

INTERPRETATIEPROBLEMEN EN NIEUWE MOGELIJKHEDEN

17 OKT. 1979

E.J. Jonkman, P.C.M. Mosmans^{x)}INLEIDING:

Bij cerebro-vasculaire stoornissen, bestaan er bij de patiënten met extra-craniële vaatafwijkingen nog de meeste therapeutische mogelijkheden. Het angiografisch onderzoek is de enige methode om een dergelijke vaatafwijking met zekerheid aan te tonen. Door verschillende oorzaken (complexiteit van het onderzoek, risico voor de patiënt, hoge kosten) dient dit onderzoek zoveel mogelijk beperkt te worden tot de groep patiënten waarbij de kans op het vinden van afwijkingen in de cerebro-petale vaten groot is. Op klinische gronden is het dikwijls onmogelijk om aan te geven welke patiënten met cerebro-vasculaire stoornissen voor angiografisch onderzoek in aanmerking komen; souffles over de carotiden b.v. correleren matig met het al dan niet bestaan van haemodynamisch belangrijke stenosen (Ziegler et al., 1971).

Teneinde te komen tot een optimale selectie voor het angiografisch onderzoek, bestaat er de laatste jaren een toenemende belangstelling voor de evaluatie van diverse "screening methoden". Als zodanig zijn naar voren gekomen:

- 1) het Doppler echografisch onderzoek (verder korthedshalve "haematotachografie" = HTG genoemd (Mol, 1973); Mol en Rijcken (1974)
- 2) de faciale thermografie (Schulte, 1975)
- 3) ophthalmodynamometrie (Best, 1971; Hager, 1976)
- 4) oculaire plethysmografie (Gee, 1975)
- 5) fundus reflectometrie (Posthumus Meyes, 1976).

Van deze methoden lenen het HTG en de thermografie zich het beste als screening methoden. Beide onderzoeksmethoden hebben het volgende gemeen:

- a) het onderzoek is zonder risico voor de patiënt
- b) het onderzoek neemt weinig tijd
- c) het onderzoek kan voor een groot deel door paramedisch personeel gedaan worden
- d) het onderzoek kan onbeperkt herhaald worden
- e) de kosten zijn relatief laag per onderzoek.

Zoals uit het volgende korte literatuuroverzicht zal blijken, is er nog geen volledige overeenstemming over de betrouwbaarheid van het HTG. Bovendien wordt weinig aandacht besteed aan problemen, die zich kunnen voordoen bij de interpretatie van HTG-kurven.

→ x) uit de Werkgroep TNO voor Klinische Neurofysiologie, Ursula Kliniek, Wassenaar, Hoofd Dr. O. Magnus

In het onderstaande willen wij daarom verder ingaan op:

- 1) de resultaten van een eigen onderzoek naar de mogelijkheid om met behulp van het HTG extracraniële vaatafwijkingen aan te tonen;
- 2) "pitfalls", die zich kunnen voordoen bij de interpretatie van HTG-kurven. Dit aan de hand van een kleine casuïstiek;
- 3) enige andere mogelijkheden voor het gebruik van de HTG-kurven, die in de literatuur tot nu toe weinig aandacht gekregen hebben: HTG bij cerebrale dood, verhoogde intracraniële druk, arterioveneuze malformaties in cerebro.

LITERATUUR:

