiteit femurkop}}{\text{radio-activiteit trochanter maior}}$

De verhouding 1:1, 1:3 en 3:1 worden als normaal beschouwd.

Resultaten van zijn onderzoek

Bij 13 patiënten vond Tucker 10 maal, normale verhoudingen. Bij alle tien patiënten trad consolidatie op zonder necrose. Bij 2 patiënten was de verhouding 1:16 resp. 1:10,9, bij beide patiënten trad een avasculaire necrose op. Bij 1 patiënt was de verhouding 1:5. Bij deze laatste patiënt trad een partiële avasculaire necrose op.

Gevaren van de methode: Radio-actief phosphor kan een remming geven

van het haemopoietisch systeem en wordt ook met deze bedoeling gebruikt bij de behandeling van polycythaemia vera. De dosering is dan echter 20 tot 60 maal groter. Experimenteel kunnen radio-actieve stoffen mutaties van genen geven. Voor degenen, die de techniek hanteren vormt dit een gevaar. Voor de patiënt met een collumfractuur is dit over het algemeen geen bezwaar. De leeftijd van patiënten met een collumfractuur valt meestal buiten de vruchtbare levensperiode.

Boyd (1951) vereenvoudigde aanzienlijk de Tucker methode door directe metingen ter hoogte van femurkop en trochanter maior te verrichten met behulp van naaldvormige Geiger Müller teller. Deze naaldvormige tellers zijn zeer dun en gaan slechts 3 tot 6 maanden mee. Onder Röntgencontrole wordt een kanaal voorgeboord waarin deze naaldvormige teller past.

Boyd, ZilverSmith en Calandrucio (1955) vonden de volgende resultaten. *Dierexperimentele resultaten:* De radio-activiteit verhouding trochanter/femurkop werd bepaald bij 16 normale honden en varieerde van 0,8 tot 2,3 met een gemiddelde van 1,3. Bij partiële ondermijning van de vascularisatie van de femurkop bij 15 honden was de verhouding 1,3 tot 32,0.

Klinische resultaten

Bij 10 patiënten met intertrochantere femurfracturen varieerde de verhouding van 0,7 tot 1,9 met een gemiddelde van 1,3. Bij 32 recente mediale collumfracturen werd deze methode toegepast. De follow-up is echter te kort om iets over de resultaten te zeggen.

Bij 8 patiënten met een Röntgenologische avasculaire necrose werd eenmaal een meting gedaan, die op een normale bloedvoorziening wees en 7 maal werd een waarde gemeten, die inderdaad op een onvoldoende bloedvoorziening wees.

Arden en Veal (1953) publiceerden de resultaten van de metingen verricht bij 22 patiënten. Bij een controle serie van 6 intertrochantere fracturen was de index 0,5 tot 2,5.

Bij 11 mediale collumfracturen was de index tussen 0,6 en 2,8 en bij 5 mediale collumfracturen was de index veel te hoog nl. tussen de 7 en de 20. Of bij deze laatste groep patiënten een histologische of röntgenologische kopnecrose is aangetoond vermelden Arden en Veal niet.

Arden (1960) Eindresultaat en P³² index van 72 patiënten met med. collumfracturen met een follow-up van 2 jaar.

	index	aantal fracturen	resultaat
Controlegroep van intertrochantere femur-fracturen	0,6-2,5	20	consolidatie +
	3	1	+
Groep van mediale collumfracturen	0,6-2,5	28	23 consolidatie + 2 avasculaire necrose 3 pseudarthrose
	2,6-3,5	4	1 consolidatie + 2 necrose 1 pseudarthrose
	3,6-30,0	8	1 consolidatie + 3 necrose 4 pseudarthrose

Bij 32 patiënten was de meting onbetrouwbaar wegens technische fouten.

5. Opname van fluorescerende stoffen

Vitaal bot heeft een specifieke affiniteit voor tetracycline. Het tetracycline wordt in alle beenweefsel afgezet, echter vooral in nieuw gevormd beenweefsel (Milch 1958). Bot dat tetracycline heeft opgenomen, heeft de eigenschap van fluorescentie in ultra violet licht. Deze eigenschap gebruikte Woodhouse om de vascularisatie van het caput femoris te bestuderen.

Woodhouse (1962) spoot 500 mgr. tetracycline intraveneus bij 18 honden en veroorzaakte bij de helft van de honden een avasculaire necrose van het caput femoris. Het microscopisch onderzoek bleek duidelijk te correleren met de fluorescentie.

Bij positieve fluorescentie toonde het microscopisch onderzoek van het caput femoris vitaal bot (9 v.d. 18 honden) en bij negatieve fluorescentie was het bot microscopisch necrotisch.

Een klinische toepassing van deze methode is niet bekend.

6. Drukmeting van het caput femoris

Een canule wordt in de femurkop gebracht en verbonden met een manometer.

De normale druk zou volgens Miles (1959) 20 mm. Hg zijn. Wanneer er géén druk meetbaar is, wijst dit volgens Miles op het ontstaan van necrose. Resultaten over deze methode zijn niet bekend.

7. Venografie

Dit is het röntgenologische zichtbaar maken van de venen, die het caput femoris verzorgen. Een hoeveelheid röntgencontrastmiddel wordt daarvoor in het caput femoris gedeponereerd. Hulth (1953) heeft deze methode ingevoerd. Hij verrichtte deze ingreep per-operatief minstens 3 dagen na het trauma om lekkage via het fractuurvlak te voorkomen.

Onder röntgencontrole wordt een canule in het caput femoris gebracht en röntgen-contrastmiddel in het caput femoris ingespoten. Om de weefselbeschadiging zo gering mogelijk te houden, wordt zo weinig mogelijk contraststof gebruikt. Hulth gebruikte 2cc. 50% of 3cc. 35% umbradil of urografine van 35% resp. 60% oplossingssterkte. Nadat foto's gemaakt zijn liet Hulth zoveel mogelijk contraststof weer uitlopen en probeerde nog zoveel mogelijk weer te aspireren. Tenslotte werd 1 cc. physiologisch zout nagespoten om het contrastmiddel te verdunnen en weg te spoelen.

Experimenteel is aangetoond, dat een goede vulling van de rami colli superiores et inferiores en de vaten van het ligamentum teres alleen verkregen kan worden, indien het collum femoris gefractureerd is, anders vloeit het contrastmiddel af via de grote femurhals- en trochantervenen. Wanneer géén vene-vulling optrad, sprak Hulth van een negatieve, anders van een positieve venografie.

Hulth onderscheidde drie typen venogrammen; I circumflexa venografie, II ligamentum teres venografie of III combinatie van ligamentum teres en circumflexa venografie.

Hulth, Dahlgren, Graf en Werner brachten de canule van lateraal in. Rehm Süsse, Herzog en Harrison brachten de canule vanuit de lies in het caput femoris. De resultaten van de phlebogrammen worden in onderstaande tabel weergegeven.

auteurs	totale aantal	positieve phlebogrammen	negatieve phlebogrammen	onbruikbaar of dubieus	fouten % neg.	% pos.
Hulth 1956	45				0 %	30 %
Hulth 1958 alléén fract. met dislocatie	43	31	12	0	0 %	32 %
Hulth en Johanssen 1962	156	82	30	44	10 %	20 %
Dahlgren 1959	25	11	9	5	0 %	9 %
Herzog 1962	16	8	0	0	25 %	25 %
Haas 1956	22	10	4	8	50 %	0 %
Harrison 1962	19	15	4	0	0 %	20 %

Uit bovenstaande tabel blijkt, dat wanneer het phlebogram negatief is, er *vrijwel zeker een kopnecrose ontstaat*. Hulth en Johanson, die de grootste serie hebben, vonden hier een foutenpercentage van slechts 10%. Dahlgren en Harrison konden deze waarneming bevestigen met een foutenpercentage van 0%. Herzog en Haas konden deze waarneming niet bevestigen. Hun aantal venografieën is echter zéér klein in vergelijking met Hulth en Johanson.

Patiënten met *een positieve phlebogram kregen echter* in een vrij hoog percentage soms tot 30% *toch nog een kopnecrose*. Het percentage dubieuze en onbetrouwbare phlebogrammen is ook vrij hoog nl. van 0 tot 36%, waardoor de venografie sterk aan waarde inboet.

8. *De Coomassie blue clearance test*

Price beschreef in 1962 deze methode.

Hij spoot 5cc. van een 4 procentige oplossing Coomassie blue, van lateraal uit, in het caput femoris. De 'clearance' werd vervolgens bepaald door na 1, 2 en 5 minuten veneuze bloedmonsters af te nemen, om de hoeveelheid Coomassie blue in het bloed te bepalen. Een concentratie van 2 mgr. % wijst volgens Price op een goede circulatie van het caput femoris.

Een concentratie van 1¹/₂ mgr. % beschouwt hij als grenswaarde. Een waarde van kleiner dan 1¹/₂ mgr. % wijst volgens hem op een insufficiënte circulatie. (Price 1963).

Price publiceerde 21 gevallen.

10 maal was de concentratie lager dan 1,5 mgr. % en bij alle gevallen trad avasculaire necrose op. 11 Maal was de concentratie groter dan 1,5 mgr. %, hierbij trad toch éénmaal een partiële necrose op en eenmaal een totale necrose. De overige femurkoppen bleven vitaal. De *follow-up* was echter slechts van 3 tot 13 maanden.

9. *De Clearance van radio-actieve stoffen*

a. De clearance van radio-actief natrium Na²⁴

b. De clearance van radio-actief jodium. J¹³¹

Laing en Ferguson (1951) hebben de Na²⁴ clearance toegepast. Van lateraal wordt een dosis van 5 tot 6 micro-curie Na²⁴ in het caput femoris geïnjecteerd in een 0,1cc. waterige oplossing. Gedurende 10 minuten wordt de radio-activiteit van het caput femoris op een afstand van 5 tot 7,5 cm. gemeten. Hierna wordt de spuit verwijderd en de resterende radio-activiteit

in de spuit bepaald. De geïnjecteerde dosis Na^{24} is dan bekend en de clearance-waarde kan berekend worden.

De experimentele resultaten van deze Na^{24} clearance zijn als volgt.

Bij 3 groepen honden werd de Na^{24} clearance bepaald.

Groep 1: Bij 15 honden werd het caput femoris totaal gedevasculariseerd.

De clearance bedroeg 5% of minder.

Groep 2: Bij 11 honden werd de vascularisatie van het caput femoris intact gelaten.

De clearance waarde lag tussen de 20 en 50%.

Groep 3: Bij 4 honden werd de vascularisatie van het caput femoris gedeeltelijk intact gelaten. De clearance waarde lag tussen de 10 en 20%.

Laing en Ferguson pasten deze techniek toe bij 9 patiënten. Een follow-up is hiervan niet bekend.

Johansson (1962) heeft de J^{131} clearance toegepast. Van lateraal uit wordt 15-25 μC J^{131} geïnjecteerd in een 1,5cc zout oplossing. Praecordiaal wordt de radio-activiteit bepaald.

Een tweede injectie wordt in het trochanter massief gespoten. Beide curves prae-cordiaal gemeten worden vergeleken.

Een *steile* curve wijst op het intact zijn van de vascularisatie: '*curve a.*', terwijl een langzame onbelangrijke stijging op een gestoorde circulatie wijst: '*curve b.*'

Een enkele keer wordt een intermediaire curve gevonden: '*curve c.*'

Johansson (1964) paste deze methode bij 199 intracapsulaire fracturen toe.

Bij 129 patiënten was er een follow-up van meer dan 1 jaar. Zijn resultaten zijn te lezen in onderstaande tabel.

	aantal fracturen	goede consolidatie	necrose of pseudarthrose
curve a	56	48	8
curve b	38	26	12
curve c	35	11	24
totaal	129	85	44

Het fouten percentage bij een steile curve blijkt nog 14% en bij een langzaam stijgende curve 45% te zijn.

Tabel van de diverse vroeg diagnostische methoden, hun klinische toepassing en

auteur	totaal aantal fracturen	methode
Rook 1953	12	arteriografie
Müssbichler 1956	11	arteriografie
Hipp 1962	13	arteriografie
Brünner 1967	21	arteriografie
Woodhouse 1961	19	O ₂ saturatie
Massie 1964	47	P ³² erythrocyten
Forgon c.q. 1966	23	J ¹³¹ albumen
Tucker 1950	13	P ³² opname
Boyd c.q. 1955	32	P ³² opname
Arden en Veal 1953	16	P ³² opname
Arden 1960	72	P ³² opname
Hulth 1956	45	venografie
Hulth 1958	43	venografie
	alleen gedislaliseerd	
Hulth en Johanson 1962	156	venografie
Dahlgren 1953	25	venografie
Herzog 1962	16	venografie
Haas 1956	22	venografie
Harrison 1962	19	venografie
Price 1962	21	Coomassie blue clearance
Laing en Ferguson 1951	9	Na ²⁴ clearance
Johanson 1962	129	J ¹³¹ clearance

N.B.: Johanson beschouwt de groep van pseudarthrose als één groep, hij geeft dan ook geen nadere

10. *Het histologisch onderzoek van botpunctaat*

Histologisch kan de vitaliteit van het bot bepaald worden. Het verdwijnen van de osteocyten in de botlacunen, een van de belangrijkste histologische kenmerken, wordt pas 3 weken na de fractuur manifest. (Catto 1965, Russe 1965, Coleman 1961). Een ander bezwaar van deze methode is, dat de vitaliteit van het botpunctaat geen beeld geeft van het gehele caput femoris. Bij een partiële necrose kan het botpunctaat het schijnbeeld van een totale necrose geven of omgekeerd.

resultaten.

aantal positieve metingen	aantal negatieve metingen	aantal intermediaire metingen	aantal onbruikbare metingen	aantal foutieve metingen		follow-up
				neg.	pos.	
2	4	4	2	?	?	0
2	5	4	4	?	?	0
5	8	0	0	0	0	?
10	11	0	0	5	0	2 jr.
12	7	0	0	0	2	1/2 jr.
40	7	er werden meerdere metingen verricht		0	0	?
15	8			?	?	0
10	2	1	0	0	0	1 jr.
21	4	7	0	?	?	0
11	5	0	0	?	?	?
28	8	4	32	5	2	2 jr.
31	12	0	0	0	10	2 jr.
82	30	44		3	16	2-4 jr.
11	9	5		0	1	1 jr.
8	8	0		2	2	1-3 jr.
10	4	8		4	0	1 jr.
15	4	0		0	3	1-3 1/2 jr.
11	10	0		0	1	3 mnd.-1 jr.
56	35	38	0	11	8	1 jr.

differentiatie.

II. *Het histochemisch onderzoek van botpunctaat*

D.m.v. de histochemische methode (Brück, Kaufmann en Vagaes 1965) kan vrijwel direct na het trauma de vitaliteit van het bot bepaald worden d.m.v. een reactie op het enzym: D.P.N. (DiPhosphopyridine - Nucleotide - diaphorase.)

Het botpunctaat wordt direct ingevroren en na 3 dagen wordt de diaphorase activiteit bepaald. De diaphorase reactie geeft microscopisch fijnkorrelige diepblauwe granula in de osteocyten en osteoblasten te zien zgn.

Formazan granula. Coupes van het botpunctaat worden in de kryostaat gesneden. De normale ontkalkingsprocedure kan niet worden toegepast, omdat dit de formazan granula sterk vermindert.

Voor de ontkalkingsprocedure wordt daarom coca-cola, dat phosphor-zuur bevat, of N-Phosphor-zuur gebruikt.

Klinische toepassing

Brück (1965) paste deze methode $22 \times$ toe bij 16 patiënten met mediale en 6 patiënten met laterale collum fracturen.

Alle botpunctaten bij de laterale collumfracturen toonden een fraaie diffuse blauwkleuring.

Bij de 16 mediale collumfracturen was er 11 maal een fraai tot vlekkelig diffuse blauwkleuring, 3 maal waren er velden zonder blauwkleuring en 2 maal was de blauwkleuring totaal afwezig. Een 'follow-up' van deze methode is nog niet bekend, zodat de waarde nog niet beoordeeld kan worden.

DISCUSSIE

Arteriografie: Het röntgenologisch zichtbaar maken van de arterietjes waar het om gaat is zeer moeilijk, omdat deze klein zijn en de beoordeling moeilijk door de overprojectie van röntgenologisch contrastrijk bot. Een uitgebreid na-onderzoek om de waarde te beoordelen is er niet. Zie tabel.

De O_2 saturatietest heeft als nadeel, dat de O_2 voorziening van het caput femoris, slechts op één kleine plek bepaald wordt. De gemeten O_2 saturatie hoeft niet representatief te zijn voor het gehele caput femoris. Volgens Woodhouse is de betrouwbaarheid groot. Er is een foutenpercentage van slechts 10%, zijn follow-up is echter slechts 6 maanden.

De circulatietest m.b.v. radio-actief gemerkte erythrocyten volgens Massie of radio-actief gemerkt serum albumine volgens Forgon.

Beide methodes hebben als nadeel de ingewikkelde en dure apparatuur, die nodig is en het stralingsgevaar, dat toch wel altijd aanwezig is, hoe laag de dosering ook mag zijn. Beide methodes hebben nog geen follow-up om iets over de betrouwbaarheid van deze methodes te kunnen zeggen.

De tracer-techniek met radio-actief fosfor P^{32} . Deze methode heeft dezelfde nadelen als de laatstgenoemde methodes. Ook hier rijst weer de vraag of de plaats, waar de radio-activiteit bepaald wordt, representatief is voor het gehele caput femoris.

Dat deze methode ingewikkeld is, blijkt wel uit het grote percentage van 44% onbruikbare metingen (Arden 1960).

Arden (1960) komt op een fouten percentage van 17% bij patiënten met een 'goede' index tussen de 0,6 en 2,5 en op een fouten percentage van 12% bij patiënten met een 'slechte' index boven de 3,6. Arden rekent dan de groep van de pseudarthroses en kopnecroses als één groep en neemt dus een directe relatie aan tussen slechte vascularisatie en pseudarthrose. Rekenen wij de pseudarthroses niet onder dezelfde groep dan zijn de fouten percentages resp. 7% en 62%.

Vooral echter het grote aantal onbruikbare metingen nl. 44% maakt deze methode nu nog niet geschikt voor klinische toepassing. Tucker (1950) vond een fouten percentage van 0%, zijn follow-up is echter slechts 1 jaar en zijn aantal metingen slechts 13.

Venografie

Hulth en Johansson, die het grootste aantal venografieën verrichtten, kregen bij een positieve venografie een fouten percentage van 20%, bij een negatieve venografie een fouten percentage van 10%. Andere auteurs, op Herzog na, vonden fouten percentages tussen 0 en 25% (zie tabel p. 45), wat met de resultaten van Hulth en Johanson goed te vergelijken is. De venografie heeft echter ook een groot aantal onbruikbare venogrammen, nl. 36%. De betrouwbaarheid is dan ook volkomen vergelijkbaar met de Tucker methode.

De *Coomassie blue clearance test* zal in een volgend hoofdstuk besproken worden.

De clearance test met radio-actief Na²⁴ is nog onvoldoende uitgewerkt.

De J¹³¹ clearance

Het foutenpercentage van deze methode bij een steile curve is 11% en bij een langzaam stijgende curve 33%.

Het aantal intermediaire metingen is ook hoog nl. 29%. Opgemerkt moet worden, dat ook Johanson de pseudarthroses en kopnecroses onder één groep rekent en daarvan ook géén aparte cijfers opgeeft.

Over de waarde van het *histochemisch onderzoek* van een *botpunctaat* is nog onvoldoende bekend.

Samenvattend kunnen wij zeggen, dat er nog géén bruikbare methode bestaat om bij een verse mediale collumfractuur een uitspraak te doen over het al of niet optreden van een kopnecrose.

DE COOMASSIE BLUE CLEARANCE BEPALING EN DE TOEGEPASTE BEHANDELING VAN DE PATIENTEN VAN HET NA-ONDERZOEK

Alvorens de Coomassie blue proef te bespreken, zal eerst in het kort ingegaan worden op de toegepaste behandeling.

De behandeling

Bij opname werd direct een draadextensie aangelegd door middel van een Kirschnerdraad door het distale femureinde. Een onderzoek werd ingesteld naar de pulmonale en cardiovasculaire toestand. De nierfunctie werd bepaald. Waren er géén ernstige interne afwijkingen, dan werd de patiënt geopereerd. Daar ook de geïnclaveerde collumfracturen in 7,5 tot 10% de neiging hebben om af te glijden (Flatmark 1962) werden ook deze liever gepend.

Het been van de patiënt werd in lichte abductie en endorotatie-stand op de orthopaedische tafel gespannen (Watson-Jones) en röntgenologisch werd de fractuurstand gecontroleerd. Een lichte valgus-stand werd hierbij als gunstig gezien. Een varusstand werd niet geaccepteerd. Een *retro-positie* van het caput femoris werd als volgt gereponeerd. Het zieke been werd losgemaakt, de operateur oefende daaraan tractie uit. Het bekken werd door een assistent gefixeerd, terwijl met behulp van een band om het bovenbeen een tractie evenwijdig aan het collum femoris werd uitgeoefend, om de fractuurfragmenten los van elkaar te krijgen. Vervolgens werd het been in endorotatie gebracht en weer in abductie en extensie stand op de orthopaedische tafel gespannen. Op deze manier werd bijna altijd een goede repositie verkregen.

Een enkele maal was het nodig de repositie volgens Leadbetter toe te passen. (Langzame flexie tot 90° en adductie - de knie wordt in de richting van de tegenovergestelde axilla gebogen - vervolgens endorotatie om de angulatie naar voren op te heffen, daarna abductie en extensie). Een open repositie werd niet toegepast.

Een *varusstand* werd gereponeerd door sterkere abductie, terwijl de hand

een tegendruk uitoefende ter hoogte van de trochanter. Het bekken werd hierbij aan de tegenovergestelde zijde gefixeerd, de tractie aan het been werd gehandhaafd.

Een *valgusstand* werd gereponeerd door adductie van het been, terwijl de hand een tegendruk uitoefende zo hoog mogelijk aan de binnenzijde van het bovenbeen, terwijl de tractie van het been werd gehandhaafd.

Was een goede repositie verkregen, dan werd percutaan een Kirschnerdraad geboord, als geleide voor de Smith-Petersen pen.

De nabehandeling

De inzichten over de nabehandeling van de mediale collumfracturen lopen zeer sterk uiteen.

Wat betreft de belasting zijn er auteurs

die direct volledig belasten, dat wil zeggen: laten lopen zonder loopfiets of krukken, zoals Axhausen (1922) en Deyerle (1965).

of belasten na 6 weken, zoals Oden (1947) - Böhler (1954) - Watson Jones (1955) en Patrick (1949).

of belasten na 3 maanden, zoals Jensenius (1956) - Rydell en Spotoft (1949).

of na 6 maanden, zoals Sörle (1954) - Aufranc (1958) - Oosterhuis (1952) - Smook (1937) en Van Zanten (1967).

