

University of Groningen

## De beoordeling van spontane motoriek van jonge baby's

Hadders-Algra, M.

*Published in:*  
 Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde

**IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.**

*Document Version*  
 Publisher's PDF, also known as Version of record

*Publication date:*  
 1997

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

*Citation for published version (APA):*

Hadders-Algra, M. (1997). De beoordeling van spontane motoriek van jonge baby's: een doeltreffende methode voor de opsporing van hersenfunctiestoornissen. *Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde*, 141(17), 816-820.

### Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

### Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

*Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.*

## De beoordeling van spontane motoriek van jonge baby's: een doeltreffende methode voor de opsporing van hersenfunctiestoornissen

M.HADDERS-ALGRA

Het voorspellen van de neurologische ontwikkeling bij een jonge baby is moeilijk. Immers, het merendeel van de kinderen met perinatale problemen in de anamnese krijgt geen handicap.<sup>1,2</sup> In de loop der jaren zijn er diverse methoden ontwikkeld om tot een betere voorspelling van de eventuele handicap te komen. Een klassieke manier om de hersenfunctie van baby's te evalueren is neurologisch onderzoek.<sup>3</sup> In het algemeen wordt de uitslag van het neurologische onderzoek gekenmerkt door een hoge specificiteit, dat wil zeggen dat een normaal onderzoeksresultaat de latere ontwikkeling van een handicap vrijwel uitsluit, en een vrij lage sensitiviteit (relatief weinig afwijkingen worden opgespoord, er zijn ook onterecht-negatieve uitslagen).<sup>2,4</sup> Het neurologische onderzoek schiet in het bijzonder bij prematuur geboren kinderen nogal eens tekort: een deel van de te vroeg geboren kinderen krijgt een handicap ondanks normale bevindingen bij het neonatale neurologische onderzoek.<sup>4</sup>

Andere methoden die veelvuldig gebruikt worden om de (toekomstige) hersenfunctie van jonge baby's te beoordelen, zijn schedelechografie en elektro-encefalografie (EEG). Voor het voorspellen van de ontwikkeling van het kind op grond van het schedelechogram zijn ernstige intracraniale bloedingen, maar vooral ook de aanwezigheid van periventriculaire leukomalacie (PVL) van belang.<sup>5</sup> De aanwezigheid van ernstige PVL maakt dat een (premaatuur geboren) kind een grote kans loopt op het ontstaan van een infantiele encefalopathie. De aanwezigheid van PVL op het schedelechogram lijkt qua vermogen om een handicap te voorspellen een tegenpool te zijn van de uitslag van het neonatale neurologische onderzoek: het vinden van PVL heeft een hoge sensitiviteit, de specificiteit is echter matig (er zijn relatief veel onterecht-positieve uitslagen). De evaluatie van de functie van de neonatale hersenen met behulp van elektro-encefalografie wordt vooral bij asfyctische pasgeborenen toegepast. De EEG-bevindingen zijn sterk gecorreleerd aan de kans om te overlijden, maar met betrekking tot het later functioneren van de overlevende kinderen is de voorspellende waarde van het EEG wisselend.<sup>6</sup>

Veelbelovende andere predictieve methoden zijn de neurofysiologische methoden zoals de bestudering van somatosensorische geëvoceerde potentialen<sup>6,7</sup> en de me-

