

MOTORIEK  
EN  
BEHAVIOURAL STATES  
VAN  
FOETUSSEN  
EN  
(PREMATURE) PASGEBORENEN

CAROLIEN JANSEN  
JULI 1988

D 428

MOTORIEK EN BEHAVIOURAL STATES  
VAN  
FOETUSSEN EN (PREMATURE) PASGEBORENEN

Carolien Jansen  
Doktoraalverslag juli 1988  
Supervisie Prof. H.F.R. Prechtl  
Instituut voor Ontwikkelingsneurologie  
Rijksuniversiteit Groningen

Rijksuniversiteit Groningen  
Bibliotheek Biologisch Centrum  
Kerklaan 30 — Postbus 14  
9750 AA HAREN

## INHOUDSOPGAVE

HOOFDSTUK 1 ONTWIKKELING VAN DE MOTORIEK VAN LOW-RISK FOETUSSEN	3
1.1 Inleiding	3
1.2 Beschrijving van de verschillende bewegingspatronen	5
1.3 Het verschijnen van de verschillende bewegingspatronen	6
1.4 De kwantiteit van de verschillende bewegingspatronen	7
1.5 Overeenkomsten en verschillen binnen/tussen foetussen	8
1.6 Functie van de bewegingen	8
HOOFDSTUK 2 MOTORIEK VAN LOW-RISK PREMATUUR GEBOREN KINDEREN	10
2.1 Inleiding	10
2.2 Beschrijving van de verschillende bewegingspatronen	11
2.3 De kwantiteit van de verschillende bewegingspatronen	11
2.4 Consistente verschillen tussen kinderen	12
HOOFDSTUK 3 BEHAVIOURAL STATES	13
3.1 Inleiding; behavioural states bij full-term pas- geborenen	13
3.2 Behavioural states bij foetussen	14
3.3 Behavioural states bij prematuur geboren kinderen	15
HOOFDSTUK 4 MOTORIEK EN BEHAVIOURAL STATES VAN HIGH-RISK FOETUSSEN	16
4.1 Inleiding	16
4.2 Anencephalie	16
4.3 Groeiretardatie	17
4.4 Diabetes	18
HOOFDSTUK 5 MOTORIEK VAN HIGH-RISK PASGEBORENEN	20
5.1 Motoriek van high-risk prematuur geboren kinderen	20
5.1 Motoriek van high-risk foetussen na de geboorte	20
HOOFDSTUK 6 MOTORIEK VAN EEN AANTAL PREMATUUR GEBOREN KINDEREN	22
6.1 Inleiding	22
6.2 Motoriek	22
6.3 Konklusie	23
LITERATUUR	38

## HOOFDSTUK 1 ONTWIKKELING VAN DE MOTORIEK VAN LOW-RISK FOETUSSEN

### 1.1 Inleiding

Foetale bewegingen zijn een uiting van het functioneren van het zenuwstelsel. Als in een embryo een orgaan een bepaald nivo van ontwikkeling en differentiatie bereikt, dat in overeenstemming is met zijn functie, zal dat orgaan beginnen te functioneren. Dit functioneren hoeft overigens niet gelijk te zijn aan het functioneren van hetzelfde orgaan bij volwassenen. (Hooker, 1952) De bewegingen van foetussen op verschillende momenten in de zwangerschap geven iets weer over de ontwikkeling van het zenuwstelsel.

Het onderzoek naar bewegingen van foetussen is, noodzakelijkerwijs, lang gericht geweest op het uitlokken van reflexen bij geaborteerde foetussen. Spontane bewegingen werden daarbij meestal genegeerd, er werd alleen aandacht geschonken aan reflexen. Alle bewegingen werden als reflexen geïnterpreteerd:

"movements caused by unknown stimuli, the so-called  
"spontaneous movements",..." (Humphrey, 1978)

Foetussen die te jong waren om te ademen werden bestudeerd in een fysiologische zoutoplossing die op lichaamstemperatuur werd gehouden. Foetussen die al wel ademden werden in een warme ruimte ( $\pm 29^{\circ}\text{C}$ ) bestudeerd. (Hooker, 1952) De foetussen verkeerden in terminale condities maar zolang hun zuurstofhoeveelheid nog niet uitgeput was konden reflexen worden uitgelokt.

Er zijn een aantal factoren die de validiteit van de resultaten kunnen beïnvloeden. Ten eerste is dat de hiervoor al genoemde anoxie, als de zuurstofhoeveelheid uitgeput raakt stoppen al snel alle bewegingen, de hartactie kan nog even doorgaan. Ten tweede zijn dat anaesthetica die toegediend worden aan de moeder, deze kunnen hetzelfde effect hebben als anoxie. Alleen foetussen waarvan de moeder een anaestheticum had gekregen dat géén invloed had op foetale activiteit, werden daarom bestudeerd. Ten derde zijn dat fysische factoren, de foetus is uit de normale omgeving verwijderd en de omgevingsinvloeden zijn dus veranderd, de intra-uteriene druk is veel groter. (Hooker, 1952) Volgens Humphrey verandert de vorm van de reflexen echter niet en is het enige gevolg van bovengenoemde factoren dat bepaalde reflexen pas later opgewekt kunnen worden dan in meer optimale omstandigheden het geval zou zijn. De laatst verworven reflexen zullen namelijk, bij bijvoorbeeld zuurstoftekort, als eerste weer verdwijnen.

Met behulp van exteroceptieve stimuli (met een haar over de huid strijken) worden bij de foetussen reflexen opgewekt. Vanaf  $7\frac{1}{2}$  week (gestational age) kunnen reacties optreden. Aanvankelijk slechts enkele minuten, maar deze periode wordt al vlug langer. In het begin reageert de foetus alleen op periorale stimuli. De eerste reactie is een contralateraal buigen van de nek, deze reactie breidt zich al snel uit naar meer lichaamsdelen (romp, extremiteiten). Vanaf 10 weken is een afname van deze totale bewegingspatronen waar te nemen en nemen de bewegingen van afzonderlijke lichaamsdelen toe.

Deze gegevens lijken overeen te stemmen met de theorie van Coghill, deze houdt in dat aanvankelijk alle lichaamsdelen die kunnen reageren ook inderdaad reageren op een stimulus en dat differentiatie naar afzonderlijke bewegingen pas later optreedt.

Na de eerste reactie, bij 7½ week, treedt een snelle uitbreiding op van lichaamsdelen die reageren op de periorale stimulus (uitbreiding van wat kan bewegen). Na enkele weken worden meer lichaamsdelen gevoelig voor stimuli; handpalm en voetzool bijvoorbeeld bij 10 à 11 weken. Bewegingen van de extremiteiten treden dan niet meer op als onderdeel van het totale patroon maar als afzonderlijke beweging na stimulering van hand of voet. Zoals gezegd reageren foetussen aanvankelijk alleen op periorale stimuli, maar er treedt al snel uitbreiding van de gevoeligheid op. Het is overigens niet zo dat er een systematische uitbreiding is naar steeds verder van de mond afgelegen delen. Anteriore en caudale delen zijn eerder gevoelig dan tussenliggende delen (mond en genitalien eerder gevoelig dan buik en rug). Distale delen zijn eerder gevoelig dan proximale delen (handpalm en voetzool eerder dan bovenarm en -been). (Humphrey, 1978)

Bovenstaande zijn de gegevens die door reflexonderzoek bij geaborteerde foetussen verzameld konden worden. Door de mogelijkheid van echoscopisch onderzoek kunnen nu echter bewegingen van foetussen in normale condities, intra-uterien, worden bekeken. Het blijkt dat foetussen wél spontane bewegingen vertonen. De eerste beschrijvingen, begin jaren '70, delen deze spontane bewegingen in in snelle en langzame, grote en kleine bewegingen. Reinold (1973) beschrijft twee soorten bewegingen. Ten eerste een krachtige, plotselinge beweging waardoor de positie van de foetus verandert. Ten tweede een langzame beweging waarbij alleen delen van het lichaam bewegen, de positie van de foetus verandert hierdoor niet of nauwelijks. Maar al snel bleek dat deze indelingen niet toereikend waren om de complexe bewegingen van foetussen te beschrijven. Verschillende onderzoekers gebruiken sindsdien andere indelingen.

De beschrijving die hierna voornamelijk gebruikt zal worden is die van een onderzoeksgroep uit Groningen (de Vries et al). Zij vergelijken foetale bewegingspatronen met bewegingen van prematuur en à term geboren kinderen. De bewegingen intra- en extra-uterien blijken zeer sterk op elkaar te lijken. Van een kleine groep kinderen is wekelijks een echoscopie gemaakt om de ontwikkeling van bewegingspatronen te volgen.

Andere beschrijvingen zijn bijvoorbeeld die van Birnholz et al (1978) en van Ianniruberto en Tajani (1981). Birnholz et al vergelijken de spontane foetale bewegingen met reflexen en responsen opgewekt in geaborteerde foetussen. Zij categoriseren de bewegingen volgens de indeling van Humphrey (1978). Het is echter onduidelijk in hoeverre deze gegevens overeenkomen (Prechtel, 1985). Volgens Birnholz et al zijn de eerste bewegingen krampachtig van karakter. Pas als de integratie van het zenuwstelsel voortzet worden de bewegingen regelmatig. Ianniruberto en Tajani gebruiken classificatiecriteria voor de diagnose van (postnatale) neurologische afwijkingen om foetale bewegingen te beschrijven. Zij vinden een kwantitatieve studie onvoldoende om de motorische ontwikkeling van foetussen te bestuderen en vinden een kwalitatieve studie noodzakelijk. Zij analyseren daarom bewegingspatronen. Maar de beschrijvingen daarvan zijn zeer globaal en interpreteren veel, ze beschrijven niet precies wat de foetus doet (de Vries et al, 1984).

Uit de gegevens van de verschillende onderzoeken (ook het reflex-onderzoek) blijken, ondanks verschillen in de manier van beschrijven, toch overeenkomsten gevonden te worden in vorm van bewegingen en leeftijd waarop bewegingen voor de eerste maal worden waargenomen (de Vries et al, 1984).

## 1.2 Beschrijving van de verschillende bewegingspatronen

Vanaf ongeveer 7 weken zijn de eerste bewegingen bij foetussen waar te nemen. Dit is zowel bij geaborteerde foetussen als intra-uterien het geval. Bij geaborteerde foetussen zijn deze eerste bewegingen contralaterale flexies van nek en romp als reactie op periorale stimuli. Deze beweging is intra-uterien niet waar te nemen, ook niet in een later stadium. Door verschillende onderzoekers worden de eerste intra-uteriene bewegingen op verschillende manieren benoemd. Ianniruberto en Tajani (1981) noemen deze bewegingen "vermicular movements" ("wormachtige bewegingen"), van Dongen en Goudie (1980) noemen ze "rippling movements". Deze bewegingen werden door de Vries et al (1984) aanvankelijk "just discernible movements" (een langzame, kleine verschuiving van de contouren van de foetus) genoemd, maar door de verdere ontwikkeling van de echo-apparatuur heeft men ontdekt dat de eerste beweging een strekken van de nek is. Deze beweging wordt al snel gevolgd door "general movements", bewegingen van het hele lichaam.

De bewegingen zijn meteen in hun gedifferentieerde vorm aanwezig. Er is geen beginperiode met amorse en random bewegingen waaruit latere bewegingen zich ontwikkelen. De eerste bewegingen zijn algemene bewegingen waar het hele lichaam bij betrokken is ("general movements" en "startles"), maar al vrij snel daarna treden geïsoleerde bewegingen van hoofd en ledematen op. De eerdere bewegingen blijven wél aanwezig. (de Vries, 1987) Er kunnen kleine veranderingen optreden in de vorm van de bewegingen maar deze zijn verwaarloosbaar in vergelijking met de consistentie van de totale vorm (de Vries et al, 1982).

Hieronder volgt een beschrijving van de verschillende bewegingen zoals die door de Vries et al (1982) gegeven wordt.

**General movements:** Bewegingen van het hele lichaam, er is geen bepaald patroon of volgorde in de bewegingen van de verschillende lichaamsdelen. De beweging kan tussendoor afzwakken en weer sterker worden ("waning en waxing").

**Startles:** "Schrikbewegingen", snelle bewegingen van het hele lichaam, beginnend in de ledematen.

**Hikken:** Abrupte contractie van het diafragma, met soms als gevolg daarvan passieve beweging van andere lichaamsdelen. Hikken treedt meestal op in, al dan niet regelmatige, opeenvolging op.

**Adembewegingen:** Het diafragma gaat naar beneden, de borst valt in en de buik zet uit ("paradoxe ademhaling"). De

bewegingen treden in episodes op, de volgorde is regelmatig of onregelmatig.