Anderen belasten bij volledige consolidatie (Donk 1964). Auteurs

als Sörle, Aufranc en Rydell, die eerst laat *volledig* belasten, laten de patiënten echter wel na 4 tot 6 weken reeds met krukken lopen.

Ons behandelingsschema volgde een middenweg tussen bovengenoemde schema's. De belangrijkste behandeling, direct post-operatief, is de verpleging. Er werd direct begonnen met wisselligging. Bij het geven van wisselligging werd het zieke been extra voorzichtig behandeld. Een nabehandeling in rekverband of beenlade werd niet gegeven. Vanaf de eerste dag na operatie werden de patiënten aangespoord tot teenoefeningen en aanspannen van quadriceps. Na de eerste week begon patiënt met actieve bewegingen van het zieke been. Na de 3e maand ging patiënt het bed verlaten en werd begonnen met oefeningen, in de loopfiets. Wanneer dit goed ging, werd begonnen met krukken, daarna met twee en vervolgens met één stok.

Het gebruik van één stok aan de gezonde zijde werd gedurende het eerste jaar na operatie gehandhaafd.

5 Patiënten, die elders behandeld waren, werden na de eerste week al gemobiliseerd.

EIGEN ONDERZOEK

De Coomassie blue clearance bepaling als vroeg diagnosticum van de femurkopnecrose na mediale collumfractuur. Deze methode werd in 1962 door Price geïntroduceerd

Om de volgende redenen werd de Coomassie blue proef verkozen boven de andere vroeg-diagnostische methoden

1. De *resultaten* van het onderzoek van Price, die in het vorige hoofdstuk werden besproken, leken veelbelovend, evenals de eerste resultaten van het eigen onderzoek. Als controle op deze methode werd de proef begonnen bij 11 patiënten met een intertrochantere fractuur. Bij al deze patiënten werd een goede Coomassie blue clearance waarde gevonden van 1 tot 6 mgr. %.

Bij 2 patiënten met een röntgenologisch aangetoonde femurkop necrose werd een waarde gevonden van 0 mgr. %.

Bij nader inzien zal het blauw bij de intertrochantere fractuur vooral via de grote venen van het trochanter massief in de bloedbaan komen en niet via de venen van het caput femoris. Experimenteel kon dit aangetoond worden door middel van venografisch onderzoek van de heup (Hulth 1956).

2. De bepaling is *niet schadelijk* voor de patiënt en voor degenen, die de techniek hanteren. De mate van toxiciteit van Coomassie blue wordt later in dit hoofdstuk besproken.

3. De Coomassie blue proef is een *quantitatieve* bepaling voor de gehele femurkop. Het Coomassie blue diffundeert door de gehele femurkop, ongeacht de vitaliteit daarvan.

Bij drie patiënten, waarbij de femurkop geresceerd werd om een Moore prothese in te brengen, werd de femurkop ingespoten met Coomassie blue vóór deze resectie. Op doorsnede bleken alle onderzochte femurkoppen diffuus blauw verkleurd te zijn.

Verwacht werd daarom dat deze bepaling *representatief* zou zijn voor de gehele femurkop, in tegenstelling tot de zuurstof-saturatie bepaling en de technieken, die gebaseerd zijn op het nemen van een botpunctaat uit de femurkop zoals enkele tracertechnieken, histologische en histochemische methoden.

Bij nader inzien is het een bezwaar, dat de bepaling de indruk wekt een

quantitatieve maat te zijn wat betreft de bloedvoorziening voor de verschillende velden van de femurkop.

De concentratie van Coomassie blue in de bloedbaan is slechts een maat voor de resorptie van de kop als geheel en dus géén objectieve maat voor de bloedvoorziening van de verschillende velden van de femurkop.

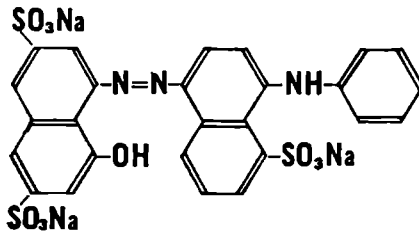
In theorie is het immers duidelijk, dat de dragende gebieden van de femurkop hoge eisen stellen aan de bloedvoorziening.

4. *Er is géén kostbare apparatuur nodig* zoals bij de bepaling van de zuurstof saturatie en de opname van radio-isotopen.

5. *Verwacht werd, dat er geen onbruikbare bepalingen* zouden zijn, zoals bij de venografie en arteriografie. De moeilijkheid is echter dat de onbruikbare bepalingen niet aan het licht komen. De lekkage van Coomassie blue via het fractuurvlak in het gewricht kan namelijk bij een gesloten fractuurbehandeling niet opgemerkt worden. De resorptie via het kapsel gaat namelijk veel langzamer, zoals eenmaal werd waargenomen.

De biologisch en chemische eigenschappen van het Coomassie blue werden uitvoerig nagegaan door Taylor en Thorp (1959).

Coomassie blue is het natrium zout van anilino-hydroxy azonaphthaleen sulfonzuur met de volgende structuurformule:



De kleurstof is gemakkelijk oplosbaar in water, langdurig houdbaar, niet licht gevoelig en kan gesteriliseerd worden in de autoclaaf.

Na een zuiveringsproces, geeft Coomassie blue een chromatografisch zuiver en homogeen product. De maximum lichtabsorptie van Coomassie blue in een waterige oplossing ligt tussen de 565 en 570 m μ en verschuift naar de 580-590 m μ bij de aanwezigheid van plasma.

De lichtabsorptie in waterige oplossingen en mengsels met plasma is lineair evenredig met de concentratie van de kleurstof.

De concentratie van Coomassie blue kan photo-metrisch bepaald worden met een photometer zoals b.v. de Unicam S.P. 600.

De bloedmonsters moeten echter vrij zijn van haemolyse.

Er bestaat ook nog een extractie methode met behulp van ureum en aceton volgens Clausen en Licson (1965). Deze methode is ingewikkelder en kost veel meer tijd, zodat deze methode per-operatief niet gebruikt kan worden.

Coomassie blue is bij concentraties tot 10 mgr/100cc. voor 98% gebonden aan serum proteïnen, zoals kan worden aangetoond door dialyse. Bij electroforese blijkt het Coomassie blue aan de albumine fractie gebonden te zijn, waardoor het aanvankelijk in de bloedbaan blijft en het dus geschikt is om als clearance test voor de resorptie in het caput femoris te gebruiken. Coomassie blue, intraveneus toegediend, blijft gedurende de eerste 10 minuten in de bloedbaan met dezelfde verdeling als radio-actief gemerkt humaan serum-albumine (Parry en Tuckman 1961).

Na 15 tot 20 minuten is de helft van het Coomassie blue uit het plasma verdwenen en veroorzaakt geen huid-pigmentatie; het grootste gedeelte wordt in de azo-keten metabolisch gesplitst. De gesplitste componenten worden in de urine uitgescheiden. Een minimale hoeveelheid van de ongesplitste kleurstof wordt in de urine uitgescheiden, een grotere hoeveelheid wordt met de gal uitgescheiden.

Toxiciteit: Coomassie is veel minder toxisch dan Evans blue. De $LD_{50} \equiv 450$ mgr/kg. Bij de clearance test wordt slechts een dosering van $1/7$ mgr/kg. gebruikt.

Herhaalde intraveneuze injecties van 10-30 mgr/Kg. bij ratten en konijnen toonden macroscopisch noch microscopisch veranderingen van organen of weefsels. Intraveneuze doses van 5-10 mgr/Kg. bij honden of katten veroorzaakten geen veranderingen in respiratie, tensie of E.C.G. Intraveneuze injecties van 200 mgr. bij mensen veroorzaakten evenmin toxische reacties, wel kon de patiënt een licht blauwe kleur krijgen, die na 1 tot 2 uur verdween (Taylor en Shillingford 1958). Ook *locale toediening* gaf geen veranderingen van de weefsels te zien.

15 mgr. Coomassie blue, elke 2 weken subcutaan toegediend bij ratten gedurende 6 maanden toonde, bij een na-onderzoek, over een periode van 2 jaar, aan geen schadelijke invloed te hebben.

Het niet toxisch zijn en de sterke bindingscapaciteit met serum albumine, waardoor het in de bloedbaan blijft, maken de kleurstof Coomassie blue bij uitstek geschikt voor een 'Clearance test' van het caput femoris.

Techniek van de clearance proef

5cc. Coomassie blue van een 2 procentige oplossing werd in het caput femoris geïnjecteerd. (Price gebruikte een 4 procentige oplossing die nu niet meer in de handel is).

Over de Kirschnerdraad, die als geleide-draad werd gebruikt voor de Smith-Petersen pen, werd een stevige botboringsnaald geboord. Röntgenologisch werd de ligging gecontroleerd. De canule moet door de corticalis geboord worden en niet met drevel geslagen worden, omdat anders de aansluiting niet meer op de conus van de spuit past, hetgeen aanleiding geeft tot lekkage. Alleen de Stryker-boor is geschikt om de botboringsnaald over de Kirschnerdraad heen te brengen, omdat deze boor als een drevel over de Kirschnerdraad schuift, zonder dat deze dieper wordt ingeboord. Met een voersonde werd het eventuele botpunctaat uit de naald geduwd of geboord.

Wanneer de botboringsnaald tot in het caput femoris was geboord, werd de Kirschnerdraad verwijderd en 5cc. Coomassie blue 2% in het caput femoris met de hand gespoten.

Na 1, 2 en 5 minuten werd met behulp van een punctie veneus bloed afgenomen. De braunüle werd als venapunctie naald gebruikt en 1/10cc. heparine werd in de naald gespoten om stolling te voorkomen. Wanneer de bloedmonsters gehepariniseerd zijn, is de kans op haemolyse geringer. Het serum van de bloedmonsters werd gecentrifugeerd. Van tevoren is een oplossing van 1 mgr. % in serum, van dezelfde patiënt gemaakt. Deze oplossing werd als standaard oplossing telkens opnieuw gemaakt, waardoor de licht absorptie door het serum zelf voor beide oplossingen hetzelfde is. Macroscopisch kan men dan al zien of de bloedmonsters blauwer of minder blauw zijn dan de gemaakte oplossing van 1 mgr. %. Photo-electrisch werd nu de concentratie van het Coomassie blue bepaald met de Unican, SP 600 photo-electrometer.

Inmiddels werd de Kirschner-draad weer in de canule gebracht, waarna deze werd verwijderd. Dezelfde Kirschnerdraad werd als geleide-draad voor de Smith-Petersen pen gebruikt. De patiënten met mediale collumfractuur, waarbij deze Coomassie blue clearance test was verricht, werden gedurende 2 jaar vervolgd om de kopnecrose te diagnosticeren.

Als criteria voor kopnecrose werden de röntgenologische of histologische beelden gebruikt, die in hoofdstuk III beschreven zijn.

In de periode van januari 1964 t/m januari 1966 werd 85 maal de Coomassie blue clearance test verricht.

Overzicht

intertrochantaire femurfracturen	10;	Coomassie blue clearance waarde; 1 tot 6 mgr. %
Femurkopnecrose na fractuur	2;	Coomassie blue clearance waarde; 2 x 0 mgr. %
pseudarthrose	1;	Coomassie blue clearance waarde; 0,7 mgr. %
verse med. collum fracturen	72;	Coomassie blue clearance waarde; van 0 tot 6 mgr. %
totaal	85	

Een na-onderzoek van de patiënten met verse mediale collum fracturen, met een follow-up van 2 jaar, werd verricht.

Resultaat van de na-controle:

Primaire mortaliteit	12
ten tijde na-onderzoek overleden	3
naar elders vertrokken	2
niet verschenen	15
na-onderzoek	39
<hr/>	
Totale aantal patiënten	72

Hieronder volgt een tabel met het resultaat van het na-onderzoek.

Resultaat van de Coomassie blue clearance test van 39 patiënten met een follow-up van 2 jaar.

patiënt no.	Coomassie blue test na			necrose		pseud- arthrose	opmerking
	1 min.	2 min.	5 min.	Rö	Hist.		
1	0 mgr. %	0 mgr. %	0 mgr. %	—		—	
2	2,7 mgr. %	2,6 mgr. %	2,1 mgr. %	—		—	
3	1,5 mgr. %	1,2 mgr. %	1,5 mgr. %	—		—	
4	0,8 mgr. %	1 mgr. %	1,0 mgr. %	—		—	
5	0,4 mgr. %	0,6 mgr. %	0,5 mgr. %	+	+	—	
6	0,7 mgr. %	0,6 mgr. %	0,5 mgr. %	+	+	+	
7	0,3 mgr. %	0,2 mgr. %	-	—		—	lekkage bij inspuiten
8	1 mgr. %	0,8 mgr. %	0,9 mgr. %	—		—	
9	0 mgr. %	0 mgr. %	0 mgr. %	+	revasc.	+	
10	1,0 mgr. %	1,2 mgr. %	1,0 mgr. %	+	+	—	
11	5,0 mgr. %	5,2 mgr. %	-		+	—	pat. postop. overleden
12	1,2 mgr. %	1,2 mgr. %	1,1 mgr. %	—		—	
13	0,8 mgr. %	1 mgr. %	1 mgr. %	—		—	
14	1,1 mgr. %	1,1 mgr. %	-	+	+	+	

patiënt no.	Coomassie blue test na			necrose		pseud- arthrose	opmerking
	1 min.	2 min.	5 min.	Rö	hist.		
15	-	1,7 mgr. %	1,7 mgr. %	—		—	
16	0,6 mgr. %	0,6 mgr. %	0,7 mgr. %	—		—	sterk vertraagde consolidatie
17	1,2 mgr. %	1,0 mgr. %	0,9 mgr. %	+	+	+	
18	0,4 mgr. %	0,4 mgr. %	0,4 mgr. %	—		—	
19	0 mgr. %	0 mgr. %	0 mgr. %	—	—	—	lekkage bij inspuiten
20	0 mgr. %	0 mgr. %	0 mgr. %	+	+	+	lekkage bij spuiten
21	0,5 mgr. %	0,4 mgr. %	0,7 mgr. %	+	revasc.	—	
22	1,0 mgr. %	1,1 mgr. %	1,0 mgr. %	—		—	
23	3,4 mgr. %	2,8 mgr. %	2,4 mgr. %	—		—	
24	1,1 mgr. %	1,3 mgr. %	1,1 mgr. %	—		—	
25	0,6 mgr. %	0,5 mgr. %	0,4 mgr. %	+	+	+	
26	0,4 mgr. %	0,8 mgr. %	0,5 mgr. %	—	+	+	
27	1,5 mgr. %	1,2 mgr. %	1,2 mgr. %	—		—	
28	1,8 mgr. %	1,5 mgr. %	1,5 mgr. %	—		—	
29	0 mgr. %	0 mgr. %	0 mgr. %	—	—	+	veel lekkage bij inspuiten
30	2,0 mgr. %	2,2 mgr. %	2,2 mgr. %	—		—	
31	1,0 mgr. %	1,0 mgr. %	1,5 mgr. %	—		+	
32	1,1 mgr. %	1,1 mgr. %	1,1 mgr. %	+	+	—	
33	0,7 mgr. %	0,7 mgr. %	—	—		—	
34	0 mgr. %	0 mgr. %	0 mgr. %	—	—	+	
35	0,8 mgr. %	0,9 mgr. %	1,1 mgr. %	—	—	—	sterk vertraagde consolidatie
36	1,2 mgr. %	1,1 mgr. %	1,0 mgr. %	—		—	geringe lekkage
37	1,1 mgr. %	1,2 mgr. %	1,1 mgr. %	—		—	
38	1,1 mgr. %	1,3 mgr. %	1,3 mgr. %	—		—	
39	1,0 mgr. %	1,0 mgr. %	1,1 mgr. %	—		—	

Bij 24 patiënten werd een Coomassie blue clearance waarde groter dan 1 mgr. % gevonden.

Bij 5 patiënten ontwikkelde zich toch een femurkop-necrose. Dit komt overeen met een fouten-percentage van ruim 20%.

Bij 15 patiënten werd een Coomassie blue clearance waarde van kleiner dan 1 mgr. % gevonden.

Bij 8 patiënten ontwikkelde zich geen necrose.

Dit komt overeen met een fouten-percentage van 54%.

Bij de in de tabel genoemde patiënten trad 5 maal lekkage op bij de aansluiting van de spuit met de naald, wanneer onder hoge druk ingespoten moest worden.

Bij 3 patiënten kan dit een te lage Coomassie blue clearance waarde gegeven hebben. Het fouten-percentage zou dan 41 % zijn. Dit is nog een te hoog fouten-percentage voor een algemene klinische toepassing.

Hoe moet men zich nu voorstellen, waar de foutenbron zit?

1. *Lekkage* van de kleurstof via het fractuurvlak geeft een te klein depot van Coomassie blue in de femurkop, waardoor een te lage bloedspiegel blue kan ontstaan.
2. Het *niet representatief* zijn voor de bloedvoorziening van de verschillende velden van de femurkop (zoals besproken op pagina 54).
3. Het postoperatieve *herstel* van de circulatie of het ontstaan van een *thrombose* van de arteriën, die de femurkop verzorgen, kan eveneens een foutenbron zijn. Massie (1964) verrichtte metingen van de bloedvoorziening van de femurkop met behulp van radio-actief gemerkte erythrocyten, zowel per-operatief als gedurende de reconvalescentie periode. Hij merkte op, dat in de reconvalescentie periode vaak een herstel van de bloedvoorziening optrad.

Als conclusie kunnen wij stellen, dat de Coomassie blue clearance test weliswaar enige indruk geeft van de resorptie van de femurkop en daarmee van de mate waarin het bloedvaatsysteem na de fractuur gespaard bleef, maar als per-operatief 'vroeg-diagnosticum' voor de femurkop-necrose onvoldoende betrouwbaar is.

EEN ONDERZOEK NAAR HET VERBAND TUSSEN
HET TYPE VAN DE FRACTUURLIJN DE DISLOCATIE
EN HET ONTSTAAN VAN FEMURKOP-NECROSE

Het stellen van een prognose op het Röntgenologische beeld van het fractuurtype is door vele auteurs nagestreefd.

Pauwels (1935) gebruikte een indeling, die gebaseerd is op de mechanische verhoudingen in het fractuurvlak. Hij mat de hoek tussen het fractuurvlak en de horizontale lijn, die de spinae iliacae anteriores van het bekken in neutrale stand verbindt.

Naarmate deze hoek groter is, zullen de afschuivende krachten toenemen en zou de prognose slechter zijn.

Hoek van Pauwels I kleiner dan 30° .

Hoek van Pauwels II tussen 30° en 70° .

Hoek van Pauwels III groter dan 70° .

Daar een verandering van de bekkenstand een andere hoek van Pauwels voorspiegelt bepaalde Spotoft de hoek tussen de femur-as en het fractuurvlak. Daar er een constante hoek van 6° bestaat tussen de verticale lichaams-as en de femur-as bij een neutrale stand van het been, kan de hoek volgens Spotoft omgerekend worden in de hoek van Pauwels.

Hoek van Pauwels I komt overeen met hoek van Spotoft groter dan 54° .

Hoek van Pauwels II komt overeen met hoek van Spotoft tussen 54° en 14° .

Hoek van Pauwels III komt overeen met hoek van Spotoft kleiner dan 14° .

Oosterhuis (1952) wees op het belang van de mate van primaire dislocatie. Een ernstige dislocatie geeft een verscheuring van de voedings-arteriën, waardoor necrose ontstaat.

Oosterhuis verdeelde de dislocatie in 3 groepen:

dislocatie I: zeer geringe dislocatie

dislocatie II: gedeeltelijke dislocatie

dislocatie III: totale dislocatie

Garden (1961) geeft een indeling in vier groepen:

dislocatie I: incomplete fractuur (Greenstick type)

dislocatie II: complete fractuur zonder dislocatie

dislocatie III: complete fractuur met partiële dislocatie

dislocatie IV: complete fractuur met volledige dislocatie

Claffey (1960) wees op het belang van de intrede-plaats van de arteriae colli et capitis femoris superiores bij een fractuur. Loopt de fractuur op de A-P foto door dit punt, dan zou in 100% der gevallen een necrose optreden. De fractuurlijn werd beoordeeld op de foto's na repositie.

Piggot (1965) wees er op, dat de intrede-plaats van de arteriae colli et capitis femoris superiores beter op de axiale opname beoordeeld kan worden.

Garden (1961) heeft voor het eerst in exacte maten vastgelegd welke repositie wel en welke niet geaccepteerd kan worden in verband met het later ontstaan van kopnecrose. De resultaten van bovengenoemde auteurs zijn in hoofdstuk II vermeld.

Daar de resultaten van de Coomassie blue clearance test teleurstellend waren, werd gezocht naar andere hulpmiddelen om een prognose over de vitaliteit van de kop te kunnen stellen. De correlatie tussen het type van de fractuurlijn en de dislocatie en het ontstaan van de eventuele kopnecrose werd onderzocht. De specifieke anatomische kenmerken van de vascularisatie vormen de basis van het onderzoek.

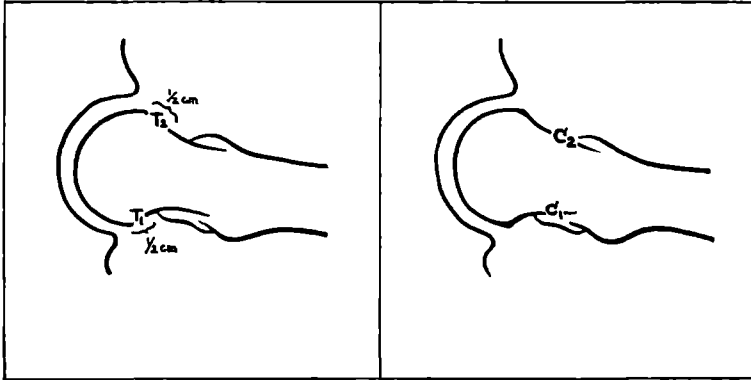
EIGEN ONDERZOEK

Beschouwen wij nogmaals de vascularisatie, zoals deze in hoofdstuk I is beschreven, maar nu speciaal met betrekking tot de fractuurlijn, dan kunnen wij zeggen, dat het punt, aan de rand van het gewrichtskraakbeen, waar de arteriae colli et capitis femoris superiores de femurkop binnenkomen met het oog op kopnecrose zeer belangrijk is, zoals trouwens *Claffey* en *Piggot* al aantoonde. Het epiphysaire gedeelte van het caput femoris wordt voor $\frac{1}{3}$ deel door deze rami colli et capitis femoris superiores verzorgd.

De betekenis van de rami colli et capitis inferiores, voor de fractuurgenezing, is tot nu toe in de literatuur nooit beoordeeld.