Op de theoretische achtergronden van het HTG en de vorm van de normale stroomsnelheidskurve van de arteria carotis en arteria vertebralis zal hier niet verder worden ingegaan; verwezen mag worden naar de gedetailleerde beschrijvingen van Müller (1972) en Mol (1973). Verschillende auteurs beschrijven vals-positieve en vals-negatieve resultaten van het HTG-onderzoek. Met positief wordt altijd bedoeld: een afwijkend beeld. De meeste auteurs hechten tegenwoordig een grote waarde aan het HTG-onderzoek van de perifere takken van de arteria ophthalmica, v.n. wat betreft de stroomrichting. De diverse onderzoekingen zijn moeilijk te vergelijken, aangezien in wisselende mate aandacht wordt geschonken aan het effect van provocatie-methoden, zoals: compressie van de arteria carotis communis, en/of compressie van perifere takken van de arteria carotis externa. Keller et al. (1976) stelden op grond hiervan zelfs 8 criteria op voor de beoordeling van het HTG. Terecht merken deze auteurs op, dat behalve de graad van stenose, ook de anatomische verhoudingen bij de circulus van Willis een rol spelen bij de verkregen meetresultaten. Ondanks het feit, dat er in 90% van de 186 onderzochte patiënten een goede correlatie van het HTG bestond met het angiogram, kwamen er zowel vals-positieve als vals-negatieve resultaten voor. Keller et al. wezen erop, dat een normaal HTG geenszins de noodzaak tot een angiografisch onderzoek uitsluit. Bone (1976) et al. meldden geen enkele vals-positieve uitslag. Bij een stenose met een lumenvernauwing van meer dan 75% werd bij 23 van de 24 gevallen een pathologische HTG-kurve geregistreerd. Bij een minder ernstige stenose was het HTG-resultaat veel minder vaak positief, m.a.w. er waren veel vals-negatieve resultaten. Waarschijnlijk was het haemodynamisch effect van deze stenosen niet groot, en de vraag doet zich voor of inderdaad van vals-negatief gesproken mocht worden. Ook Dyken et al. (1974) vonden geen vals-positieve

uitslagen bij 32 onderzoeken, waarbij de stroomrichting van de arteria ophthalmica omgekeerd was. Tada et al. (1975) gebruikten het HTG-onderzoek om de capaciteit wat betreft de bijdrage aan de collaterale circulatie van de circulus van Willis te kunnen nagaan. Dyken et al. (1974) vonden bij 5 patiënten met een angiografisch aangetoonde afsluiting van de arteria carotis interna een omkeer van de stroomrichting in de arteria ophthalmica. Bij 310 patiënten boven de 50 jaar, zonder neurologische afwijkingen, vonden zij 9 x een omkeer in de stroomrichting van de arteria ophthalmica. Het lijkt aannemelijk, dat asymptotische carotis afsluitingen bij ouderen geen zeldzaam fenomeen zijn.

METHODIEK:

Gebruikt werd een Parks Doppler-apparaat No. 806 in combinatie met een 5 en 10 mHz taster (de resultaten met de 5 mHz taster vertoonden een beter klinisch correlaat dan die met de 10 mHz taster, zodat in een later stadium van onderzoek uitsluitend 5 mHz gebruikt werd).

De kurve werd zichtbaar gemaakt op een Nihon Koden Oscilloscoop, en uitgeschreven op een Siemens Mingograaf 4-kanaalsschrijver met 4 EMT 8B eindversterkers in combinatie met een EMT 18B Cardiografie-versterker. Het HTG werd hoorbaar gemaakt door een stereo-geluidversterker. De apparatuur werd alleen zodanig gemodificeerd, dat een O-lijn automatisch geschreven werd. Een ijk-generator van 500 Hz werd ingebouwd. Onderzocht werden altijd de stroomsnelheden in de arteria carotis communis beiderzijds, in de perifere takken van de arteria ophthalmica en meestal in de arteriae brachiales. Compressie van de perifere takken van de arteria carotis externa werd indien nodig toegepast. De stroomsnelheid in de arteria vertebralis werd als regel niet geregistreerd.

EIGEN ONDERZOEK:

In 1973 werd een groep van 250 patiënten onderzocht.

In eerste instantie werd alleen de asymmetrie van de carotis top gemeten; indien deze meer dan 30% bedroeg werd de kurve als asymmetrisch beschouwd.

Bij de 250 patiënten werd gevonden:

- I) 169 x een symmetrische carotis top
- II) 45 x een asymmetrische carotis top (verschil \geq 30% van de hoogste waarde)
- III) bij 36 patiënten was de kurve éénzijdig niet te beoordelen (6), dubbelzijdig (17) niet te beoordelen, of achteraf technisch als niet optimaal geregistreerd te beschouwen (13).

