

Nieuwe inzichten bij de

# endovasculaire behandeling van cerebrale aneurysma's

## T R E F W O O R D E N

CEREBRALE ANEURYSMA'S; ENDOVASculaire BALLONAFSLUITING, COILING; GUGLIELMI DETACHABLE COILS (GDC); RECIDIEF SUBARACHNOÏDALE BLOEDING; MORTALITEIT

door W.J.J. van Rooij, M. Sluzewski, D. Wijnalda, I.T.H.J. Verhagen, R.L.L.A. Schellens, en P. C.G. Nijssen.

## Samenvatting

De endovasculaire behandeling van cerebrale aneurysma's heeft de laatste jaren een stormachtige ontwikkeling doorgemaakt met een veelbelovend toekomstperspectief.

Voor grote carotis aneurysma's is endovasculaire ballonafsluiting van het moedervat een veilige en effectieve methode om deze te behandelen. Een goede coiling geeft bovendien voldoende bescherming tegen een recidief bloeding. Zowel niet als moeilijk operabele aneurysma's kunnen nu worden behandeld. In de acute fase is door een liberaler endovasculair beleid een aanzienlijke vermindering van de morbiditeit en mortaliteit bij patiënten na een subarachnoïdale bloeding te verwachten.

## Inleiding

De laatste twee decennia zijn met wisselend succes verschillende endovasculaire technieken ontwikkeld en toegepast voor de behandeling van inoperabele cerebrale aneurysma's. Dit artikel beoogt in vogelvlucht de principes van deze methoden, de indicaties en de huidige stand van zaken voor wat betreft indicaties, complicaties en resultaten te bespreken.

## Principes

Bij de endovasculaire behandeling van cerebrale aneurysma's zijn de volgende twee principes te onderscheiden:

1. Endovasculaire (ballon)afsluiting van het moedervat, waarmee trombose van zowel het moedervat als het aneurysma bereikt wordt.
2. Selectief opvullen van het aneurysma met Guglielmi Detachable Coils (GDC), waarbij alleen het aneurysma uit de circulatie genomen wordt en het moedervat doorgankelijk blijft.

## Endovasculaire ballonafsluiting van het moedervat

Deze methode is geschikt voor grote aneurysma's die uitgaan van het caverneuze of ophthalmica segment van de intracraniele arteria carotis interna. Deze zijn moeilijk of niet chirurgisch te benaderen door de omgevende sinus cavernosus of de locatie in of nabij de schedelbasis. Deze aneurysma's presenteren zich meestal met massawerking met druk op de door de sinus cavernosus verlopende hersenzenuwen of de nervus opticus. Klinisch uit zich dit met ophthalmoplegie, diplopie, protusio bulbi, visus-vermindering en retro-orbitale pijn. Als het aneurysma zich geheel of gedeeltelijk in de subarachnoïdale ruimte bevindt, kan een subarachnoïdale bloeding (SAB) optreden. Lange tijd was chirurgische ligatie van de arteria carotis de enige therapie.<sup>1</sup>

Een voorwaarde voor succesvolle afsluiting evenwel is voldoende collaterale circulatie via de cirkel van Willis.

Hoewel de meeste patiënten een plotselinge, éénzijdige carotisafsluiting goed kunnen verdragen, treedt bij ongeveer 10 procent een vroege of late ischemie op die zich uit in een waterscheidingsinfarct. Sinds de eerste publicaties over endovasculaire ballonafsluiting van de a. carotis door Serbinenko in 1974<sup>2</sup>, heeft deze methode snel terrein gewonnen.<sup>3-6</sup> De voordelen van de endovasculaire ballonafsluiting ten opzichte van de chirurgische ligatie zijn evident:

- bij ballonafsluiting wordt eerst een testafsluiting van de carotis verricht bij de wakkere patiënt,

voordat tot definitieve afsluiting wordt overgegaan.