Theoretisch moet de rol van deze rami colli et capitis inferiores zeer belangrijk zijn daar $\frac{2}{3}$ gedeelte van het metaphysaire gedeelte van het caput femoris door deze arterie takjes verzorgd wordt. Daar het proximale fractuurfragment juist door deze arterie takjes verzorgd wordt, zal een fractuur die door dit punt loopt en de arterie takjes laedeert, oorzaak kunnen zijn van een pseudarthrose of kopnecrose. De bestaande indeling

in subcapitale en transcervicale fracturen, was niet nauwkeurig gedefinieerd. Bovendien bleek $\frac{1}{3}$ deel van de fracturen niet in deze indeling te passen. De fractuurlijn bij 30% van de onderzochte patiënten bleek gedeeltelijk subcapitaal en gedeeltelijk cervicaal te verlopen. Een *nieuwe indeling* in fractuurlijnen wordt daarom voorgesteld.



Schematische voorstelling van de transforaminale punten T₁ T₂ en de cervicale punten C₁ C₂ beoordeeld op de axiale foto

De fractuurlijn werd bestudeerd op de *axiale foto*.

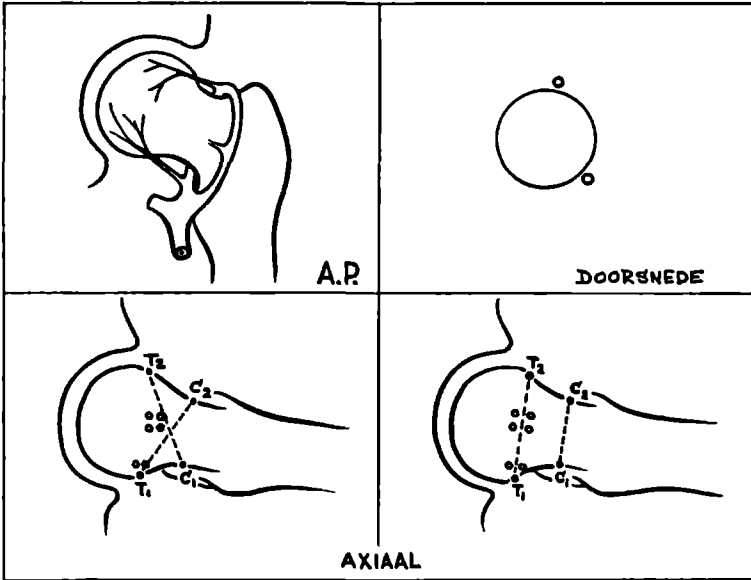
Het punt op een $\frac{1}{2}$ cm. of binnen een $\frac{1}{2}$ cm. van de grens kraakbeen-been aan de ventrale zijde wordt T₂ genoemd. Het punt op een $\frac{1}{2}$ cm. of binnen een $\frac{1}{2}$ cm. van de grens kraakbeen-been aan de dorsale zijde wordt T₁ genoemd. De punten buiten dit gebied worden resp. C₁ en C₂ genoemd. Een indeling in fractuurlijnen T₁ - T₂, T₁ C₂, C₁ T₂ en C₁ C₂ wordt dus gemaakt. De fractuurlijn T₁ T₂ wordt *volledig transforaminale fractuur* genoemd. De fractuurlijn T₁ C₂ en C₁ T₂ wordt *partieel transforaminale fractuur*. De fractuurlijn C₁ C₂ wordt *volledig cervicale fractuur* genoemd.

De foramina van de arteriae colli et capitis superiores liggen op de axiale foto halverwege de volledig transforaminale lijn. T₁-T₂ (zie fig. p. 64).

De foramina van de arteriae colli et capitis inferiores liggen aan de dorsale zijde van het collum op de axiale foto (zie fig. p. 64).

Een volledig transforaminale fractuur (T₁ T₂) zal beide foramina kruisen en bij dislocatie beide groepen arteriën laederen.

De plaats van de fractuurlijn ten opzichte met de foramina, waar de arteriae colli et capitis superiores en de arteriae colli et capitis inferiores het caput femoris binnentreden.



Schematische voorstelling van het verband van de fractuurlijn met de transforaminale punten

De fractuurlijn T₁ C₂ zal vooral de arteriae colli et capitis inferiores beschadigen.

De fractuurlijn C₁ T₂ zal vooral de arteriae colli et capitis superiores beschadigen.

De punten T₁ en T₂ zijn op de axiale foto te vinden op de plaats waar de convexe lijn van het caput femoris de concave lijn van het collum femoris kruist. Aan de dorsale zijde kan de convexe lijn van het collum femoris overgaan in een rechte lijn van het collum femoris, vooral wanneer er een retro-positie van het caput femoris bestaat.

Bij een epiphysiolysis zullen de foramina van de arteriae colli et capitis superiores gemakkelijk gelaedeerd worden. De foramina van de arteriae colli et capitis inferiores zullen dan gespaard worden.

Op de leeftijd tussen 4 en 13 jaar, wanneer de circulatie van het caput

femoris geheel afhankelijk is van de arteriae colli et capitis femoris superiores, zal bij een zeldzame traumatisch epiphysiolysis de kans op necrose het grootste zijn.

Op de A-P foto na repositie en bij 10° tot 20° endorotatie, is de plaats van de foramina der arteriae colli et capitis femoris superiores goed te beoordelen. Een enkele maal werd hiervan gebruik gemaakt als de axiale foto slecht van kwaliteit was. De plaats van de foramina der arteriae colli et capitis femoris inferiores is op de A-P foto niet te beoordelen, daar deze foramina dan niet langs de onderrand van het collum femoris liggen, maar meer naar craniaal.

INDELING IN DISLOCATIE

Daar een $\frac{1}{2}$ cm. verschuiving van de fractuurfragmenten bij een transforaminale fractuur de betreffende arteriën kan laederen, wordt een nieuwe indeling voorgesteld, die hierop gebaseerd is. Voortbouwend op de indeling van Garden wordt de volgende indeling voorgesteld: (zie figuur p. 66):

Dislocatie graad I: incomplete fractuur

Dislocatie graad II: complete fractuur zonder verplaatsing van de fractuurfragmenten.

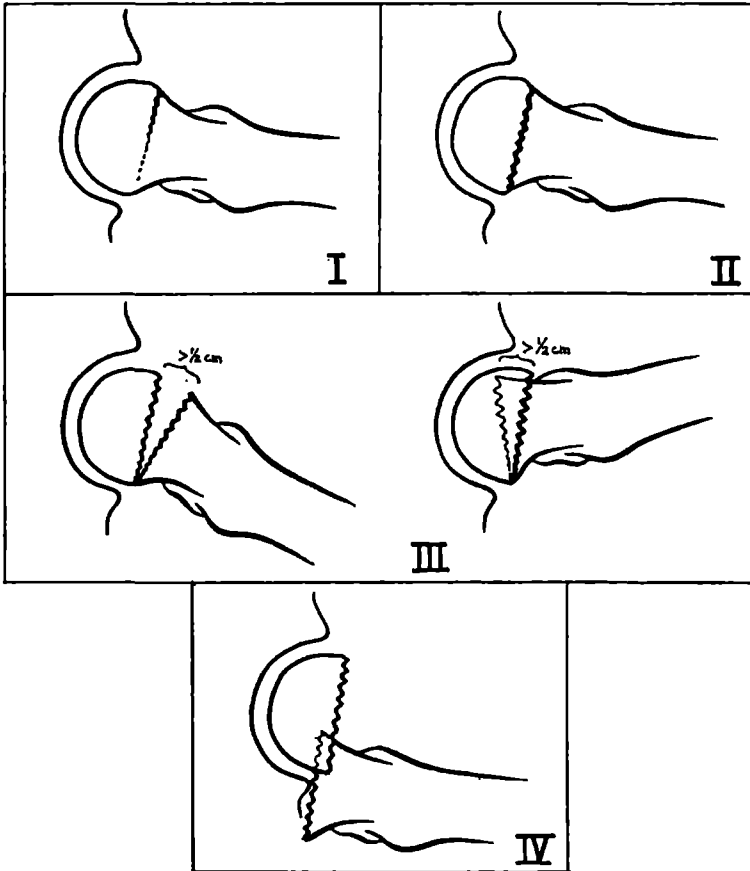
Dislocatie graad III: een kant van de fractuur staat nog, de cortices zijn niet meer dan een $\frac{1}{2}$ cm ten opzichte van elkaar verschoven, de andere kant van de fractuur toont een verplaatsing van meer dan $\frac{1}{2}$ cm. van de cortices ten opzichte van elkaar.

Dislocatie graad IV: de fractuur toont een totale dislocatie. De cortices tonen overal een verplaatsing van meer dan $\frac{1}{2}$ cm. ten opzichte van elkaar. Een na-onderzoek van 143 mediale collumfracturen werd verricht. Bij 59 patiënten was het mogelijk een follow-up van 2 jaar te verkrijgen. Zetten wij de combinatie van fractuurlijn en dislocatie in een tabel, dan zien wij het volgende: zie tabel p. 67

Ook blijkt uit de tabel op p. 67 het volgende:

a. Bij geen der dislocaties graad II trad necrose op, onafhankelijk van het type fractuurlijn. Het betreft hier 14 patiënten. Statistisch kan men zeggen, dat de kans op necrose hier slechts tussen 0 en 23% kan liggen¹.

¹ Op grond van de statistische berekening moet het volgende opgemerkt worden. Alle hier volgende uitspraken over de kans op necrose gelden met een zekerheid van 95%. (Betrouwbaarheids intervallen met een betrouwbaarheidscoëfficiënt van 95%).



Schematische voorstelling van de verschillende graden van dislocatie

b. Bij alle 17 volledig cervicale fracturen (type C₁ C₂) met dislocatie graad IV bleef de femurkop vitaal.

Statistisch kan men zeggen, dat hier slechts van 0 tot 29% kans op necrose bestaat.

Ook bij alle 7 volledig cervicale fracturen met dislocatie graad III ontstond geen necrose van de femurkop.

c. Bij 13 partieel en totaal transforaminale fracturen (type T₁ C₂, C₁ T₂ en T₁ T₂) met dislocatie graad IV trad necrose van de femurkop op.

Statistisch kan men zeggen, dat hier van 75 tot 100% kans op necrose bestaat.

d. De groep van partieel en totaal transforaminale fracturen met dislocatie-

De necroses komen vooral in de rechter onderhoek van de tabel voor.

Dislocatie ► ▼ Fractuurlijn	I	II	III	IV	totaal
C ₁ C ₂		7 x vitaal	7 x vitaal	16 x vitaal 1 x necrose	31
T ₁ C ₂	1 x vitaal	1 x vitaal	1 x vitaal	3 x necrose	6
C ₁ T ₂		2 x vitaal	4 x vitaal 1 x necrose	7 x necrose	14
T ₁ T ₂		4 x vitaal	1 x necrose	2 x necrose	7
onbekend				1 x necrose	1
totaal	1	14	14	30	59

graad III vormen de tussengroep; mogelijk speelt hier ook de nabehandeling een rol, zoals het tijdstip van mobilisatie en volledig belasten van de heup. Het betreft hier 7 patiënten, waarbij 2 x een necrose optrad. Anatomisch gezien kan men verwachten, dat een volledig transforaminale fractuur met dislocatie graad III eerder een necrose geeft dan een partieel transforaminale fractuur met dislocatie graad III. Eénmaal werd een volledig transforaminale fractuur met dislocatie graad III gezien en deze leidde dan ook tot een necrose. Statistisch gezien kan men van deze groep van partieel en totaal transforaminale fracturen met dislocatie graad III zeggen, dat hier van 4 tot 71 % kans op necrose bestaat. Een grotere serie van deze groep zal nodig zijn om een nauwkeurige prognose te kunnen stellen.

Discussie: Het verband tussen femurkop-necrose en de mate van *primaire dislocatie* van de fractuur is door vele auteurs bevestigd. Dit is echter onvoldoende als criterium voor een prognose, wat betreft het al of niet necrotisch worden. (zie tabel pag. 20).

Claffey (1960) vond de graad van dislocatie onbelangrijk. Hij vond alleen de intrede plaats van de arteriae colli et capitis femoris superiores van belang. Uit het eigen onderzoek bleek de fractuurlijn 21 maal door de intredeplaats van de arteriae colli et capitis femoris superiores te lopen. 11 maal trad er slechts necrose op.

Piggot (1965) vond eveneens de intredeplaats van de arteriae colli et capitis femoris superiores van belang, echter in combinatie met de mate van

patiënt np.	leeftijd	man	vrouw	primaire dislocatie	fractuurhoek		fractuurlijn
					v. Spotoft	v. Pauwels	
1	71		+	III	75°	I	T ₁ C ₂
2	50	+		II	45°	II	C ₁ C ₂
3	74	+		IV	30°	II	C ₁ C ₂
4	76		+	III	10°	III	C ₁ C ₂
5	77		+	IV	30°	II	C ₁ T ₂
6	76		+	IV	50°	II	C ₁ T ₂
7	68		+	IV	30°	II	C ₁ C ₂
8	77	+		IV	30°	II	C ₁ C ₂
9	68	+		IV	40°	II	C ₁ T ₂
10	69	+		IV	40°	II	C ₁ C ₂
11	61		+	III	25°	II	T ₁ T ₂
12	55	+		II	55°	I	C ₁ T ₂
13	71	+		IV	?	?	T ₁ T ₂
14	68		+	?	50°	II	C ₁ C ₂
15	79	+		IV	45°	II	C ₁ C ₂
16	75	+		IV	35°	II	C ₁ T ₂
17	46	+		IV	20°	II	C ₁ C ₂
18	75		+	I	55°	I	T ₁ C ₂
19	64	+		II	50°	II	T ₁ C ₂
20	65		+	IV	35°	II	C ₁ T ₂
21	82		+	IV	45°	II	C ₁ T ₂
22	56		+	II	40°	II	T ₁ T ₂
23	54		+	II	55°	I	C ₁ C ₂
24	62		+	IV	40°	II	C ₁ T ₂
25	78	+		IV	45°	II	T ₁ T ₂
26	78		+	II	50°	II	T ₁ T ₂
27	43	+		IV	55°	I	C ₁ C ₂
28	78	+		IV	20°	II	C ₁ C ₂
29	78		+	II	60°	I	T ₁ T ₂
30	63		+	IV	20°	II	T ₁ C ₂
31	85		+	IV	48°	II	C ₁ C ₂
32	69		+	III	50°	II	C ₁ T ₂
33	75		+	IV	20°	II	C ₁ C ₂
34	39	+		II	35°	II	C ₁ C ₂
35	67	+		III	45°	II	C ₁ C ₂
36	65		+	IV	50°	II	T ₁ C ₂
37	62	+		IV	?	?	(T ₁ C ₂)?
38	39	+		II	30°	II	C ₁ C ₂
39	48		+	III	50°	II	C ₁ C ₂
40	44			II	35°	II	C ₁ C ₂
41	75		+	III	45°	II	C ₁ C ₂
42	67	+		IV	30°	II	C ₁ C ₂
43	66		+	IV	60°	I	C ₁ C ₂
44	76		+	III	45°	II	C ₁ T ₂
45	92		+	III	30°	II	T ₁ C ₂

inclavatie	ligging pen	hoek v. Garden	necrose Rö	hist.	pseud- arthrose	opmerking
0/1	145/180	180/165	—			
0/3	140/170	170/180	—			
+2/—2	140/170	160/165	—			
0/0	130/180	170/180	—			
1/1	140/170	160/165	+	+		
0/0	145/170	170/170	+	+	+	
0/3	125/180	155/165	—			
2/2	140/170	170/170	—			
0/0	145/180	155/170	+	revasc.	+	
1/1	135/180	165/185	—			
0/0	140/180	175/180	+	+		
0/0	150/175	180/165	—			
0/0	?	?		+		pat. is overleden postop. pen lag transfor
0/0	140/150	170/170	+	+	+	
0/0	140/170	155/175	—			
0/0	130/165	165/180	+	+	+	
0/10	135/175	165/160	—			
0/0	145/180	170/180	—			
0/0	140/180	175/160	—			
+2/—2	140/175	170/170	+	+	+	
+2/—2	135/160	160/180	+	revasc.		
0/0	135/180	165/180	—			
0/0	130/165	165/180	—			
0/0	130/165	170/180	+	+	+	
0/0	130/180	160/180	—	+	+	
0/0	140/180	175/180	—			
0/0	140/180	155/180	—			
0/20	165/180	165/140	—			
0/0	140/165	175/175	—			
2/2	125/170	165/170	+	+		
0/10	120/165	175/180	—		+	
0/2	190/180	180/160	—			
0/0	140/175	155/175	—	vitaal	+	
—3/0	conserv.	175/155	—			
—2/—2	135/180	150/180	—		+	
1/1	160/180	180/180	+			
—	—	primaire osteotomie	+		+	ook femurfract.
0/10	155/175	175/170	—			
1/1	conserv.		—			
1/1	140/170	160/180	—			
1/1	150/170	170/170	—			
1/1	140/165	160/140	—		+	
1/1	145/170	170/170	—			sterk vertraagde consolidatie. 2 jr.
1/1	160/180	165/170	+			
0/3	conserv.	175/170	—			

patiënt no.	leeftijd	man	vrouw	primaire dislocatie	fractuurhoek		fractuurlijn
					v. Spotoft	v. Pauwels	
46	59		+	III	45°	II	C ₁ C ₂
47	54	+		IV	30°	II	C ₁ C ₂
48	62		+	III	30°	II	C ₁ T ₂
49	70			III	60°	I	C ₁ C ₂
50	74		+	II	55°	I	T ₁ T ₂
51	72	+		II	40°	II	C ₁ C ₂
52	54	+		II	35°	II	C ₁ T ₂
53	80		+	IV	30°	II	T ₁ C ₂
54	46		+	III	35°	II	C ₁ C ₂
55	59		+	III	40°	II	C ₁ T ₂
56	59		+	II	45°	II	C ₁ C ₂
57	79	+		IV	35°	II	C ₁ C ₂
58	52	+		IV	35°	II	C ₁ C ₂
59	54		+	IV	115°	I	C ₁ C ₂

dislocatie en wel de dislocatie graad III en IV van Garden.

Passen wij de criteria van Piggot toe bij de patiënten van het eigen onderzoek, dan voldoen 14 patiënten daaraan. Bij 5 patiënten trad echter geen necrose op. Verder trad nog bij 6 patiënten necrose op, die niet aan zijn criteria voldeden.

Om een inzicht in de toestand van de behandelde collum fracturen te krijgen werden de belangrijkste gegevens en complicaties in tabelvorm samengevat. (zie tabel p. 68-71)

De inclavatie werd op de axiale foto beoordeeld. Het eerste cijfer geeft aan het aantal millimeters inclavatie aan de ventrale zijde, het tweede cijfer geeft aan het aantal millimeters inclavatie aan de dorsale zijde.

Wanneer er een open fractuurspleet is, werd het cijfer met negatief '—' aangegeven.

De ligging van de pen werd vastgelegd, door de hoek tussen pen en femurschacht te meten op de A-P foto. Op de axiale opname werd de hoek gemeten ten opzichte van de beide cortices.

Om de mate van repositie vast te leggen werd de hoek van Garden gemeten.

De kwaliteit van de foto's was niet van dien aard, dat de trabekelstructuur er altijd even duidelijk op te zien was; daarom is de hoek van Garden bij deze patiënten *niet* betrouwbaar te noemen, maar geeft een inzicht in de mate van repositie.

inclavatie	ligging pen	hoek v. Garden	necrose		pseud- arthrose	opmerking
			Rö	Hist.		
1/1	145/165	120/180	—			pen partieel transfor osteotomie
0/0	130/180	160/120	—		+	
0/0	130/180	170/180	—			
1/1	155/175	170/180	—		+	
1/1	conserv.	170/170	—			
—1/+6	conserv.	170/170	—			
0/1	conserv.	175/175	—			
		140/180	+		+	
—2/+10	150/180	160/170	—			
1/6	140/170	175/175	—			
3/1	140/165	155/180	—			
1/1	150/170	150/165	—			
1/1	140/180	170/180	—			
+1/—3	145/180	175/155	—			

Is de hoek van Garden kleiner dan 155° dan spreekt men van een varusstand, is hij groter dan 155° van een valgusstand.

Het aantal graden afwijkend van 180° , gemeten op de axiale foto geeft aan hoe sterk de retro-positie van het caput is.

Bij de patiënten vermeld in tabel p. 68-71 werd nagegaan het verband van leeftijd, hoek van Pauwels, ligging van de pen, repositie, graad van dislocatie en pseudarthrose met necrose.

Verband van leeftijd met necrose

Leeftijd	aantal	necrose
30 - 40 jr.	2	0
40 - 50 jr.	5	0
50 - 60 jr.	11	0
60 - 70 jr.	16	8
70 - 80 jr.	21	6
80 - 90 jr.	3	2
90 - 100 jr.	1	0

De bevindingen van verschillende auteurs (Massie 1964, Eyre Brook 1941,

Jensenius 1956), dat het necrose-percentage hoger is naarmate de patiënt jonger is, kon niet worden bevestigd. Uit de tabel blijkt, dat bij onze patiënten het hoogste percentage van necrose voorkomt tussen de 60 en 70 jaar.

Verband van hoek van Pauwels met necrose

	aantal	necrose
Hoek van Pauwels I	10	0
Hoek van Pauwels II	48	15
Hoek van Pauwels III	1	1

Vele auteurs (Brütsch 1946, Durbin 1952, Russe 1952, Salem 1951, Weis 1955) stelden een verband vast tussen de hoek van Pauwels en het percentage femurkop-necrosen.

Dit kon in het eigen onderzoek bevestigd worden. Naarmate de hoek van Pauwels groter is, wordt het percentage femurkop-necrosen groter (zie tabel).

Böhler (1953), Jensenius (1956) en Spotoft (1949) konden geen verband aantonen.

Verband van ligging van de pen met necrose

Tweemaal bleek op de axiale Röntgenfoto de pen aan de dorsale zijde door de begrenzing geslagen te zijn.

De pen lag transforaminaal. Een maal heeft dit een totale necrose gegeven en eenmaal een geringe partiële necrose. Verder was er geen relatie tussen penligging en necrose aan te tonen.

Verband van de repositie met necrose

Twee maal werd er een fractuurstand geaccepteerd die buiten de criteria van Garden vielen. Beide fracturen gaven een pseudarthrose, maar geen necrose.

Verband van de graad van dislocatie met necrose

dislocatiegraad	aantal	necrose aantal.
I	1	0
II	14	0
III	15	2
IV	28	13

Evenals door vele andere auteurs (Banks 1962, Brütsch 1946, Fielding 1962, Frangakis 1966, Garden 1961, Galagher 1948, Oosterhuis 1952, Spotoft 1949 en Sörle 1954) kon hier een duidelijke correlatie tussen dislocatie en necrose aangetoond worden.

Verband van pseudarthrose met necrose

Er waren in totaal 15 pseudarthroses; hiervan hadden 9 een totale necrose, hetgeen overeenkomt met 60 %. Bij de 9 patiënten, die tevens een necrose hadden kon geen mechanische oorzaak, zo als slechte inclavatie, repositie of penligging, voor de pseudarthrose gevonden worden.