ad I) In deze groep met symmetrische waarden voor de carotis top, was slechts één patiënt waarbij een afsluiting van de arteria carotis interna met zekerheid was vastgesteld. Dit geval moet dus beschouwd worden als een vals-negatieve bevinding. Opgemerkt moet worden, dat niet bij alle patiënten een volledige aortaboog-angiografie gedaan was, zodat het aantal vals-negatieve uit deze groep niet bekend is

ad II) Bij 45 patiënten werd een asymmetrische carotis top gevonden. Indien echter (naar aanleiding van de mededelingen van Mol) gesteld wordt, dat alvorens een curve als asymmetrisch te beschouwen, niet alleen de carotis top asymmetrisch moet zijn, maar ook de diastolische waarden meer dan 30% asymmetrisch moeten zijn, bleven er slechts 26 patiënten over; bij 14 van deze 26 patiënten werd een carotis-afsluiting angiografisch aangetoond. Bij 10 van de 26 patiënten was er ernstige, meestal eenzijdige cerebrale pathologie (ischaemieën, tumoren etc.), zonder dat er een aangetoonde carotis-afwijking was.

Bij 2 patiënten waren de beschikbare gegevens onvoldoende.

ad III) Bij dit onderzoek kwam naar voren, dat in de groep patiënten, waarbij de HTG-curve eenzijdige of dubbelzijdige niet te registreren was (23 patiënten), zich 4 patiënten bevonden met een aangetoonde pathologie van de arteria carotis, en 7 patiënten met een ernstige eenzijdige cerebrale afwijking.

Bijkomstige resultaten waren:

- 1) er was geen significant verschil in de meetresultaten tussen mannelijke en vrouwelijke patiënten;
- 2) er was geen significant verschil tussen links en rechts, bij groepen links- respectievelijk rechtshandige patiënten;
- 3) hoge waarden werden alleen bij jeugdigen aangetroffen; (conform Mol, 1973).

Samenvattend kregen wij na dit oriënterend onderzoek de indruk, dat vals-negatieve bevindingen zeldzaam zijn, terwijl asymmetrieën bijna altijd wijzen op een eenzijdige carotis-stenose of afsluiting (14 van 26 patiënten) of op een ernstige eenzijdige cerebrale aandoening (10 van 26 patiënten). Vals-positieve bevindingen waren zeldzaam. Als de curve een- of dubbelzijdig niet te bepalen was, bleken er toch in 50% van de gevallen carotis-afwijkingen of cerebrale afwijkingen te bestaan.

Het optreden van een asymmetrische stroomsnelheid in de arteria carotis communis bij een eenzijdige intracraniële aandoening kan alleen verklaard worden door een asymmetrische cerebrovasculaire weerstand bij een niet optimaal funktionerende circulus van Willis. Deze asymmetrische cerebrovasculaire weerstand zou veroorzaakt kunnen worden door een eenzijdige verkleining van het vaatbed s.s. (bijv. arteria media afsluitingen), eenzijdige metabole stoornissen welke het vaatbed beïnvloedt, asymmetrieën in de intracraniële druk (het bestaan van deze laatste mogelijkheid wordt door sommige auteurs betwijfeld).

Het resultaat van dit eerste onderzoek vormde een bevestiging van de literatuurgegevens, n.l. dat het HTG een zeer waardevolle aanvulling is voor het klinisch neuro-fysiologisch onderzoek. In de volgende 3 jaren waarin wij 600 - 1000 onderzoeken per jaar deden, stuitte wij echter incidenteel op schijnbare discrepanties tussen klinische waarnemingen en HTG-registraties, waarvan hier enige voorbeelden gepresenteerd worden.

PROBLEMATIEK BIJ INTERPRETATIE VAN HTG-KURVEN:

a) De afwijkingen van de arteria carotis interna

Voorbeeld van een patiënt met een asymmetrisch HTG van de arteria carotis communis, en een symmetrisch HTG van de arteriae ophthalmicae:

Patiënt A.

Deze 58-jarige man had klinisch lichte afwijkingen, die zouden kunnen wijzen op een ischaemie van de rechter hemisfeer. Er bestond een soufflé over de rechter arteria carotis. Het HTG vertoonde een sterke asymmetrie van de stroomsnelheid in de arteria carotis communis ten nadele van rechts (meer dan 40% verschil systolisch en mid-diastolisch). De arteria ophthalmica vertoonde een symmetrisch stroombeeld: er was beiderzijds een naar buiten gerichte stroom. Een ernstige vernauwing van de rechter arteria carotis interna vlak boven de bifurcatie werd angiografisch aangetoond (de stenose links was slechts minimaal), bij operatie geïdentificeerd en verwijderd. Na de operatie was ook het carotis-HTG symmetrisch geworden, het post-operatieve verloop was ongestoord.