- door de hoge plaatsing van de ballon in de sifon kunnen zich geen collateralen uit de carotis externa ontwikkelen die het aneurysma kunnen openhouden. Tevens komen thrombo-embolische complicaties vrijwel niet voor.

De laatste jaren is veel studie verricht naar betrouwbare criteria om zo veilig mogelijk tot definitieve carotisafsluiting over te kunnen gaan, waarbij naast klinische evaluatie tijdens de testocclusie aanvullende methoden als EEG-monitoring, Xenon-CT, transcraniële doppler en SPECT-scintigrafie zijn gebruikt, maar geen enkele methode bleek volledig betrouwbaar.<sup>7</sup>

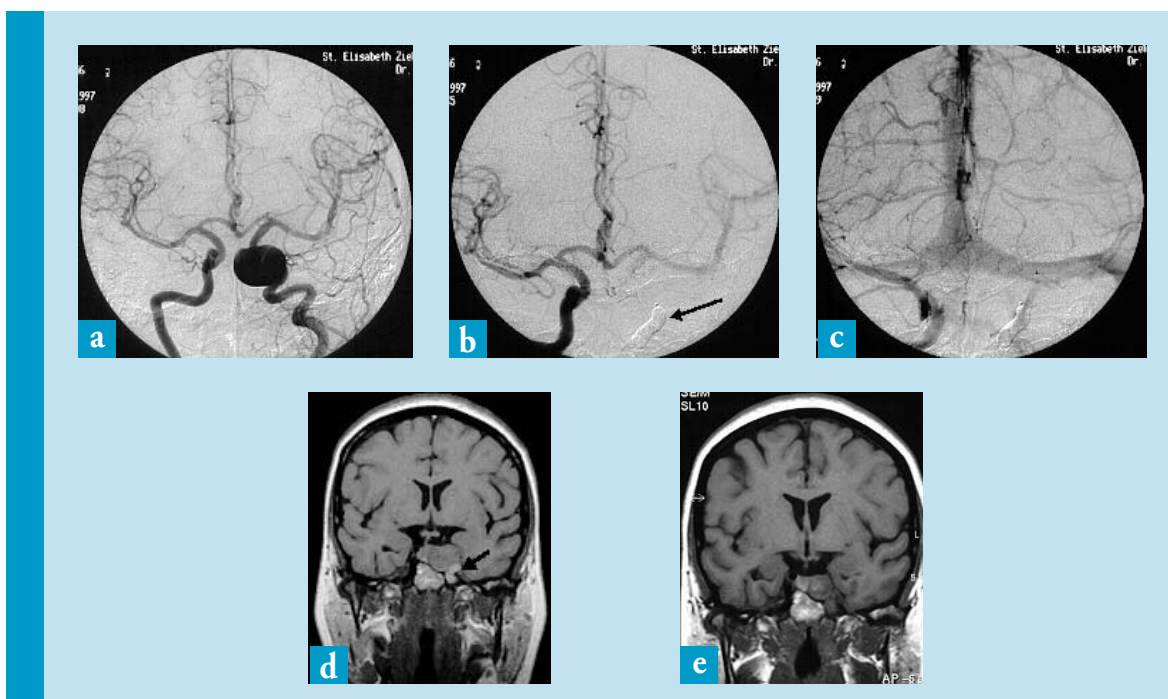
Aankankelijk werd in het St. Elisabeth Ziekenhuis naast klinische observatie tijdens de testafsluiting EEG en transcraniële doppler-evaluatie toegepast. Dit resulteerde echter in 2 late waterscheidingsinfarcten bij de eerste 6 patiënten. Sinds enkele

jaren worden de inzichten van Valavanis (Zurich) toegepast, waarbij aan beide volgende criteria moet worden voldaan:

a. De (wakkere) patiënt dient gedurende de 30 minuten testocclusie geen neurologische uitvalsverschijnselen te vertonen.

b. Bij controle-angiografie van de contralaterale carotis dient de veneuze fase van het angiogram van beide hemisferen volstrekt symmetrisch te zijn (zie *Figuur 1*).