Met Hesse (1925) Brindley (1963) en Judet (1966) is het aantrekkelijk bij deze patiënten de necrose als oorzaak van de pseudarthrose te beschouwen. Van de overige 6 patiënten die een pseudarthrose zonder necrose hadden, kon 4 maal een duidelijke mechanische oorzaak van de pseudarthrose aangetoond worden namelijk:

Bij patiënt no. 31 was er een slechte ligging van de pen. De hoek met de femurschacht was te klein nl. 120° , ook axiaal was er een angulatie van 15° .

Bij patiënt no. 35 was er geen inclavatie en was er een fractuurspleet van 2 millimeter over de gehele lengte van de fractuur.

Bij patiënt no. 42 en 47 was er een repositie die niet voldeed aan de criteria van Garden.

Opmerking over het histologisch onderzoek

Histologisch werd $2 \times$ een duidelijk revascularisatie beeld vastgesteld, terwijl er röntgenologisch een duidelijke necrose met deformatie van de femurkop was. Eenmaal was er histologisch een totale necrose, terwijl er röntgenologisch nog geen tekenen van necrose zichtbaar waren.

Dit komt overeen met de bevindingen van Rösingh (1967) Hulth (1961) Bohr (1965) Catto (1965) zoals beschreven op pagina 36.

HOOFDSTUK VII

DE THERAPIE VAN DE FEMURKOP-NECROSE NA MEDIALE COLLUMFRACTUUR

In dit hoofdstuk zullen eerst de algemene factoren, die voor de keuze van therapie belangrijk zijn, besproken worden, vervolgens de behandelingsmogelijkheden.

De schematische indeling is als volgt.

DEEL I ALGEMENE FACTOREN

1. de leeftijd en algemene conditie van de patiënt.
2. de uitbreiding van de necrose.
3. de vorm van de femurkop.
4. pseudarthrose.
5. hals-resorptie.
6. arthrosis.
7. contractuur van heup.

DEEL II BEHANDELINGS-MOGELIJKHEDEN

A. De behandeling, die gericht is op het behoud van de femurkop, door biologische revitalisering

1. rust
2. spaan-operaties
3. plomben van de femurkop
4. richtinggevende osteotomie

B. De arthrodese

1. de intra-articulaire arthrodese.
2. de extra-articulaire arthrodese.
3. de gecombineerde arthrodese.
4. de arthrodese voor bijzondere gevallen.

C. De reconstructieve operaties van het heupgewricht

1. reconstructie met behoud van het eigen weefsel. Dit zijn de operaties volgens Brackett, White, Whitman, Albee en Colonna.
2. reconstructie berustend op de principes der mechanica: de resectie-angulatie.
3. de alloplastiek.
 - a. door interpositie met een 'cup'
 - b. door femurkop vervanging door een prothese: de prothese volgens Judet
 - c. door femurkop-hals vervanging door een prothese: de protheses volgens Moore, Thompson, Eicher, Merle d'Aubigné, Wittebol.

DEEL I DE ALGEMENE FACTOREN

1. De leeftijd en algemene conditie van de patiënt

De behandeling van de kopnecrose bij kinderen wordt hier buiten beschouwing gelaten, daar dit een afzonderlijk probleem is.

Jonge mensen stellen veel hogere eisen aan hun heupgewricht dan oude mensen. Voor hen zal men die behandeling kiezen, die ook bij verstrijken van tijd de meest stabiele heup geeft. Een langdurige operatie en een langere post-operatieve immobilisatie vormt voor deze groep in het algemeen geen bezwaar.

Voor oude mensen, vaak in slechts algemene toestand, zal men die operatie kiezen, die de minste risico's geeft en waarbij een kortere postoperatieve immobilisatie mogelijk is, en daarbij desnoods een minder stabiel heupgewricht aanvaarden.

2. De uitbreiding van de necrose

Wanneer de necrose partieel is, zal in het algemeen gestreefd worden naar het behoud van de eigen femurkop.

Is de necrose totaal, dan zullen de leeftijd en het al of niet aanwezig zijn van een femurkopdeformatie bij de keuze van behandeling een rol spelen.

3. De vorm van de femurkop

Wanneer de femurkop gedeformeerd is, zal men bij oude mensen over het

algemeen een endoprothese voorstaan en bij jonge mensen een arthrodesse. Is de femurkop nog intact, dan kan men bij jonge mensen nog streven naar een behandeling, die gericht is op de revascularisatie van de eigen femurkop.

4. *Pseudarthrose*

Bestaat er naast de femurkopnecrose tevens een pseudarthrose, dan is voor de keuze van behandeling van belang, vast te stellen of dit een 'oude' of 'jonge' pseudarthrose is.

Bij een 'oude' pseudarthrose zal een operatie, waarbij de fractuur wordt opengelegd om de pseudarthrose te reseceren, vaak de voorkeur verdienen, zoals de operaties volgens Dickson en Brackett die nog ter sprake komen. Bij een 'jonge' pseudarthrose is het meestal niet nodig, dat de fractuur opengelegd wordt (Bonfiglio 1968). De operatie volgens Phemister zal dan de voorkeur verdienen.

5. *Halsresorptie*

Bestaat er een uitgebreide halsresorptie, dan zijn sommige reconstructie operaties zeer moeilijk, zoals de operaties volgens White, Whitman en Brackett.

6. *Arthrosis*

Bestaat er een uitgebreide arthrosis van het heupgewricht, dan zijn bepaalde ingrepen, als spaan operaties, plomberen van de femurkop of de operaties volgens Brackett, vaak minder geschikt.

7. *Contractuur van de heup*

De spieren, die het gewricht kruisen, kunnen een zodanige mate van contractuur gevormd hebben, dat het zeer moeilijk, zo niet onmogelijk is, om de normale lengte weer terug te krijgen en de femurhals bij de kop te brengen.

Operaties als een alloplastiek en reconstructie operaties volgens White en Whitman zijn dan niet geïndiceerd.

DEEL II DE BEHANDELINGS MOGELIJKHEDEN VAN DE FEMURKOP-NECROSE

Er is een scala van mogelijkheden.

Het feit, dat er zoveel genoemd worden betekent, dat de ideale behandeling nog steeds niet is gevonden. Steeds zal ieder geval op zichzelf beoordeeld moeten worden. Een weloverwogen keuze van een behandelingsmethode met in achtneming van de bovengenoemde factoren is dan ook van groot belang.

A. De behandeling van de necrose, die gericht is op het behoud van de femurkop

De indicatie geldt voor jonge mensen bij wie de femurkop geen aanmerkelijke deformatie of arthrosis toont.

1. *De femurkop lange tijd onbelast laten.* Phemister (1930-1949) meende een totale collaps van het caput femoris te kunnen voorkomen door het heupgewricht gedurende zeer lange tijd niet te belasten.

Forgon en Bornemiszon (1963) konden experimenteel aantonen, dat volledige revascularisatie van het caput femoris mogelijk was, mits er maar een goede fixatie was. Verbeek (1965) propageert dit eveneens.

Het grote bezwaar van deze behandeling is, dat dit regeneratie proces 2 tot 3 jaren kan duren en er daarna toch nog een collaps van het caput femoris op kan treden. (Phemister 1949). Publicaties over uitgebreide toepassing van deze procedure zijn dan ook niet bekend.

2. De tweede mogelijkheid is ernaar te streven de regeneratie van het caput femoris te versnellen door hetzij een vrij hetzij een gesteeld *bottransplantaat te gebruiken.* (Phemister 1939, Patrick 1960).

Phemister (1939) adviseerde een bottransplantaat te gebruiken en de femurkop gedurende 6 tot 18 maanden niet te belasten.

Bonfiglio (1954 en 1958) heeft deze behandeling eerst experimenteel en vervolgens klinisch bestudeerd. Hij veroorzaakte bij honden een femurkopnecrose en behandelde deze met metalen pen en een tibia bottransplantaat. Microscopisch toonde hij aan dat revascularisatie en botvernieuwing vooral langs het bottransplantaat plaatsvond. In 1958 en 1968 publiceerde hij een klinische toepassing van deze behandeling.

112 Patiënten met een femurkop-necrose werden behandeld met een tibia-bottransplantaat plus pen fixatie.

Er was een 'follow-up' van minimaal 2-15 jaar. Bonfiglio verkreeg bevredigende resultaten in 78,4 % van de gevallen.

Vervolgens werd een *gesteeld bottransplantaat* gebruikt. Brindley (1962) gebruikte als transplantaat het os ileum, Baadsgaard c.s. (1965) en Judet c.s. (1966) gebruikten de crista intertrochanterica.

Baadsgaard en Judet toonden door een experimenteel histologisch onderzoek aan, dat het gesteelde bottransplantaat vitaal blijft in tegenstelling tot het vrije bottransplantaat en dat de revascularisatie eveneens uitgaat van het bottransplantaat.

Een klinische toepassing met resultaten van deze behandeling bij een femurkopnecrose is nog onvoldoende bekend. Creyssel (1966) paste deze methode toe bij 7 patiënten met een idiopathische femurkop-necrose. Hij vond, dat de pijn 2 maal afnam en 5 maal verdwenen was. De bewegingsbeperking was 7 maal verbeterd.

Het röntgenologische beeld toonde 5 maal een herstel van bot-structuur en was 2 maal onveranderd.

Daar beide bovengenoemde behandelingsmethoden zeer langdurig zijn, komen zij daarom niet in aanmerking voor oude mensen in slechte conditie.

3. De 3e mogelijkheid is de revascularisatie van de femurkop te bewerkstelligen door het *plomberen van de femurkop*.

Dickson (1939) opende het heupgewricht aan de voorzijde, reponeerde de fractuurfragmenten, paste eerst fixatie met een Smith-Petersen pen toe om vervolgens een luikje te maken in het collum femoris. Via deze opening werd de pseudarthrose geresecceerd en de kop uitgehold. Daarna werden femurkop en hals opgevuld met 'bone chips' en het luikje werd weer teruggeplaatst. *Dickson* introduceerde deze methode voor de pseudarthrose. Theoretisch is deze operatie ook van waarde voor de femurkopnecrose. Het plomberen met 'bone chips' is volgens *Dubois* (1952) van groot belang voor de revascularisatie, daar 'bone chips' volgens hem vitaal blijven in tegenstelling tot een vrij bottransplantaat.

4. *Richtinggevende osteotomie*. De therapeutische waarde van een osteotomie in het proximale deel van het femur is afhankelijk van de mate, waarin de femurkop necrotisch is.

Als principe ligt aan deze osteotomiën ten grondslag, dat gestreefd wordt naar:

- a. het beter centreren van de femurkop in het acetabulum
- b. het verbeteren van het mechanische koppel en daardoor het verminderen van de gewrichtsdruk (*Pauwels* 1936)

c. het aangetaste gedeelte van de femurkop buiten het dragende gebied te plaatsen

d. een dwangstand tot normale verhoudingen terug te brengen.

Uit de beschouwingen van Pauwels is bekend, dat de gewrichtsdruk, en daarmee de belasting van de femurkop, in sterke mate beïnvloed wordt door de verhouding van het koppel van last en kracht. Staat de trochanter major laag, dus bij coxa valga, dan is de krachtarm zo klein dat de abducerende musculatuur een heel grote kracht moet leveren om bij belasting een evenwicht te behouden. Hierdoor stijgt de gewrichtsdruk omgekeerd evenredig met de verkorting van de krachtarm. Bij de hoogstand van de trochanter neemt de krachtarm toe en vermindert de door de abductoren op te brengen kracht en daarmee de gewrichtsdruk. De stabiliteit bij belasting zal hierdoor nadelig beïnvloed worden, maar het biologische weerstandsvermogen van de femurkop wordt niet overschreden.

Er zijn 4 soorten van osteotomie die ter overweging komen: variserend, valgiserend, opschuivend (MacMurray) en deroterend.

De variserende osteotomie: deze komt in aanmerking als er een partiële necrose bestaat van het craniale gedeelte van de kop, die vrij regelmatig wordt waargenomen. Door de collo-diafysaire hoek te verkleinen wordt de gewrichtsdruk aanzienlijk verminderd en ook wordt het zieke deel buiten het belastingsveld gebracht. Hierdoor is het mogelijk, dat bij verstrijken van tijd het necrotische deel wordt gerevasculariseerd en omgebouwd. Zoals gezegd, gaat dit ten nadele van een stabiele gang. Is deze storend dan kan na herstel de hoek door re-osteotomie worden hersteld.

Is er necrose opgetreden in een femurkop, die in te sterke valguspositie werd gepend dan kan deze ingreep ook bij diffuse necrose overwogen worden; de prognose is echter minder gunstig.

De valgiserende osteotomie komt in het algemeen bij necrose niet in aanmerking, want doordat bij vergroten van de collo-diafysaire hoek de gewrichtsdruk aanzienlijk toeneemt is er geen herstel te verwachten.

Anders ligt het in die gevallen waar de necrotische femurkop zich spontaan, al is het met dwangstand van de kop, naar mediaal heeft omgebouwd en als het ware is 'afgedropen'. Wordt in deze gevallen een valgisering toegepast dan wordt niet alleen de beenstand verbeterd maar wordt het 'nieuwe' deel van de femurkop bij de gewrichtsfunctie ingeschakeld en het dragende oppervlak vergroot, soms met opvallend goed resultaat.

De opschuivingsosteotomie gaat uit van de gedachte, dat de femurkop dan mechanisch beter gesteund wordt, een opvatting waarover tegenstrijdige meningen bestaan. De nuttige werking bij een arthrotisch gewricht is meer

een gevolg van ontspanning van de grote groep van *Mm. adductores*. In het algemeen komt deze ingreep op zichzelf bij de kopnecrose niet in aanmerking. De beslissing of men bij een van de andere vormen van osteotomie al dan niet een geringe opschuiving zal toepassen hangt af van de inzichten van de operateur en de keuze van het inwendige fixatie-materiaal.

De *deroterende osteotomie* alleen toegepast of in combinatie met een der andere vormen, vindt zijn toepassing, als bij de kopnecrose het femur een dwangstand heeft aangenomen. Door deze te corrigeren wordt de belastbaarheid van het gedeformeerde heupgewricht vergroot.

Bij alle vormen van osteotomie wordt, althans theoretisch, betekenis eraan toegekend, dat het verbreken van de continuïteit van het bot aanleiding geeft tot het proces van botherstel en langs deze weg ook van verbetering van de bloedvoorziening van de femurkop.

Merle d'Aubigné (1966) verkreeg 87 % bevredigende tot goede resultaten door middel van een variserende osteotomie bij 77 patiënten met een ideopathische femurkop-necrose. Merle d'Aubigné verrichtte eveneens een rotatieosteotomie, wanneer het mogelijk was hierdoor de belasting op een gezond stuk gewrichtsoppervlak te brengen.

B. *De Arthrodese*

Deze indicatie geldt voor de groep van jonge mensen met een totale femurkop deformatie, mits redelijkerwijze verwacht kan worden, dat de andere heup gezond is en gezond blijft. De arthrodese van de heup geeft een extra belasting van de knie, de wervelkolom en de heup aan de contra laterale zijde. Daar de late complicaties van de endoprothesen nog onvoldoende bekend zijn, valt een, in gunstig functionele stand, verstijfd maar stabiel en pijnloos heupgewricht nog te prefereren boven een endoprothese. Er zijn talloze arthrodese operaties.

De grondslag van de meest voorkomende arthrodese operaties zal vermeld worden in verband met een goede keuze voor de behandeling bij een necrotische femurkop.

I. *De intra-articulaire arthrodese* gecombineerd met interne fixatie.

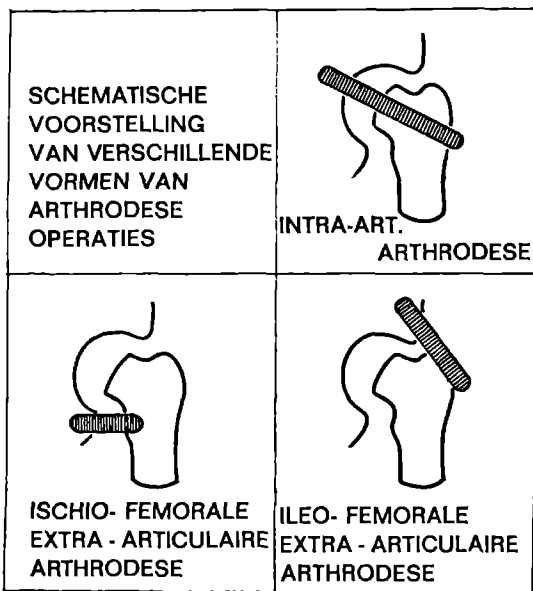
Watson Jones gebruikte een trans-articulaire Smith-Petersen pen.

Charnley perforeert de pan-bodem, waar doorheen de tot cylinder gevormde femurkop en -hals in het bekken geschoven wordt. Daarbij werd een compressie schroef fixatie toegepast.

2. De extra-articulaire arthrodese

Hiertoe behoren:

- a. de *ileo-femorale arthrodese* met tibia of femurspan (Albee en Kappis) of met ileumspan (Matthieu en Wilmoth) gefixeerd tussen femur en os ileum.
- b. de *ischiofemorale arthrodese* met botspaan gefixeerd tussen femur en os ischii (Trumble) eventueel gecombineerd met een mediale verplaatsings-osteotomie (Brittain).



3. De gecombineerde intra en extra-articulaire arthrodese.

Deze zijn weer onderverdeeld in:

- a. *ileo-femorale arthrodese* met ileumspan (Henderson, Ghormley, Hibbs, Wilson), met femurspan (Chandler).
- b. *Ischio-femorale arthrodese* met ileumspan gefixeerd tussen femur en os ischii (Kirkaldy-Willis).

4. *Arthrodesse voor bijzondere gevallen*

a. Arthrodesse volgens Abbot-Fischer-Lucas.

De geaviveerde trochanter maior wordt in abductie stand in het acetabulum gezet en in tweede instantie volgt een adducerende osteotomie.

b. Arthrodesse volgens Bosworth 'femoro-ischial transplantation'.

Ter hoogte van het os ischii wordt een osteotomie van het femur verricht. Het femur wordt vervolgens naar het os ischii getransponeerd en daar gefixeerd. Door de osteotomie op een bepaalde hoogte te kiezen kan een verkorting worden opgeheven.

Daar bij de femurkopnecrose vaak een verkorting is opgetreden zal bij voorkeur die vorm van arthrodesse gekozen worden waarbij de resulterende verkorting het minste is.

C. *De reconstructieve operaties van het heupgewricht*

1. *Reconstructie met behoud van eigen weefsel.*

Brackett heeft in 1917 een operatie beschreven voor de pseudarthrose van het collum femoris, waarbij de femurkop behouden kan worden. De techniek is als volgt: het heupgewricht wordt aan de voorzijde geopend, de pseudarthrose wordt gereceerd en de kop wordt zoveel mogelijk uitgehold. Wanneer de femurhals voldoende lang is, wordt deze in de uitgeholde femurkop gezet en met een schroef gefixeerd. Wanneer de femurhals geabsorbeerd is, wordt de trochanter maior gereceerd. Het sneevlak, dat nu ontstaat wordt in de holte van de femurkop gezet en vervolgens gefixeerd. Tot slot wordt de trochanter maior enige centimeters lager opnieuw geïmplanteerd.

Theoretisch kan men deze operatie ook toepassen bij een necrotische femurkop. Immers bij het uithollen van de femurkop is de kans groot, dat de bloedvoorziening gelaedeerd wordt.

Bij een na-onderzoek door Van Nes (1964) bleken de patiënten, die vóór de operatie een kleine, atrofische en gescleroseerde femurkop hadden, slechte resultaten te hebben.

Zou men deze operatie bij een necrotische femurkop toepassen, dan moet men langer immobiliseren en onbelast laten lopen.

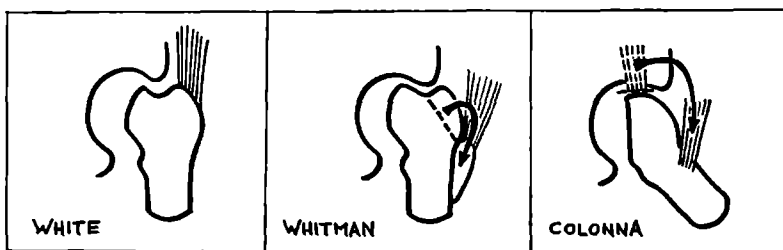
Wanneer de femurkop totaal gedefformeerd is, is een herstel van de normale anatomie niet meer mogelijk.

De volgende reconstructieve operaties van het heupgewricht komen dan in aanmerking.

De femurkop wordt gereseceerd en de stomp van de femurhals wordt bijgevijld en in het acetabulum gezet (*White 1821*). Om de ernstige *gluteus insufficiëntie* te verbeteren implanteerde *Whitman* (1921) de *trochanter maior* lager in de femurschacht.

Albee voegde daaraan een partiële osteotomie van het *trochanter maior* toe en dreef er een wig in, genomen uit de verwijderde femurkop. Een betere hefboomwerking van de *Mm. abductores* ontstaat hierdoor en het proximale femureinde wordt beter in de kom gehouden.

Om de sterke verkorting te ondervangen ontwikkelde *Colonna* (1935) een techniek, waarbij de *trochanter maior* in het acetabulum werd gezet. De *musculi Abductores* werden van de *trochanter maior* afgesneden en lager aan de femurschacht gefixeerd, *Colonna* (1954) heeft deze methode bij 70 patiënten toegepast met een bevredigend resultaat in 88 % van de gevallen.



Schematische voorstelling van enkele reconstructie-operaties van het heupgewricht

2. Reconstructie van het heupgewricht berustend op de principes der *mechanica*. De *resectie-angulatie-osteotomie*.

(Milch 1965, Charry 1964).

De resectie van de femurkop en -hals werd reeds vanaf 1861 toegepast voor *arthrosis* van de heup (*Foch 1861, Girdlestone 1943*). Deze techniek kan een *pelvi-femorale instabiliteit* geven hetgeen dan een *angulatie-osteotomie* noodzakelijk maakt.

In 1934 werd deze kophals resectie weer geïntroduceerd in combinatie met de *angulatie-osteotomie* (*Milch 1943*).

Het principe van de operatie bestaat uit:

- a. een *resectie* van femurkop en hals en een zodanige
- b. *angulatie osteotomie* van de femurschacht, dat het proximale fragment evenwijdig ligt aan het vlak van de paningang. Milch publiceerde in 1935 de resultaten van 64 resectie-angulatie osteotomieën van de heup. Hij vond 68,7 % van de patiënten volledig vrij van pijn en bij nog eens 25 % van de patiënten een duidelijke vermindering van de pijnklachten. Bij 83 % van de patiënten werd een verbetering van de bewegingsfunctie gezien. Ook voor de mislukte endoprothese behandeling is de resectie angulatie-osteotomie een goede indicatie en geeft over het algemeen een goede tot bevredigende stabiliteit. Er hangt veel af van de wijze van uitvoering van deze techniek.