Deze patiënt was een van de velen, waarbij het HTG ons een juiste indruk gaf van de bestaande pathologie, alhoewel er geen afwijkingen waren in de HTG-kurve van de arteria ophthalmica. Waarschijnlijk was bij deze patiënt de functie van de circulus van Willis zo goed, dat ook aan de pathologische kant, de arteria ophthalmica, een naar buiten gerichte stroom vertoonde.

Patiënt B.

Deze 54-jarige patiënt vertoonde klinisch en op het EEG stoornissen die wezen op een ernstige ischaemie van de rechter hemisfeer. Het HTG liet echter een volledig symmetrisch beeld zien, hoewel er licht vormverschillen tussen links en rechts waren.

Angiografisch werd beiderzijds een stenose gevonden, rechts meer dan links. Desobstructie van de arteria carotis interna rechts werd verricht, doch post-operatief bleek het niet mogelijk een HTG aan de rechterzijde te meten. Dit was aanleiding om de carotis angiografie rechts te herhalen, waarbij bleek dat er een volledige trombose van het geopereerde vat was opgetreden. Een heroperatie bleef nog mogelijk, en enige tijd hierna was het HTG aan de rechter zijde zelfs hoger van amplitude dan aan de linkerzijde. Een jaar later ontstond er helaas een inoperabele afsluiting van de arteria carotis interna aan de linkerzijde. Direct na het ontstaan van deze afsluiting was de stroomsnelheid van de arteria ophthalmica links buitenwaarts gericht, enige dagen later echter binnenwaarts.

De gegevens van patiënt wijzen ons op diverse moeilijkheden en mogelijkheden van de interpretatie van het HTG: de oorspronkelijke symmetrische waarden hebben ons tijdelijk op een dwaalspoor gebracht, waarschijnlijk omdat er beiderzijds slechts licht-asymmetrische afwijkingen waren. Gezien de grote spreiding in de normaal-waarden zijn de absolute waarden een moeilijk criterium. Ook hier blijkt dat een omkering van de stroomsnelheid van de arteria ophthalmica niet obligaats is bij een ernstige stenose van de arteria carotis interna, zelfs niet bij bilaterale afwijkingen. Na het ontstaan van het tweede cerebro-vasculaire accident bleek dat men er rekening mee moet houden, dat omdraaiing van de richting van de stroomsnelheid in de arteria ophthalmica, indien deze al optreedt, enige tijd kan vergen. Het HTG leverde een positieve bijdrage, doordat snel na de eerste operatie ontdekt kon worden, dat er een trombose van het vat was opgetreden, waardoor een heroperatie nog mogelijk was.

Patiënt C.

Deze 54-jarige patiënt had een ernstige rechtszijdige hemiparese, met een aphasie, welke klinisch in de loop van 3 weken grotendeels verdween. Angiografisch was er een circulaire gladde stenose van de arteria carotis communis rechts tot 50% van het lumen (artefact?) Vier jaren later ontwikkelde zich bij patiënt een klinisch identiek beeld. Het HTG vertoonde systolisch geen significant verschil tussen links en rechts, diastolisch was de stroomsnelheid links lager dan

rechts, echter met een asymmetrie die op de grens van het toelaatbare lag (30%). De arteria ophthalmica vertoonde rechts een naar buiten gerichte stroom en was links niet meetbaar. Angiografisch bleek er nu een volledige afsluiting van de arteria carotis interna links te bestaan. Ook bij herhaling van het onderzoek werd een duidelijke diastolische stroom aan de linkerzijde gevonden, alhoewel deze lager was dan aan de rechterzijde.