Geïsoleerde arm- of beenbewegingen: Slechts één extremiteit beweegt, er is geen beweging in de overige lichaamsdelen.

Twitch: Snelle éénmalige beweging.

Clonus: Snelle bewegingen meerdere malen achter elkaar.

Hoofdbewegingen: Alleen het hoofd beweegt.

Retroflexie: Achteroverbuigen van het hoofd.

Rotatie: Vanuit het midden opzij draaien van het hoofd.

Anteflexie: Vooroverbuigen van het hoofd.

Kaakbewegingen ("mouthing"): Deze bewegingen zijn voor 15 weken voornamelijk éénmalig, daarna komen ze in onregelmatige opeenvolging voor.

Zuigen en slikken: Regelmatig openen en sluiten van de mond, soms gevolgd door slikken.

Hand-gezicht contact: Hand raakt gezicht aan, eventueel met buigen en strekken van de vingers.

Stretch: Langzaam strekken van de rug, met achteroverbuigen van het hoofd en "uitrekken" van de armen.

Gapen: Langzaam wijd openen van de mond gevolgd door snel sluiten, vaak samengaan met achteroverbuigen van het hoofd.

Rotatie foetus:

Om transversale as: Achterover duikelen door afwisselende beenbewegingen.

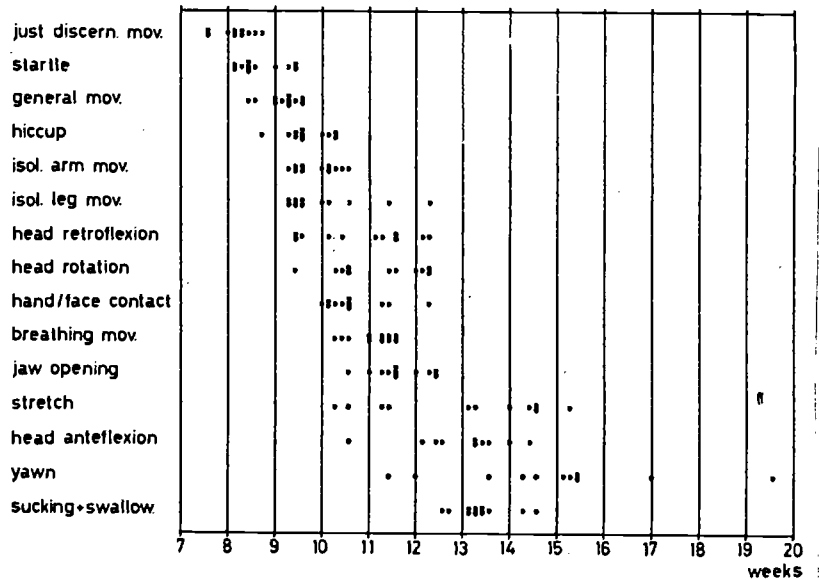
Om longitudinale as: Heup of hoofd beginnen te draaien en worden gevolgd door de rest van het lichaam.

Behalve startles, hiccups, twitches en cloni variëren alle bewegingen in amplitude, snelheid en kracht, ze worden gecoördineerd en elegant uitgevoerd. Startles, hiccups, twitches en cloni variëren alleen in amplitude, het zijn bovendien geen elegante maar juist fasische (snelle) bewegingen. (de Vries, 1987)

### 1.3 Het verschijnen van de verschillende bewegingspatronen

In figuur 1.1 staat de leeftijd aangegeven waarop voor de eerste keer een bepaalde beweging werd waargenomen door de Vries et al (1982). De range geeft de spreiding aan die bestaat voor de verschillende foetussen. Deze spreiding wordt gedeeltelijk veroorzaakt door de intervallen tussen de opeenvolgende observaties. Een tweede reden is het niet frequent voorkomen van bepaalde bewegingen waardoor deze makkelijk gemist kunnen worden tijdens een observatie.

De volgorde van verschijnen van de verschillende bewegingen is voor alle foetussen ongeveer gelijk.



FIGUUR 1.1 Eerste keer voorkomen van de verschillende foetale bewegingspatronen. Elke stip stelt een individu voor. (Uit: The emergence of fetal behaviour. I Qualitative aspects. J.I.P. de Vries, G.H.A. Visser, H.F.R. Prechtl)

Uit de tabel blijkt dat de "wet van cephalocaudale ontwikkeling", die de richting beschrijft van ontwikkeling van structuur en functie, niet van toepassing is op het ontstaan van beweging. De eerste bewegingen (startles en general movements) houden bewegingen van armen én benen in. Ook de eerste geïsoleerde bewegingen van armen en benen worden vanaf hetzelfde moment waargenomen. (Prechtl, 1984)

De leeftijd waarop bepaalde, spontane, bewegingen voor het eerst worden waargenomen is vaak ongeveer gelijk aan de leeftijd waarop soortgelijke bewegingen uitgelokt kunnen worden in geaborteerde foetussen. Reflexen gaan dus, in tegenstelling tot wat vaak gedacht wordt, niet vooraf aan spontane bewegingen.

#### 1.4 De kwantiteit van de verschillende bewegingspatronen

De hoeveelheid van de verschillende bewegingen verandert in de loop van de zwangerschap. De Vries et al (1985) geven een uitgebreide beschrijving van deze veranderingen tot 20 weken. Er zijn een aantal patronen aan te geven in de veranderingen.

Adembewegingen, geïsoleerde armbewegingen, kaakbewegingen, zuigen en slikken en hoofdrotaties laten een doorlopende toename zien. General movements nemen toe tot een bepaalde waarde is bereikt en blijven daarna constant.

Hikken, hoofdretroflexie en hand-gezicht contact nemen ook toe tot een bepaalde waarde is bereikt maar nemen na enige tijd weer af.

De afname in hoeveelheid startles begint zeer snel na het voor het eerst voorkomen.

De andere bewegingen, geïsoleerde beenbewegingen, hoofdanteflexie, gapen en stretch, laten geen verloop in de tijd zien, mogelijk door het geringe voorkomen van deze bewegingen.



Na 20 weken neemt de hoeveelheid general movements gestaag af (de Vries et al, 1987). De hoeveelheid adembewegingen neemt nog toe tot 30 weken en blijft daarna constant (de Vries et al, 1985).

Rangschikking van de bewegingen van veel naar weinig voorkomen levert een vrij constant beeld op gedurende de zwangerschap. De meeste bewegingen houden een relatief vaste plaats in de rangorde. General movements blijven bijvoorbeeld, in ieder geval tot 20 weken, de meest voorkomende bewegingen. Maar hiccups, startles en geïsoleerde beenbewegingen nemen gedurende de eerste helft van de zwangerschap af, terwijl de kaakbewegingen dan juist toenemen. (de Vries et al, 1988)

Door de afname van startles en hiccups lijkt het alsof foetussen zich in de loop van de tijd meer gecoördineerd gaan bewegen. Dit is dus niet het gevolg van een verandering in de vorm van de bewegingen maar van een verschuiving in de frekwentie van de verschillende bewegingen.

De langste periode zonder bewegingen bereikt een maximum bij 12 weken en neemt daarna weer af (gemiddeld voor een groep foetussen). De maximaal waargenomen periode zonder beweging (voor één foetus) duurde 13 minuten.

### 1.5 Overeenkomsten en verschillen binnen/tussen foetussen

Bij de beschrijving van veranderingen in de hoeveelheid bewegingen in de loop van de zwangerschap is uitgegaan van de mediaan voor een groep foetussen. Dit was ook het geval voor de rangschikking van de bewegingen van veel naar weinig voorkomen. De rangorde voor de verschillende foetussen blijkt op eenzelfde moment ongeveer gelijk te zijn (de Vries et al, 1988). Hier is dus geen sprake van verschillen tussen de foetussen. Ook de volgorde van de eerste keer dat een beweging wordt waargenomen blijkt voor alle foetussen ongeveer gelijk te zijn (de Vries et al, 1982).

Moeders zeggen dat er wel duidelijke verschillen bestaan tussen kinderen in hoeveelheid bewegen. Op grond van de hoeveelheid totale aktiviteit en general movements van week tot week blijkt het mogelijk onderscheid te maken tussen relatief aktieve, matig aktieve en inaktieve foetussen. (De variatie in hoeveelheid bewegingen binnen individuen is ongeveer de helft van die variatie tussen individuen.) Maar vergelijking van general movements in de eerste en tweede zwangerschapshelft levert geen significante verschillen tussen foetussen op. Bovendien is het niet zo dat relatief inaktieve foetussen alle bewegingen weinig vertonen. (de Vries et al, 1988)

### 1.6 Functie van de bewegingen

Foetale bewegingen kunnen verschillende functies hebben. Ze kunnen een aanpassing zijn aan het intra-uteriene leven (Prechtl, 1986). Voorbeelden hiervan zijn positieveranderingen om vastkleven aan de baarmoederwand te voorkomen en het drinken van

amniovloeistof om de hoeveelheid daarvan te reguleren (de Vries, 1987).

Verder kunnen bewegingen invloed hebben op de ontwikkeling van de foetus. Bewegingen dragen bij aan de vorming van zenuwstelsel en spieren en mogelijk ook aan de vorming van het skelet. Adembewegingen beïnvloeden de rijping van de longen. Het doorsnijden van de nervus frenicus bij konijnefoetussen, met als gevolg dat er geen adembewegingen mogelijk zijn, leidt tot longhypoplasie (Wigglesworth en Desai, 1979). Maar ook als er wel adembewegingen zijn kan longhypoplasie optreden (Visser et al, 1985b).

Tenslotte kunnen bewegingen vooruitlopen op aanpassingen na de geboorte. Voorbeelden hiervan zijn gapen, stretches, oogbewegingen en hoofdrotatie (Precht1, 1986). Deze bewegingen moeten na de geboorte op adequate momenten uitgelokt kunnen worden, anders zijn ze zinloos (bijvoorbeeld het draaien van het hoofd om de tepel te zoeken).

De functionele betekenis van foetale bewegingen is niet altijd duidelijk. Maar misschien hebben ook niet alle prenatale bewegingen een functie en zijn ze slechts openlijke uitingen van de neurale ontwikkeling (Oppenheim, 1981).

"The mechanisms of fetal motility must be considered to be a fundamental property of the developing nervous system." (Precht1, 1986)

## HOOFDSTUK 2 MOTORIEK VAN LOW-RISK PREMATUUR GEBOREN KINDEREN

### 2.1 Inleiding

In het voorgaande zijn de spontane bewegingen van foetussen beschreven. Als vervolg hierop komen in dit gedeelte de bewegingen van prematuur geboren kinderen, "extra-uteriene foetussen", aan de orde. Om een goede vergelijking te maken met spontane bewegingen van foetussen moeten ook voor prematuren de spontane bewegingen worden beschreven.

Het meeste onderzoek naar de bewegingen van prematuren is echter onderzoek naar neurologische rijpheid (bijvoorbeeld de ontwikkeling van reflexen). Paludetto et al (1982) en Ferrari et al (1983) bijvoorbeeld hebben prematuur en à term geboren kinderen vergeleken op een leeftijd van ongeveer 40 weken (conceptual age). Zij gebruikten beiden de Brazelton Assessment Scale, deze is bedoeld om interaktief gedrag te scoren. Voorbeelden van deze test zijn het bepalen van de reactie op visuele of auditieve stimuli of van de moeite die het kost om het kind te troosten. (Brazelton, 1973) Paludetto et al vonden nauwelijks verschillen tussen prematuur en à term geboren kinderen terwijl Ferrari et al aanzienlijke verschillen vonden. Een mogelijke verklaring hiervoor is het tijdstip na de geboorte waarop de à term geboren kinderen werden onderzocht. Palmer et al (1982) vonden dat bijvoorbeeld de reactie op visuele en auditieve stimuli op de vijfde dag na de geboorte sterker is dan op de eerste dag na de geboorte. Paludetto et al onderzochten de à term geboren kinderen twee à drie dagen na de geboorte en Ferrari et al pas vijf dagen na de geboorte. Het is mogelijk dat de à term geboren kinderen bij Ferrari et al daardoor beter scoorden en het verschil tussen de prematuur en de à term geboren kinderen dus groter werd dan bij Paludetto et al.

Saint-Anne Dargassies (1977) onderzocht het ontwikkelingsverloop van neurologische functies bij prematuren. Zij kwam tot de konklusie dat er grote overeenkomst bestaat in de neurologische ontwikkeling bij intra- en extra-uteriene ontwikkeling.

Ook Gesell en Amatruda (1945) konkludeerden dat het gedrag van foetussen weinig verandert door de geboorte. De verandering van omgeving heeft volgens hen weinig gevolgen voor de ontwikkeling en het karakter van het gedrag.