Indien aan één van beide voorwaarden niet is voldaan, kan een definitieve afsluiting niet zeker worden verdragen. Voorafgaand aan definitieve afsluiting kan dan een extra-intracranieële bypass worden aangelegd.<sup>8</sup> Bij de 12 patiënten bij wie volgens dit Valavanis-protocol in het St. Elisabeth Ziekenhuis endovasculaire afsluiting van de carotis heeft plaatsgevonden hebben zich geen complicaties meer voorgedaan. Bij 2 patiënten werd tevoren een bypass geconstrueerd door Prof. Dr. C.A.F.



**Figuur 1.**

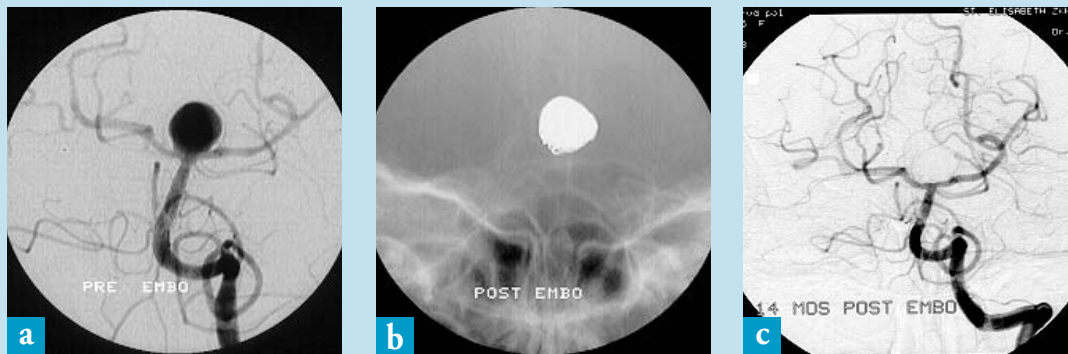
*a: Giant aneurysma van het caverneuze segment van de sinus cavernosus van de linker carotis interna.*

*b: Arteriële fase van het angiogram van de rechter carotis interna gedurende testafsluiting van de linker carotis.*

*c: Veneuze fase van hetzelfde angiogram als in b toont gelijktijdige vulling van de corticale venen van beide cerebrale hemisferen*

*d: MRI 6 dagen na definitieve afsluiting van de rechter carotis interna laat zien dat het aneurysma volledig gethromboseerd is. De pijl wijst naar het ballonnetje.*

*e: MRI 3 maanden na afsluiting toont schrompeling van het aneurysma*



**Figuur 2. Coiling van een basilaristop aneurysma.**

*a: Basilaristop aneurysma met een diameter van 12 mm en een vrij brede nek.*

*b: Na embolisatie is het lumen geheel met coils opgevuld*

*c: Controle-angiografie 14 maanden na embolisatie toont blijvende complete afsluiting van het aneurysma met goede doorgankelijkheid van de aa. cerebri posteriores.*

Tulleken in Utrecht. Bij allen bleek bij controle-MRI het betreffende aneurysma te zijn getromboseerd en de symptomen van de massawerking waren bij alle patiënten verbeterd of genezen. Bloedingen hebben zich niet meer voorgedaan.

Samenvattend kan gesteld worden dat voor grote carotisaneurysma's endovasculaire ballonafsluiting van het moedervat een veilige en uiterst effectieve methode is om deze aneurysma's te behandelen. Het kunnen beschikken over extra-intracranieële bypass chirurgie is onontbeerlijk.