Bij deze patiënt werd op grond van het HTG de diagnose: afsluiting van de arteria carotis interna niet gesteld. Het blijkt, dat er patiënten zijn met een zeer ernstige stenose of zelfs volledige afsluiting van de arteria carotis interna, waarbij tijdens de diastolische phase aan de arteria carotis communis toch een aanzienlijke stroom gemeten kan worden. Dit blijkt vooral het geval te zijn, indien de collaterale circulatie via de arteria ophthalmica goed ontwikkeld is, hoewel dit niet altijd aangetoond kan worden met de registratie van een HTG-kurve in de mediale ooghoek. Van belang is, dat om een juiste diagnose te stellen met behulp van het HTG, men het onderzoek van de arteria carotis zo snel mogelijk dient te doen na het ontstaan van de klinische verschijnselen, en zondig na enige dagen dient te herhalen.

b) Afwijkingen in het gebied van de arteria anonyma

Soms vertonen patiënten met een stenose of afsluiting in het gebied van de arteria anonyma haematotachografisch een karakteristiek beeld, zoals o.a. beschreven door Mol (1973): asymmetrie van de stroomsnelheid in de arteria carotis, diastolisch en systolisch ten nadele van rechts, asymmetrie van de stroomsnelheid in de arteria brachialis ten nadele van rechts met abnormaal gevormde kurven met m.n. langere stijgtijden. Opgemerkt dient echter te worden, dat men erop bedacht moet zijn dat een HTG, dat typisch is voor een afwijking in de arteria anonyma, niet uitsluit dat er hoger in de arteria carotis interna rechts ook geen ernstige afwijkingen zijn. Indien deze optreden in combinatie met een afwijking in het gebied van de arteria anonyma, zijn zij n.l. haematotachografisch niet aan te tonen, en angiografisch evenmin. Controle van het HTG tijdens de operatie van een dergelijke afwijking verdient dan ook aanbeveling.

Ook bij patiënten met afwijkingen uitsluitend in het gebied van de arteria anonyma kunnen zich interpretatie-problemen van het HTG voordoen.

Patiënt D.

Deze 58-jarige patiënt, die reeds bekend was met claudicatio-klachten, werd verder onderzocht i.v.m. een duidelijk bloeddrukverschil tussen beide armen ten nadele van rechts; tevens klaagde patiënt over "drop-attacks". Er waren souffles over beide carotiden. Angiografisch was er een bijna volledige afsluiting van de arteria subclavia en anonyma, met alleen nog een zeer geringe flow door de arteria carotis communis rechts. De arteria vertebralis rechts vertoonde een omgekeerde stroomrichting naar de arteria subclavia (subclavian steal syndroom). Het snelheidsverschil tussen beide arteriae brachiales was echter haematotachografisch slechts minimaal (rechts 15% lager dan links), stijgtijden waren rechts iets langer, het verschil bedroeg slechts 60 msec (zie figuur 1). Het HTG van de arteria carotis rechts was sterk afwijkend. Operatieve correctie van de afwijking bleek goed mogelijk.

Men moet erop bedacht zijn, dat bij vrijwel volledige afsluitingen van de arteria subclavia de collaterale voorziening door de arteria vertebralis soms zo goed kan zijn, dat het stroomsnelheidsverschil in de arteria brachialis niet meer te meten is. Dit probleem kan alleen onderzocht worden indien men in staat is de stroomsnelheid in de arteria vertebralis qua richting met zekerheid te meten. Het onderzoek van de arteria vertebralis blijft voorlopig nog moeilijk, bij een aanzienlijk percentage van de patiënten werd geen bevredigende kurve verkregen.

ANDERE TOEPASSINGSMOGELIJKHEDEN VAN HET HTG

a) HTG bij arterioveneuze malformaties

Recent publiceerde Nies (1976) een overzicht van 13 gevallen met een arterioveneuze malformatie. Evenals Nies vonden wij dat bij arterioveneuze malformaties soms een te hoge systolische en diastolische stroomsnelheid kan voorkomen. Hiernaast stuitte wij op het verschijnsel, dat bij een arterioveneuze malformatie niet alleen te hoge waarden worden gevonden, maar ook een abnormale vorm van de HTG-kurve. Een voorbeeld hiervan vormt het volgende geval:

Patiënt E.

Deze 41-jarige man werd opgenomen na een arachnoïdale bloeding, welke bleek te berusten op een ruptuur van een zeer grote arterioveneuze malformatie in het linker pariëtale gebied. De malformatie bleek inoperabel. Het HTG vertoonde een zeer abnormale vorm (zie figuur 2), met beiderzijds veel te hoge waarden. De maximale

stroomsnelheid diastolisch en systolisch vertoende waarden, die meer dan 3 x buiten de standaard-deviatie van de normale waarden lagen. De abnormale hoge waarden zijn bij een arterioveneuze malformatie begrijpelijk, de abnormale vorm is echter niet goed te verklaren.