### SAMENVATTING

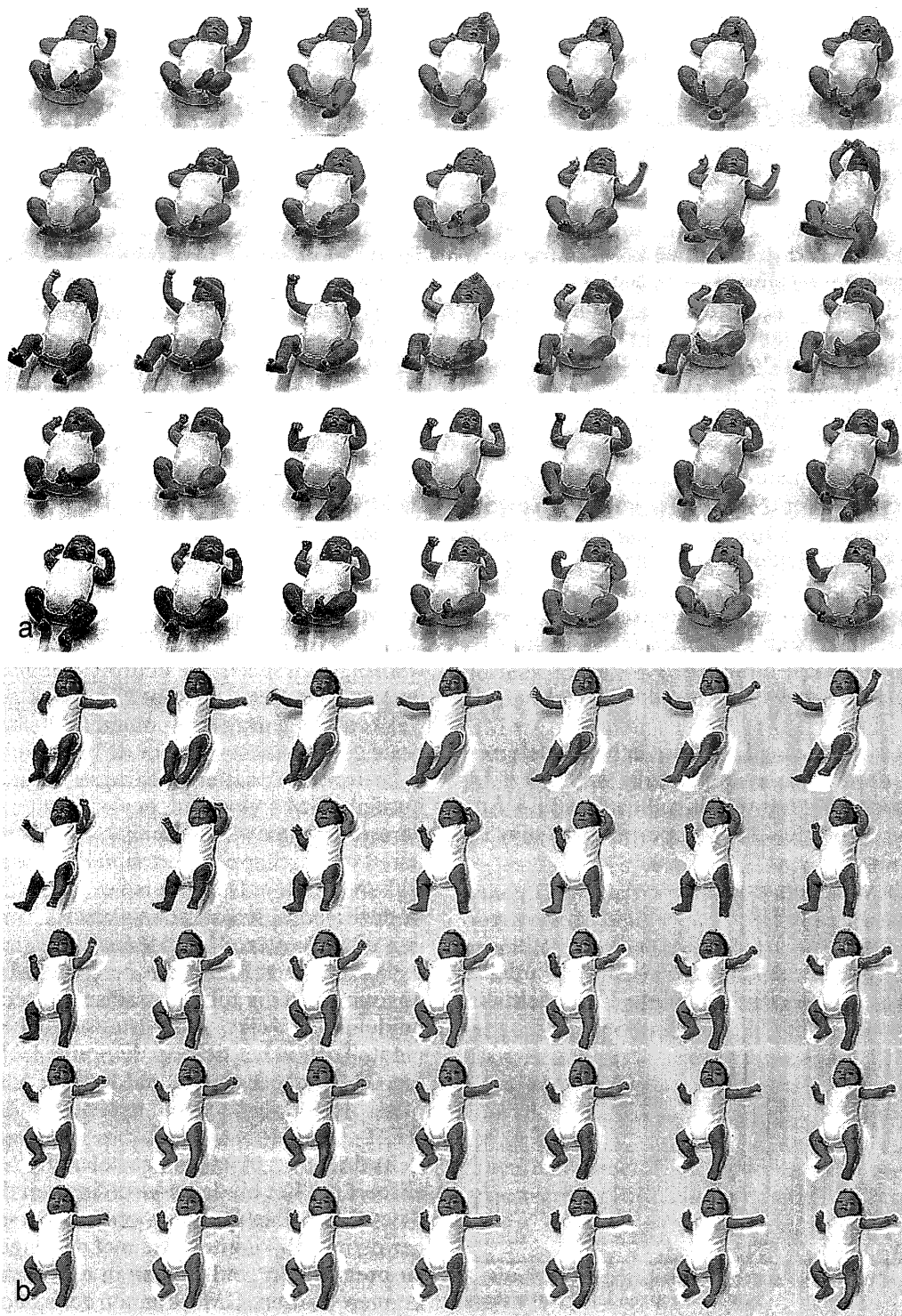
- Onlangs is een methode ontwikkeld om de hersenfunctie van jonge baby's te beoordelen. De methode bestaat uit het beoordelen van de kwaliteit van spontaan gegenereerde gegeneraliseerde bewegingen ('general movements' (GM's)).
- GM's ontstaan vroeg in de zwangerschap en blijven tot ongeveer de 4e maand na de à-termeleeftijd aanwezig.
- Normale GM's worden gekenmerkt door de trias complexiteit, variatie en een vloeiend bewegingsverloop.
- Licht afwijkende GM's, die een lichte disfunctie van het zenuwstelsel weerspiegelen, verlopen niet vloeiend, maar rukkerig of stroef. Duidelijk afwijkende GM's, die duiden op een ernstige disfunctie van het zenuwstelsel, worden vooral gekenmerkt door het ontbreken van bewegingscomplexiteit en -variatie: de bewegingen worden monotoon en stereotiep.
- De kwaliteit van de GM's kan met behulp van zogenaamde globale 'Gestalt'-perceptie beoordeeld worden. De techniek is in enkele dagen te leren.
- De kwaliteit van de GM's heeft een duidelijke voorspellende waarde voor de ontwikkeling van het kind. Kinderen met normale GM's krijgen later geen handicap, terwijl driekwart van de kinderen die gedurende de gehele postnatale GM-periode duidelijk afwijkende GM's vertonen wel een handicap krijgt.
- De beoordeling van de kwaliteit van de GM's is een relatief goedkope en non-invasieve methode om de actuele en toekomstige hersenfunctie van jonge zuigelingen te beoordelen.