### Selectief opvullen van het aneurysma met Guglielmi Detachable Coils (GDC)

De Guglielmi Detachable Coil (GDC) bestaat uit een lange, uiterst flexibele, platina spiraal (coil) die is vastgesoldeerd aan een dunne, maar stugge duwdraad (pusher). De coils zijn beschikbaar in vele lengtes en spiraaldiameters al naar gelang de grootte van het aneurysma. De coil kan in gestrekte vorm door een in het aneurysma gepositioneerde microcatheter worden ingebracht. Hierna kan door middel van een kleine elektrische stroom, geleverd door batterijen, de coil elektrolytisch worden losgelaten van de pusher (detachment). Deze elektrolytische loslaatbaarheid maakt de methode relatief veilig, immers een niet correct geplaatste coil kan worden gerepositioneerd of zelfs worden verwijderd en vervangen door een andere coil met

andere spiraaldiameter of lengte. Omdat de coils flexibel zijn schikken zij zich gemakkelijk naar de vaak irreguliere vorm van het aneurysma en kan het aneurysma volledig worden opgevuld met meerdere coils (zie ook *Figuur 2*).

### Indicaties voor GDC-behandeling (coilen)

Omdat GDC-behandeling van cerebrale aneurysma's nog een relatief jonge methode is, ontbreken lange termijn gegevens over blijvende, volledige afsluiting van het aneurysma en de kans op eventuele late recidiefbloedingen. Wel zijn er steeds meer cijfers beschikbaar over de direct aan de ingreep gerelateerde complicaties en de kans op een vroege recidiefbloeding. Het indicatiegebied van GDC-behandeling van cerebrale aneurysma's is dan ook nog niet volledig uitgekristalliseerd. Wel breidt het indicatiegebied zich langzaam uit van inoperabele aneurysma's naar operabele aneurysma's.

Een indicatie waar weinig discussie over bestaat is de groep inoperabele aneurysma's, de aneurysma's met een hoog operatierisico en de aneurysma's waarbij clippen is mislukt. Het betreft hier vaak aneurysma's van de arteria basilaris, vooral basilaristop aneurysma's. In het St. Elisabeth Ziekenhuis in Tilburg zijn sinds de invoering van de GDC behandeling in november 1994 vrijwel geen basilaris aneurysma's meer geopereerd. Ook aneurysma's op de proximale, intracranieële carotis interna

(sinus cavernosus, ophthalmica) kunnen moeilijk of niet operabel zijn en vormen een goede indicatie voor GDC. Aneurysma's met wandverkalkingen of intraluminale trombus zijn vaak niet te clippen en kunnen goed worden gecoiled (zie *Tabel 1*).

Aneurysma's van de voorste circulatie worden afzonderlijk beoordeeld op geschiktheid voor coiling of operatie. Over het algemeen zijn aneurysma's groter dan 3 mm met een goed definieerbare nek geschikt om te coilen.

Aneurysma's met een brede nek of waarbij vaten uit het aneurysma zelf komen zijn slechts te coilen met behulp van een tijdelijk ballonnetje dat vóór de nek wordt gepositioneerd tijdens het inbrengen van de coils. Deze ballon-reconstructie techniek vereist echter speciale vaardigheid en wordt alleen toegepast bij werkelijk inoperabele aneurysma's (zie *Figuur 3*). Bij aneurysma's die zowel operabel

zijn als geschikt om te coilen, kunnen de klinische toestand van patiënt of zelfs logistieke redenen de doorslag geven of tot coilen dan wel operatie wordt overgegaan. Patiënten die klinisch te slecht zijn voor (vroeg) operatie komen in principe wel in aanmerking voor coilen. Er zijn geen contra-indicaties voor coilen: ook een patiënt in klinisch slechte toestand komt in principe in aanmerking. Eventueel aanwezige vasospasmen kunnen direct voorafgaand aan de coiling worden behandeld met superselectieve toediening van papaverine en/of angioplastie.