"The infant remains true to his fetalilty -even though born before his time."

Gesell en Amatruda beschrijven drie elkaar opvolgende stadia. In het eerste stadium, van 28 tot 32 weken, ligt het kind vrijwel nooit helemaal stil maar maakt het ook nauwelijks grote bewegingen, het slaapt nooit echt maar is ook nooit echt wakker. In het tweede stadium, van 32 tot 36 weken, maakt het kind meer afgebakende bewegingen, het echt wakker zijn begint te ontwikkelen maar echte slaap nog niet. In het derde stadium, van 36 tot 40 weken, ontstaan patronen in de afwisseling van activiteit en rust, er ontstaat een scherpe grens tussen slapen en wakker zijn.

Gesell en Amatruda bestudeerden voornamelijk spontaan gedrag van prematuren. Maar door technologische ontwikkelingen is de behandeling van prematuren sterk veranderd en daardoor is dit onderzoek verouderd (Prechtl en Nolte, 1984).

De hierna volgende beschrijving van spontaan gedrag van prematuren is voornamelijk gebaseerd op onderzoek van Prechtl et al (1979) naar de spontane bewegingen van low-risk prematuren en op onderzoek van Prechtl en Nolte (1984) waarbij ook spontane bewegingen van high-risk prematuren werden bestudeerd.

## 2.2 Beschrijving van de verschillende bewegingspatronen

De hiervoor gegeven beschrijving van foetale bewegingen was gebaseerd op postnatale bewegingen. De (meeste) postnatale bewegingen zijn daardoor in het voorgaande al beschreven. Het is overigens niet zo dat alle foetale bewegingen direkt na de geboorte ook aanwezig zijn. Sommige bewegingen verdwijnen tijdelijk, het vooroverbuigen van het hoofd treedt bijvoorbeeld pas 16 weken na het bereiken van de à term leeftijd weer op (Prechtl, 1984).

Het bewegingsrepertoire wordt na het bereiken van de à term leeftijd natuurlijk uitgebreid. General movements blijven enkele weken hetzelfde als die van foetussen, maar daarna verandert het karakter van de bewegingen, de amplitude wordt bijvoorbeeld kleiner. Deze verandering wordt al snel gevolgd door het optreden van "manipulerend gedrag" (reiken, aanraken). Het kind lijkt niet langer te "worden bewogen", maar zelf te bewegen. (Hopkins en Prechtl, 1984)

Zoals al eerder gezegd lijkt de kwaliteit van de bewegingen voor en na de geboorte sterk op elkaar. Ondanks grote verschillen in omgevend medium en invloed van de zwaartekracht zijn de bewegingen van gezonde foetussen én prematuren elegant, vloeiend en gracieus (Prechtl en Nolte, 1984). Maar bijvoorbeeld het plotseling ontspannen van een ledemaat zal bij een foetus niet en bij een pasgeborene wél zorgen voor het snel neervallen van die ledemaat (de Vries et al, 1982). De grote overeenkomst in pre- en postnatale bewegingen lijkt erop te wijzen dat de omgeving een verwaarloosbare rol speelt bij het afstemmen van deze bewegingen. (Prechtl, 1986).

## 2.3 De kwantiteit van de verschillende bewegingspatronen

De hoeveelheid bewegingen van prematuren vertoont een verandering in de loop van de tijd. Deze verandering is gerelateerd aan de conceptional age en niet aan de postnatale leeftijd. De lengte van de periode met extra-uteriene ervaring speelt bij deze verandering dus geen rol. (Prechtl et al, 1979)

Vanaf ongeveer 36 weken neemt de hoeveelheid bewegingen van prematuren duidelijk af. Dit wijst erop dat de afname van de hoeveelheid foetale bewegingen, in de laatste weken van de zwangerschap niet door ruimtebeperking wordt veroorzaakt. Waarschijnlijk is deze afname dus het gevolg van de rijping van inhiberende mechanismen, die onafhankelijk is van omgevingsfactoren. (Prechtl et al, 1979)

Huilen heeft een duidelijk effect op de hoeveelheid bewegingen die gemaakt wordt. De hoeveelheid stretches en general movements

neemt sterk toe en de hoeveelheid twitches en cloni neemt enigszins toe als een kind veel huilt. Hierbij werd de kanttekening gemaakt dat het niet zeker is dat de bewegingen die als stretches gescoord werden inderdaad stretches waren of alleen bewegingen die er veel op leken. De tijd dat een kind huilt kan niet verklaard worden door de klinische conditie van het kind. Ook vertoont de hoeveelheid huilen geen systematisch verloop in de tijd. (Prechtl et al, 1979)

#### 2.4 Consistente verschillen tussen kinderen

Bij prematuren zijn verschillen tussen de kinderen aan te geven in de hoeveelheid bewegingen. De hoeveelheid general movements, stretches, twitches, cloni en startles vertonen interindividuele verschillen. Ook zijn er kinderen die duidelijk meer huilen dan andere kinderen. Deze laatste verschillen verklaren overigens de verschillen in hoeveelheid beweging niet.

Shadmi et al (1986) vonden geen relatie tussen foetale bewegingen (geregistreerd door de moeder) en de activiteit van pasgeborenen (van 1 tot 3 dagen) of de activiteit van kinderen van ongeveer een jaar. Zij konkluderen hieruit dat foetale bewegingen door andere factoren worden beïnvloed dan bewegingen van kinderen. Er zijn echter moeders die zeggen dat weinig bewegende foetussen wél rustige kinderen worden. De Vries et al (1988) geven twee mogelijke verklaringen voor deze discrepantie.

Ten eerste zou de motorische activiteit beter enkele dagen na de geboorte kunnen worden gemeten dan vlak na de geboorte. Ten tweede werd de neonatale motorische activiteit gemeten volgens de Brazelton Assessment Scale (Brazelton, 1973). Deze schaal meet een combinatie van spontaan én uitgelokt gedrag (zie ook inleiding). Deze activiteit zou daardoor niet goed te vergelijken zijn met de spontane foetale activiteit die door de moeder werd geregistreerd. Er is geen soortgelijke verklaring voor de afwezigheid van een relatie tussen foetale bewegingen en activiteit van kinderen van ongeveer een jaar. Bij deze kinderen werd de activiteit gemeten als de som van het aantal bewegingen. In een zweeds onderzoek werd wél een relatie gevonden tussen foetale bewegingen en, door de moeder bepaalde, activiteit van ongeveer een jaar oude kinderen. Maar volgens Shadmi et al is dit een subjectieve, en daardoor waarschijnlijk slechtere, maat voor activiteit dan de maat die zij gebruikten.

Een kanttekening die hierbij gemaakt moet worden is dat de Vries et al geen grote verschillen tussen foetussen vonden. Onderzoek naar de relatie tussen bewegingen voor en na de geboorte is er op gebaseerd dat deze verschillen er wél zijn.

## HOOFDSTUK 3 BEHAVIOURAL STATES

### 3.1 Inleiding; behavioural states bij full-term pasgeborenen

Een kind kan in verschillende toestanden van neurale activiteit zijn. Deze toestanden worden behavioural states genoemd. Het is niet zinvol om alle condities waarin een kind kan zijn een state te noemen. Er ontstaat dan een uitputtende lijst met alle gedragingen die een kind kan uitvoeren. Daarom wordt de term state gereserveerd voor de verschillende stadia van slapen en wakker-zijn. (Prechtl en O'Brien, 1982)

Het concept behavioural state wordt gebruikt om de variatie in fysiologische en gedragsvariabelen, die bestaat bij gezonde pasgeborenen, te verklaren. Er is lang gedacht dat neurologisch onderzoek van pasgeborenen niet mogelijk was, dit had een aantal oorzaken. De neurologische responsen zijn, bij dezelfde stimulus, inconsistent, er is een grote variabiliteit in EEG-patronen en er is een grote intra-individuele variatie in activiteit. Dit kon, ook in relatie met slapen en wakker-zijn, niet worden verklaard. De aanwezigheid van behavioural states kan, hoewel de oorzaken niet duidelijk zijn, deze fenomenen wel verklaren. De neurologische responsen bijvoorbeeld worden beïnvloed door de behavioural state waarin het kind is. Binnen één state is de respons op een bepaalde stimulus constant.

Behavioural states zijn oorspronkelijk geïntroduceerd om bepaalde gedragingen, voornamelijk de wisselende respons op stimuli tijdens een neurologisch onderzoek, te verklaren. Maar later bleek dat bij baby's met neurologische problemen de behavioural states zelf verstoord zijn.

"... odd state profiles during the neurological examination are in themselves a sign of neurological disorder." (Prechtl, 1974)

Niet alleen het neurologisch onderzoek maar ook de constellatie van behavioural states kan dus gebruikt worden om de neurologische conditie van een kind te bestuderen.

Behavioural states worden gekenmerkt door de aanwezigheid van bepaalde combinaties van variabelen. Deze variabelen moeten zo gekozen worden dat ze veranderingen kunnen aangeven in het karakter van het slapen en wakker-zijn. Er moeten niet te veel variabelen als statecriteria gebruikt worden omdat anders te veel overgangsstadia ook als state benoemd worden.

Verschillende auteurs gebruiken verschillende criteria om states te definiëren, maar omdat de eigenschappen van meerdere variabelen vaak ongeveer gelijktijdig wisselen vertonen de verschillend gedefinieerde states toch grote overeenkomsten.

De variabelen die Prechtl gebruikt om een state te definiëren zijn het open- of dicht-zijn van de ogen, de (on)regelmatigheid van de ademhaling, de aan- of afwezigheid van lichaamsbewegingen en de aan- of afwezigheid van vocalisatie (huilen). Om een toestand een state te noemen moet een specifieke combinatie van parameters aanwezig zijn (=coïncidentie). Deze combinatie moet minstens drie minuten worden gehandhaafd. Bovendien moeten bij het begin en eind van een state de parameters gelijktijdig

(binnen drie minuten) van waarde veranderen (=synchrone transitie). Maar volgens Prechtl en O'Brien moet er niet te rigide aan de criteria worden vastgehouden want:

"... states, whatever criteria are used, are abstractions, derived from noisy indicators."

Er zijn voor pasgeborenen vijf states aan te geven; de states worden genummerd om fysiologische interpretatie tegen te gaan.

- State 1 -ogen dicht
  - regelmatige ademhaling
  - geen lichaamsbewegingen
  - geen vocalisatie
- State 2 -ogen dicht
  - onregelmatige ademhaling
  - kleine lichaamsbewegingen
  - geen vocalisatie
- State 3 -ogen open
  - regelmatige ademhaling
  - geen lichaamsbewegingen
  - geen vocalisatie
- State 4 -ogen open
  - onregelmatige ademhaling
  - grote lichaamsbewegingen
  - geen vocalisatie
- State 5 -ogen open of dicht
  - onregelmatige ademhaling
  - grote lichaamsbewegingen
  - wel vocalisatie (huilen)

### 3.2 Behavioural states bij foetussen

De statecriteria die gebruikt worden om de states bij full-term pasgeborenen te definiëren zijn om praktische redenen niet bruikbaar voor foetussen. Er is bij foetussen niet continu ademhaling aanwezig en het open- of dicht-zijn van de ogen is vaak moeilijk of niet te zien. (Nijhuis et al, 1982)

Een aantal andere, met non-invasieve methoden te bepalen, variabelen blijken wel bruikbaar. Dit zijn aan- of afwezigheid van oogbewegingen en hartslagpatroon (FHRP). Deze variabelen voldoen aan de vereisten voor de definiëring van states, stabiliteit en synchrone transitie. De aan- of afwezigheid van lichaamsbewegingen is ook bij foetussen een bruikbare variabele.

Er zijn voor foetussen vier states aan te geven, overeenkomend met de states 1 t/m 4 bij full-term pasgeborenen.

- State 1F -rust, af en toe onderbroken door korte lichaamsbewegingen (startles)
  - geen oogbewegingen
  - FHRP-A, stabiel, weinig oscillatie, versnelling tijdens bewegingen
- State 2F -frequent grote lichaamsbewegingen (stretches, retroflexies, bewegingen extremiteiten)
  - continu oogbewegingen
  - FHRP-B, grotere oscillatie dan FHRP-A, versnelling tijdens bewegingen

- State 3F -geen grote lichaamsbewegingen  
 -continu oogbewegingen  
 -FHRP-C, stabiel, grotere oscillatie dan FHRP-A,  
 geen versnellingen
- State 4F -krachtige continue activiteit (bijvoorbeeld romp-  
 rotaties  
 -continu oogbewegingen  
 -FHRP-D, instabiel, langdurig grote versnellingen

Tot 36 weken, bij kinderen van multiparae, zijn de variabelen onafhankelijk van elkaar, elke variabele heeft een eigen periodiciteit. Door toeval kan coïncidentie optreden, maar aan de andere twee eisen voor states (associatie van minstens drie minuten en synchrone transitities) wordt dan nog niet voldaan. Tussen 36 en 38 weken treedt een sterke toename op van de coïncidentie en vanaf ongeveer 38 weken vertonen de parameters simultane veranderingen.