thode die gebaseerd is op de beoordeling van de spontane motoriek. Bij deze techniek gaat het om de beoordeling van de kwaliteit van de zogenaamde gegeneraliseerde bewegingen.<sup>8</sup> De techniek en de waarde van deze methode bespreek ik in dit artikel.

### DE NORMALE ONTWIKKELING VAN GEGENERALISEERDE BEWEGINGEN

Gegeneraliseerde bewegingen ('general movements'; GM's) zijn complexe bewegingen waaraan hoofd, romp, armen en benen deel nemen. Deze bewegingen kenmerken zich onder normale omstandigheden door elegantie en variabiliteit (figuur a).<sup>8</sup> Hun duur varieert van enkele seconden tot vele minuten. De GM's horen bij de eerste bewegingen die de menselijke foetus ontwikkelt. Ze ontstaan al in de achtste postmenstruele week.<sup>9</sup> Bovendien vormen ze het meest voorkomende bewegingspatroon van de foetus. De GM's blijven na de (al of niet à-terme)geboorte aanwezig. Ze blijven bestaan tot op de leeftijd waarop de doelgerichte motoriek, zoals het grijpgedrag, tot ontplooiing komt. Dat wil zeggen dat de GM-activiteit 3-4 maanden na de à-termeleeftijd verdwijnt.<sup>10</sup>

Academisch Ziekenhuis, afd. Ontwikkelingsneurologie, Hanzeplein 1, 9713 GZ Groningen.  
Mw.dr.M.Hadders-Algra, ontwikkelingsneurofysioloog.



Weergave van videofragmenten (a, b) van zogenaamde gegeneraliseerde bewegingen ('general movements'; GM's) van twee 3 maanden oude baby's. De fragmenten beginnen links boven en dienen gelezen te worden als de regels in een boek. Het interval tussen ieder videobeeldje is 0,24 s, en de totale duur van elk fragment is 8,16 s. Het bovenste kind (a) is op tijd geboren en vertoont normale 'fidgety' GM's (dat zijn de normale kleine elegante, dansende beweginkjes (zie tabel 1)). De variatie in het normale bewegingspatroon is vooral te zien aan de steeds veranderende stand van de armen en de benen in de ruimte. De beweging van het linker been op de derde regel illustreert de bewegingscomplexiteit: de beweging bestaat niet uit een flexie-extensiebeweging in het platte vlak, maar wordt gecombineerd met abductie in de heup en endorotatie van de voet. Het onderste kindje (b) is geboren na een zwangerschapsduur van 28 weken en vertoont duidelijk afwijkende GM's. Het afwijkende karakter komt tot uitdrukking door een gebrek aan bewegingsvariatie (bijna alle beeldjes zijn hetzelfde, terwijl dit kind net zo actief was als het boven afgebeelde kind met de normale GM's), en het gebrek aan bewegingscomplexiteit (arm- en beenbewegingen vinden slechts in één vlak plaats. (Afgedrukt met toestemming van belanghebbenden.)