Hoewel giant aneurysma's soms geheel kunnen worden geoccludeerd met coils komt rekanalisatie door inklinking (compactie) van coils regelmatig voor. Daarom wordt voor deze aneurysma's de voorkeur gegeven aan een andere therapie, bijvoorbeeld ballonocclusie van het moedervat al of niet na voorafgaande bypass. Aneurysma's met veel

**Tabel 1. Indicaties voor GDC behandeling van cerebrale aneurysma's**

#### Indicaties voor GDC:

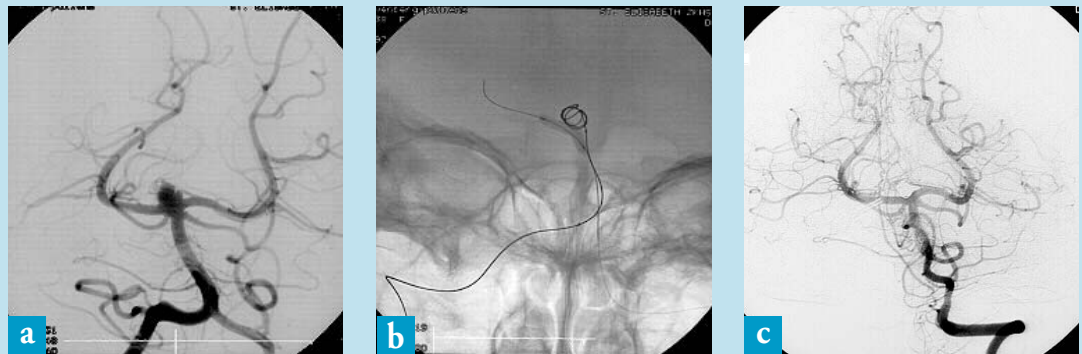
##### **A: goede indicatie**

##### **Inoperabele aneurysma's of aneurysma's met een hoog operatierisico**

1. na mislukte clipping
2. lokalisatie: - basilaris  
- carotis interna caverneuze en ophthalmica-segment
3. lokale factoren: - wandverkalkingen  
- arteriosclerose moedervat  
- intraluminale thrombus
4. slechte algemene toestand van patiënt
5. in acute fase na SAB als operatie niet mogelijk is

##### **B: minder goede indicatie**

1. giant aneurysma's (ballonocclusie moedervat verdient de voorkeur)
2. grote of giant aneurysma's met intraluminale thrombus
3. aneurysma's met brede nek (ballonreconstructietechniek wel mogelijk)



**Figuur 3. Coiling van een aneurysma met ballonreconstructie-techniek.**

*a: Basilaristop aneurysma van 6 mm met een zeer brede nek*

*b: Tijdens inbrengen van de coils wordt de nek van het aneurysma tijdelijk afgesloten met een ballonnetje*

*c: Controle angiogram 6 maanden na embolisatie toont blijvende volledige occlusie van het aneurysma met goed door-gankelijke aa. cerebri posteriores*

intraluminale trombusmassa kunnen rekanaliseren doordat de coilmassa door de pulserende werking van de bloedstroom in de thrombus geperst wordt. Ook deze aneurysma's kunnen daarom beter anders behandeld worden.

In klinieken waar zowel chirurgische als endovasculaire behandeling van aneurysma's kan geschieden zonder logistieke of budgettaire problemen wordt ongeveer de helft van de aneurysma's endovasculair behandeld. In Tilburg wordt momenteel 1 op de 3 aneurysma's endovasculair behandeld. In andere Nederlandse klinieken is dit voorsnog beduidend minder.

### Procedure-gerelateerde complicaties

Uit enkele recent gepubliceerde studies<sup>9-25</sup> blijkt GDC-behandeling van cerebrale aneurysma's een mortaliteit van 0-4 procent te hebben en een (blijvende) morbiditeit van eveneens 0-4 procent. Het betreft hier voornamelijk perforatie van het aneurysma, thrombo-embolische complicaties en onbedoelde afsluitingen van het moedervat. In het St. Elisabeth Ziekenhuis in Tilburg zijn ten gevolge van de GDC-behandeling 3 van de 148 patiënten overleden (procedure mortaliteit 2 procent) en bij 8 van de patiënten is blijvende neurologische uitval opgetreden (procedure morbiditeit 5,4 procent). Dit complicatie-percentages is acceptabel,

zeker als de negatieve selectie bias in aanmerking wordt genomen (vrijwel uitsluitend inoperabele aneurysma's).