Kinderen van nulliparae zijn bij de geboorte lichter dan kinderen van multiparae. Dit verschil in gewicht wordt mogelijk veroorzaakt door een suboptimale intra-uteriene omgeving bij nulliparae. Die suboptimale intra-uteriene omgeving heeft mogelijk gevolgen voor de neurologische ontwikkeling van het kind. De ontwikkeling van behavioural states lijkt hier inderdaad op te wijzen. Het patroon van ontwikkeling van behavioural states is gelijk voor kinderen van nulli- en multiparae. Maar bij de meeste kinderen van nulliparae zijn pas is een later stadium behavioural states aanwezig. (van Vliet et al 1985a)

### 3.3 Behavioural states bij prematuur geboren kinderen

Hoe jonger de prematuur geboren kinderen zijn hoe moeilijker het is om de statecriteria, die gebruikt worden om states bij full-term pasgeborenen te definiëren, toe te passen. Vanaf 28 weken treden er wel cyclische veranderingen in de verschillende variabelen op, maar deze veranderingen zijn onafhankelijk van elkaar. Net als bij foetussen treedt er pas vanaf 36 weken synchronisatie van de cycli van de verschillende variabelen op. Vanaf ongeveer 36 weken komen er bijvoorbeeld nauwelijks meer grote bewegingen (stretches, general movements) voor tijdens periodes met rustige ademhaling. Vanaf die tijd zijn dus de states zoals die voor full-term pasgeborenen werden gedefinieerd te herkennen. (Precht1 et al, 1979)



## HOOFDSTUK 4 MOTORIEK EN BEHAVIOURAL STATES VAN HIGH-RISK FOETUSSEN

### 4.1 Inleiding

Foetale bewegingen en behavioural states geven de conditie van het foetale zenuwstelsel weer. (vergelijk 1.6: Bewegingen zijn, onder andere, openlijke uitingen van de neurale ontwikkeling.) Het is dus waarschijnlijk dat in ongunstige kondities bewegingen en behavioural states zullen veranderen. Deze veranderingen kunnen bijvoorbeeld betrekking hebben op de kwantiteit of kwaliteit van de bewegingen of op het ontwikkelingsverloop van behavioural states. (Precht1, 1985)

Sadovsky et al (1983) vonden dat wanneer de foetale bewegingen vrijwel stopten (geregistreerd door de moeder) dit vaak wees op een terminale conditie van de foetus. Een minder drastische vermindering van het aantal bewegingen vertoonde een veel minder duidelijke relatie met een slechte uitkomst van de zwangerschap. Al eerder vonden Sadovsky et al (1979) dat een sterke vermindering van het aantal bewegingen vaak voorafgegaan werd door een verandering in het bewegingspatroon. Het aantal zwakke bewegingen nam dan toe en het aantal sterke bewegingen nam af. Een verandering in bewegingspatroon zou dus een betere, eerdere, aanwijzing zijn voor ongunstige kondities dan alleen een afname in hoeveelheid bewegingen.

Ianniruberto en Tajani (1981) vonden ditzelfde met echoscopische registraties. Het ophouden van bewegingen werd altijd gevolgd door abortus, terwijl een vermindering in beweging in 16% van de gevallen gevolgd werd door een abortus. Bovendien bleken veranderingen in de kwaliteit van de bewegingen, tragere bewegingen met kleinere amplitude, vaak te wijzen op ongunstige kondities. Ook foetussen met chromosoomafwijkingen vertonen vaak afwijkingen in de kwaliteit van hun bewegingen. Volgens Boué et al (1982) vertonen ze bewegingspatronen die horen bij minder rijpe foetussen en zijn ze vaak extreem actief met abrupte bewegingen.

Op dezelfde manier als naar de hiervoor uitgebreid beschreven bewegingen van low-risk foetussen, is naar de bewegingen van een aantal groepen high-risk foetussen gekeken.

De bewegingen en de ontwikkeling van behavioural states van low-risk foetussen zijn vergeleken met die van groeigeretardeerde en anencephale foetussen en foetussen van vrouwen met insulineafhankelijke diabetes.

### 4.2 Anencephalie

Bij anencephale foetussen kunnen de morfologische afwijkingen van het centrale zenuwstelsel, na abortus, nauwkeurig bepaald worden. De bewegingen van de foetussen, voor de abortus, kunnen dan vergeleken worden met deze morfologische gegevens. (Vissér et al, 1985b)

In het begin van de zwangerschap is de aanwezigheid van enkele ektopische motorneuronen (buiten het centraal zenuwstelsel) al voldoende om bewegingen te genereren. Ook zonder duidelijke structuur van ruggemerg in de hals kunnen armbewegingen optreden.

Maar zelfs in de eerste zwangerschapshelft moet de normale structuur aanwezig zijn om geen afwijkend bewegingspatroon te krijgen.

Bij anencephale foetussen zijn veel minder soorten bewegingen te herkennen dan bij low-risk foetussen, gemiddeld slechts 4 à 5 soorten. General movements komen in alle foetussen voor, startles, geïsoleerde arm- en beenbewegingen in vrijwel alle foetussen. Hoofdbewegingen en hikken zijn bijna altijd afwezig.

De anencephale foetussen laten een bewegingscacafonie zien, en nauwelijks geïsoleerde bewegingen. De hoeveelheid startles is in alle anencephale foetussen groter dan in normale foetussen. Alleen de anencephale foetussen met een intacte hersenstam vertonen een normale hoeveelheid general movements. De nog ernstiger misvormde foetussen, zonder intacte hersenstam, zijn extreem actief, het percentage tijd dat general movements optreden is veel hoger dan bij normale foetussen.

Net als groeigeretardeerde foetussen, vertonen anencephale foetussen echter de meest duidelijke afwijkingen in de kwaliteit van de bewegingen. General movements zijn niet vloeiend maar starten en stoppen abrupt. Het zijn krachtige, krampachtige bewegingen die door hun grote amplitude steeds grote positieveranderingen tot gevolg hebben. Soms zijn bewegingen zelfs moeilijk te classificeren door de geringe gelijkenis met bewegingspatronen van low-risk foetussen.

De bewegingen van één foetus vertonen geen grote verschillen in kwaliteit. De mate van abnormaal gedrag is gerelateerd aan de ernst van de afwijking. De classificatie van bewegingen is bijvoorbeeld het moeilijkst in foetussen met zeer weinig intacte structuren.

### 4.3 Groeiretardatie

#### 4.3.1 Motoriek

De konditie van het foetale zenuwstelsel beïnvloedt de bewegingen en ontwikkeling van behavioural states. Langdurige ondervoeding van foetussen veroorzaakt mogelijk afwijkingen in het zenuwstelsel. Foetale bewegingen en de ontwikkeling van behavioural states van, door langdurige ondervoeding, groeigeretardeerde foetussen zijn anders dan die van goed gevoede, niet groeigeretardeerde foetussen. (Bekedam et al, 1985)

Groeigeretardeerde foetussen vertonen een reductie in de kwantiteit van een aantal bewegingen (general movements, startles en twitches, geïsoleerde armbewegingen en hoofd rotaties). Een reductie van één bepaalde beweging hoeft niet samen te gaan met een reductie van alle bewegingen. Het aantal general movements kan bijvoorbeeld normaal zijn, terwijl de hoeveelheid snelle bewegingen, als startles en twitches, gereduceerd is. De gemiddelde waarde voor de hoeveelheid van de bovengenoemde bewegingen ligt voor groeigeretardeerde foetussen lager dan voor niet groeigeretardeerde foetussen. Er is echter een grote overlap in range bij de meeste bewegingen. De kwantiteit van bewegingen is dus

geen goede indikator voor eventuele afwijkingen in de ontwikkeling van het zenuwstelsel.

De kwaliteit van de bewegingen vertoont wel duidelijke verschillen tussen wel en niet groeigeretardeerde foetussen. Foetussen die niet groeigeretardeerd zijn vertonen general movements die complex en variabel zijn in samenstelling, snelheid en intensiteit. De general movements van groeigeretardeerde foetussen zijn daarentegen zeer monotoon. Het zijn langzame bewegingen met weinig kracht en kleine amplitude. Ze hebben weinig variabiliteit in snelheid en intensiteit.

De kwaliteit van de bewegingen vertoont grote intra-individuele consistentie. Er bestaan wel interindividuele verschillen, die mogelijk het gevolg zijn van verschillen in de mate van beschadiging van de foetus.

Het abnormale bewegingspatroon blijft bestaan als na de geboorte voedsel- en zuurstofvoorziening weer goed zijn. Het tekort aan voedsel heeft dus niet alleen een korte termijn effect maar langduriger gevolgen. Een achterstand in de spierontwikkeling door verminderde voedseltoevoer kan wel het gebrek aan kracht maar niet de algehele monotonie van de bewegingen verklaren. Een verklaring voor de verandering in de kwaliteit van de bewegingen moet dus waarschijnlijk gezocht worden in een beschadiging in de ontwikkeling van het zenuwstelsel, als gevolg van voedsel- en zuurstofgebrek.

#### 4.3.2 States

Ook de ontwikkeling van behavioural states vertoont verschillen tussen wel en niet groeigeretardeerde foetussen. Bij 40 weken zijn bij vrijwel alle niet groeigeretardeerde foetussen states aanwezig, voor lang niet alle groeigeretardeerde foetussen is dat het geval. Zij vertonen nog steeds lange periodes zonder coincidentie, coincidentie-1F wordt bijvoorbeeld vaak onderbroken door general movements. Bovendien zijn de overgangen tussen de verschillende coincidenties vaak niet synchroon. Deze verschillen zijn mogelijk het gevolg van een slecht functionerend zenuwstelsel.

Ook kinderen van moeders met hypertensie of toxemie, waar de intra-uteriene omgeving dus ook niet optimaal is, maar die niet groeigeretardeerd zijn, vertonen een verstoorde ontwikkeling van behavioural states. Het is dus mogelijk dat de afwijkingen in de ontwikkeling van behavioural states niet een specifiek gevolg zijn van groeiretardatie, maar altijd optreden in geval van suboptimale intra-uteriene omstandigheden. (van Vliet et al, 1985b)

### 4.4 Diabetes

#### 4.4.1 Motoriek

Bij kinderen van vrouwen met insuline-afhankelijke diabetes komen aangeboren afwijkingen vaker voor dan bij low-risk kinderen. Foetussen van diabetici vertonen een vertraging in het ontstaan van bewegingspatronen. Het is dus mogelijk dat deze vertraging samenhangt met afwijkingen in het zenuwstelsel. De vertraging in het ontstaan van bewegingspatronen blijkt echter vrijwel geheel

te verklaren door een algehele groeivertraging en lijkt dus niet het gevolg van een specifieke achterstand in de ontwikkeling van het zenuwstelsel. (Visser et al, 1985a)

In tegenstelling tot de overige bewegingen treden adembewegingen bij foetussen van diabetici op dezelfde leeftijd op als bij low-risk foetussen. Gecorrigeerd voor de algehele groeivertraging treden adembewegingen dus relatief vroeg op bij foetussen van diabetici. Voor de laatste periode van de zwangerschap is bekend dat de hoeveelheid adembewegingen gerelateerd is aan het glucosegehalte in het bloed van de moeder. Maar blijkbaar heeft ook al in het begin van de zwangerschap het glucosegehalte invloed op de foetale adembewegingen.

#### 4.4.2 States

Aan het eind van de zwangerschap hebben veel minder foetussen van vrouwen met diabetes behavioural states dan low-risk foetussen. De patronen die de foetussen van diabetici laten zien, lijken op die van minder rijpe low-risk foetussen. De overgangen tussen de verschillende coïncidenties zijn niet synchroon, coïncidentie-1F wordt regelmatig onderbroken door grote lichaamsbewegingen en de hoeveelheid non-coïncidentie neemt in de loop van de tijd niet af. Dit werd met name gevonden voor foetussen van nulliparae. (Mulder et al, 1987) Deze gelijkenis met minder rijpe low-risk foetussen werd ook gevonden voor de rust-activiteitscyclus. In normale zwangerschappen is aan het eind van de zwangerschap een grote toename te zien in de lengte van rust- en activiteitsperiodes. Deze toename werd niet gevonden in foetussen van diabetici, hun rust-activiteitscyclus bleef dus lijken op die van jongere foetussen. (Dierker et al, 1982)

Een goede glucose-regulatie heft de verstoringen die ontstaan in de ontwikkeling van behavioural states en bewegingspatronen niet op. Blijkbaar is de glucose-concentratie in het bloed van de moeder niet de enige faktor bij diabetes die invloed heeft.