Gedurende de periode waarin GM's aanwezig zijn, verandert het centrale zenuwstelsel op indrukwekkende wijze.<sup>11</sup> Dit wordt weerspiegeld in de vorm van de GM's (tabel 1). Gedetailleerde kennis over de vroegste fasen van de GM-ontwikkeling ontbreekt. Wij weten dat GM's in ieder geval tweemaal veranderen: vlak voor de à-termeleeftijd en nogmaals op de leeftijd van 6-8 weken na de à-termeleeftijd (zie tabel 1). Deze veranderingen gelden voor zowel prematuur als à terme geboren kinderen.<sup>14</sup> Waarschijnlijk worden de vormveranderingen van de GM's veroorzaakt door ontwikkelingsprocessen die zich op verschillende niveaus van het zenuwstelsel afspelen (veranderingen in de membraaneigenschappen van motorneuronen, reorganisatie en integratie van intra- en supraspinale netwerken).<sup>15</sup>

Kennis van de leeftijdsspecifieke eigenschappen van de normale GM-patronen is een voorwaarde voor het kunnen beoordelen van de kwaliteit van de GM's. Ondanks alle veranderingen worden normale GM's op iedere leeftijd gekenmerkt door de volgende eigenschappen:<sup>8</sup>

- de beweging komt geleidelijk op gang, of anders gezegd: de beweging heeft nooit een abrupt begin;
- de bewegingsintensiteit neemt langzaam toe en af, waarbij er zich binnen één GM meerdere intensiteitsgolven kunnen voordoen;
- alle onderdelen van het lichaam nemen deel aan de beweging;
- de bewegingstrajecten van de diverse lichaamsdelen en vooral die van de armen en benen zijn samengesteld; deze bewegingscomplexiteit wordt geïllustreerd door de aanwezigheid van rotaties die gesuperponeerd zijn op flexie-extensiebewegingen;
- de bewegingen verlopen vloeiend.

#### DE BEOORDELING VAN DE KWALITEIT VAN GM'S

De manier waarop de kwaliteit van de GM's beoordeeld wordt, is voor elke GM-leeftijd hetzelfde. Het maakt dus

niet uit of het gaat om de beoordeling van bewegingen van een nog intra-uterien verblijvende foetus, van een te vroeg geboren baby in de preterme periode of van een jonge baby na de à-termeleeftijd. Bij de beoordeling van de beweeglijkheid gaat het nadrukkelijk om de kwaliteit van de bewegingen en niet om de kwantiteit. Bij de foetus en de jonge baby is een kwantitatieve afwijking van de beweeglijkheid een veel minder betrouwbare maat voor hersenafwijkingen dan een kwalitatieve afwijking.<sup>16</sup> De kwaliteit van de bewegingen wordt beoordeeld door gebruik te maken van een globale 'Gestalt'-perceptie.<sup>8</sup>

*Onderzoekssituatie.* Een voorwaarde voor een goede beoordeling van de kwaliteit van de GM's is een standaard-onderzoekssituatie (tabel 2). In de eerste plaats is het zeer wenselijk, zo niet noodzakelijk, om de bewegingen aan de hand van een video-opname te beoordelen. De ervaring leert dat de essentiële bewegingskenmerken 'complexiteit' en 'variatie' beter met een (versneld afgespeelde) video-opname beoordeeld kunnen worden dan in de 'in levenden lijve'-situatie.

In de tweede plaats is het belangrijk om rekening te houden met de gedragstoestand van het kind. Iedere gedragstoestand, zoals 'rapid eye movement' (REM)-slaap, non-REM-slaap, wakker-zijn of huilen, vertegenwoordigt een specifieke neurofysiologische toestand van het zenuwstelsel.<sup>17</sup> Het hoeft dan ook geen verbazing te wekken dat gedragstoestanden GM's beïnvloeden.<sup>18</sup> De beste gedragstoestand voor de beoordeling van de GM's is de wakkere, actieve gedragstoestand. Dan verlopen normale GM's vloeiend, gevarieerd en complex. In andere gedragstoestanden kunnen GM's van gezonde kinderen eigenschappen vertonen die doen denken aan afwijkende GM's. Daarom is het beter om GM's die zich in deze gedragstoestanden voordoen, van de beoordeling uit te sluiten. Vóór de leeftijd van 36-38 weken na de laatste menstruatie zijn de gedragstoestanden echter nog niet volledig uitgekristalliseerd<sup>19</sup> en is het soms onduidelijk in welke gedragstoestand het kind zich bevindt. Toch is het ook op die jonge leeftijden wenselijk om GM's van de analyse uit te sluiten als het kind huult of als de gedragstoestand van het kind lijkt op die van REM-slaap.