### Recidief bloedingen na coilen

Een nieuwe SAB van een gecoild aneurysma komt sporadisch voor.<sup>9-25</sup> De gerapporteerde recidief bloedingen betreffen uitsluitend incompleet afgesloten aneurysma's. Er zijn geen recidiefbloedingen bekend van aneurysma's waarbij na coilen een klein deel van de nek openblijft. Het percentage compleet gecoilde aneurysma's in een patiëntenpopulatie wordt voor een groot deel bepaald door de gehanteerde techniek en de patiëntselectie. In Tilburg hebben 2 van de 148 patiënten een nieuwe SAB gehad en bij beide patiënten betrof het om technische redenen niet compleet gecoilde (inoperabele) aneurysma's. Gesteld kan worden dat goede coiling van een aneurysma afdoende bescherming geeft tegen recidief bloeding.

### Lange termijn resultaten

Gegevens over klinische en angiografische follow-up van meer dan 5 jaar bij patiënten die behandeld zijn met GDC, zijn niet voorhanden. Tot dusverre is duidelijk dat rekanalisatie van gecoilde aneurysma's in een kleine minderheid kan voorkomen. Het betreft dan vooral giant aneurysma's, aneurys-



ma's met intraluminale trombus en aneurysma's waarbij een onvoldoende aantal coils zijn ingebracht. In de meeste gevallen is aanvullende therapie mogelijk in de vorm van herhaalde embolisatie, clipping of afsluiting van het moedervat, waarna alsnog complete afsluiting wordt verkregen.

### Mogelijkheden in Nederland

De volgende Nederlandse ziekenhuizen hebben inmiddels ervaring opgedaan met GDC-behandeling van cerebrale aneurysma's: St. Elisabeth Ziekenhuis Tilburg, AZU Utrecht, AZG Groningen, Slotervaart Ziekenhuis Amsterdam, AZR Rotterdam, AZM Maastricht, VU Amsterdam, AZL Leiden en AMC Amsterdam (AZL en AMC: samen 2 dagen per twee maanden).

In Tilburg zijn in 1997 68 cerebrale aneurysma's endovasculair met GDC behandeld; de capaciteit wordt voornamelijk begrensd door beperkte financiële middelen.

### Toekomstperspectief

Eén van de meest boeiende vragen van de toekomst betreft de rol van GDC-behandeling bij de patiënt met een SAB in de acute fase. Het is meer dan aannemelijk dat, indien patiënten na een SAB zo snel als mogelijk gecoild zullen worden, het aantal vroege recidief bloedingen sterk zal afnemen (zelfs bij incompleet gecoilde patiënten). Ook zal agressieve endovasculaire en medicamenteuze behandeling van eventuele vaatspasmen mogelijk zijn. Incompleet gecoilde patiënten zouden in een rustige fase alsnog geopereerd kunnen worden met betere resultaten dan bij vroege operatie.

Theoretisch zou deze benadering de grootste stap voorwaarts opleveren bij de afloop van SAB-patiënten van de laatste decennia, waarbij 20-30 procent patiënten meer zouden kunnen overleven dan nu het geval is (hetgeen ongeveer de mortaliteit is na een SAB door recidiefbloedingen en vasospasmen). De grootste obstakels om deze vraag op een wetenschappelijke basis te beantwoorden zijn helaas van niet-medische aard: voorlopig staan vooral financiële problemen (budget voor de dure coils, ongeveer f 15.000,- materiaal per patiënt, uitbreiding van logistieke mogelijkheden zoals anaesthesie, opleiding tot interventie-neuroradioloog, voldoende aanbod van patiënten per kliniek) deze grote sprong voorwaarts in de weg. Inmiddels is er een pilotstudie gestart in Utrecht en Tilburg ter voorbereiding van een prospectief gerandomiseerde studie om deze gunstige verwachtingen wetenschappelijk te staven.