Psychologisch onderzoek suggereert dat de verstoring in de neurologische functies van voorbijgaande aard is. Op een leeftijd tussen 15 en 30 maanden vertonen de kinderen namelijk geen afwijkingen bij psychologisch onderzoek. (in Mulder et al, 1987)

De verstoring in de ontwikkeling van behavioural states bij foetussen van diabetici is een ondersteuning van de veronderstelling dat suboptimale intra-uteriene omstandigheden altijd invloed hebben op die ontwikkeling. De verstoring is niet beperkt tot een specifieke groep high-risk foetussen (bijvoorbeeld groeigeretardeerde foetussen) maar strekt zich uit over verschillende soorten high-risk foetussen.

## HOOFDSTUK 5 MOTORIEK VAN HIGH-RISK PASGEBORENEN

### 5.1 Motoriek van high-risk prematuur geboren kinderen

Zoals in hoofdstuk 4 beschreven is geven foetale bewegingen en behavioural states de conditie van het foetaal zenuwstelsel weer. Ditzelfde geldt natuurlijk voor de bewegingen van prematuur geboren kinderen. Prechtl en Nolte (1984) hebben de bewegingen van low- en high-risk prematuren vergeleken. Zij maakten daarbij geen onderscheid tussen verschillende "soorten" high-risk prematuren.

Net als bij foetussen werden er niet veel verschillen gevonden in de kwantiteit van de bewegingen. Een sterke afname van de hoeveelheid bewegingen bij high-risk prematuren werd alleen gevonden in acute condities. Tot 33 weken vertonen de high-risk prematuren minder general movements dan low-risk prematuren, als gevolg van de afname in beweging in acute condities. Na 33 weken verdwijnt dat verschil. De hoeveelheid cloni toont wel duidelijke verschillen tussen high- en low-risk prematuren. High-risk prematuren hebben veel meer cloni. Bovendien bleken alle kinderen die ernstig gehandicapt werden veel cloni te hebben gehad. Er waren overigens ook prematuren die veel cloni hadden en 1 tot 3 jaar later niet gehandicapt waren.

De kwaliteit van de bewegingen vertoont, eveneens net als bij foetussen, wel duidelijke verschillen. De general movements van high-risk prematuren zijn minder vloeiend en elegant. Ook de variatie en fluktuatie in intensiteit en snelheid van de bewegingen is gereduceerd bij high-risk prematuren.

### 5.2 Motoriek van high-risk foetussen na de geboorte

In hoofdstuk 4 zijn de spontane bewegingen van een aantal groepen high-risk foetussen beschreven. Als vervolg hierop zouden de spontane bewegingen van deze kinderen na de geboorte moeten worden beschreven. In de literatuur zijn hier echter geen gegevens over te vinden.

Michaelis et al (1970) hebben wel bewegingen van groeigeretardeerde ("small for gestational age") en niet groeigeretardeerde kinderen vergeleken. Zij keken daarbij echter niet naar spontane bewegingen maar naar reflexen. In tegenstelling tot eerder onderzoek vonden zij dat veel van de groeigeretardeerde kinderen afwijkende reflexpatronen vertoonden. Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat naar complexe fenomenen is gekeken en dat deze eerder aangetast zullen zijn dan meer "simpele" reflexen. Omdat voor meer "simpele" reflexen minder integratie van het zenuwstelsel nodig is.

Schulte et al (1969) hebben de slaapcycli van kinderen van moeders met diabetes bestudeerd. Het blijkt dat de gemiddelde duur van de cycli voor kinderen van moeders met en zonder diabetes vrijwel even lang is, maar het percentage REM-slaap is voor kinderen van moeders met diabetes hoger. Bovendien hebben

een aantal kinderen van moeders met diabetes minder gecoördineerde nonREM-slaap (onregelmatige ademhaling, oogbewegingen). Deze beide fenomenen zijn karakteristiek voor minder rijpe "normale" kinderen.

Deze overeenkomst met minder rijpe kinderen werd, op grond van rust-ativiteitscyclus en ontwikkeling van behavioural states, ook gevonden voor foetussen van moeders met diabetes (4.3).

## HOOFDSTUK 6 MOTORIEK VAN EEN AANTAL PREMATUUR GEBOREN KINDEREN

### 6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de kwantiteit en kwaliteit van de bewegingen van een aantal prematuur geboren kinderen beschreven. Van zeven kinderen (001 t/m 007) waren videobanden beschikbaar met bewegingsregistraties van één uur. Deze registraties waren één tot enkele weken na de geboorte gemaakt. Van zeven andere kinderen (008 t/m 014) (met neurologische afwijkingen) waren bewegingsregistraties beschikbaar van 10 à 20 minuten. Deze registraties waren rond à term leeftijd gemaakt.

### 6.2 Motoriek

#### 6.2.1 Kwantiteit

De kwantiteit van de bewegingen is gescoord door tijdens het bekijken van de videoband te noteren wanneer een beweging voorkomt en hoe lang deze duurt. Dit was mogelijk met een nauwkeurigheid van één seconde.

Elke band werd twee keer bekeken. De eerste keer werd gelet op het voorkomen van general movements, startles, stretches en geïsoleerde arm-, been-, en hoofdbewegingen. De tweede keer werd gelet op het voorkomen van hand-gezicht contact, hikken, kaakbewegingen ("mouthing") en het open- of dicht-zijn van de ogen. Eventuele kaakbewegingen en het open- of dicht-zijn van de ogen konden echter niet altijd worden waargenomen.

Deze gegevens zijn verwerkt met een computerprogramma (SCO). De resultaten hiervan staan weergegeven in tabel 6.1 en in figuur 6.1 tot en met 6.15. In tabel 6.1 staat, voor de kinderen waarvan een bewegingsregistratie van één uur beschikbaar was, het voorkomen van de bewegingen per uur. Voor de bewegingen die langer dan één seconde duren (general movements, hikken, kaakbewegingen en ogen-open) staat het percentage tijd dat de beweging aanwezig is in de tabel. Voor de kortere bewegingen wordt gewerkt met de frekwentie per uur. Voor de general movements staat bovendien de gemiddelde duur van de bewegingen aangegeven. In de figuren staat per kind het voorkomen van de afzonderlijke bewegingen in de tijd aangegeven.

Er blijkt grote variatie te bestaan in de hoeveelheid bewegingen tussen de verschillende kinderen (tabel 6.1). In deze groep lijkt die variatie niet te worden veroorzaakt door leeftijdsverschillen. De kinderen zijn in tabel 6.1 gerangschikt naar toenemende leeftijd en er lijkt dan geen patroon te bestaan in de kwantiteit van de bewegingen. Dit betekent natuurlijk niet dat er inderdaad geen verloop in de tijd bestaat voor de kwantiteit van de bewegingen. De kinderen zijn immers niet longitudinaal vervolgd en van elke leeftijd zijn de bewegingen van hoogstens twee kinderen gescoord.

De frekwentie van de general movements vertoont, in vergelijking met het percentage tijd dat deze beweging voorkomt, relatief kleine verschillen tussen de kinderen. De verschillen in percentage worden dus voornamelijk veroorzaakt door verschillen in de gemiddelde duur van de beweging en niet door verschillen in frekwentie.

Het open- of dicht-zijn van de ogen is bij slechts de helft van de kinderen te zien. Van de vier kinderen waarbij de ogen zichtbaar zijn, hebben twee kinderen (003 en 002) een groot gedeelte van de tijd de ogen open, dit zijn de kinderen die het hoogste percentage general movements vertonen.

Bij bestudering van de figuren (6.1 t/m 6.15) valt het volgende op wat betreft het voorkomen van de bewegingen: Hand-gezicht contact komt alleen voor tijdens general movements en niet tijdens geïsoleerde armbewegingen. Op twee kinderen na (003 en 002) hebben de kinderen regelmatig periodes zonder general movements. De meeste kinderen (001, 006, 004 en 105) vertonen in die periodes zonder general movements clusters van geïsoleerde arm- en beenbewegingen. De overige kinderen (007 en 205) hebben deze clusters niet, geïsoleerde arm- en beenbewegingen komen bij hen regelmatig verspreid voor.

### 6.2.2 Kwaliteit

De kwaliteit van de bewegingen is bepaald door de general movements te beoordelen met behulp van de "GENERAL MOVEMENT QUALITY EVALUATION SHEET" (Research project 3/85 - Pisa/ Modena/ Groningen) (tabel 6.2). Er wordt daarbij eerst globaal naar de beweging gekeken; is de beweging normaal of abnormaal. Daarna wordt naar een aantal aspecten van de beweging gekeken die onder andere betrekking hebben op de aanwezige variatie (in snelheid, amplitude, volgorde, etc.). Als het kind kleine én grote bewegingen maakt binnen één general movement wordt de variatie in amplitude als normaal beschouwd en krijgt deze de score 2. Als er alleen kleine of alleen grote bewegingen voorkomen, en er dus geen variatie is in amplitude, krijgt de amplitude de score 1 (resp. 1.1 voor kleine en 1.2 voor grote bewegingen). Op dezelfde manier wordt naar de andere aspecten van de general movement gekeken. Er wordt dus niet alleen een globaal oordeel over de beweging gegeven (normaal; abnormaal), maar er wordt ook gekeken naar de mate waarin de beweging afwijkt (van een "optimale" beweging).

De resultaten van deze kwaliteitsbeoordeling staan vermeld in tabel 6.3 tot en met 6.18. Alleen scores afwijkend van 2 worden aangegeven.

### 6.3 Konklusie

In hoofdstuk 4 is beschreven dat de kwantiteit van bewegingspatronen geen goede indikator is voor afwijkingen in de ontwikkeling van het zenuwstelsel. Bij kinderen zonder afwijkingen is de intra- en interindividuele variatie al groot. Er bestaat grote overlap in kwantiteit van bewegingspatronen tussen kinderen met en zonder afwijkingen.

De kwaliteit van bewegingspatronen bleek een veel betere indikator te zijn (hoofdstuk 4). Uit de gegevens in dit hoofdstuk blijkt hetzelfde. Er is grote consistentie in kwaliteit van bewegingen binnen de kinderen, de optimaliteitsscore verschilt per kind niet erg veel. De kinderen met neurologische afwijkingen hebben duidelijk lagere optimaliteitsscores dan de kinderen zonder neurologische afwijkingen.



	003 30	001 33.5	006 34	007 36	002 36	004 38	105 38	205 39
GM freq	31.9	29.0	22.0	31.1	27.0	15.0	30.0	20.0
perc	71.7	26.2	15.9	21.1	80.6	15.4	11.3	15.8
mean	81.0	32.6	26.0	24.5	107.5	36.9	13.6	28.5
STA freq	1.0	5.0	2.0	1.1	6.0	1.0	3.0	1.0
STR freq	0.0	0.0	0.0	3.3	2.0	0.0	0.0	1.0
ARM freq	4.8	40.0	13.0	28.9	14.0	29.0	26.0	3.0
LEG freq	13.5	51.0	26.0	31.1	10.0	31.0	11.0	24.0
HRE freq	0.0	4.0	2.0	0.0	0.0	0.0	1.0	3.0
HRO freq	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0
HFC freq	53.1	12.0	6.0	14.4	75.0	2.0	5.0	8.0
HIC perc	1.0	7.0	0.0	17.1	13.0	0.0	0.0	0.0
YAW freq	7.7	5.0	1.0	2.2	14.0	0.0	0.0	3.0
MOU freq	6.8	5.0	--	--	4.0	--	27.0	8.0
perc	0.8	0.8	--	--	0.8	--	1.3	0.4
EYE perc	35.8	15.3	--	--	42.1	--	3.8	--

TABEL 6.1 Kwantiteit van de verschillende bewegingspatronen per kind.

De leeftijd in weken ("gestational age" + postnatale leeftijd) staat aangegeven. 105 en 205 is hetzelfde kind op twee leeftijden.

freq: frekwentie per uur

perc: percentage tijd dat een beweging voorkomt

mean: gemiddelde duur (in sec) van de beweging

De bewegingspatronen staan beschreven in paragraaf 1.2.