In de derde plaats is het belangrijk dat men zich realiseert dat het bij de beoordeling van de GM's gaat om de evaluatie van spontaan gedrag. Dit impliceert een zo gering mogelijke interactie met de omgeving. Voor kleine prematuren geldt dat zij in de couveuse beoordeeld kunnen worden. GM's kunnen zelfs beoordeeld worden als het kind beademd wordt of een infuus in arm of been heeft, omdat de aanwezigheid van dit soort instrumenten niet interfereert met de productie van spontane beweeglijkheid.

*Normale versus abnormale gegeneraliseerde bewegingen.* De essentie van de beoordeling van de kwaliteit van de GM's ligt in het kunnen onderscheiden van normale en afwijkende bewegingen. Normale GM's worden gekarakteriseerd door de trias (a) complexiteit, dat wil zeggen dat de onderdelen van het lichaam ingewikkelde bewegingstrajecten afleggen in alle 3 de dimensies van

TABEL 1. Leeftijdsspecifieke eigenschappen van normale gegeneraliseerde bewegingen (GM's) bij pasgeborenen<sup>10 12 13</sup>

GM-type	leeftijd in weken na laatste menstruatie	beschrijving
premature GM's	< 36-38	zeer variabele bewegingen, waarin ook de romp duidelijk participeert
'writhing' GM's	36-38 tot 46-52	de bewegingen hebben een wat wringend aandoend aspect en in vergelijking met premature GM's zijn ze wat langzamer en krachtiger; ook doet de romp minder uitbundig aan het bewegingspatroon mee dan in de voorgaande leeftijdsperiode
'fidgety'-GM's	46-52 tot 54-58	een voortdurende stroom van kleine en elegante, dansende beweginkjes die onregelmatig verspreid overal in het lichaam voorkomen, d.w.z. dat ze gelijke mate zichtbaar zijn aan hoofd, romp en ledematen

TABEL 2. Voorwaarden voor een goede beoordeling van de kwaliteit van gegeneraliseerde bewegingen (GM's) bij pasgeborenen

	<i>leeftijd</i>	<i>voorwaarde</i>
video-opname	tot à terme	selectie van 3 representatieve GM's uit een 1 uur durende opname
gedragstoestand	na à terme	registratie gedurende 10-15 min
	iedere	niet tijdens huilen niet tijdens zuigen op fopspeen of iets dergelijks niet tijdens spelen met speelgoed
	< 36-38 weken na de laatste menstruatie	GM's die voorkomen in een op 'toestand 2' (REM-slaap) lijkende gedragstoestand bij voorkeur uitsluiten van de analyse
	> 36-38 weken na de laatste menstruatie	analyse beperken tot GM's in een wakkere, actieve gedragstoestand ('toestand 4')
uitgangspositie	iedere	beginnen in rugligging niet onmiddellijk interveniëren als kind naar de zij draait; indien het kind lang op de zij blijft liggen: terugdraaien naar rugligging
kleding	tot à terme na à terme	bloot, maar kleine luier geen bezwaar bovenkleding (inclusief sokken) uit, maar onderkleding ('rompertje') en luier kunnen aanblijven
temperatuur	iedere	leeftijdsadequate, neutrale omgevingstemperatuur

de ruimte, (b) variatie, dat wil zeggen dat opeenvolgende bewegingspatronen van elkaar verschillen en (c) een vloeiend bewegingsverloop. Bij afwijkende GM's treden er stoornissen op in deze eigenschappen.<sup>8 16</sup> Recentelijk werd duidelijk dat er daarbij 2 verschillende categorieën onderscheiden kunnen worden, te weten 'duidelijk afwijkende' en 'licht afwijkende' GM's (tabel 3). Deze verschillende categorieën kunnen betrouwbaar van elkaar onderscheiden worden (overeenstemming tussen verschillende onderzoekers: zonder specifieke training bedraagt kappa: 0,65 ('redelijk goed'), met training 0,88 ('zeer goed')).<sup>13</sup>

Vertoont het zenuwstelsel een lichte disfunctie, dan weerspiegelt zich dit in de GM's door het teloorgaan van het vloeiende bewegingsverloop.<sup>13 20 21</sup> De bewegingen worden rukkerig en abrupt of juist stroef en stijf. Is er sprake van een ernstige disfunctie, dan ontbreekt niet alleen het vloeiende bewegingsverloop van de GM's, maar ook de bewegingscomplexiteit en -variatie.<sup>13 22</sup> De bewegingen worden monotoon en stereotiep en verlopen dikwijls in een plat vlak (figuur b).