### Conclusie

De endovasculaire behandeling van cerebrale aneurysma's heeft de laatste jaren een stormachtige ontwikkeling doorgemaakt, met een veelbelovend toekomstperspectief. De mogelijkheid is aanwezig om de mortaliteit na SAB aanzienlijk te verminderen. Zowel niet als moeilijk operabele aneurysma's kunnen nu worden behandeld en in de acute fase is door een liberaler endovasculair beleid een vermindering van morbiditeit en mortaliteit bij patiënten na een SAB te verwachten.

#### AANWIJZINGEN VOOR DE PRAKTIJK

- 1 Voor grote carotis aneurysma's is endovasculaire ballonafsluiting van het moedervat een effectieve en veilige methode om deze aneurysma's te behandelen
- 2 Endovasculaire behandeling met GDC is effectief en veilig voor inoperabele aneurysma's, voor aneurysma's met een hoog operatie-risico en voor aneurysma's waarbij clippen is mislukt.
- 3 In enkele toonaangevende neurochirurgische klinieken, waar expertise aanwezig is in chirurgische en endovasculaire behandeling van aneurysma's, wordt inmiddels ongeveer de helft van de aneurysma's endovasculair behandeld.
- 4 Een goede coiling van het aneurysma geeft voldoende bescherming tegen een recidief bloeding.