3. *De alloplastiek*. De alloplastiek vindt de volgende vormen van toepassing:

- a. Er wordt een 'cup' als interpositie gebruikt tussen femurkop en pan-bodem.
 - b. De femurkop wordt vervangen door een prothese.
 - c. De femurkop en hals worden vervangen door een prothese.
- De indicatie geldt vooral voor oudere patiënten, die invalide zijn ten gevolge van de femurkop necrose.

De eisen, die aan het alloplastisch materiaal gesteld moeten worden, zijn drievoudig. (Leutscher 1959, Verbeek 1959).

Het moet *indifferent* zijn nl.: geen vreemd-lichaamsreactie geven en geen atrofie of resorptie van het bot veroorzaken. *Mechanisch* moet het materiaal sterk zijn en een bepaalde mate van elasticiteit bezitten.

Het moet *corrosie bestendig* zijn, indien het metaal is. In 1925 werd door Smith-Petersen glas gebruikt en in 1938 introduceerde hij voor het eerst vitallium. Judet (1950) e.a. gebruikten acryl. Andere metalen, die voor dit doel gebruikt kunnen worden, zijn roestvrij staal, titanium en tantalum (Leutscher 1959).

a. De alloplastiek met een 'cup'

Smith-Petersen introduceerde in 1938 deze methode. Wanneer de uitbreiding van de avasculaire necrose gering is is de alloplastiek met een vitallium 'cup' een uitstekende oplossing.

De necrotische plek wordt volledig uitgeruimd en opgevuld met spongieus bot. Daarover heen komt dan de 'cup' te liggen (Aufranc 1958, Law 1962).

In plaats van een vitallium cup kan ook een cup van kraakbeen gebruikt worden (Moore 1948). Daar de kraakbeen cup veelal niet met het onderliggende fragment vergroeit, wordt de cup nog al eens verpulverd.

b. Vervanging van de femurkop door een prothese.

Moore verving in 1940 voor het eerst de femurkop door een vitallium prothese. De femurkop en een deel van de schacht werd gereceerd wegens verdenking op een maligne tumor.

Judet (1954) paste de prothese behandeling op ruimere schaal toe bij pseudarthroses en femurkop-necroses na mediale collumfracturen. Hij verving de femurkop door een prothese. De vorm van de Judet prothese leek op een paddestoel. Het materiaal was een methyl polymethacrylaat, dat een polymeer is van acrylzuur. Later heeft Judet eerst het model gewijzigd en nadien het materiaal, dat vrijwel identiek is aan vitallium. De Judet-prothese werd verlaten wegens de sterke vreemd-lichaams-reactie van het acryl (acrylose) en het losraken van de prothese. Daar de steel van de prothese de mechanische as van het femur kruist, ontstaat er een zodanig kantelmoment, dat de protheses de neiging hebben los te gaan zitten (Smyth 1958). Deze neiging bestaat minder bij de intra-medullaire prothesen. De mechanische as van het femur wordt door deze prothesen niet gekruist.

c. Bij de intra-medullaire prothesen wordt de femurkop en -hals vervangen.

Uit een Amerikaanse enquête bleken de intramedullaire prothese van Moore vervolgens Thompson en daarna Eicher de meest gebruikte prothesen te zijn (King 1959).

In Frankrijk wordt ook de prothese van Merle d'Aubigné (1954) gebruikt. In Nederland ontwierp Wittebol (1964) een nieuwe prothese die in tegenstelling tot de andere prothesen, de normale anteversie van het collum femoris en de normale lengte van de hals herstelt. De stabiliteit van deze prothese werd vergroot door een langere steel en een steunvlak op de halsrest, dat loodrecht op de drukrichting staat.

Uit de tabel p. 86 blijkt dat de intramedullaire prothese bij avasculaire necrose van het caput femoris veel betere resultaten geeft dan de Judet prothese. Ook blijkt dat de resultaten van de prothese behandeling bij patiënten met avasculaire necrose en pseudarthrose veel beter zijn dan de resultaten bij patiënten met andere heupaandoeningen als arthrose en chronisch rheuma.

Resultaten van de endoprothesen bij diverse auteurs.

auteur	type prothese	aantal gevallen	aard van de aandoening	uitstekend tot bevredigende resultaten	slechte resultaten	follow-up
Anderson 1964 c.s.	Moore en Thompson	232	avasc. necrose	79,5 %	20,5 %	> 1 jr.
			pseudarthrose	71,4 %	28,6 %	
			acute fractuur	84,8 %	15,2 %	
			overige groep	46,5 %	53,5 %	
Barr 1964	Moore	80	totale groep	84 %	16 %	1-5 jr.
			{ avasc. necrose pseudarthrose	93 %	7 %	1-5 jr.
Barr 1964		18	{ avasc. necrose pseudarthrose	89 %	11 %	4-8 jr.
Danielson 1965	Moore- Thompson	13	pseudarthrose + necrose	93 %	7 %	1-7 jr.
			15	arthrose	94 %	6 %
Hinchey 1964	Moore	225	acute fractuur	84 %	16 %	> 1 jr.
		83	acute fractuur	90 %	10 %	
Hohmann 1963	Merle d'Aubigné	20	pseudarthrose avasc. necrose	95 %	5 %	1-7 jr.
Lippmann 1967	Lippmann	11	avasc. necrose	100 %	0 %	5-15 jr.
		21	pseudarthrose	86 %	14 %	
		12	acute fractuur	83,3 %	16 %	
		14	arthrose	71,4 %	28 %	

N.B.: de geïnfecteerde prothesen bij de beoordeling van de resultaten weggelaten.

Merle d'Aubigné 1954	Judet	21	{ pseudarthrose + necrose bij nog lang collum femoris	94 %	6 %	1 jr.
	Judet					
	Judet	33	{ pseudarthrose en necrose bij kort collum femoris	44 %	56 %	1 jr.
	Merle d'Aubigné	17	pseudarthrose en necrose	94 %	6 %	1 jr.

auteur	type prothese	aantal gevallen	aard van de aandoening	uitstekend tot bevredigende resultaten	slechte resultaten	follow-up
Guilleminet en Judet 1955	Judet	27	avasc. necrose	66,3 %	43,7 %	4-8 jr.
		63	pseudarthrose	78 %	22 %	
		29	acute fractuur	66,5 %	43,5 %	
Merle d'Aubigné 1956	Judet	22	avasc. necrose	80 %	20 %	2-5 jr.
Moore 1967	Moore	55	totale groep	90 %	10 %	2-6 jr.
		11	acute fractuur	100 %	0 %	2-6 jr.
		18	necrose en pseudarthrose	100 %	0 %	2-6 jr.
		21	overige groep	75 %	25 %	2-6 jr.
Reynolds 1958	diverse types	163	acute fractuur	61 %	39 %	2 jr.
Stinchfield 1957	Judet	9	acute fractuur	22 %	78 %	> 1 jr.
	Judet	15	avasc. necrose	93 %	7 %	> 1 jr.
	Judet	8	pseudarthrose	50 %	50 %	> 1 jr.
	Moore	15	pseudarthrose	73 %	27 %	> 1 jr.
	Judet	23	arthrose	65 %	35 %	> 1 jr.
	Moore	20	arthrose	65 %	35 %	> 1 jr.
Stein 1962	diverse types	38	necrose en pseudarthroses	90 %	10 %	1-6 jr.
		13	acute fractuur	100 %	0 %	1-6 jr.
		32	arthrose	66 %	34 %	1-6 jr.
Shepherd 1960	Judet	49	{ alle indicaties betreft alleen die groep die aanvankelijk goede resultaten hadden.	74 %	26 %	4-6 jr.
Wilson 1956	Judet-acryl	24	arthrose	94 %	6 %	1 jr.
	Judet-vitallium	12	pseudarthrose	67 %	33 %	1 jr.

Complicaties van de endoprothese.

auteur	aantal	type prothese	losraken prothese	infectie	luxatie	Intrusio acetabuli	femur fractuur	operatie mortaliteit	follow-up
Alsen 1956	62	Judet	15 %	2,1 %	-	-	-	-	-
Anderson 1964	232	Moore en Thompson	-	2,1 %	1 %	15 %	4,5 %	1,4 %	1 jr.
Barr 1964	80	Moore	-	2,6 %	0,5 %	10 %	-	0 %	1-5 jr.
	45	Moore	-	-	-	20 %	-	-	1-8 jr.
	78	Judet (vitallium type)	10 %	0 %	3,8 %	-	0 %	-	-
	93	Moore	0 %	1 %	0 %	-	2,4 %	-	-
Coventry 1956									
Hinchey 1964	225	Moore	-	2 %	0,5 %	-	1 %	5 %	1 jr.
Hirsch 1958	35	Thompson en Moore	0 %	3 %	3 %	0 %	3 %	0 %	1 jr.
Lippmann 1967	92	Lippmann	-	7 %	-	-	-	4 %	0 jr.
	64	Lippmann	1,4 %	-	0 %	6 %	0 %	-	-
Matter 1965			-	-	-	-	-	5 %	1 jr.
Moore 1957	59	Moore	2 %	2 %	1 %	-	0 %	2 %	0-6 jr.
Reynolds 1958	228	diverse types	-	-	-	-	-	8,3 %	-
Stein 1964	85	alle types: acute fractuur	-	2 %	0 %	-	-	11,8 %	-
Stein 1964		alle types: oude fractuur	-	1 %	3 %	-	10 %	1 %	-
Shepherd 1960	49	Judet	60 %	-	-	-	-	-	4-6 jr.
Thompson 1954	36	Thompson	-	6 %	6 %	-	3 %	0 %	0-2 jr.
Wittebol 1962	32	Wittebol	-	-	-	-	-	10 %	-
Wilson 1956	60	Judet vitallium type	13 %	-	-	-	-	-	1 jr.

Uit de tabel blijkt dat het *losraken* van de prothese voornamelijk een complicatie is van de Judet prothese, zoals reeds is beschreven. De *infectie* van de prothese (0 tot 6 %) is een ernstige complicatie, die ons dwingt de prothese te verwijderen. Ons resteert dan een reconstructie operatie of een arthrodese als therapie. De *luxatie* blijkt vooral een complicatie van de intramedullaire prothese te zijn. Een te korte hals speelt hierbij een rol. De spieren van het heupgewricht zijn daardoor relatief te lang geworden, waardoor de prothese minder stevig in de kom gedrukt wordt. Bij een patiënt met een ondiepe pan zal eveneens gemakkelijk een luxatie optreden. Een *femurfractuur* is een veelvuldige complicatie van de intramedullaire prothese. Dit gebeurt meestal bij het in de kom brengen van de prothese.

De *intrusio acetabuli* is een complicatie, die we pas zien bij een laat na-onderzoek.

Barr vond deze complicatie in 20 % van de gevallen bij een na-onderzoek na 4 - 8 jaar.

Zolang de late complicaties van de endoprothese nog onvoldoende bekend zijn, is dit een reden om bij jonge mensen aan een arthrodese de voorkeur te geven.

Andere zeer zeldzame complicaties, beschreven bij de endoprothese behandeling, zijn de verkalking van de kapsel en de laesie van de Nervus Ischiadicus.

De *gemiddelde mortaliteit* ligt tussen de 2 en 3 %. King c.s. (1959) vonden een mortaliteit van 2 % op 10.274 gevallen.

BESCHOUWINGEN EN CONCLUSIES

De theoretische mogelijkheden om de slechte resultaten, als gevolg van de femurkopnecroses na mediale collumfracturen, te verkleinen zijn:

1. *Een verbeterde fixatie methode*

Hoewel sommige auteurs (Massie, Frangakis) minder necroses zagen bij telescopische pen/plaat fixatie konden andere auteurs (Fielding, Brow-Abrami, Graf, Iverson) deze bevindingen niet bevestigen (zie tabel pag. 25).

Ook de Charnley compressie schroef bracht geen duidelijke verlaging van het percentage necroses (Hargardon-Pearson).

Andere fixatie methodes zijn te incidenteel toegepast om een oordeel over de resultaten te kunnen geven. Een duidelijk superieure fixatie methode is dan ook nog niet gevonden.

2. *Een behandeling, die er van uitgaat, dat alle femurkoppen necrotisch zullen worden*

a. Een primaire behandeling van alle mediale collum fracturen met de kop-hals prothese.

Uit de tabel op pag. 86 blijkt dat het aantal slechte resultaten bij de primaire kop-hals prothese varieert van 0 tot 39 %.

Maken wij een verzamelstatistiek van de volgende auteurs, die primair een intra-medullaire prothese inbrachten bij mediale collum fracturen (Anderson 1964, Banks 1962, Frederiksen 1967, Lippmann 1967, Moore 1952, Reynolds 1958, Stein 1962, Bascom 1959, Movin 1957, Hampton 1962, Van Zanten 1967), dan vinden wij 20% slechte resultaten bij 744 primair ingebrachte protheses bij een follow-up van meer dan 1 jaar. Maken wij een verzamelstatistiek van auteurs, die de mediale collum fracturen behandelden met Smith-Petersen pen fixatie (zie tabel pag. 24), dan zien

wij 28% necrose op 2.701 fracturen. De Smith-Petersen pen fixatie brengt ook nog het risico van pseudarthrose met zich mee. De follow-up was 2 jaar of meer. Daar de primaire prothese behandeling betere resultaten lijkt te hebben en de postoperatieve invaliditeit veel korter is, geven vele chirurgen de voorkeur aan de primaire prothese behandeling.

De mortaliteit van de primaire behandeling met een prothese is veel hoger dan de mortaliteit van het inbrengen van een prothese secundair of bij andere indicaties (zie tabel pag. 88).

King (1959) c.s. die een Amerikaanse verzamelstatistiek publiceerde van 10.274 gevallen, vond slechts een mortaliteit van 2%.

De meeste auteurs vermelden niet afzonderlijk de mortaliteit van de primaire prothese behandeling.

Hieronder volgt een tabel van auteurs die dit wel vermeld hebben.

Mortaliteitspercentage bij de primaire prothese-behandeling.

auteur	aantal	mortaliteitspercentage
Reynolds 1958	228	14,9 %
Stein 1962	13	11,8 %
Bascom 1959	52	16 %
Movin 1957	44	9 %
Banks 1962	11	18 %
Frederiksen 1967	44	25,4 %
Van Zanten 1967	14	20 %
totale aantal	506	gemidd. mortaliteit 15 %

De mortaliteit van de operatie met gebruik van de Smith-Petersen pen fixatie ligt over het algemeen lager. (zie tabel p. 92)

De mortaliteitspercentages van de primaire prothese behandeling en de Smith-Petersen pen fixatie mogen niet vergeleken worden, daar de groepen van patiënten niet vergelijkbaar zijn. De operatie indicatie van de primaire prothese-behandeling valt vaak juist in de groep van oude mensen, die ook met de Smith-Petersen pen fixatie een hogere mortaliteit hebben.

Garcia (1961) vergeleek twee groepen van patiënten met mediale collum fracturen met dislocatie.

De eerste groep van 105 patiënten werd met een Smith-Petersen pen fixatie behandeld en toonde een mortaliteit van 4%. De tweede groep van patiënten kreeg een primaire prothese behandeling en toonde een mortaliteit van 18%. De gemiddelde leeftijd van de 2e groep was echter toch nog

10 jaar hoger dan de eerste groep. Frederiksen (1967) vergeleek echter twee volkomen vergelijkbare groepen van patiënten boven de 75 jaar. De eerste groep van 88 patiënten werd met Smith-Petersen pen fixatie behandeld en had een mortaliteit van 14,7%. De tweede groep van 59 patiënten werd primair behandeld met een Moore prothese en had een mortaliteit van 25,4%. De indruk, dat de primaire prothese behandeling enige verbetering geeft in de resultaten van de behandeling van de mediale collum-fracturen, maar dat ook de mortaliteit toeneemt met deze behandeling, kan uit de literatuurstudie bevestigend beantwoord worden.

Tabel van de mortaliteit bij de Smith-Petersen pen fixatie.

auteur	aantal	mortaliteitspercentage
Banks 1962	296	3,9 %
Boyd 1964	228	2,6 %
Ender 1952	302	5,8 %
Frederiksen 1967	549	8,9 %
Spotoft 1949	180	12,5 %
Jensenijs 1956	221	4 %
Brown-Abrami 1964	195	12 %
Garcia 1961	105	4 %
Groves 1930	24	10 %
totale aantal	2100	gemidd. mortaliteit 4 %

Bij jonge mensen is het bezwaar van de primaire prothese behandeling, de minder stabiele heup en het onvoldoende bekend zijn van de late complicaties.

De primaire behandeling van alle mediale collumfracturen met een kop-halsprothese heeft dan ook nog geen evidente verbetering der resultaten gegeven.

b. Een primaire behandeling van alle mediale collumfracturen met een bottransplantaat in combinatie met een Smith-Petersen pen fixatie of een bekkengips

Het doel van deze behandeling is, om de revascularisatie van het caput femoris langs dit bottransplantaat te bevorderen. Bado (1948) en Patrick (1959) hadden goede resultaten met deze behandeling. Bij 105 respectievelijk

47 patiënten met mediale collumfracturen hadden zij een necrose percentage van slechts 5,6 respectievelijk 8,5 %.

Burton (1964) en Giannestras (1957) konden deze waarneming niet bevestigen, zij hadden bij 19 respectievelijk 30 patiënten met mediale collumfracturen een necrose percentage van 37 respectievelijk 26,6 %.

Frankel (1962), Movin (1963), Baadsgaard (1965) en Judet (1966) konden experimenteel aantonen, dat een gesteeld bottransplantaat vitaal bleef en revascularisatie van het caput femoris kon bevorderen.

Dubois (1959) adviseerde om in plaats van een bottransplantaat 'bone chips' te gebruiken, daar deze in tegenstelling tot het ongesteelde bottransplantaat vitaal bleven. De laatstgenoemde revascularisatie methodes zijn nog in een experimenteel stadium. Judet gebruikte een gesteeld bottransplantaat van de crista intertrochanterica bij patiënten. Hij fixeerde de kop met twee schroeven. De kop werd uitgehold en hierin werd het bottransplantaat gebracht, zodat het fractuurvlak door de spaan overbrugd werd. De spaan werd met een schroef gefixeerd. Judet (1966) vond bij een na-onderzoek na 18 maanden bij 67 patiënten nog een percentage necrose van 15%. Een pseudarthrose kwam echter niet voor. Movin (1966) vond op 128 gevallen nog 19% necrose.

Wittebol (1964) paste deze methode toe bij 16 patiënten. Bij één patiënt leidde de operatie niet tot een consolidatie. Een na-onderzoek met het oog op necrose is niet bekend.

Een grotere serie met een goed na-onderzoek is nog nodig om een definitief oordeel te geven.

3. De toepassing van een betrouwbare vroeg-diagnostische methode om de femurkop-necrose te voorspellen

Daar gebleken is, dat de primaire prothese behandeling niet tot de gewenste verbetering van de resultaten heeft geleid en de behandeling met een gesteeld bottransplantaat nog in een experimenteel stadium is, werd de oplossing gezocht in de toepassing van een betrouwbare vroeg-diagnostische methode.

De 'vroeg-diagnostische' methoden besproken in hoofdstuk IV en V bleken nog onbetrouwbaar te zijn voor klinische toepassing. Nu uit de eigen röntgenologische studie is komen vast te staan, dat de röntgenologische criteria een betrouwbare prognose kunnen geven (zie hoofdstuk VI) wordt de volgende behandelingsmethode van de mediale collumfracturen voorgesteld. Alle mediale collumfracturen direct, geleidelijk reponeren,

door middel van ossale tractie via het femur, in zweefrekverband. Vooral een goede endorotatie is van belang en die kan het beste via direct ossaal contact met een Kirschner draad door het distale femureinde verkregen worden. Een manuele repositie van een partiële transforaminale fractuur met dislocatie graad III moet vermeden worden, daar anders een graad IV dislocatie kan ontstaan met de gevolgen van een femurkop necrose. Vervolgens moeten na 24 uur goede A-P en axiale röntgenopnames gemaakt worden, (eventueel axiale röntgen opname in driekwart richting, daar deze opname nog beter de transforaminale punten toont) om de fractuurlijn te bepalen.

a. Alle fracturen met dislocatie graad I en II geven over het algemeen geen moeilijkheden (statistisch hebben deze fracturen 0 tot 23% kans op necrose.) Deze fracturen kunnen behandeld worden met een Smith-Petersen pen fixatie of conservatief en geven over het algemeen een goed resultaat.

b. Alle volledig cervicale fracturen (type C₁ C₂) met dislocatie graad III en IV (statistisch heeft dislocatie IV 0 tot 29% kans op necrose), behandelen met een Smith-Petersen pen fixatie, mits hierbij een repositie verkregen is, die voldoet aan de criteria van Garden. Is geen goede repositie verkregen dan bij oude mensen primair een kop-hals prothese inbrengen en bij jonge mensen een open repositie verrichten met een fixatie door middel van een botspaan (liefst gesteeld) om de revascularisatie te bevorderen.

c. Alle partieel en totaal transforaminale fracturen met type IV dislocatie graad (type T₁ T₂, T₁ C₂ en C₁ T₂), die statistisch 75 tot 100% kans op necrose geven, behandelen met een primaire kophals prothese als dit oude mensen betreft.

Betreft het jonge mensen, dan behandelen met een gesteeld bottransplantaat om de revascularisatie te bevorderen. Ook moet men adviseren de femurkop gedurende zeer lange tijd (1 jaar of meer) niet te belasten, maar patiënt desnoods te laten lopen met een Thomas spalk.

d. Alle partieel en totaal transforaminale fracturen met dislocatie graad III hebben statistisch 4 tot 71% kans op necrose. Betreft het hier jonge mensen dan kan men hier ook een Smith-Petersen pen fixatie overwegen, eventueel gecombineerd met een gesteeld bottransplantaat. Ook hier moet men dan adviseren de femurkop gedurende zeer lange tijd (1 jaar of meer) niet te belasten, maar patiënt laten lopen met een Thomasspalk. Betreft het oude mensen, die deze behandeling moeilijk kunnen ondergaan, dan is een primaire kop-hals prothese geïndiceerd.

SAMENVATTING

Hoofdstuk I: De inwendige structuur en vascularisatie van het caput femoris. Besproken worden, de anatomie van het calcar femorale en het trabekelpatroon, die voor beoordeling van de repositie van belang zijn. De vaatvoorziening van het caput en collum femoris wordt belicht. De waarde, door verschillende auteurs, aan de genoemde vaatsystemen toegekend, wordt besproken. Afzonderlijk wordt de vascularisatie gedurende de groei-periode behandeld.

Hoofdstuk II: belicht de klinische aspecten van de necrose van het caput femoris na mediale collum fracturen. Het verband wordt besproken met: 1. stoornis in de bloedvoorziening, 2. tijdstip van belasten van de fractuur, 3. fractuur type, 4. primaire dislocatie en 5. verband met valgus- en varusfractuur en 6. de ligging van de pen, 7. pseudarthrose, 8. methode van fixatie, 9. leeftijd, 10. tijdstip van repositie en repositie methode.