#### DE WAARDE VAN GM-BEOORDELING

De beoordeling van de kwaliteit van de gegeneraliseerde bewegingen is een heel gevoelig instrument om disfuncties van het zenuwstelsel van de jonge zuigeling op te sporen. Inmiddels werd meermalen aangetoond dat risicokinderen (jonge prematuren en ernstig asfyctische pasgeborenen) die gedurende de hele postnatale GM-periode duidelijk afwijkende GM's vertonen, een grote kans (70-80%) hebben op het ontstaan van een infantiele encefalopathie.<sup>13 16 23</sup> De aanwezigheid van duidelijk afwijkende GM's gedurende alle 3 GM-leeftijds-

perioden duidt op een ernstige neurologische disfunctie. Kinderen bij wie GM-afwijkingen persisteren ondanks de leeftijdsgebonden neurale reorganisaties hebben een grote kans op infantiele encefalopathie. Welk type infantiele encefalopathie het kind zal krijgen, kan niet uit de aard van de afwijkende GM's worden afgeleid. Dit komt doordat het jonge zenuwstelsel slechts op enkele gegeneraliseerde en niet-specifieke manieren kan uitdrukken dat er een stoornis aanwezig is.<sup>24</sup> Opmerkelijk is dat bij de prematuren die later een handicap kregen, soms een duidelijke discrepantie gevonden werd tussen de uitslag van het GM-onderzoek ('duidelijk afwijkend') en die van het neurologische onderzoek ('normaal').

Kinderen met normale GM's krijgen later geen handicap.<sup>16 23</sup> Vertonen kinderen licht afwijkende GM's, al of niet voorafgegaan door duidelijk afwijkende GM's, dan lijkt de kans klein dat zij een infantiele encefalopathie zullen krijgen.<sup>13 25</sup> Of de aanwezigheid van licht afwijkende GM's ook een verhoogd risico betekent op het ontstaan van andere problemen, zoals onhandigheid en leer- en gedragsproblemen, moet nog worden uitgezocht. Onze eerste onderzoeksresultaten, afkomstig uit het onderzoek naar een indeling van afwijkende GM's, suggereren wel een dergelijk verband.<sup>13</sup> Aan dit onderzoek namen 16 kinderen deel. Van hen vertoonden 7 op de leeftijd van 2-3 maanden (de leeftijd van de zogenaamde 'fidgety GM's' (zie tabel 1)) licht afwijkende GM's. Op de peuterleeftijd hadden 5 van hen lichte neurologische disfuncties, 1 kind vertoonde een lichte hemiplegie en 1 kind was neurologisch normaal. Lopend onderzoek wijst in dezelfde richting. Uit dit onderzoek blijkt ook dat prematuur geboren kinderen vaak licht afwijkende GM's vertonen. Mogelijk zijn de licht afwijkende GM's de voorboden van de leerproblemen die bij ongeveer de helft van de niet gehandicapte voormalige prematuren voorkomen.<sup>26</sup>

De GM-beoordeling heeft de beste voorspellende waarde als ze gebaseerd is op waarnemingen in alle 3 GM-leeftijdperioden van het kind.<sup>13 16 23</sup> Indien het onderzoek slechts eenmaal uitgevoerd kan worden, verdient een onderzoek in de oudste leeftijdperiode de voorkeur (rond 3 maanden na de à-termeleeftijd), omdat de kwaliteit van de GM's op deze leeftijd het latere functioneren beter voorspelt dan de bewegingskwaliteit op jongere leeftijd.<sup>13</sup> De predictieve waarde van een der-