Waarschijnlijk is een nauwkeuriger onderzoek naar de grootte van het shunteffect, die een arterioveneuze malformatie heeft op de doorstroming in de carotis interna, van belang voor een beter begrip van de betekenis van de HTG-kurve.

b) HTG bij cerebrale dood

Het HTG kan een functie hebben bij de diagnostiek van de cerebrale dood. M.n. kan het HTG ons het moment aangeven, waarop er met vrijwel volledige zekerheid geen circulatie meer is in het gebied van de arteria carotis interna, op dit moment wordt ook angiografisch een volledige stilstand van de bloedstroom aan de schedelbasis gevonden.

Patiënt F.

Bij deze 23-jarige patiënte met een zeer ernstige contusio cerebri werd angiografisch (onderzoek verricht ter uitsluiting van een extra-cerebraal haematoom) na opneming nog een cerebrale bloeddoorstroming aangetoond. Met behulp van het HTG kon naast een systolische ook een diastolische stroomsnelheid gemeten worden, hoewel de kurve een abnormale vorm had. De arteria ophthalmica vertoende beiderzijds een naar buiten gerichte stroom. Enige tijd later ontstond het klinische beeld van een cerebrale dood. Op dat moment kon met het HTG van de arteria carotis communis geen diastolische stroom meer gemeten worden, het 2e angiogram gaf dan ook het beeld van een totale onderbreking van alle cerebropetale vaten ter hoogte van de schedelbasis. De perifere takken van de arteria ophthalmica vertoonden toen systolisch een geringe naar binnen gerichte stroomsnelheid, waarschijnlijk doordat de orbita inhoud via het externa systeem van bloed wordt voorzien.

De HTG-kurve vertoont bij gevallen van cerebrale dood dikwijls een typisch beeld, waarbij onze bevindingen in overeenstemming zijn met die van Yoneda et al. (1974): systolisch is er een korte periode van craniëel gerichte stroomsnelheid in de arteria carotis communis, gevolgd door een zeer korte periode van craniofugale stroom, waarna weer een geringe cranio-petale stroom optreedt (zie figuur 3). Yoneda et al. konden aantonen dat de ^{stroom} kurve gemeten aan de arteria carotis communis verklaard kan worden door de doorstroming in de arteria carotis externa.

c) HTG bij verhoogde intracranieële druk

Bij 6 patiënten werd het HTG gemeten tijdens spontane of geïnduceerde schommelingen van de intracranieële druk, welke intraventriculair gemeten werd. Het bleek dat er bij alle patiënten een duidelijk afname was van de diastolische stroomsnelheid in de arteria carotis communis bij toename van de intracranieële druk. (Zie figuur 4). Kortdurende verhoging van de intracranieële druk geeft waarschijnlijk geen veranderingen van de diameter van de carotis communis. Dit aannemende bestaat er een lineair verband tussen stroomsnelheid en bloeddorstrooming (flow). Bij patiënten met b.v. een arachnoïdale bloeding of een ernstig trauma capitis kan o.i. een daling van de diastolische stroomsnelheid in de arteriae carotides communes (in de loop van de tijd) mede een indicatie vormen om over te gaan tot intracranieële drukmetingen.

DISKUSSIE

Evenals andere auteurs kwamen wij tot de conclusie dat het Dopplerechografisch onderzoek een waardevolle screeningsmethode is voor het opsporen van afwijkingen (stenosen, obliteraties) van de grote cerebropetale vaten. Indien men afwijkingen vindt in de HTG-kurve (asymmetrie wat betreft de stroomsnelheid in de arteria carotis communis, abnormale stroomrichting in de takken van de arteria ophthalmica), is de kans op het vinden van afwijkingen in de arteria carotis interna zó groot dat een aortaboogangiografie aangewezen is, indien de conditie van de patiënt dit toelaat. Men dient zich echter te realiseren, dat bij veel patiënten met een asymmetrisch HTG de afwijkingen niet in de grote vaten gelokaliseerd zijn, maar intracranieel. Indien bij een aortaboogangiografie (die gedaan wordt mede op indicatie van een asymmetrisch HTG) geen afwijkingen gevonden worden in de grote cerebropetale vaten, dient een selektieve angiografie ernstig overwogen te worden. Dit laatste ter uitsluiting van intracranieële afwijkingen. Het vinden van een HTG-beeld, dat kenmerkend is voor een eenzijdige afsluiting van de arteria carotis interna, kan soms ook reden zijn om af te zien van verdere diagnostische procedures.