## Referenties

1. Drake CG, Peerless SJ, Ferguson GG. Hunterian proximal arterial occlusion for giant aneurysms of the carotid circulation. *J Neurosurg* 1994;81:656-665.
2. Serbinenko FA. Balloon catheterization and occlusion of major cerebral vessels. *J Neurosurg* 1974;41:125-145.
3. Halbach VV, Higashida RT, Hieshima GB, Dowd CF, Barnwell SL, Edwards MS, Melicharek M. Aneurysms of the petrous portion of the internal carotid artery: results of treatment with endovascular or surgical occlusion. *AJNR Am J Neuroradiol* 1990;11:253-257.
4. Larson JJ, Tew JM Jr, Tomsick TA, van Loveren HR. Treatment of aneurysms of the internal carotid artery by intravascular balloon occlusion: long-term follow-up of 58 patients. *Neurosurgery* 1995;36:23-30.
5. Fox A, Vinuela F, Pelz D, et al. Use of detachable balloons for proximal artery occlusion in the treatment of unclippable cerebral aneurysms. *J Neurosurg* 1987;66:40-46.
6. Higashida RT, Halbach VV, Dowd CF, Barnwell SL, Hieshima GB. Intracranial aneurysms: interventional neurovascular treatment with detachable balloons: results in 215 cases. *Radiology* 1991;178:663-670.
7. Linskey ME, Jungreis CA, Yonas H, et al. Stroke risk after abrupt internal carotid artery sacrifice: accuracy of preoperative assessment with balloon test occlusion and stable xenon-enhanced CT. *Am J Neuroradiol* 1994;15:829-843.
8. Tulleken CAF, Verdaasdonk RM, Beck RJ, Mali WP. The modified excimer laser-assisted high-flow bypass operation. *Surg Neurol* 1996;46:424-429.
9. Malisch TW, Guglielmi G, Vinuela F, Duckwiler G, Gobin YP, Martin NA, Frazee JG. Intracranial aneurysms treated with the Guglielmi Detachable Coil: midterm clinical results in a consecutive series of 100 patients. *J Neurosurg* 1997;87:176-183.
10. Moret J. Endovascular treatment of berry aneurysms by endosaccular occlusion. *Acta Neurochir Suppl (Wien)* 1991; 53: 48-49.
11. Vinuela F, Duckwiler G, Mawad M. Guglielmi Detachable Coil embolization in acute intracranial aneurysms: perioperative anatomical and clinical outcome in 403 patients. *J Neurosurg* 1997;86:475-482.
12. Cognard C, Pierot L, Boulin A, Weill A, Toevi M, Castaings L, Rey A, Moret J. Intracranial aneurysms: endovascular treatment with mechanical detachable spirals in 60 aneurysms. *Radiology* 1997;202:783-792.
13. Tournade A, Courtheoux P, Sengel C, Ozgulle S, Tajahmady T. Saccular intracranial aneurysms: endovascular treatment with mechanical detachable spiral coils. *Radiology* 1997;202:481-486.
14. Richling B, Gruber A, Bavinski G, Killer M. GDC-system embolization for brain aneurysms. Location and follow-up. *Acta Neurochir (Wien)* 1995;134:177-183.
15. Houdart E. Traitement par spires (coils) a detachement controlé électrique de 315 aneurysmes intracrâniens. *Bull Acad Natl Med* 1996;180:1173-1186.
16. Raymond J, Roy D. Safety and efficacy of endovascular treatment of acutely ruptured aneurysms. *Neurosurgery* 1997;41:1235-1245.
17. Pierot L, Boulin A, Castaings L, Rey A, Moret J. Selective occlusion of basilar artery aneurysms using controlled detachable coils: report of 35 cases. *Neurosurgery* 1996;38:948-954.
18. McDougall CG, Halbach VV, Dowd CF, Higashida RT, Larsen DW, Hieshima GB. Endovascular treatment of basilar tip aneurysms using electrolytically detachable coils. *J Neurosurg* 1996;84:393-399.
19. Raymond J, Roy D, Bojanowski M, Moundjian R, L'Espérance G. Endovascular treatment of acutely ruptured and unruptured aneurysms of the basilar bifurcation. *J Neurosurg* 1997;86:211-219.
20. Nichols DA, Brown RD, Thielen KR, Meyer FB, Atkinson JL, Piepgras DG. Endovascular treatment of ruptured posterior circulation aneurysms using electrolytically detachable coils. *J Neurosurg* 1997;87:374-380.
21. Klein GE, Szolar DH, Leber KA, Karaic R, Hausegger KA. Basilar tip aneurysms: endovascular treatment with Guglielmi Detachable Coils - midterm results. *Radiology* 1997;205:191-196.
22. Moret J, Pierot L, Boulin A, Castaings L, Rey A. Endovascular treatment of anterior communicating artery aneurysms using Guglielmi Detachable Coils. *Neuroradiology* 1996;38:800-805.
23. Pierot L, Boulin A, Castaings L, Rey A, Moret J. Endovascular treatment of pericallosal artery aneurysms. *Neurol Res* 1996;18:49-53.
24. Gurian JH, Vinuela F, Guglielmi G, Gobin YP, Duckwiler GR. Endovascular embolization of superior hypophyseal artery aneurysms. *Neurosurgery* 1996;39:1150-1156.
25. Zubillaga AF, Guglielmi G, Vinuela F, Duckwiler GF. Endovascular occlusion of intracranial aneurysms with electrically detachable coils: correlation of aneurysm neck size and treatment results. *AJNR* 1994;15:815-820.

### Correspondentie-adres auteurs:

**W.J.J. van Rooij, radioloog**  
**M. Sluzewski, radioloog**  
**D. Wijnalda, neurochirurg**  
**I.T.H.J. Verhagen, neurochirurg**  
**R.L.L.A. Schellens, neuroloog**  
**P.C.G. Nijssen, neuroloog**

Werkgroep Neurovasculaire Interventies  
St. Elisabeth Ziekenhuis  
Hilvarenbeekseweg 60  
5022 GC Tilburg