TABEL 3. Basiseigenschappen van normale, licht afwijkende en duidelijk afwijkende gegeneraliseerde bewegingen (GM's) bij pasgeborenen kinderen<sup>13</sup>

<i>bewegingseigenschap</i>	<i>normale GM's</i>	<i>licht afwijkende GM's</i>	<i>duidelijk afwijkende GM's</i>
complexiteit van het bewegingsverloop (gebruik van de 3 dimensies van de ruimte)	++	+	-
variatie in de wijze waarop bewegingen worden uitgevoerd	++	+	-
vloeiend bewegingsverloop	++	-	-

- = afwezig; + = beperkt aanwezig; ++ = duidelijk aanwezig.

gelijke eenmalige GM-beoordeling is echter iets geringer dan van een die gebaseerd is op observaties in alle 3 GM-perioden.

#### CONCLUSIE

De beoordeling van de kwaliteit van de gegeneraliseerde bewegingen is een relatief goedkope en non-invasieve methode om de hersenfunctie van jonge zuigelingen te beoordelen. Het is bovendien een techniek die men zich in enkele dagen eigen kan maken. Als deze functionele methode gecombineerd wordt met technieken die de hersenstructuur zichtbaar maken, zoals schedel-echografie, is het mogelijk om vroegtijdig met grote waarschijnlijkheid te voorspellen welke kinderen een handicap zullen krijgen en welke niet.

Ik dank prof.dr.B.C.L.Touwen, emeritus hoogleraar ontwikkelingsneurologie en A.M.C.Groothuis, co-assistent in het Academisch Ziekenhuis Groningen, voor hun commentaar op een eerdere versie van dit artikel.

#### ABSTRACT

*Assessment of spontaneous movements of young infants: an effective method for the detection of disorders of brain function* – A method for the assessment of the brain function of young infants was recently introduced. It consists of evaluation of the quality of spontaneously generated generalized movements (general movements, GMs).

– GMs appear at an early stage of pregnancy and persist until approximately the 4th month after term.

– Normal GMs are characterized by the triad of complexity, variation and fluency.

– Mildly abnormal GMs, indicating mild dysfunction of the nervous system, are not fluent but jerky or stiff. Markedly abnormal GMs, indicating major nervous system dysfunction, are characterized mostly by absence of complexity and variation of the movements; the movements are monotonous and stereotyped.

– The quality of the GMs can be evaluated by means of so-called global Gestalt perception. The technique can be learned in a few days.

– The quality of the GMs has a clear predictive significance for the child's development. Children with normal GMs will be free of handicaps in later life, whereas three-quarters of the children showing clearly abnormal GMs throughout the post-natal GM period do develop handicaps.

– Assessment of the quality of the GMs is a relatively cheap, non-invasive method of evaluating the current and future brain function of young infants.

#### LITERATUUR

- 1 Nelson KB, Ellenberg JH. Antecedents of cerebral palsy. Multivariate analysis of risk. *N Engl J Med* 1986;315:81-6.
- 2 Hadders-Algra M, Huisjes HJ, Touwen BCL. Perinatal correlates of major and minor neurological dysfunction at school age: a multivariate analysis. *Dev Med Child Neurol* 1988;30:472-81.
- 3 Dubowitz L, Dubowitz V. The neurological assessment of the preterm and full-term newborn infant. *Clin Dev Med* nr 79. London: Heinemann, 1981.
- 4 Allen MC, Capute AJ. Neonatal neurodevelopmental examination as a predictor of neuromotor outcome in premature infants. *Pediatrics* 1989;83:498-506.