Anderzijds zijn wij het geheel eens met de opvatting van Keller (1976) dat een (schijnbaar) normaal HTG nooit reden mag zijn om af te zien van een angiografisch onderzoek, b.v. ter uitsluiting van emboliserende plaques zonder haemodynamische betekenis. Bij een normaal HTG moeten de gegevens verkregen uit anamnese en klinisch onderzoek prevaleren.

Bovenbeschreven ziektegeschiedenissen zijn voorbeelden van gevallen waarbij wij gekonfronteerd werden met de volgende problemen, die soms tot foutieve konklusies dreigden te leiden:

- 1) de grootte van de aanwezige collateralen is onbekend (dit geldt vooral voor de circulus van Willis, waarvan bekend is dat er vele anatomische variaties voorkomen);
- 2) de vorming van een collaterale circulatie onder pathologische omstandigheden kan individueel sterk variëren;
- 3) de stroomrichting in de arteria vertebralis is niet met zekerheid te bepalen.

Deze problemen zijn gedeeltelijk te ondervangen door het onderzoek uit te breiden met een aantal van de volgende procedures:

- 1) meting tijdens compressie van de contralaterale arteria carotis
- 2) meting aan de takken van de arteria ophthalmica tijdens compressie van diverse takken van de arteria carotis externa
- 3) indien mogelijk meting van de stroomsnelheid van de arteria vertebralis tijdens ischaemie (m.b.v. bloeddrukmanchet) van de ipsilaterale arm bij verdenking op een vertebraal steal syndroom
- 4) nauwkeurige metingen van interval tijden en stijgtijden van de HTG-kurve
- 5) zonodig herhalen van het HTG-onderzoek gedurende de dagen na het ontstaan van de neurologische uitvalsverschijnselen.

Indien men deze methoden regelmatig gaat toepassen bij patiënten, waarbij geen evidente afwijkingen zijn in het HTG van de arteria carotis communis en waarbij de stroomrichting van de arteria ophthalmica normaal is, verliest het onderzoek om navolgende redenen veel van zijn waarde als screening methode:

- 1) het onderzoek wordt vrij tijdrovend
- 2) het onderzoek gaat nog meer dan voorheen een zeer ervaren onderzoeker eisen
- 3) ingrepen als het afdrukken van een arteria carotis mogen niet gedaan worden door para-medisch personeel en dienen liefst te geschieden onder EEG-kontrolle.

In de komende jaren zal moeten blijken of deze laatstgenoemde bezwaren in de praktijk ondervangen kunnen worden, of dat men het onderzoek in een eenvoudige vorm moet blijven doen, waarbij de onderzoeker en vooral ook de klinikus die gebruik maakt van de resultaten, zich bewust moet zijn van de beperkingen van het onderzoek.

SAMENVATTING:

Het Doppler-echografisch onderzoek (HTG) lijkt zich te ontwikkelen tot een screening-methode voor het opsporen van aandoeningen van de grote cerebropetale vaten. Aan de hand van literatuuronderzoek, een eigen patiëntengroep van 250 gevallen en een aantal ziektegeschiedenissen, die illustratief zijn voor problemen bij de HTG, wordt ingegaan op mogelijkheden en moeilijkheden van dit onderzoek. Een abnormale HTG-kurve lijkt in het algemeen verder diagnostisch onderzoek te wettigen (angiografie). Een normaal HTG mag op zich geen reden zijn, om af te zien van angiografisch onderzoek. Een aantal weinig bekende toepassingen van het HTG-onderzoek worden kort beschreven.