GM : general movement

HRO: rotatie hoofd

STA: startle

HFC: hand-gezicht contact

STR: stretch

HIC: hikken

ARM: geïsoleerde armbeweging

YAW: gapen

LEG: geïsoleerde beenbeweging

MOU: kaakbewegingen ("mouthing")

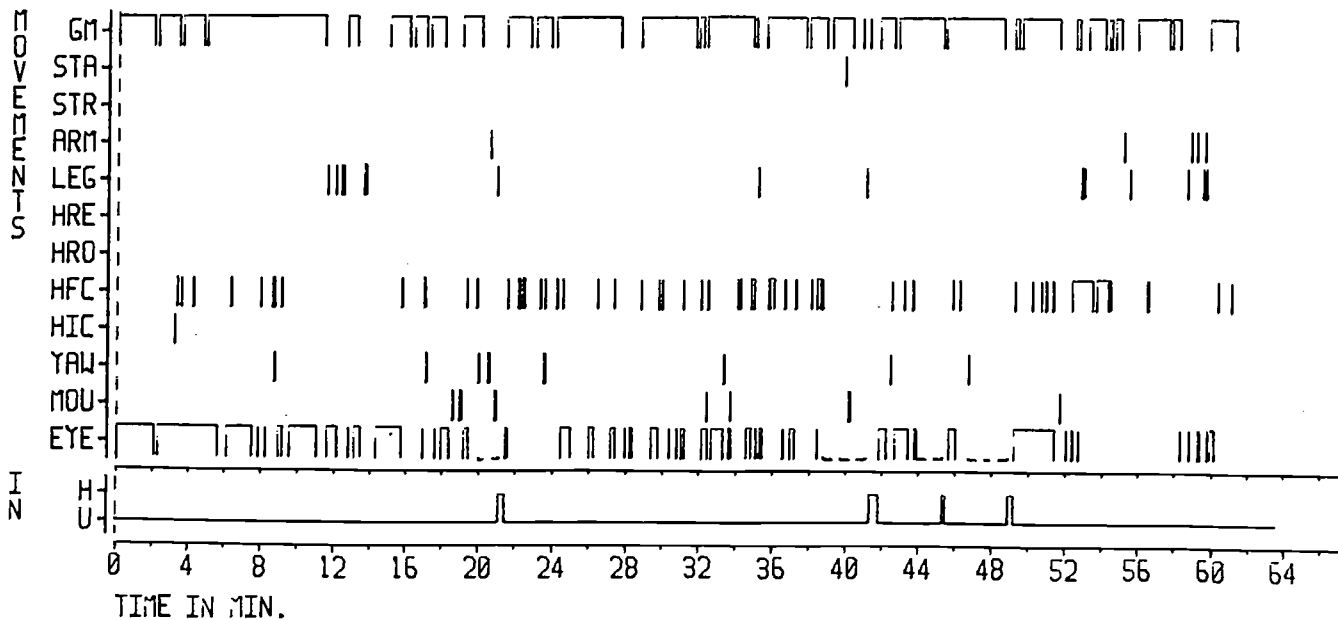
HRE: retroflexie hoofd

EYE: ogen open

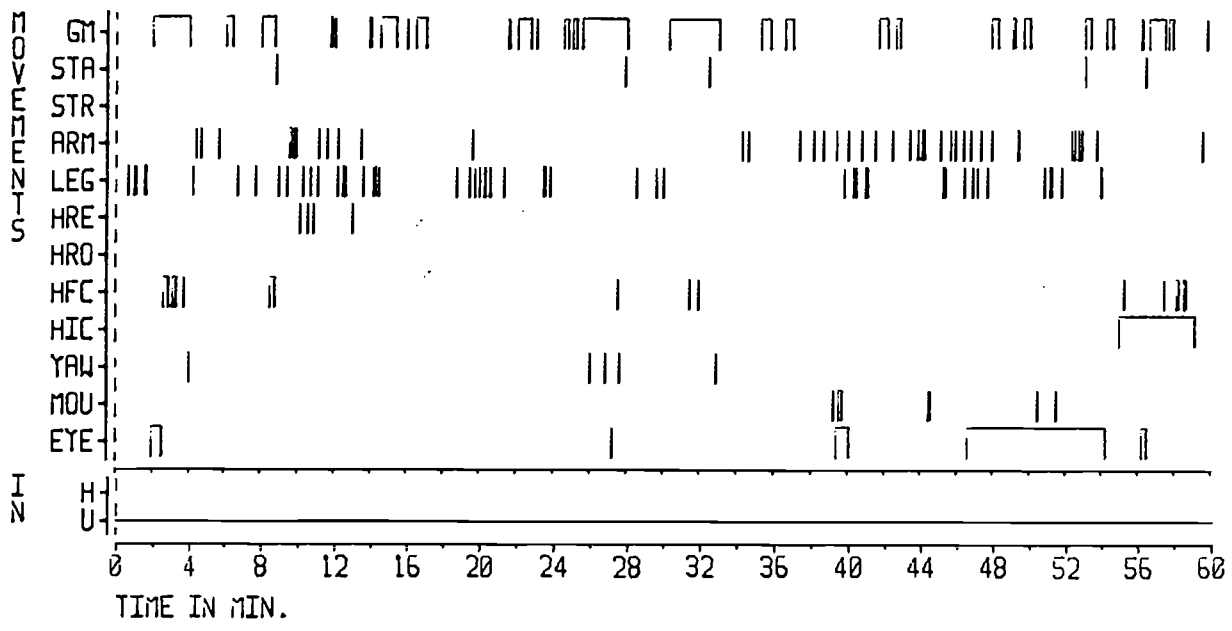
FIGUREN 6.1 t/m 6.15 Actogrammen van de verschillende bewegingspatronen van prematuur geboren baby's. De leeftijd waarop de kinderen geboren zijn (in weken "gestational age") en de leeftijd waarop de observatie plaatsvond (in weken "gestational age" + postnatale leeftijd) staat, indien bekend, vermeld bij de figuur. 105 en 205 is hetzelfde kind op twee leeftijden. Onder elk actogram staat aangegeven welk gedeelte van de registratie gebruikt is voor de observatie van bewegingen (U: observatie; H: geen observatie)

De bewegingspatronen staan beschreven in paragraaf 1.2, de legenda bij tabel 6.1.

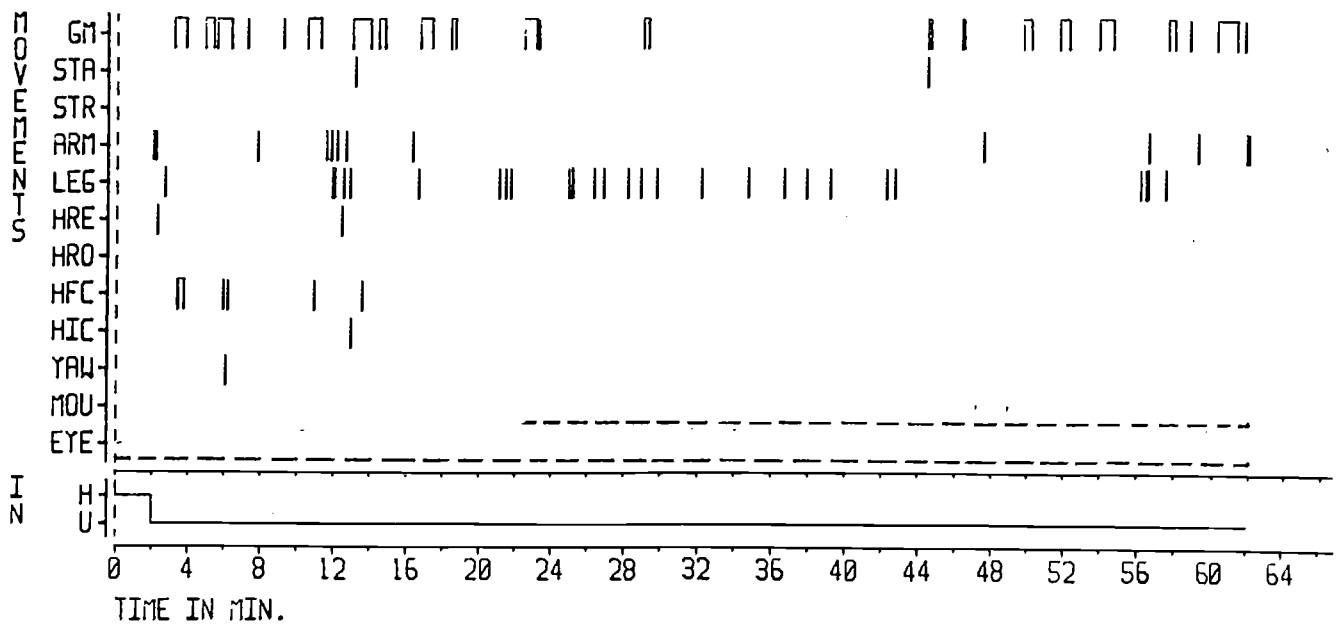
- - - - - beweging niet waarneembaar



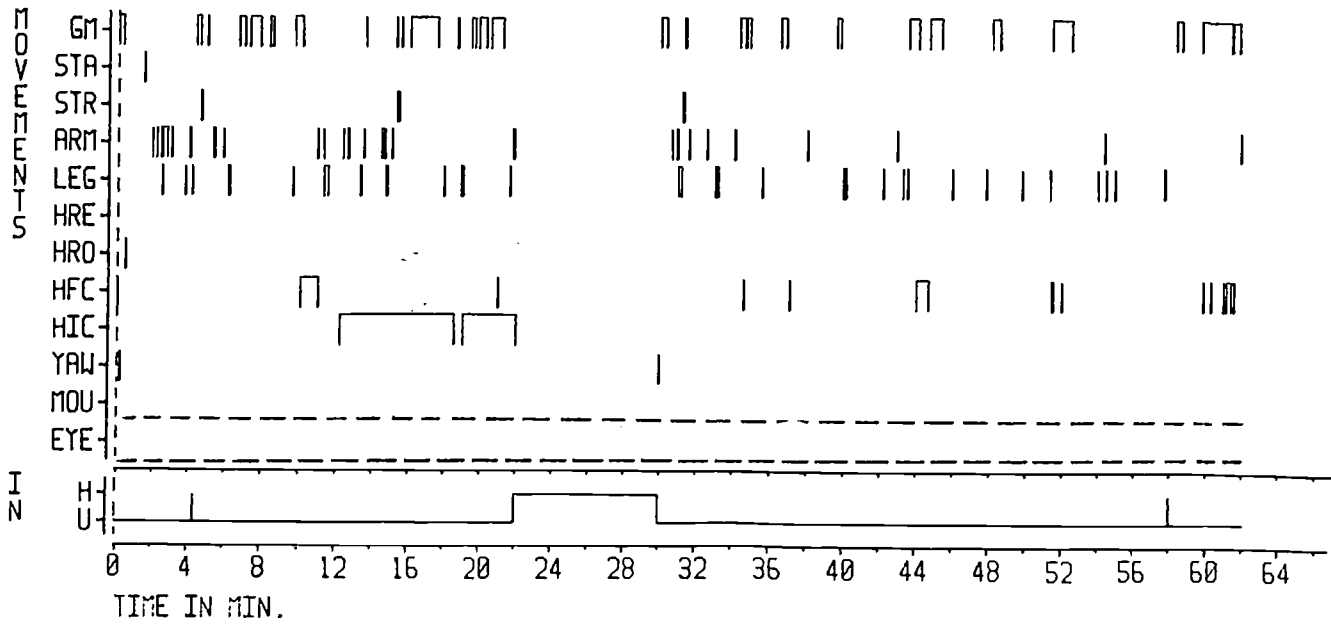
FIGUUR 6.1 003 geboren: 28 weken  
observatie: 30 weken