Hoofdstuk III: behandelt de röntgenologische en histologische aspecten van de femurkop necrose.

Hoofdstuk IV: geeft een overzicht van de vele technieken gericht op de 'vroeg-diagnostiek' van de femurkop-necrose na mediale collumfracturen. De principes van de verschillende methodes hun toepassing en betrouwbaarheid worden belicht.

Hoofdstuk V: beschrijft de Coomassie blue clearance bepaling en de toegepaste behandeling van de patiënten van het na-onderzoek. De techniek en de resultaten van de Coomassie blue clearance bepaling als vroegdiagnosticum voor kopnecrose bij mediale collumfracturen worden besproken. De resultaten bleken teleurstellend. Bij een goede Coomassie blue clearance test bleek bij 20% van de gevallen toch nog een necrose te zijn opgetreden. Bij een lage of negatieve Coomassie blue clearance test bleek bij 54% van de gevallen toch nog een vitale femurkop te bestaan na 2 jaar.

Hoofdstuk VI: bespreekt het onderzoek, dat verricht is, naar het verband tussen het type fractuurlijn en de mate van dislocatie enerzijds en het ontstaan van kopnecrose anderzijds.

Een nieuwe indeling van het type van fractuurlijn en graad van dislocatie wordt gemaakt.

De fractuurlijn wordt ingedeeld naar de plaats van de fractuurlijn ten opzichte van de 'foramina', waar de arteriae colli et capitis femoris superiores en de arteriae colli et capitis femoris inferiores het caput femoris binnentreden.

Deze foramina zijn röntgenologisch het beste op de axiale röntgenfoto na repositie te beoordelen.

Loopt de fractuurlijn door beide 'foramina' dan wordt deze volledig transforaminaal genoemd. Loopt de fractuurlijn door één van de beide foramina dan noemen wij de fractuurlijn partieel transforaminaal. Loopt de fractuurlijn niet door een van de beide foramina dan wordt de fractuurlijn volledig cervicaal genoemd.

De indeling in dislocatie werd gebaseerd op de mate van verschuiving van de beide fractuurfragmenten ten opzichte van elkaar. Voortbouwend op de indeling van Garden werd een andere indeling voorgesteld. Dislocatie graad I: is een fissuur. Dislocatie graad II: is een volledige fractuur zonder ernstige dislocatie. Dislocatie graad III: één zijde van de fractuur staat nog, de beide cortices aan deze kant zijn niet meer dan een $\frac{1}{2}$ cm. ten opzichte van elkaar verschoven, de andere kant van de fractuur toont een verplaatsing van meer dan $\frac{1}{2}$ cm. van de beide cortices ten opzichte van elkaar. Dislocatie graad IV: de fractuur toont een totale dislocatie. De cortices tonen overal een verplaatsing van meer dan een $\frac{1}{2}$ cm. ten opzichte van elkaar. Uit het onderzoek bleek nu het volgende:

- a. Alle fracturen met dislocatie graad II (14 gevallen) gaven onafhankelijk van het type fractuurlijn geen necrose.
- b. Alle cervicale fracturen met dislocatie graad III en IV (24 gevallen) bleven, op 1 na, allen vitaal.
- c. Alle volledig en partieel transforaminale (12 gevallen) fracturen met dislocatie graad IV gaven volledige necrose.
- d. De groep van partieel en totaal transforaminale fracturen met dislocatie graad III (7 gevallen) vormden een tussengroep.

Er trad $2 \times$ een totale necrose op.

Hoofdstuk VII: bespreekt de therapeutische mogelijkheden van de femurkop necrose. Besproken worden 1. de behandelingen die een revascularisatie van de femurkop beogen. 2. de arthrodesen methoden en 3. de reconstructie operaties van het heupgewricht.

In Hoofdstuk VIII: worden de beschouwingen en conclusies besproken. De mogelijkheden van een verbeterde fixatie methode, een primaire behandeling met een kop-hals prothese, of een primaire behandeling met een bottransplantaat in combinatie met een Smith-Petersen pen fixatie of bekkengips, worden belicht als mogelijke behandelingsmethoden om de slechte resultaten als gevolg van de femurkop-necrose te verkleinen. Tot slot wordt de toepassing van de röntgenologische criteria, zoals in Hoofdstuk VI besproken, geadviseerd.

Het volgende behandelingsschema wordt voorgesteld:

- a. Alle fracturen met dislocatie graad I en II behandelen met een Smith-Petersen pen fixatie of conservatief.
- b. Alle volledig cervicale fracturen met dislocatie graad III en IV behandelen met een Smith-Petersen pen fixatie, mits hierbij een repositie verkregen is, die voldoet aan de criteria van Garden.
- c. Is geen goede repositie verkregen, dan oude mensen behandelen met een primaire kop-hals prothese en jonge mensen met een open repositie met een botspaan (liefst gesteeld).
- d. Alle partieel en totaal transforaminale fracturen met dislocatie graad IV behandelen met een primaire kop-hals prothese als dit oude mensen betreft. Betreft het jonge mensen dan behandelen met een gesteeld bottransplantaat om de revascularisatie te bewerkstelligen. Ook moet men dan adviseren de femurkop gedurende zeer lange tijd (1 jaar of meer) niet te belasten, maar patiënt te laten lopen met een Thomas spalk.
- e. Alle partieel en totaal transforaminale fracturen met dislocatie graad III vormen een tussengroep.

Betreft het hier jonge mensen dan kan men hier ook een Smith-Petersen pen fixatie overwegen eventueel gecombineerd met een gesteeld bottransplantaat.

Ook hier moet men adviseren de femurkop gedurende zeer lange tijd (1 jaar of meer) niet te belasten, maar patiënt laten lopen met een Thomasspalk. Betreft het oude mensen, die deze behandeling moeilijk kunnen ondergaan, dan is een primaire kop-hals prothese geïndiceerd.

SUMMARY

Chapter I: The inner architecture and vascularisation of the head of the femur. The anatomy and trabecular pattern of the 'calcar femorale' are discussed. These are of importance for the criteria of reduction in fractures of the femoral neck. The vascularisation of the femoral neck and head are reviewed.

The value of the vascular systems of the femoral head, judged by different authors, is discussed, and the vascularisation during the growth period is reviewed separately.

Chapter II: gives a review of the clinical aspects of necrosis of the femoral head after fractures of the femoral neck.

The relation of necrosis to 1. Disruption in the blood supply. 2. Time of weight bearing. 3. Type of fracture. 4. Degree of primary dislocation. 5. Valgus and varus fractures and the relation with the angle of Pauwels. 6. The position of the Smith Petersen nail. 7. Non union. 8. Method of fixation. 9. Age. 10. Time and method of reduction are discussed.

Chapter III: describes the radiological and histological aspects of necrosis of the femoral head.

Chapter IV: gives a survey of the different methods of predicting necrosis of the femoral head after fractures of the femoral neck. The principles, techniques and reliability of the various methods are discussed.

Chapter V: gives a description of the Coomassie blue clearance test and the treatment given to the investigated patients. The technique and results of the Coomassie blue clearance test as an early diagnosis for necrosis of the femoral head after fractures of the femoral neck are discussed.

When the Coomassie blue clearance test showed a positive clearance test of 1 mgr. per cent., 20 per cent. of the cases ended in a necrosis of the femoral head. When the Coomassie blue clearance test showed a negative clearance of less than 1 mgr. per cent., in 54 of the cases the femoral head was still viable after a follow up of 2 years.

Chapter VI: gives the results of an investigation, correlating localisation of the fracture line and degree of the dislocation on the one, and the necrosis of the femoral head on the other side.

A new classification of the localisation of the fracture and the degree of dislocation is proposed.

The localisation of the fracture is classified in total and partial transforaminal

fractures as one group, and total cervical fractures as a second group. The classification is based on the relation of the fracture to the foramina through which the 'arteriae colli et capitis femoris superiores et inferiores' enter the femoral head. These foramina are radiologically best visible on the axial X-Ray following reduction of the fracture. The classification of the degree of dislocation has been based on the amount of displacement the opposing cortices made towards one another. If the opposing cortices displace $\frac{1}{2}$ cm. in the transforaminal region it can cause vascular damage. A classification somewhat different from that of Garden is therefore proposed.

Dislocation I incomplete fracture.

Dislocation II complete fracture without displacement of the fragments.

Dislocation III Complete fractures with one side displaced less than $\frac{1}{2}$ cm. cortex to cortex and the other end of the fracture separated or impacted more than $\frac{1}{2}$ cm.

Dislocation IV The opposing cortices of the fracture show a displacement of more than $\frac{1}{2}$ cm.

The following results were observed:

- a. All fracture dislocations in class II (14 cases) (independent of the localisation of the fracture) gave no necrosis.
- b. All total cervical fracture dislocations in class III and IV (24 cases) had a viable head after 2 years, with only one exception.
- c. All partial and total transforaminal fracture dislocations type IV (12 cases) led to necrosis of the femoral head.
- d. The seven cases of partial and total transforaminal fracture dislocations class III was an intermediate group. There were 2 cases of necrosis; one case was a total transforaminal fracture.

Chapter VII: discusses the treatment of necrosis of the femoral head.

Attention is paid to; 1. The methods which aim at the revascularisation of the femoral head. 2. The arthrodesis operations, and 3. The reconstructive operations.

Chapter VIII: considers the discussion and conclusions. The possibilities of an improved method of fixation, primary treatment with a prosthesis of the femoral head, and primary treatment with a bone graft in combination with a Smith-Petersen nail or a pelvic plaster of Paris have been suggested to diminish the number of avascular necrosis after fracture of the femoral neck.

The application of the radiological criteria for prediction of necrosis of the femoral head is advised. (discussed in chapter VII).

The following scheme of treatment is proposed:

- a. A Smith-Petersen nail or conservative treatment for fractures with dislocation of class I and II.
- b. A Smith-Petersen nail for all total cervical fracture dislocations class III and IV.

When it is impossible to achieve a reduction according to the criteria of Garden, a primary prosthesis is suggested for elderly patients. For the younger age group an open reduction and fixation with a (pedicled) bone graft is advised.

- c. For elderly patients with partial and total transforaminal fracture dislocations of class IV, a primary prosthesis of the femoral head is the treatment of choice. For younger patients in this group a pedicled-bone graft to achieve revascularisation is suggested. It is advisable to delay weight bearing up to one year or more and to apply a Thomas splint.
- d. The partial and total transforaminal fracture dislocations of class III form an intermediate group.

For younger patients in this group a fixation with a Smith-Petersen nail or a pedicled bone graft with a Smith-Petersen nail is suggested.

In these cases it is advisable to delay weight bearing up to one year, or more and to apply a Thomas splint. For elderly patients, who do not take this treatment to well, a primary femoral head prosthesis is advised.

LIJST VAN GERAADPLEEGDE LITERATUUR

- ABBOTT, L. C., D. B. LUCAS: Arthrodesis of the hip. J.B.J.S. 36^A (1954) 1129.
- ABRAMI, G., J. STEVENS: Early weight bearing after internal fixation of transcervical fracture of the femur. Preliminary report of clinical trial. J.B.J.S. 46^B (1964) 204.
- ALLENDE, G., L. G. LEZAMA: Fractures of the neck of the femur in children. J.B.J.S. 33^A (1951) 387.
- ALSON, S., O. OLSSSEN: Loosening and fractures of Judet's hip prosthesis. Acta. Chir. Scand. 111 (1956) 158.
- ANDERSON, L. D., W. R. HAMSA, TH. L. WARING: Femoral head prosthesis. A review of three hundred and fifty six operations and their results. J.B.J.S. 46^A (1964) 1048.
- ARDEN, G. P., N. VEALL: The use of radio-active phosphorus in early detection of avascular necrosis in the femoral head in fractured neck of the femur. A preliminary report. Proc. Roy. Soc. of Med.: 46¹ (1953) 344.
- ARDEN, G. P.: Radio-active isotopes in fractures of the neck of the femur. J.B.J.S. 42^B (1960) 21.
- AUFRANC, O. E., P.L. NORTON, C. R. ROWE: Fractures and dislocations of the hip in Cave, E. F.: Fractures and other injuries. The Yearbook publishers, Chicago 1958.
- AUFRANC, O. E.: Hip arthroplasty with vitallium mold. In Compbell's Operative Orthopedics. Ed. 3. Vol. II pp. 163. Am. Arbor, I. W. Edwards 1954.
- AXHAUSEN, G.: Die Nekrose des proximalen Bruckstüchs beim Schenkelhalsbruch und ihre Bedenkung für das Hüft gelenk. Archiv. für Klin. Chirurgie 120 (1922) 325.
- BAADSGAARD, K., S. MEDGYESI: Muscle-pedicle bone grafts. An experimental study. Acta Orthop. Scand. 35 (1965) 279.
- BADGLEY, C. E., R. H. DENHAM: Aseptic necrosis of the femoral head following fracture of the hip. J. Am. Med. Ass. 137 (1948) 1193.
- BADO, J. L.: Experiences in the treatment of intracapsular fractures of the neck of the femur. J.B.J.S. 30^A (1948) 294.
- BANKS, H.: Factors influencing the results in fractures of the femoral neck: J.B.J.S. 44^A (1962) 931.
- BARNES, R.: The diagnosis of ischaemia of the capital fragment in femoral neck fractures. J.B.J.S. 44^B (1962) 760.
- BARR, J. S., J. F. DONORON, D. W. FLORENCE: Arthroplasty of the hip. J.B.J.S. 46^A (1964) 249.
- BASCOM, J., L. D. PHILIPP, J. J. HAGLIN, R. E. REILEY: Use of hip prosthesis in fresh fractures. J.Am. Med. Ass. 169 (1959) 1863.
- BAUER, K. H.: Kurzer Beitrag zum Schenkelhalsproblem, besonders über Heilung der Schenkelhals pseudarthrosen durch Doppelbalzung. Zbl. Chir. 68 (1941) 2239.
- BERNDT, A. L.: A hip nailing ruler. J.B.J.S. 41^A (1959) 751.
- BESSLER, W. M. MUELLER: Le diagnostice précoce de la nécrose de la tête fémorale. Annale de radiologie 4 (1961) 21.
- BLOUNT, W. P.: Fractures in Children. Williams and Wilkins. Baltimore, 1955.
- BLOUNT, W. P.: Dow't throw away cane. J. Bone Jt. Surg. 25 (1943) 319.
- BOEREMA, J.: Ervaringen bij het pennen van de fracturen colli femoris medialis met behulp van richtapparaat van Walls. N. T. v. G. (1938) 2009.
- BOBECHKO, W. P., W. R. HARRIS: The radio-graphic density of avascular bone. J.B.J.S. 42^B (1960) 626.
- BOHR, H., K. BAADSGAARD, PH. SAGER: The vascular supply of the femoral head following dislocation of the hip joint. Acta. Orthop. Scand. 35 (1965) 264.

- BOHR, H., E. H. LARSEN: On necrosis of the femoral head after fractures of the neck of the femur. *J.B.J.S.* 147^B (1965) 330.
- BÖHLER, J.: Experimentelle Untersuchungen über die Ursache der sog. Kopf Nekrose nach Verrenkung und Verrenkungsbrüchen des Hüftgelenkes. *Chirurg* 24 (1953) 344.
- BÖHLER, L.: Die Technik der Knochenbruchbehandlung. W. Maudrich, Wien. 1954.
- BÖHLER, L., J. ENDER: Hüftkopfnekrose nach Schenkelhalsnagelung, ihre Häufigkeit und Versuche der Verhütung. *Wiederherstellungschir. u. Traum.* 1. (1953) 122.
- BONN, R.: Zur Operativen Behandlung der subkapitalen Schenkelhalsfrakturen. *Archiv. Klin. Chir.* 120 (1922) 298.
- BONN, R.: Zur Frage der Knöchernen Heilungsfähigkeit subkapitalen Schenkelhalsfrakturen. Die subkapitale Femurfraktur des Menschen. 134 (1925) 270.
- BONFIGLIO, M.: Aseptic necrosis of femoral head in dogs, effect of drilling and bone grafting. *Surg. Gynec. Obstet.* 98 (1954) 591.
- BONFIGLIO, M., M. B. BARDENSTEIN: Treatment by bone-grafting of aseptic necrosis of the femoral head and non-union of the femoral neck (Phemister technique). *J. Bone Jt. Surg.* 40^A (1958) 1329.
- BONFIGLIO, M., E. M. VOLCE: Aseptic necrosis of the femoral head and non union of the femoral neck. *J.B.J.S.* 50^A (1968) 48.
- BOYD, H. B., J. E. SALVATORE: Acute fracture of the femoral neck: Internal fixation of prosthesis? *J.B.J.S.* 46^A (1964) 1066.
- BOYD, H. B., R. A. CALANDRUCCIO: Significance of auto radiograms of the femoral head made after recent fracture of the femoral neck; 9e Congres International de Chir. Orthop. Vienne 1963.
- BOYD, H. B.: Use of the Geiger counter in estimating the blood supply in the femoral head. *J. B.J.S.* 33^B (1951), 475.
- BOYD, H. B., D. D. ZILVERSMITH, R. A. CALANDRUCCIO: The use of radio-active phosphorus (P₃₂) to determine the viability of the head of the femur. *J.B.J.S.* 37^A (1955), 260.
- BOYD, H. B., R. A. CALANDRUCCIO: Further observation on the use of radio active Phosphorus (P³²) to determine the viability of the head of the femur. Correlation of clinical and experimental data in 130 patients with fractures of the femoral neck. *J.B.J.S.* 45^A (1963) 445.
- BRINDLEY, H. H.: Muscle-pedicle bone graft in the neck of the femur. *J.B.J.S.* 44^A (1962) 1020.
- BRITTAİN, H. A.: Ischio-femoral arthrodesis. *J.B.J.S.* 30^B (1948) 642.
- BRODETTI, A.: The blood supply of the femoral neck and head in relation to the damaging effects of nails and screws. *J.B.J.S.* 42^B (1960) 794.
- BROWN, J. T., G. ABRAMI: Transcervical femoral fracture sliding nail principle at an angle of 135 degree. *J.B.J.S.* 46^B (1964) 648.
- BRÜCK, P., F. KAUFMANN, H. VAGAES: Eine neue Methode intra-operativen Vitalitäts Bestimmung des Schenkelkopfes bei der medialen Schenkelhalsfraktur. *Archiv. für Orthop. und Unfall Chir.* 58 (1965) 354.
- BRÜTSCH, H.: Die Spätkomplikationen nach extra-artikulär genagelten Schenkelhalsfrakture I *Helv. Chir. Acta* 13 (1946) 92; idem 235; idem 520.
- BRÜNNER, S., J. CHRISTIANSEN, K. KRISTENSEN: Arteriographic prediction of femoral head viability in medial femoral neck fractures. *Acta Chir. Scand.* 133 (1967) 449.
- BURTON, K. G.: Fracture of the femoral neck: Primary treatment with a Smith-Petersen nail and primary autogenous bone graft. *J.B.J.S.* 46^A (1964) 1659.
- CARELL, B., W. B. CARELL: Fractures in the neck of the femur in children with particular reference to aseptic necrosis. *J.B.J.S.* 23 (1941) 225.
- CATTO, M.: A histological study of avascular necrosis of the femoral head after transcervical fracture. *J.B.J.S.* 47^B (1965) 749.

- CASSELBAUM, W. H., G. NUGENT: Predictability of bony union in displaced intra capsular fracture of the hip. *J. Trauma* 3 (1963) 421.
- CAUCHOIX, J., J. C. REY: Sur le traitement des fractures recentes du col du femur. (Une serie de 203 cas consecutives). *Revue de Chirurgie Orthop.* 49 (1963) 315.
- CHANDLER, S. B., P. H. KREUSCHER: A study of the blood supply of the ligamentum teres and its relation to the circulation of the head of the femur. *J.B.J.S.* 14 (1932) 834.
- CHAPCHAL, G.: *Orthopädische Chirurgie und Traumatologie der Hüfte.* Ferdinand Enke Verlag Stuttgart. 1965.
- CHARNLEY, J.: *Compression Arthrodesis.* E. and E. Livingston, London 1953.
- CHARNLEY, J.: Treatment of femoral neck fractures by compression. *J.B.J.S.* 41^B (1959) 212.
- CHARNLEY, J., N. L. B. LOCKEY, D. W. PURSER: The treatment of displaced fractures of the neck of the femur by compressions. Preliminary report. *J.B.J.S.* 39^B (1957) 45.
- CHARRY, R.: *La resection-angulation de la hanche en deux temps.* Editions Doin, Deren et Cie, Paris 1964.
- CHRISTIANSEN, B., M. FELLAENDER: Replacement arthroplasty of the hip following fracture of the femoral neck. *Acta. Chir. Scand.* 115 (1958) 374.
- CHRISTOPHE, K., L. G. HOWARD, T. A. POTTER, J. A. DRISCOLL: Study of 104 consecutive cases of fractures of hip. *J. Bone Jt. Surg.* 35^A (1953) 729.
- CLAFFEY, T. J.: Avascular necrosis of the femoral head. *J.B.J.S.* 42^B (1960) 802.
- CLEVELAND, M., W. L. BAILEY: An end-result of intracapsular fracture of the neck of the femur. *Surg. Gynec. Obstet.* 90 (1950) 393.
- CLEVELAND, M., J. W. FIELDING: Continuing end-result of intracapsular fracture of the neck of the femur. *J. Bone Jt. Surg.* 36^A (1954) 1020.
- COLONNA, P. C.: A new type of reconstruction operation for old ununited fracture of the neck of the femur. *Annals of Surgery* 88 (1928) 902.- *J.B.J.S.* 17 (1935) 110.
- COLONNA, P. C.: Fracture of the neck of femur in children. *Amer. J. Surg.* 6 (1929) 793.
- COLONNA, P. C.: The trochanteric reconstruction operation for ununited fracture of the upper end of the femur. *J.B.J.S.* 42^B (1960) 5.
- COLEMAN, S. S., C. L. COMPERE: Femoral neck fractures. Pathogenesis of avascular necrosis, non-union and late degenerative changes. *Clin. Orthop.* 20 (1961).
- COMPERE, E. L., G. WALLACE: Etiology of aseptic necrosis of the head of the femur after trans-cervical fracture. *J.B.J.S.* 24 (1942) 831.
- COMPERE, E. L.: Correction of deformity and prevention of aseptic necrosis in late cases of slipped femoral epiphysis. *J.B.J.S.* 32^A (1950) 351.
- COVENTRY, M. B.: An evaluation of the femoral neck prosthesis after ten years of experience. *Surg. Gynec. Obstet.* 109 (1959) 243.
- COVENTRY, M. B.: Symposium on femoral-head replacement prosthesis. *J.B.J.S.* 38^A (1956) 412.
- CRAWFORD, H. B.: Conservative treatment of impacted fractures of the femoral neck. A report of fifty cases. *J.B.J.S.* 42^A (1960) 471.
- CREYSEL, J., J. SCHNEPP, A. ROY, L. FISCHER: Osteonécrose primitive de la tête femorale. *Dixième congrès de la Société Internationale de Chir. Orth. et de Traum.* (1966) 300.
- CROCK, H. V.: A revision of the anatomy of the arteries supplying the upper end of the human femur. *J. Anat.* 99, I (1965) 77.
- DAHLGREN, S.: Venography in fractures of the femoral neck. *Acta. Chir. Scand.* 117 (1959) 494.
- DANIELSON, L.: Arthroplasty of the hip according to Thompson and Moore. *Acta. Orthop. Scand.* 35 (1965) 348.
- DEYERLE, W. M.: Multiple-pin peripheral fixation in fractures of the neck of the femur: Immediate weight bearing. *Chir. Orthopaedics* 39 (1965) 135.
- DICKSON, J. A.: Ununited fractures of the neck of femur: *Surg. Clin. North Am.* 19 (1939) 1235.