LITERATUUR

BEST, M.: Carotid hemodynamics and the ocular pulse in carotid stenosis. *Neurol. (Minneap.)*, 21:962-990 (1971)

BONE, G.E. and BARNES, R.W.: Clinical implications of the Doppler cerebrovascular examination: a correlation with angiography. *Stroke*, 7:271-274 (1976)

DYKEN, M.L., DOEPKER jr, J.F., KIOVSKY, R. and CAMPBELL, R.L.: Asymptomatic occlusion of an internal carotid artery in a hospital population: determined by directional Doppler ophthalmosonometry. *Stroke*, 5:714-718 (1974)

HAGER, H.: Ophthalmodynamometrie. In: *Die Ophthalmologischen Untersuchungsmethoden*, Bd. 2, 562-593. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart (1976)

GEE, W., MEHIGAN, J.T. and WYLIE, E.J.: Measurement of collateral cerebral hemispheric blood pressure by ocular pneumoplethysmography. *Am. J. Surg.*, 130:121-127 (1975)

KATZ, B.M., SMITH, R.A., OTIS, S.M. and DALESSIO, D.J.: Doppler sonography diagnosis of cerebrovascular disease. *Stroke*, 7:364-369 (1976)

MOL, J.M.F.A.: Dopplerhaematotachografisch onderzoek bij cerebrale circulatiestoornissen. Thesis, Pecasse-Eurozet, Maastricht (1973)

MOL, J.M.F. and RIJCKEN, W.J.: Doppler haematotachographic investigations in cerebral circulation disturbances. In: *Cardiovascular applications of Ultrasound*, Reneman, R.S., ed. North Holland/American Elsevier publishing Company, Amsterdam London New York (1974)

MÜLLER, H.R.: The diagnosis of internal carotid artery occlusion by directional Doppler sonography of the ophthalmic artery. *Neurol. (Minneap.)*, 22:816-823 (1972)

NIES, J.M.M.: The haemodynamic effect of an intracranial arteriovenous anomaly.
Clin. Neurol. Neurosurg. 79-1:29-45 (1976)

POSTHUMUS MEYES, F.E.: Fundusreflectometrie (in press)

SCHULTE, B.P.M., BOMHOF, M.A.M., AARTS, N.J.M.: Facial thermography in the
diagnosis of cerebrovascular disease and evaluation of carotid
endarterectomy.

Clin. Neurol. Neurosurg. 78-2:118-130 (1975)

TADA, K., NUKADA, T., YONEDA, S., KURIYAMA, Y. and ABE, H.:
Assessment of the capacity of cerebral collateral circulation using
ultrasonic Doppler technique.

J. Neurol. Neurosurg, Psychiat. 38:1068-1075 (1975)

YONEDA, S., NISHIMOTO, A., NUKADA, T., KURIYAMA, Y., KATSURADA, K. and
ABE, H.: to-and-fro movement and external escape of carotid arterial
blood in brain death cases. A Doppler ultrasonic study.

Stroke, 5:707-713 (1974)

ZIEGLER, D.K., ZILELI, T., DICK, A., and SEBAUGH, Jeanne E.:
Correlation of bruits over the carotid artery with angiographically demonstrat
lesions.

Neurol. (Minneap.) 21:860-865 (1971)

Legends

Fig. 1

Patient A. Stenosis of arteria anonyma/subclavia.

o → flow away from probe. → o flow towards probe.

Note the minimal asymmetry of the HTG of the brachial arteries.

ΔF means the frequency difference between emitted and received signal.

This frequency shift has a linear relationship with the mean blood velocity.

Fig. 2

Patient E. Arteriovenous malformation in the right hemisphere.

Note the extreme high velocity in both carotid arteries and the abnormal configuration of the HTG registration.

An example of a normal configuration of the curve can be found in figure 1 at the right side.

Fig. 3

Patient F. HTG before and during the state of cerebral death. Note the abnormal flow towards probe (→ o) (left side of the figure) and the disappearance of the diastolic flow during the state of cerebral death (o →) (right side of the figure).

Fig. 4

Mid-diastolic velocity of the right carotid artery in 6 patients, recorded during variations of (induced) intracranial hypertension. Values of ΔF in percentage of resting value at normal intracranial pressure.

Upper row: 2 patients with arachnoideal bleeding

Middle row: 2 patients with congenital hydrocephalus

Lower row: 2 patients with malignant cerebral tumor.