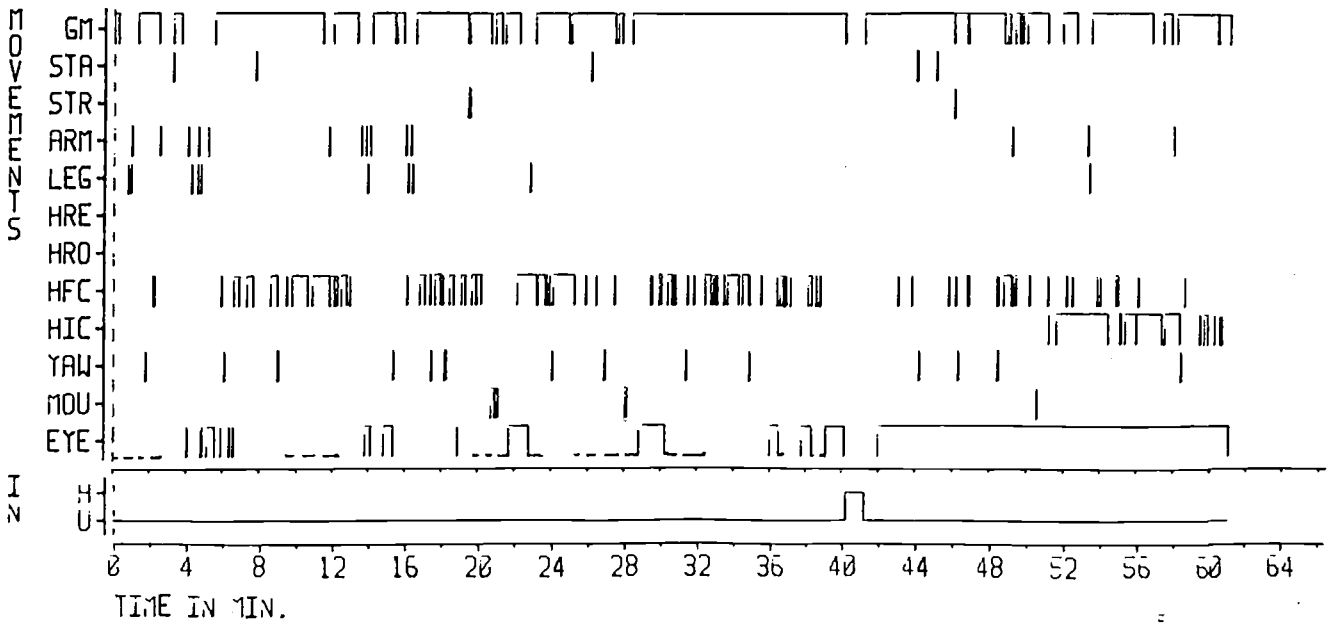
FIGUUR 6.2      001      geboren: 29 weken  
 observatie: 33.5 weken



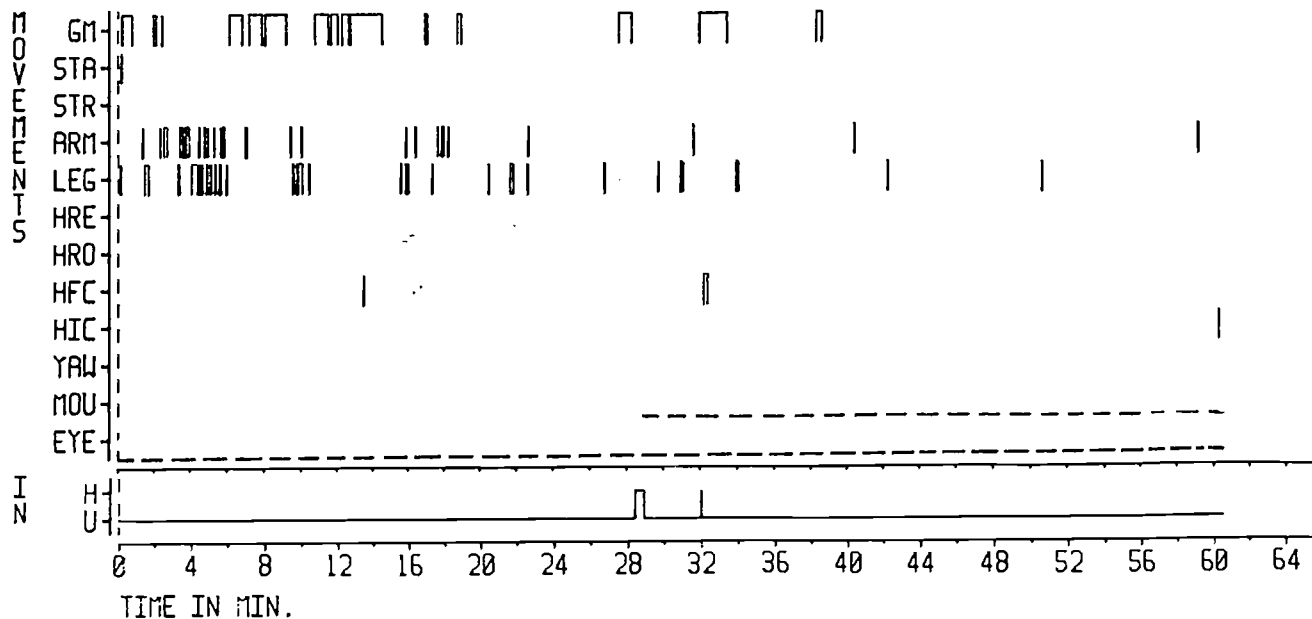
FIGUUR 6.3      006      geboren: 30 weken  
 observatie: 34 weken



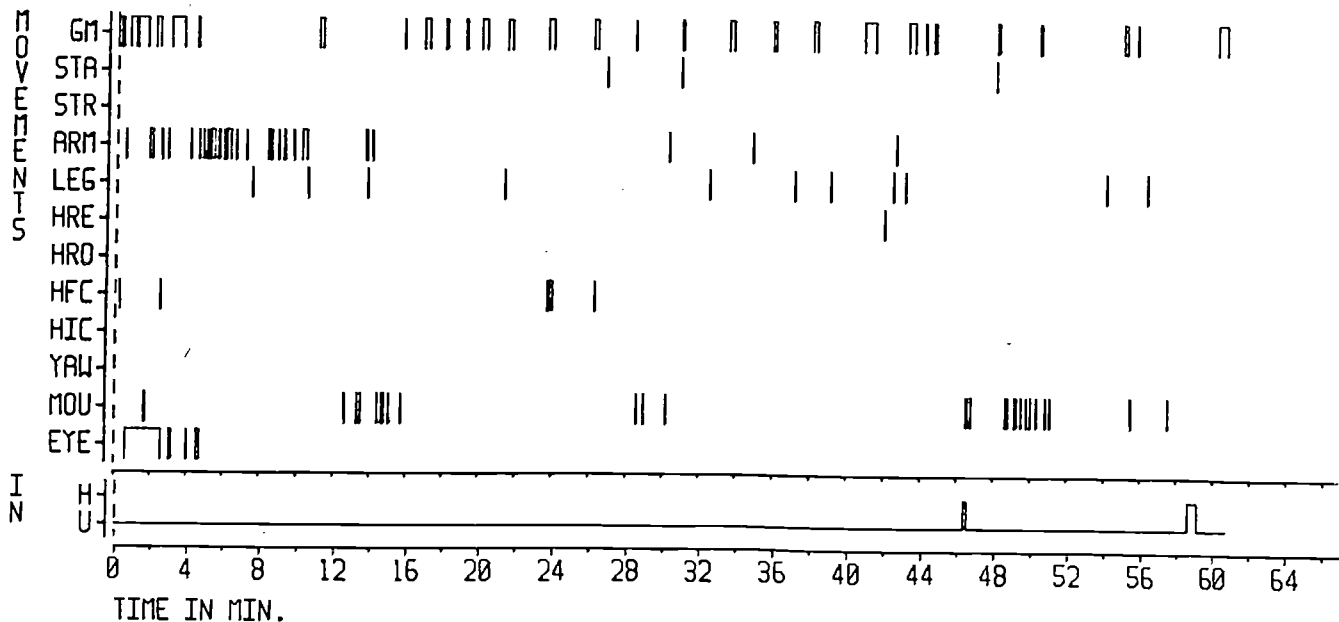
FIGUUR 6.4      007      geboren: 34 weken  
 observatie: 36 weken



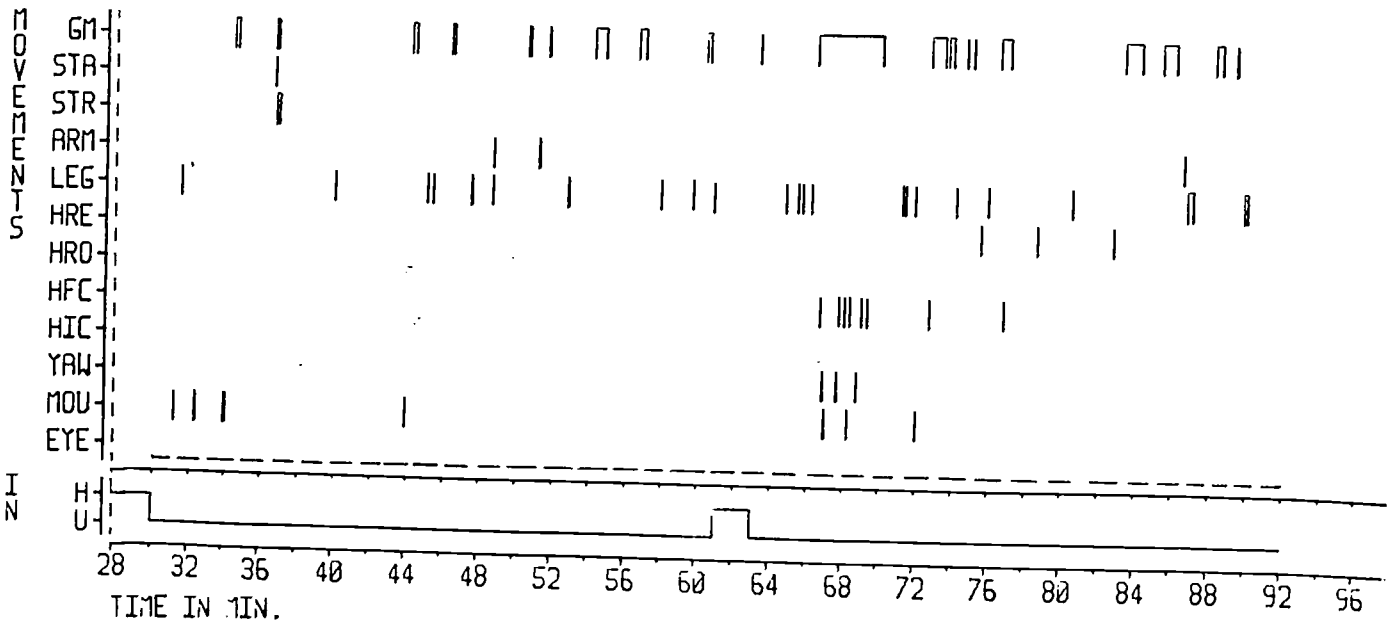
FIGUUR 6.5      002      geboren: 27 weken  
 observatie: 36 weken



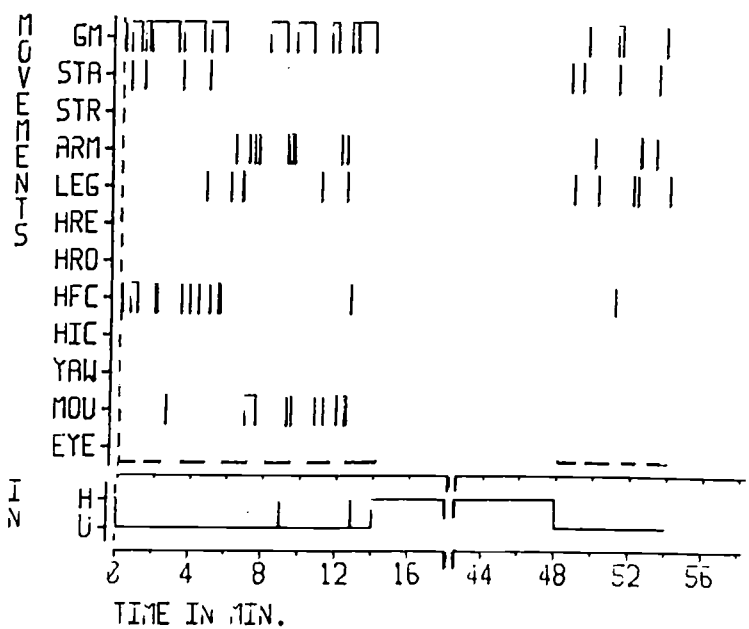
FIGUUR 6.6 004 geboren: 37 weken  
 observatie: 38 weken



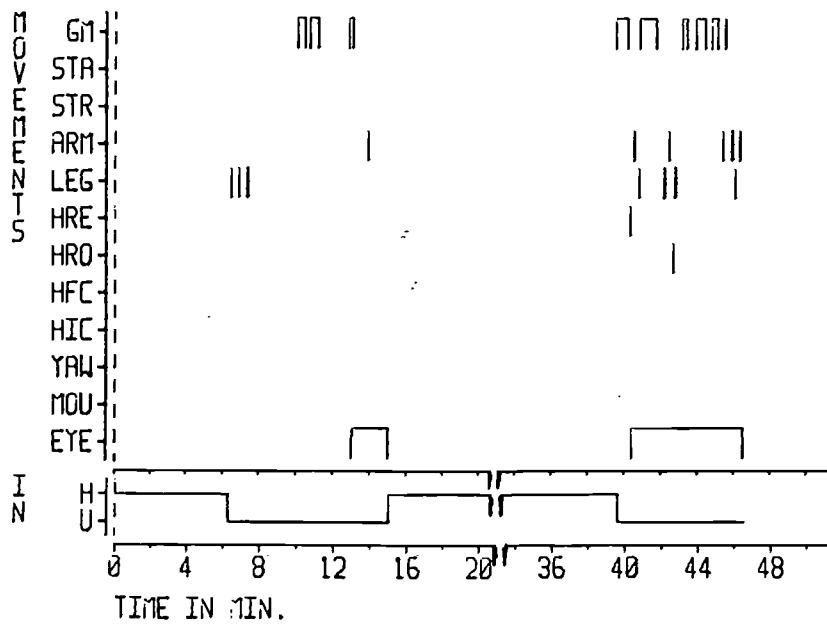
FIGUUR 6.7 105 geboren: 37 weken  
 observatie: 38 weken