- DICKSON, J. A.: The unsolved fracture. J.B.J.S. 35^A (1935) 805.
- DONK, E. B.: Enige beschouwingen over de fractura colli femoris medialis en de necrosis capitis femoris. Diss., Amsterdam (1964).
- DUBOIS, M.: Comment améliorer les résultats tardifs dans le traitement des fractures du col du fémur. Rev. Chir. Orthop. 38 (1952) 246.
- DURBIN, F. C.: Avascular necrosis complicating undisplaced fractures of the neck of femur in children. J.B.J.S. 41^B (1959) 758.
- EDHOLM, P., A. E. EKLUND, L. E. LARSSON, K. LINBLUM: Reduction and fixation of fractures of the femoral neck under control of röntgen television. Acta Scand. Chir. 120 (1960) 281.
- ENDER, J.: Behandlung der intra-artikulären Schenkelhalsbrüche und ihre Folgen mit Ergebnissen der Nachuntersuchung. Arch. für Orth. und Unfall Chir. 45 (1952) 237.
- ELMES, P. C.: Fractures of the neck of the femur. J.B.J.S. 31^B (1949) 477.
- EYRE-BROOK, A. D., K. H. PRIDIE: Intracapsular fractures of the neck of the femur; final results of 75 consecutive cases treated by the closed method of pinning. Brit. J. Surg. 29 (1941) 115.
- FARKAS, A., M. J. WILSON, J. C. HAYNER: An anatomical study of the mechanics pathology and healing of fracture of the femoral neck. J.B.J.S. 30^A (1948) 53.
- FELSENREICH, F.: Histologische Untersuchungen an operierten Schenkelhalsbrüchen. I. Die Heilungsvorgänge an der Bruchfläche. Langenbecks Arch. Klin. Chir. 192 (1938) 490.
- FELSENREICH, F.: Vorläufer und Vorstadien der Schenkelhals-Pseudarthrose nach med. und lat. Frakturen. Langenbecks Arch. Klin. Chir. 194 (1939) 96.
- FELSENREICH, F.: Die Perforation von Hals und Kopf durch der Stählernen Bolzen. Langenbecks Arch. Klin. Chir. 195 (1939) 30.
- FELSENREICH, F.: Grosse Einbrüche der Kopfoberfläche, Sequestration. Langenbecks Arch. Klin. Chir. 195 (1939) 413.
- FELSENREICH, F.: Das „Wandern“ des Smith Petersen Nagels im Hüftkopf. Langenbecks Arch. Klin. Chir. 198 (1940) 4.
- FELSENREICH, F.: Die Vorgänge am Knochen und Knorpel nach Knochennekrose. Langenbecks Arch. Klin. Chir. 198 (1940) 532.
- FIELDING, J. W., H. J. WILSON, R. E. ZIEKEL: A continuing end-results study of intracapsular fracture of the neck of the femur. J.B.J.S. 44^A (1962) 965.
- FISCHER, R. H.: Guide for insertion of the Thompson prosthesis 45^A (1963) 583.
- FLATMARK, A. L., T. LONE: The prognosis of abduction fracture of the neck of the femur. J.B.J.S. 44^B (1962) 324.
- FORGON, M., J. SZATAI, L. MILTENYI: Ein Verfahren zur messung des umlaufes in Caput Femoris nach Schenkelhalsbrüche mit durch J¹³¹ markierten Human Serum Albumin. Der Chirurg 37 (1966) 301.
- FORGON, M., G. BORNEMISZON: Schenkelkopfnekrose ein mechanisches Problem. Langenbecks Arch. Chir. 302 (1963) 785.
- FOUTS, J. R., J. J. KAMM, B. B. BRODIE: Enzymatic reduction of prontosil and other azo dyes. J. of Pharmacol. 120 (1957) 291.
- FRANCIS, K. C., N. L. HIGINBOTHAM, R. E. CARROLL, B. JACOBS, W. D. GRAHAM: The treatment of pathological fractures of the femoral neck by resection. J. Trauma 42 (1962) 465.
- FRANGAKIS, X.: Intra-capsular fractures of the neck of the femur. J.B.J.S. 48^B (1966) 17.
- FRANKEL, E. J.: Mechanical principles for internal fixation of the femoral neck. Acta Chir. Scand. 117 (1959) 427.
- FRANKEL, C. J., P. S. DERIAN: The introduction of subcapital femoral circulation by means of an autogenous muscle pedicle. Surg. Gynec. Obstet. 115 (1962) 473.
- FREDERIKSON, TH., J. GREWALD, J. B. HANSEN, H. JENSENIUS, K. LANGBERG, F. U. NIELSEN:

- The prognosis for patients with medial femoral neck fracture. *Acta. Chir. Scand.* 133 (1967) 369.
- FRIBERG, S.: On arthrodesis and arthroplastics. *Acta Med. Scand. suppl.* 162 vol. 341 (1958) 169.
- GARCIA, A., C. NEER, G. B. AMBROSE: Displaced intracapsular fractures of the neck of the femur. *J. Trauma* 1 (1961) 128.
- GARDEN, R. S.: The structure and function of the proximal end of the femur. *J.B.J.S.* 43^B (1961) 576.
- GARDEN, R. S.: Low angle fixation in fracture of the femoral neck. *J.B.J.S.* 43^B (1961) 647.
- GARDEN, R. S.: Stability and union in subcapital fractures. *J.B.J.S.* 46^B (1964) 630.
- GIANNISTRAS, M. J.: Primary bone graft with pinning of intracapsular fractures of the femur. *Am. J. Surg.* 93 (1957) 588.
- GILBERTY, R. D.: Treatment of femoral-neck fractures. *Clin. Orthop.* 3 (1954) 209.
- GODOY MOREIRA, T. E.: Difficult fractures of neck of femur treated with studbolt screw. *J.B.J.S.* 27 (1945) 595.
- GOODMAN, A. M., M. D. SHERMAN: Post irradiation fractures of the femoral neck. *J.B.J.S.* 45^A (1963) 723.
- GRAF, R.: Der Wert der Phlebographie des Schenkelkopfes bei der Behandlung von Schenkelhalspseudarthrose. *Der Chirurg* 31 (1960) 19.
- GREGAN, J. F. C.: The use of the acrylic head prosthesis in high fractures of femoral neck. *J.B.J.S.* 36^B (1954) 411.
- GROVES, H. E. W.: Treatment of fractured neck of the femur with special regard to the results. *J.B.J.S.* 12 (1930) 1.
- HAAS, W. DE, J. MACNAB: Fractures of the femoral neck. *S. Afr. Med. J.* 30 (1956) 1005.
- HARGARDON, E. J., J. R. PEARSON: Treatment of intra-capsular fractures of the femoral neck with the Charnley compression screw. A review of 100 operations. *J.B.J.S.* 45^B (1963) 305.
- HARTY, M.: The calcar femorale and the femoral neck. *J.B.J.S.* 39^A (1957) 625.
- HARTY, M.: Blood supply of the femoral head. *Brit. Med. J.* 2-2 (1953) 1236.
- HARTY, M.: Some aspects of the surgical anatomy of the hip joint. *J.B.J.S.* 48^A (1966) 197.
- HARRIS, W. H., O. E. AUFRAME: Mold arthroplasty in the treatment of hip fractures complicated by sepsis. *J.B.J.S.* 47^A (1965) 31.
- HARRISON, M. H. M.: A simple prognostic test after fractures of the femoral neck. *J.B.J.S.* 43^B (1961) 174.
- HARRISON, M. H. M.: A Preliminary report of vascular assay in prognosis of the fractured femoral neck. *J.B.J.S.* 44^B (1962) 858.
- HARROLD, A. J.: Failure of union in fracture of the neck of the femur. *J.B.J.S.* 42^B (1960) 226.
- HEIPLE, K. G., C. H. HEMDON: The pathologic physiology of nonunion. *Clin. Orthop.* 43 (1966) 11.
- HENDERSON, M. S.: Ununited fracture of the neck of the femur; treatment by the aid of a bone graft. *J.B.J.S.* 22 (1940) 259.
- HENDERSON, M. S.: Bone-grafts for ununited fracture of the neck of the femur. A report of ninety cases. *J. Int. Coll. Surg.* 9 (1946) 26.
- HERZOG, W.: Zur Problematik der medialen Schenkelhalsfraktur, Angiografische, histologische und tierexperimentelle Untersuchungen. *Langenbecks Arch. Klin. Chir.* 299 (1962) 200.
- HESSE, F.: Zur pathologischen Anatomie der Schenkelhalsfraktur. *Archiv. Klin. Chir.* 134 (1925) 141.
- HINCHEY, J. J., P. L. DAY: Primary prosthetic replacement on fresh femoral neck fractures. A review of 294 consecutive cases. *J.B.J.S.* 46^A (1964) 223.

- HIPP, E.: Die Gefäße des Hüftkopfes. *Zschr. Orth.* (1962). Beilageheft zu Bd. 96.
- HIPP, E.: Zur Diagnose der post-traumatischen Hüftkopf-Nekrose unter Berücksichtigung arteriografische Befunde. *Dixième Congrès de la Soc. Int. de Chir. Orth. et de Traum.* (1966) 80.
- HIRSCH, E. C.: v. H. FRANKEL: Analysis of forces producing fractures of the proximal end of the femur. *J.B.J.S.* 42^B (1960) 633.
- HIRSCH, E. C.: Thompson-Moore vitallium prosthesis in resection-reconstruction of the hip joint. *Acta. Orth. Scand.* 27 (1957) 271.
- HOHMANN: Früh- und Spätergebnisse bei Hüft allo-arthroplastieken. *Archiv. Orthop. Unfall. Chirurg* (1963).
- HOWE, W. W., TH. LACEY, P. SCHWARTZ: A study of the gross anatomy of the arteries supplying the proximal portion of the femur and acetabulum. *J.B.J.S.* 32^A (1950) 856.
- HULTH, A.: Intra-osseous venographies of medial fractures of the femoral neck; residual vascularity of head fragment in different types of fractures; relation to prognosis. *Acta. Chir. Scand. Suppl.* 214 (1956), I.
- HULTH, A.: Femoral head phlebography a method of predicating viability. *J.B.J.S.* 40^A (1958) 844.
- HULTH, A.: The vessel anatomy of the upper femur end, with special regard to the mechanism of origin of different vascular disorders. *Acta. Orthop. Scand.* 27 (1958) 192.
- HULTH, A., S. H. JOHANSSON: Femoral head venography in the prognosis of fractures of the femoral neck. *Acta. Chir. Scand.* 123 (1962) 287.
- HULTH, A.: Necrosis of the head of the femur. *Röntgenol. micro-radiograf. and histol. study.* *Acta. Scand.* 122 (1961) 75.
- HULTH, A.: Prediction of the viability of the femoral head in femoral neck fractures. *Acta. Chir. Scand.* 129 (1965) 72.
- HULTH, A.: Diagnosis of post-traumatic necrosis. *Dixième Congrès de la Soc. Int. de Chir. Orth. et de Traum.* (1966) 87.
- HYRTL, J.: Beiträge zur angewandten Anatomie des Hüft gelenkes. *Zschr. K. Ok. der Ärzte in Wien* 3 (1846) 50.
- INCLAN, A.: The use of preserved bone graft in orthopaedic surgery. *J.B.J.S.* 24 (1942) 81.
- INCLAN, A.: Late complications in fracture of the neck of the femur treated by nailing, bone grafting or both. *J. Int. Coll. Surg.* 9 (1946) 36.
- INGRAM, A. J., B. BACKYNSKY: Fracture of the hip in children. *J.B.J.S.* 35^A (1953) 867.
- IVERSEN, H. G.: Medial femoral neck fractures treated with Pohl's sliding screw. *Acta. Chir. Scand.* 129 (1965) 477.
- JARRY, L.: Trans-articular nailing for fractures of the femoral neck. A preliminary report. *J.B.J.S.* 46^B (1964) 674.
- JEFFERY, C. C.: Spontaneous fractures of the femoral neck. *J.B.J.S.* 44^B (1962) 543.
- JENSENIUS, H.: Osteosynthesis of medial fractures of neck; follow-up study with special reference to capital necrosis. *Acta. Chir. Scand.* 111 (1956) 322.
- JOHANSSON, S. H.: Prognostic assessment in fractured neck of femur using J¹³¹ and Venography. *Acta. Chir. Scand.* 123 (1962) 298.
- JOHANSSON, S. H.: Prognostic assessment in fractured femoral neck by radio-isotope. *Bulletin. Soc. Int. Chir.* 23 (1964) 167.
- JOHANSSON, S. H.: The Prognostic Value of Radio-iodine Test in Femoral Neck Fractures. *Acta. Soc. Med. Upsal.* 69 (1964) 64.
- JUDET, J., JUDET, R.: The use of an artificial femoral head for arthroplasty of the hip joint. *J.B.J.S.* 32^B (1950) 166.
- JUDET, R., J. JUDET, B. LAUNOIS, J. P. GUBLER: Essai de révascularisation expérimentale de la tête fémorale. *Revue Chir. Orthop.* 52 (1966) 277.

JUDET, R.: Revascularisation de la tête fémorale. Dixième Congrès de la Soc. Int. de Chir. Orth. et de Traum. (1966) 87.

KIAER, S.: Preliminary report on hip arthroplasty with acrylic head. J.B.J.S. 33^B (1951) 468.

KING, T.: The closed operation for intracapsular fracture of the neck of the femur; final results in recent and old cases. Brit. J. Surg. 26 (1938) 721.

KING, E. D., L. R. STRAUB, C. N. LAMBERT: Final report of the committee for the study of femoral-head prosthesis. J.B.J.S. 41^A (1959) 883.

KNÖFLER, E., O. K. SPERLING: Über die Ursache der Hüftsteife nach Endoprothesenplastik. Z. bl. Chir. 84 (1950) 1918.

KOEKENBERG, L. J. L.: Vascularisation in the healing of fractures. Academisch proefschrift Amsterdam 1963.

KOLODNY, A.: The architecture and the blood supply of the head and neck of the femur and their importance in the pathology of fractures of the neck. J.B.J.S. 7 (1925) 575.

KÜNTSCHER, G.: Zur Technik der Schenkelhalsnagelung. Zbl. Chir. 1948/I, 1164.

KÜNTSCHER, G.: Die voll automatische Schenkelhalsnagelung. Z. Orthop. 84 (1953) 17.

LAGRANGE, J., J. DUNOYER: La vascularisation de la tête femorale de l'enfant. Rev. de chirurgie Orth. 48 (1962) 123.

LAING, P. G., A. B. FERGUSON: Radiosodium Clearance Rates as Indications of Femoral-Head Vascularity. J.B.J.S. 41^A (1959) 1409.

LAMBERT, C. N.: Symposium on femoral-head replacement prosthesis. J.B.J.S.: 38^A (1956) 407.

LANGE, M.: Orthopädisch-Chirurgische Operationslehre. München Verlag von J. F. Bergmann 1951.

LAUFER, A.: Aseptic necrosis of the femoral head. J. Mount Sinai Hosp. 24 (1957) 957.

LAW, W. A.: Late Results in vitallium-mold arthroplasty of the hip. J.B.J.S. 44^A (1962) 1497.

LEABHEART, J. W., M. BONFIGLIO: The treatment of irradiation fracture of femoral neck. J.B.J.S. 43^A (1961) 1056.

LEE, W. R., J. H. MARSHALL, H. A. GISSONS: Calcium accretion and bone formation in dogs. An experimental comparison between the results of Ca⁴⁵ Kinetic analysis and tetracycline labelling. J.B.J.S. 47^B (1965) 157.

LEUSCHER: Metallurgy and Surgery. Arch. Chir. Neerl. II (1959) 231.

LINDQUIST, J.: A survey of the late results in the treatment of fracture colli femoris medialis. a.n. Whitman-Löfberg. Acta Orthop. Scand. 21 (1951) 113.

LINTON, P.: On the different types of intra-capsular fractures of the femoral neck. Acta. Chir. Scand. 90 (1944) Suppl. 86.

LIPPMANN, R. K.: The transfixion hip prosthesis. J.B.J.S. 39^A (1957) 759.

LIPPMANN, R. K.: Transfixion hip prosthesis. J.B.J.S. 49^A (1967) 876.

LIPSCOMP, C. R., F. E. MCCASLIN JR.: Arthrodesis of the hip. Review of 371 cases. J. Bone Jt. Surg. 43^A (1961) 923.

MAATZ, R., H. L. LEMPert: Zur Kopfnekrose nach medialer Schenkelhalsfraktur. Chirurg 23 (1952) 304.

MAATZ, R.: Late results following medial fractures of neck (simple and comparable demonstration). Arch. Orthop. Unfall. Chir. 46 (1954) 333.

MAC BRIDE, E. D.: A femoral-head prosthesis for the hip joint; four years' experience and the results. J.B.J.S. 34^A (1952) 989.

MAC DOUGALL, A.: Fracture of the neck of femur in childhood. J.B.J.S. 43^B (1961) 16.

MASON, M. L.: Intracapsular fractures of neck, review of 100 cases treated by internal fixation. Brit. J. Surg. 40 (1953) 482.

MASSIE, W. K.: Fractures of the hip. J.B.J.S. 46^A (1964) 658.

- MATCHETT, F.: A new long stem intra medullary vitallium hip prosthesis. *J.B.J.S.* 47^A (1965) 43.
- MATTER, P., A. HUGLER: Erfahrungen mit Huft und Berufskrankheiten. 58 (1965) 129.
- MERLE D'AUBIGNÉ, R.: Traitement des necroses traumatique de la tête de femur. *Chir. rep. Traum.* 1, (1953) 108.
- MERLE D'AUBIGNÉ, R., M. POSTEL: Functional results of hip arthroplasty with acrylic prosthesis. *J.B.J.S.* 36^A (1954) 451.
- MERLE D'AUBIGNÉ, R., COURMIER, X.: Necrose traumatique de la tête du femur en dehors des pseudarthroses. *Revue de Chir. Orthop.* 42 (1956) 246.
- MERLE D'AUBIGNÉ, R.: Pseudarthroses du col de femur *Presse* (1958) 813.
- MERLE D'AUBIGNÉ, R.: Osteonecrose primitive de la tête femorale. *Dixieme Congrès de la Soc. Int de Chir. Orth. et de Traum.* (1966) 265
- MILCH, R. A., D. P. RALE, J. E. TOBIE: Fluorescence of tetracycline antibiotics in bone. *J B J S.* 40^A (1958) 897.
- MILCH, H.: Osteotomy at the upper end of the femur. *The Williams and Wilkis Company Baltimore* 1965.
- MILCH, H.: Technic of the resection-angulation operation for hip joint disabilities. *Chir. Orthop.* 24 (1959) 265.
- MILES, J. S.: The use of intra-medullary pressure in the early determination of aseptic necrosis in the femoral head. *J.B.J.S.* 37^A (1955) 622.
- MOORE, A. T.: Self-locking hip prosthesis. *J. Bone Jt. Surg.* 39^A (1957) 811.
- MOORE, A. T.: Metal hip joint: a new self-locking vitallium prosthesis. *Southern med. J.* 45 (1952) 1015.
- MOORE, R. J.: Cartilaginous-cup arthroplasty in ununited fractures of the neck of the femur. *J.B.J.S.* 30^A (1948) 313.
- MOVIN, R.: Alloplasty of the hip as a treatment in suitable cases of fracture of the neck of the femur and in sequels of such fracture. *E. Munksgaard, Kopenhagen* 1957.
- MOVIN, R.: Révascularisation de la tête fémorale. *Dixième Congrès etc.* (1966) 98.
- MOVIN, R.: On the use of muscle-pedicle bone grafts in fresh subcapital fractures of the femur. *Acta Orthop. Scand* 33 (1963) 382.
- MURRAY, W. R., D. B. LUCAS, V. T. INMAN. Femoral head and neck resection. *J.B.J.S.* 46^A (1964) 1184.
- MUSSBICHLER, H.: Arterial supply of the head of the femur An arteriografic study in vivo of lesions attending fracture of the femoral neck. *Acta radiol (Stockholm)* 46 (1956) 533.
- NES, C. P. VAN: Le traitement de la pseudarthrose du col du fémur par l'operation de Brackett. *Chir. rép. Traum.* 8 (1964) 124.
- NIGST, H.: Spezielle Frakturen und Luxationslehre. Band III. Huftgelenk und proximaler Oberschenkel. 1964 Georg Thieme Verlag: Stuttgart.
- NORMAN, A., P. BULLOUGH. The radiolucent crescentline; an early diagnostic sign of avascular necrosis of the femoral head. *Bull. Hosp. joint dis.* 24 (1963) 99.
- NUBOER, J. F.: Over de toepassing van een tweebbladige spijker bij osteosynthese van de fractura, colli femoris. *N.T.G.* 84 (1940) 1368.
- NUSSBAUM, A.: Die arteriellen Gefäße der Epiphysen des Oberschenkels und ihre Beziehungen zu normalen und pathologischen Vorgängen. *Bruns' Beitr. Klin. Chir.* 130 (1924) 495.
- NYSTROM, G.: Osteosynthesis of medial fractures of the femoral neck with the aid of 3 nails (multiple nailing). *Acta Chir. Scand.* 91 (1944) 449.
- NYSTROM, G.: Further experiences with osteosynthesis of medial fractures of the femoral neck with the aid of three nails. *Acta Chirurg. Scand.* 107 (1954) 89.
- ODEN, G.: Final results of osteosynthesis of fracture of the femoral neck ad modum Sven Johansson. *Act. Chir. Scand.* 96 suppl. 131 (1947).

OOSTERHUIS, K.: De eindresultaten van de osteosynthese van de mediale dijbeenhalsbreuk volgens Smith-Petersen. Johansson. N.T.G. 96 (1952) 2653.

PARRISH, TH. F., J. R. JONES: Fracture of the femur following prosthetic arthroplasty of the hip. J.B.J.S. 46^A (1964) 241.

PARRY, E. H. O., J. TUCKMAN: Dilution Characteristics of Coomassie blue in man. Brit. Heart. J. 23 (1916) 150.