- 5 Vries LS de. Neurological assessment of the preterm infant. *Acta Paediatr* 1996;85:765-71.
- 6 Veenhoven RH, Groenendaal F, Eken P, Vries LS de. Onderzoeksmethoden ter bepaling van neurologische prognose en therapeutische interventie bij voldragen pasgeborenen met asfyxie. *Ned Tijdschr Geneesk* 1993;137:10-4.
- 7 Mercuri E, von Siebenthal K, Daniëls H, Guzzetta F, Casaer P. Multimodality evoked responses in the neurological assessment of the newborn. *Eur J Pediatr* 1994;153:622-31.
- 8 Prechtl HFR. Qualitative changes of spontaneous movements in fetus and preterm infant are a marker of neurological dysfunction. *Early Hum Dev* 1990;23:151-8.
- 9 Vries JIP de, Visser GHA, Prechtl HFR. The emergence of fetal behaviour. I. Qualitative aspects. *Early Hum Dev* 1982;7:301-22.
- 10 Hadders-Algra M, Prechtl HFR. Developmental course of general movements in early infancy. I. Descriptive analysis of change in form. *Early Hum Dev* 1992;28:201-13.
- 11 Volpe JJ. *Neurology of the newborn*. 3rd ed. Philadelphia: Saunders, 1995.
- 12 Hadders-Algra M. The assessment of general movements is a valuable technique for detecting brain dysfunction in young infants. A review. *Acta Paediatr* 1996;Suppl 416:39-43.
- 13 Hadders-Algra M, Klip-van den Nieuwendijk AWJ, Martijn A, Eykern LA van. Assessment of general movements: towards a better understanding of a sensitive method to evaluate brain function in young infants. *Dev Med Child Neurol* 1997;39:88-98.
- 14 Cioni G, Prechtl HFR. Preterm and early postterm motor behaviour in low-risk premature infants. *Early Hum Dev* 1990;23:159-91.
- 15 Hadders-Algra M, Eykern LA van, Klip-van den Nieuwendijk AWJ, Prechtl HFR. Developmental course of general movements in early infancy. II. EMG correlates. *Early Hum Dev* 1992;28:231-51.
- 16 Ferrari F, Cioni G, Prechtl HFR. Qualitative changes of general movements in preterm infants with brain lesions. *Early Hum Dev* 1990;23:193-231.
- 17 Prechtl HFR. The behavioural state of the newborn infant (a review). *Brain Res* 1974;76:185-212.
- 18 Hadders-Algra M, Nakae Y, Eykern LA van, Klip-van den Nieuwendijk AWJ, Prechtl HFR. The effect of behavioural state on general movements in healthy full-term newborns. A polymyographic study. *Early Hum Dev* 1993;35:63-79.
- 19 Nijhuis JG, Prechtl HFR, Martin jr CB, Bots RSGM. Are there behavioural states in the human fetus? *Early Hum Dev* 1982;6:177-95.
- 20 Kranen-Mastenbroek VHJM van. Spontaneous motor behaviour in full-term small for gestational age and appropriate for gestational age newborn infants [proefschrift]. Maastricht: Rijksuniversiteit Limburg, 1993.
- 21 Kranen-Mastenbroek VHJM van, Kingma H, Caberg HB, Ghys A, Blanco CE, Hasaart THM, et al. Quality of spontaneous general movements in full-term small for gestational age and appropriate for gestational age newborn infants. *Neuropediatrics* 1994;25:145-53.
- 22 Touwen BCL. Variability and stereotypy of spontaneous motility as a predictor of neurological development of preterm infants. *Dev Med Child Neurol* 1990;32:501-8.
- 23 Prechtl HFR, Ferrari F, Cioni G. Predictive value of general movements in asphyxiated fullterm infants. *Early Hum Dev* 1993;35:91-120.
- 24 Touwen BCL. De psychomotorische ontwikkeling bij de zuigeling en het jonge kind. In: Bonnet-Breusers AJM, Hofma TA, Rensen HBH, Wassenaar J, redacteurs. *Handboek Jeugdgezondheidszorg. Deel D6*. Utrecht: Bunge, 1990:6-13.
- 25 Sival DA, Visser GHA, Prechtl HFR. The effect of intrauterine growth retardation on the quality of general movements in the human fetus. *Early Hum Dev* 1992;28:119-32.
- 26 Hille ETM, Ouden AL den, Bauer L, Oudenrijn C van den, Brand R, Verloove-Vanhorick SP. School performance at nine years of age in very premature and very low birth weight infants: perinatal risk factors and predictors at five years of age. *J Pediatr* 1994;125:426-34.

Aanvaard op 19 februari 1997