PATRICK, J.: Intracapsular fractures of the femur treated with a combined Smith-Petersen nail and fibular graft. J.B.J.S. 31^A (1949) 67.

PATRICK, J.: Avascular necrosis and the head of the femur. J.B.J.S. 42^B (1960) 650.

PATRICK, J.: Treatment of femoral neck fractures by nail and graft. J.B.J.S. 41^B (1959) 213.

PAUWELS, F.: Der Schenkelhalsbruch ein mechanisches Problem. Zeitschrift für orthöpaedische Chirurgie 63 (1935) beilage heft.

PAUWELS, F.: Zur Frage der den Schenkelhals aufrichtenden Kräfte. Verh. Deutsch. Orthop. Ges. Kongres. (1936) 361.

PETROVIC, D.: Het meten van de mate van ante versie en valgusstand van de dijbeenhals. N.T.G. (1962) 1460.

PEMISTER, D. B.: Aseptic necrosis of bones; management and prognosis. Post. grad. M. 4 (1948) 20.

PEMISTER, D. B.: Recognition of dead bone on pathological and X-ray studies. Annals. Surg. 72 (1920) 466.

PEMISTER, D. B.: Fractures of head of femur, dislocation of hip and obscure vascular disturbances producing aseptic necrosis of head of femur. Surg. Gynec. Obstet. 59 (1934) 415.

PEMISTER, D. B.: The pathology of ununited fractures of the neck of the femur with special reference to the head. J. Bone Jt. Surg. 21 (1939) 681.

PEMISTER, D. B.: Lesions of bones and joints arising from interruption of the circulation. J. Mount Sinai Hospital 15 (1948) 255.

PEMISTER, D. B.: Treatment of necrotic head of femur in adults. J. Bone Jt. Surg. 31^A (1949) 55.

PEMISTER, D. B.: Repair of bone in the presence of aseptic necrosis, resulting from fractures, transplantations and vascular obstructions. J.B.J.S. 12 (1930) 769.

PIGGOT, H.: Radiological prediction of avascular necrosis in femoral neck fractures. Brit. Surg. 52 (1965) 675.

POWELL, H. D. W.: Simultaneous bilateral fractures of the neck of the femur. Three case-reports and review of previously reported cases. J.B.J.S. 42^B (1960) 236.

PRICE, E. R.: The viability of the femoral head after fracture of the neck of the femur. J. Bone Jt. Surg. 44^B (1962) 854.

PRICE, E. R.: A dye technique for the assessment of viability of the femoral head. Proc. Roy. Soc. Med. 54 (1961) 1101.

PRICE, E. R.: Evaluation of the viability of the femoral head at operation. J.B.J.S. 45^B (1963) 618.

PUGH, W. L.: A self-adjusting nail-plate for fractures about the hip joint. J.B.J.S. 37^A (1955) 1085.

RATLIFF, A. H. C.: Fracture of the femoral neck in children. J.B.J.S. 43^B (1961) 174.

RATLIFF, A. H. C.: Fractures of the femoral neck in children - 72 cases. J.B.J.S. 44^B (1962) 528.

REHM, J., H. J. SÜSSE: Transossale Venographie des Kopffragmentes bei Schenkelhalspseudarthrose. Mschr. Unfallheilk. 58 (1955) 137.

REYNOLDS, F. C.: Preliminary report of the committee on fractures and traumatic surgery on the use of a prosthesis in the treatment of fresh fractures of the neck. J. Bone Jt. Surg. 40^A (1958) 877.

- ROOK, F. W.: Arteriography of the hip joint for predicting end-results in intracapsular and intertrochanteric fractures of the femur. *Amer. J. Surg.* 86 (1953) 404.
- RÖSINGH, G. E.: Aseptische necrose van de femurkop. Een experimenteel onderzoek. Dissertatie, Amsterdam 1967.
- RUSSE, O.: Nekrose und Substitution in experimentellen Untersuchungen am Hüftkopf des Kanincheus. *Arch. Orth. Unfall. Chir.* 57 (1965) 69.
- RYDELL, N.: Osteosynthesis of medial collum fractures with the 'spring loaded nail'. *Acta Orthop. Scand.* 35 (1964) 149.
- SAHA, A. K.: Osteosynthesis for fracture of neck of femur by bone grafting without subsequent plaster immobilization. *Indian J. Surg.* 15 (1953) 224.
- SALEM, G.: Nagelung und Spätresultate kindlicher Schenkelhalsbrüche und Epiphysenlösungen. *Wien Klin. W.schr.* 61 (1949) 152.
- SAN GIORGI, G. M.: Intertrochantere osteotomie bij coxarthrose. *N.T.G.* (1966) 73.
- SARRO, M.: La flebografia intra-ossea en las fracturas del cuello de femur. *Cir. gin. Urol.* 15 (1961) 621.
- SHECK, M.: Intracapsular fractures of the femoral neck. Comminution of the posterior neck cortex as a cause of unstable fixation. *J.B.J.S.* 41^A (1959) 1187.
- SCHMORL, G.: Die pathologische Anatomie der Schenkelhalsfrakturen. *Münch. Med. W.schr.* 71 (1924) 1381.
- SEVITT, S., R. G. THOMPSON: The distribution and anastomoses of arteries supplying the head and neck of the femur. *J.B.J.S.* 47^B (1965) 560.
- SEVITT, S.: Avascular necrosis and revascularisation of the femoral head after intracapsular fractures. *J.B.J.S.* 46^B (1964) 270.
- SHEPHERD, M. M.: A further review of the results of operation of the hip joint. *J.B.J.S.* 42 (1960) 177.
- SHERMAN, M. S., D. B. PHEMISTER: The pathology of ununited fractures of the neck of the femur. *J.B.J.S.* 29 (1947) 19.
- SMITH-PETERSEN, M. N.: Intracapsular fractures of the neck of femur treatment by internal fixation. *Arch. Surg.* 23 (1931) 175.
- SMITH, F. B.: Effects of rotatory and valgus malposition on bloodsupply to the femoral head. *J.B.J.S.* 41^A (1959) 800.
- SMOOK, A. H.: De osteosynthese volgens Smith-Petersen, Johansson en Exalto. *Academisch proefschrift Groningen* 1937.
- SMYTH, E. H. J.: The mechanical problem of the artificial hip. *J.B.J.S.* 40^B (1958) 778.
- SMYTH, E. H. J., J. S. ELLIS, M. C. MANNIFOLD, P. R. DEWEY: Triangle pinning for fracture of femoral neck. *J.B.J.S.* 46^B (1964) 664.
- SÖRLE, S.: Medial fractures of the femoral neck to nail or not to nail. *Acta. Chir. Scand.* 107 (1954) 113.
- SPEED, J. S., R. A. KNIGHT: *Campbell's Operative Orthopaedics.* The C.V. Mosby Company 1956.
- SPOTOFT, J.: Osteosynthesis of the neck of femur. *J.B.J.S.* 31^A (1949) 836.
- SPOTOFT, J.: Is fracture of the femoral neck still the 'unsolved fracture'. *Acta. Chir. Scand.* 113 (1957) 442.
- STEIN, A. H., H. C. MORGAN, F. C. REYNOLDS: Variations in normal bonemarrow pressure. *J.B.J.S.* 39^A (1957) 1129.
- STEIN, A. H., J. R. GRIM: The treatment of femoral neck fractures by internal fixation or primary prosthesis. *Surg. Gyn. Obst.* 119 (1964) 1037.
- STEIN, A. H., W. G. COSTER: Hip arthroplasty with the metallic prosthesis. *J.B.J.S.* 44^A (1962) 1155.

- STEVENS, J., P. A. FREGMAN, B. E. C. NODIN, E. BARNETT: The incidence of osteoporosis in patients with femoral neck fracture. *J.B.J.S.* 44^B (1962) 520.
- STEVENS, J.: The value of Radio-active Isotopes in determining the viability of bone. *J.B.J.S.* 42^B (1960) 650.
- STEWART, M. J., L. MILFORD: Fracture-dislocation of the hip, end-result study. *J.B.J.S.* 36^A (1954) 315.
- STEWART, M. J., S. SPEED: Traumatic dislocation of the hip joint. *J.B.J.S.* 34^B (1952) 504.
- STINCHFIELD, F. E., B. COOPERMAN, C. E. SHEA JR.: Replacement of the femoral head by Judet or Austin Moore prosthesis. *J.B.J.S.* 39^A (1957) 1043.
- STONE, M. M.: Modified nail for hip fractures. Three or four flanged nail with sharpened end. *J.B.J.S.* 40^A (1958) 931.
- SUERMONDT: General consideration on alloplasty. *Arch. Chir. Neerl.* 11 (1955) 203.
- TAYLOR, R. G.: Pseudarthrosis of hip joint. *J. Bone Jt. Surg.* 32^B (1950) 161.
- TAYLOR, R. G.: Pseudarthrosis of the hip. *Proc. Roy. Soc. Med.* 49 (1956) 963.
- TAYLOR, S. H., J. P. SHILLINGFORD: Clinical applications of Coomassie blue. *Brit. Heart. J.* 21 (1959) 497.
- TAYLOR, S. H., J. M. THORP: Properties and biological behaviour of Coomassie blue. *Brit. Heart. J.* 21 (1959) 492.
- THOMPSON, F. R.: Two and a half years' experience with a vitallium intra-medullary prosthesis. *J.B.J.S.* 36^A (1954) 489.
- THOMPSON, J. E. M.: Prosthetic replacement of the femoral head for recent fracture. *J.B.J.S.* 41^B (1959) 431.
- TOBIN, W. J.: The internal Architecture of the femur and its clinical significance. *J.B.J.S.* 37^A (1955) 57.
- TRUETA, J., M. H. M. HARRISON: The normal vascular anatomy of the femoral head in adult man. *J.B.J.S.* 35^B (1953) 442.
- TRUETA, J.: The normal vascular anatomy of the human femoral head during growth. *J.B.J.S.* 39^B (1957) 358.
- TUCKER, F. R.: The use of Radio-active Phosphorus in the diagnosis of avascular necrosis of the femoral head. *J.B.J.S.* 32^B (1950) 100.
- TUCKER, F. R.: Arterial supply to femoral head and its clinical importance. *J.B.J.S.* 31^B (1949) 82.
- URIST, M. R., N. F. MOON: Fractures of the hip in patients with severe osteoporosis. The effect of collapatite pegs on the process of healing. *J. Trauma* 1 (1961) 373.
- VIRGIN, H., R. MAC.AUSLAND: A continuous traction screw of fractures of the hip. *Am. Surg.* 122 (1945) 59.
- VERBEEK, O.: Alloplasty of the hip. *Arch. Chir. Neerl.* 1949.
- VERBEEK, O.: Collumfractuur. *Le Scalpel* 51 (1965) 1109.
- WALKHOFF, O.: Das Femur des Menschen und der Anthropomorphen in seiner funktionellen Gestaltung. Wiesbaden, C. W. Kreidel. 1904.
- WALMSLEY, T.: Epiphysis of the head of the femur. *J. Anat. Phys.* 49 (1915) 434.
- WALMSLEY, T.: The neck of the femur as a static problem. *J. Anat. Phys.* 10 (1915) 314.
- WATSON-JONES, R.: Fractures and joints injuries. 4. Ed. vol. 2 Livingston Ltd. Edinburgh and London 1955.
- WEYTLANDT, J. A.: De behandeling van de subcapitale dijhsalsbreuk. Diss. A'dam 1923.
- WESTERBORN, A.: Arthroplasty by method of Judet in treatment of ununited and recent fractures of femoral neck. *Acta. Chir. Scand.* 106 (1953) 381.
- WHITMAN, R.: Reconstruction operation for ununited fracture of the neck of the femur. *Surg. Gyn. Obstet.* 32 (1921) 479.

- WHITMAN, R.: Retrospective commentary on campaign for establishment of positive standard of treatment for fracture of neck of femur. *J.B.J.S.* 27 (1945) 334.
- WHITMAN, R.: Remarks introductory to a demonstration of the abduction treatment of the neck of the femur. *J.B.J.S.* 12 (1930) 11.
- WITTEBOL, P., J. VAN WIJNGAARDEN: De behandeling van de dijbeenhalsfractuur bij de hoogbejaarde patiënt. *N.T.G.* 106 (1962) 1436.
- WITTEBOL, P.: De capito-cervicale heupprothese bij de behandeling van verse dijhalsfracturen. *N.T.G.* 106 (1962) 1919.
- WITTEBOL, P.: Een verbeterde kophalsprothese. *N.T.G.* 108 (1964) 189.
- WITTEBOL, P.: De gesteelde botspaan bij de behandeling van de dijhalsfractuur. *N.T.G.* 108 (1964) 2194.
- WITTEBOL, P.: Lateral and posterior approach to the hip joint in prosthetic replacement of the femoral head. *Arch. Chir. Neerl.* 17 (1965) 69.
- WILSON, P. D.: Symposium on femoral head prostheses replacement. *J.B.J.S.* 38^A (1956) 415.
- WILSON, P. D.: Trochanteric arthroplasty in the treatment of ununited fracture of the femur neck. *J.B.J.S.* 29 (1947) 822.
- WILSON, P. D.: Late complications in the use of endoprosthetic devices in surgery of the hip joint. *Surg. Clin. North. Am.* 41 (1961) 1633.
- WOLCOTT, W. E.: The evolution of the circulation in the developing femoral head and neck. *Surg. Gynec. Obstet.* 77 (1943) 61.
- WOODHOUSE, C. F.: An Instrument for measurement of oxygen tension in bone. A preliminary report. *J.B.J.S.* 43^A (1961) 819.
- WOODHOUSE, C. F.: Tetracycline vascular maps of the femoral head. *J.B.J.S.* 44^A (1962) 1029.
- WOODHOUSE, C. F.: Anoxia of the femoral head. *Surgery* 52 (1962) 55.
- ZANTEN, M. A. VAN: *Fractura colli femoris medialis*. Dissertatie Amsterdam 1967.



B

Foto A: Mediale collumfractuur dislocatiegraad III.

A



Foto B: Partieel transforaminale fractuurlijn.

C

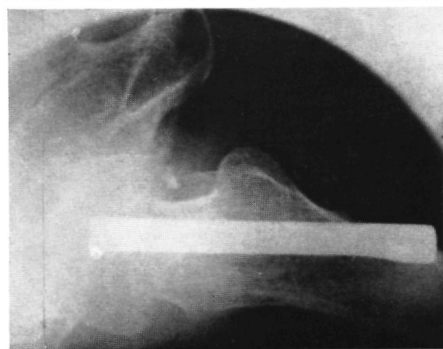
Foto C: Vier jaar na de fractuur geen tekenen van necrose.



A

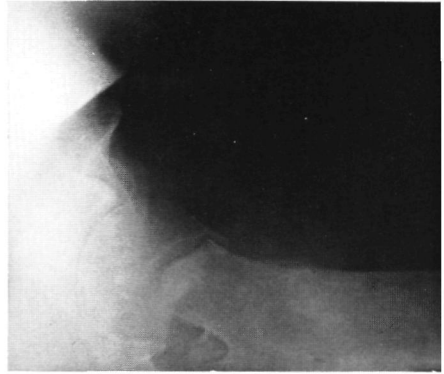
B

Foto A: Volledige transforaminale collumfractuur dislocatiegraad IV.



C

Foto B en C: Status na Smith-Petersen pen fixatie enige dagen na het trauma. Binnen 5 maanden was er een redislocatie en pseudarthrose opgetreden. Histologisch was de femurkop totaal necrotisch.



B

Foto A: Mediale collumfractuur dislocatiegraad IV.

A



Foto B: Partieel transforaminale fractuurlijn.

Foto C: Een necrose met femurkopdeformatie is ontstaan.



B

Foto A: Mediale collumfractuur dislocatiegraad II.

A



Foto B: Volledig transforaminale fractuurlijn.

Foto C: Na 2 jaar is de femurkop röntgenologisch vitaal. Er is enige sclerose in het fractuurvlak zichtbaar.

C



A



B

Foto A: Mediale collumfractuur dislocatiegraad IV.



C

Foto B: Partieel transforaminale fractuurlijn.

Foto C: Na 7 maanden is er röntgenologisch het beeld aanwezig van een pseudoarthrose, sclerose met foci van ontkalking van de femurkop en een uitgezakte pen, histologisch was er een totale necrose met sporadisch een nieuw gevormd stukje bot.



A

B

Foto A: Mediale collumfractuur dislocatiegraad IV.

Foto B: Volledig cervicale fractuurlijn.



C

Foto C: Na 2 jaar is de femurkop röntgenologisch vitaal.



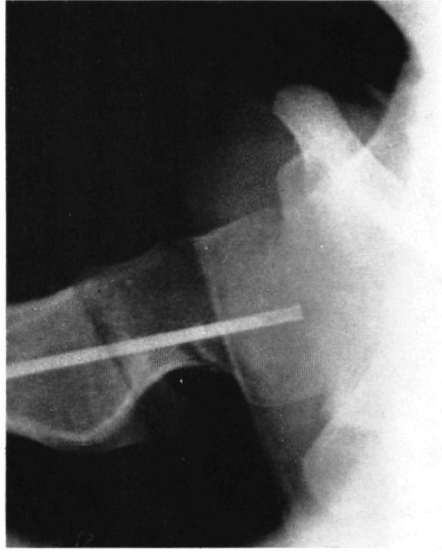
B

A *Foto A:* Mediale collumfractuur dislocatiegraad IV.



Foto B: Partieel transforaminale fractuurlijn.

C *Foto C:* Totale necrose met femurkop deformatie.



A

B

Foto A: Mediale collumfractuur dislocatiegraad IV.



C

Foto B: Volledig cervicale fractuurlijn.

Foto C: 2 jaar na de fractuur geen tekenen van femurkopnecrose.



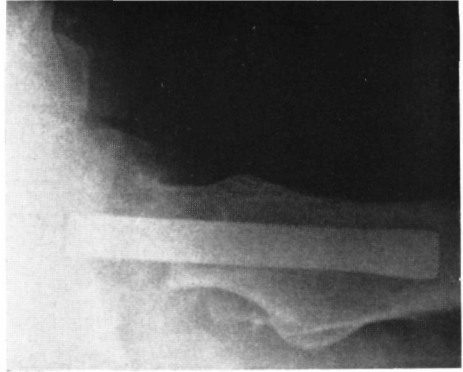
B

A *Foto A:* Mediale collumfractuur dislocatiegraad IV.



Foto B: Volledig transforaminale fractuurlijn.

Foto C: 6 weken na de fractuur is het osteosynthese materiaal verwijderd wegens re-dislocatie. Röntgenologisch is er een pseudarthrose met kopnecrose, hetgeen histologisch werd bevestigd.



B

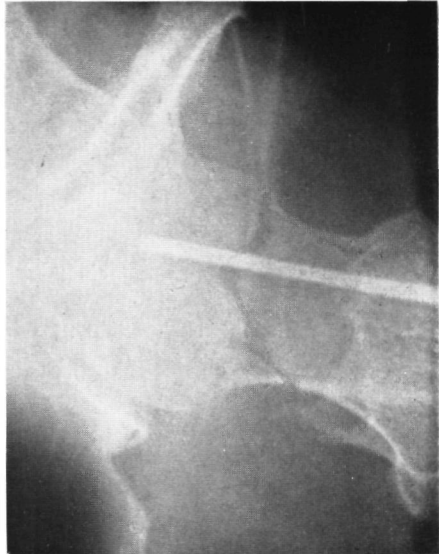
Foto A: Mediale columfractuur dislocatiegraad IV.

A



Foto B: Partieel transforaminale fractuurlijn.

Foto C: Na 4 maanden is er röntgenologisch het beeld aanwezig van een pseudarthrose, een sclerose van de kop en een uitgezakte pen. Histologisch was de hele kop necrotisch.



A

B

Foto A: Mediale collumfractuur dislocatie-
graad IV.

Foto B: Partieel transforaminale fractuur-
lijn met los stuk aan de dorsale zijde, zonder
dislocatie.

Foto C: Een necrose met femurkop-
C deformatie is ontstaan.



A

B

Foto A: Mediale collumfractuur dislocatiegraad IV. Volledig cervicale fractuurlijn.

Foto B: Status na repositie en fixatie.



Foto C: Twee jaar na de fractuur, geen C tekenen van necrose.

STELLINGEN

I

De Coomassie blue clearance bepaling is, als „vroeg-diagnosticum” voor necrose van de femurkop na mediale collumfracturen, onvoldoende betrouwbaar.

II

Mediale collumfracturen dislocatie graad IV waarbij de fractuurlijn, partieel of totaal transforaminaal verloopt, moeten als necrose van de femurkop behandeld worden, verloopt de fractuurlijn daarentegen volledig cervicaal dan geeft de fixatie volgens Smith-Petersen uitstekende resultaten.

III

Na repositie van mediale collumfracturen, dienen de anatomische verhoudingen te voldoen aan de criteria van Garden.

GARDEN, R. S.: J.B.J.S. 43^B (1961) 647.

IV

De prognose van het mamma carcinoom wordt in de eerste plaats bepaald door het biologisch evenwicht tussen tumor en „milieu interne” van de patiënt.

MACDONALD, J.: The Am.J. of Surg. 111 (1966) 435.

V

Het is bij de behandeling van de traumatische shock beter plasma vervangingsmiddelen te geven dan bloed, waarvan de volledige kruisproef nog niet is uitgevoerd.

CAREY, J. S., R. S. BROWN, N. W. WOODWARD, S. T. YAO and W. C. SHOEMAKER.: Surg. Gyn. Obst. 121 (1965) 1059.

VI

De handhaving van het stikstof evenwicht, bij patiënten met een chronische uraemie en een eiwitarm dieet, berust tendele op het benutten van, in de darm uit ureum gevormd, ammoniak voor de eiwit synthese.

RICHARDS, P., A. MELCALFE-GIBSON, E. E. WARD, O. WRONG and B. J. HOUGHTON.: Lancet II (1967) 845.

VII

Het scintigrafisch leveronderzoek is van groot belang voor de diagnose primaire levertumor.

BESSLER, W., A. JUCKER.: Schweiz. Med. W. Schr. 97 (1967) 1146.

VIII

Een aanvullend tomografisch onderzoek bij lymfografie is onmisbaar voor de interpretatie van lymfklier metastasen.

DE ROO, T., P. THOMAS and R. W. KROPHOLLER.: Am. J. Roentgenol. 94 (1965) 924.

IX

Teneinde de diagnose urethra divertikel bij de vrouw te stellen, is een cysto-urethrografisch onderzoek belangrijker dan een endoscopie.

BUTLER, W. J.: J. Urol. 95 (1966) 63.

X

Bij steriliteit van een patiënt met varicocele is hoge ligering van de vena spermatica de beste behandeling.

MAC LEOD, J.: Fertil. and Ster. 16 (1965) 735.

XI

In gebieden waar malaria endemisch is kan de malaria-cyclus beter doorbroken worden door een prophylactische behandeling van de bevolking dan door muggenverdelging.

A. H. M. VAN DER MAAS.