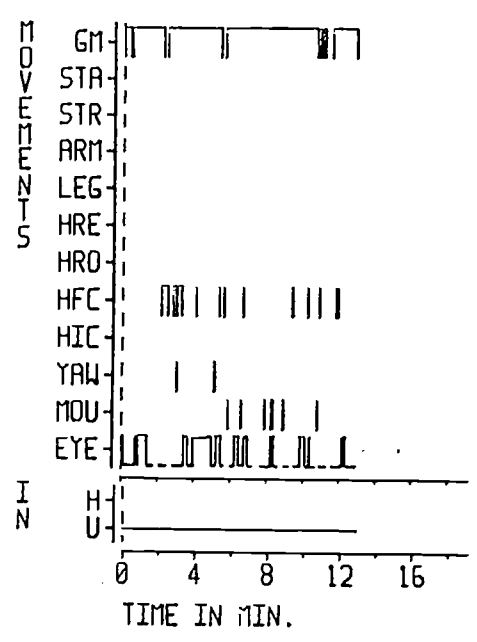
FIGUUR 6.8 205 geboren: 37 weken  
 observatie: 39 weken



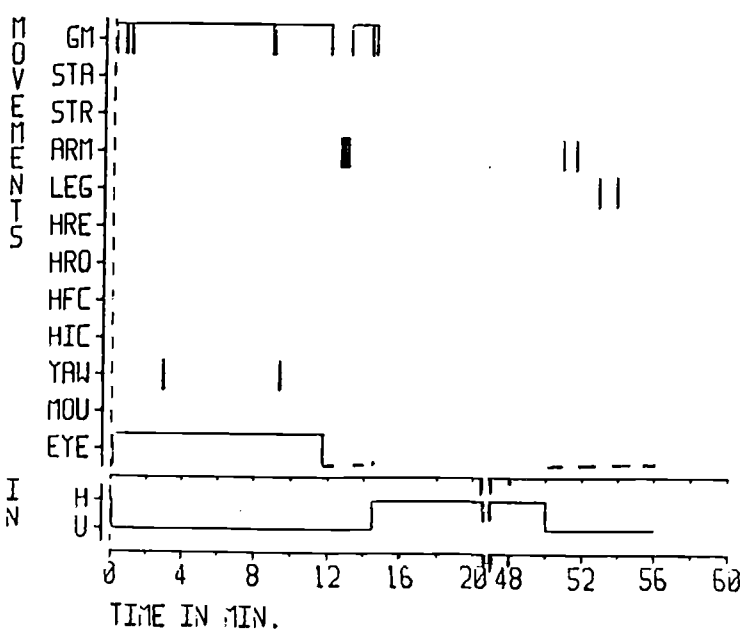
FIGUUR 6.9 012 geboren: 32 weken  
 observatie: 38 weken



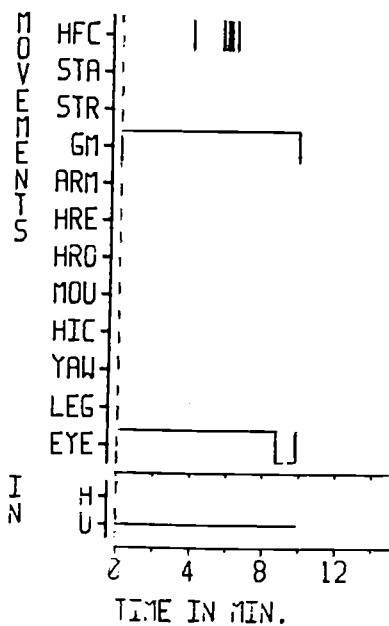
FIGUUR 6.10 013 geboren: ?? weken  
 observatie: 39 weken



FIGUUR 6.11 008 geboren: 28 weken  
 observatie: 39 weken

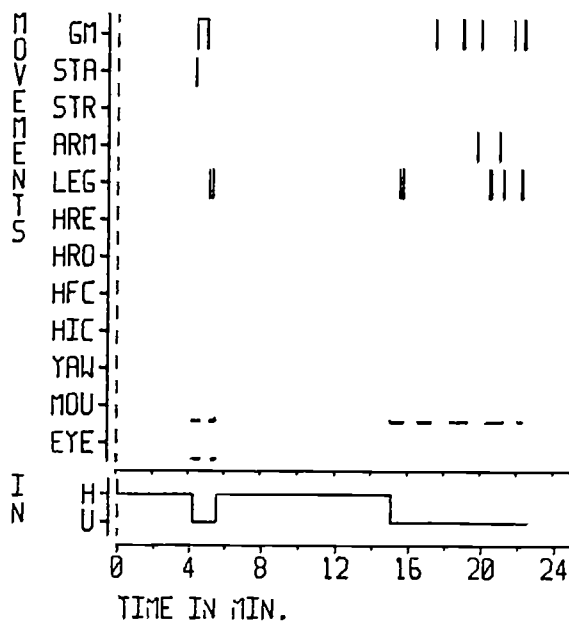


FIGUUR 6.12 009 geboren: ?? weken  
 observatie: 40 weken



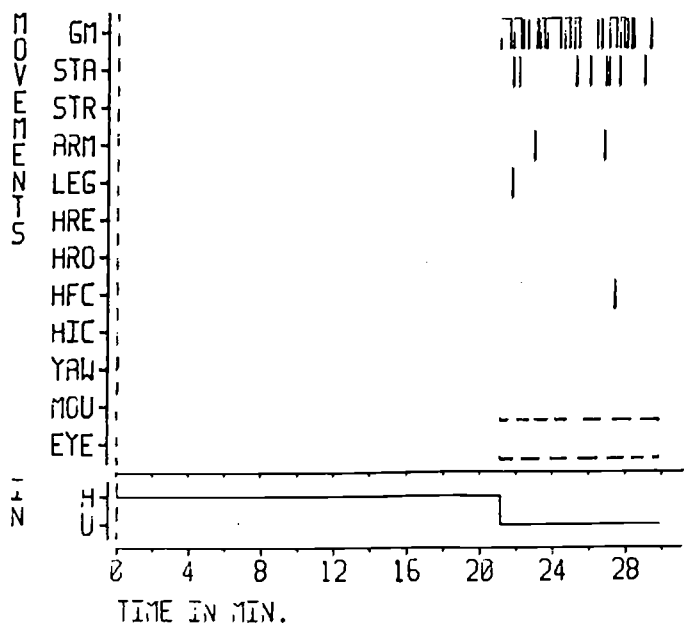
FIGUUR 6.13 014

geboren: 32 weken  
 observatie: 40 weken



FIGUUR 6.14 010

geboren: 32 weken  
 observatie: 41 weken



FIGUUR 6.15 011

geboren: ?? weken  
 observatie: ?? weken







000-	AMPLITUDE	SPEED	CHARACTER	SEQUENCING	SPECIAL SECTORS	FLUENCY	OFFSET	DISTAL HOLES/TENTS	QUANTITY	TRIGGER HOW	006	GM's > 30 sec	geboren 30 weken observatie 34 weken	OPTIMALITY SCORE
200-10700	1.1							1.2	1		006	GM's > 30 sec	geboren 30 weken observatie 34 weken	15
310-349								1.2	1		N			
450-520								1.2	2		N			16
533-620								1.2	2		A	geen specifieke bewegingen		15
1030-1115								1.2	1		A	geheelteich clem pot / geredelijk flapping		14
1301-1400								1.2	1		A	met name benen		12
1645-1723								1.2	1		A	veel omhoog bewegingen tenaar benen		15
2228-2309								1.2	1		A	geen afzonderlijke vinger bewegingen		14
5149-5219								1.2	1		A	veel omhoog bewegingen tenaar benen		14
5354-5445								1.2	1		A	met name benen		15
5742-5803								1.2	1		A	veel omhoog bewegingen tenaar benen		17
1000-1010								1.2	1		A	flapping ben bewegingen		16

TABEL 6.5 006 geboren: 30 weken observatie: 34 weken

000-	AMPLITUDE	SPEED	CHARACTER	SEQUENCING	SPECIAL SECTORS	FLUENCY	OFFSET	DISTAL HOLES/TENTS	QUANTITY	TRIGGER HOW	007	GM's > 30 sec	geboren 34 weken observatie 36 weken	OPTIMALITY SCORE
10142											N			18
720-734											N			18
1605-1738											N			18
2053-2112											N			18
3419-3451											N			17
3630-3750											N			18
4335-4406											N			16
4441-4521											N			18
5124-5228											N			18
5943-10114											N			18

TABEL 6.6 007 geboren: 34 weken observatie: 36 weken



004-405	AMPLITUDE	SPEED	CHARACTER	SEQUENCING	SPIRAL	SECTORS	FLUENCY	ONSET-OFFSET	DISTAL	QUALITY	FINER MOV.	O12	geboren 32 weken observatie 30 weken	OPTIMALITY SCORE
1803-5359	1.1	1.1	1.1				1	1				?	tremor in benen	14
1.33-302							1	1				?	tremor in benen maar tempo starten	15
318-427							1	1				N	tremor in benen	16
450-540							1	1				N		18
807-901												N		17
933-1028									1.2	1.2		N		17
1254-1351												?	geen vloeiende wakt wraampackage beweging	17

TABEL 6.11 012 geboren: 32 weken  
observatie: 38 weken

616-1500	AMPLITUDE	SPEED	CHARACTER	SEQUENCING	SPIRAL	SECTORS	FLUENCY	ONSET-OFFSET	DISTAL	QUALITY	FINER MOV.	O13	geboren 39 weken	OPTIMALITY SCORE
3931-4630	1.1	1.1	1.1				1	1				?	observatie 39 weken	13
1002-1026							1	1				?	ledematen blijven gebogen	13
1042-1100							1	1				?	ledematen blijven gebogen	13
3930-4016	1.1	1.1	1.1				1	1	1.2	1.2		A	bevinging in middel wakt	13
4057-4150							1	1				A	alleen wist tillen 'wringenge' wraampackage in hand bevinging in middel wakt	15
4403-4432							1	1	1.2	1.2		A	'wringenge' wraampackage in hand	16

TABEL 6.12 013 geboren: ?? weken  
observatie: 39 weken

0.00-6040	AMPLITUDE	SPEED	CHARACTER	SEQUENCING	SPIRAL	SECTORS	FLUENCY	ONSET-OFFSET	DISTAL	QUALITY	FINER MOV.	105	geboren 37 weken observatie 38 weken	OPTIMALITY SCORE
1654-1711	1.1	1.1	1.1									A	geboren 37 weken observatie 38 weken GM's > 17 sec (als het karakteristiek dan wakt 'losse armen en benen bewegingen')	16
2006-2023	1.1	1.1	1.1						1.2	1.2		A		15
2344-2402	1.1	1.1	1.1									A		16
4052-4128	1.1	1.1	1.1						1.2	1.2		A	zeer langzame bilair bewegingen benen doen niet mee tremor wakt	14
4317-4337	1.1	1.1	1.1						1.2	1.2		A	tremor wakt	15
10011-10052	1.1	1.1	1.1						1.2	1.2		A		15

TABEL 6.9 105 geboren: 37 weken  
observatie: 38 weken

3000-13200	AMPLITUDE	SPEED	CHARACTER	SEQUENCING	SPIRAL	SECTORS	FLUENCY	ONSET-OFFSET	DISTAL	QUALITY	FINER MOV.	205	geboren 37 weken observatie 39 weken	OPTIMALITY SCORE
5345-5420									1.2	1.2		N	GM's > 20 sec	17
5608-5633									1.2	1.2		N	even tremor hand	17
10615-10948												N	af en toe wakt flappig bevestigingen	18
11231-11314												N		18
11621-11652												N	heel weinig beweging bij het meer wakt gescheerde armen bevestigingen bilair elkaar	18
12307-12402												N	clonus wakt	18
12511-12534									1.2	1.2		N		17
12800-12822												N	clonus wakt	18

TABEL 6.10 205 geboren: 37 weken  
observatie: 39 weken

413-532 1503-2231 5528-5612	APPLITUDE	SPEED	KARAKTER	SEQUENTIA	SPECIAL SECTORS	FLUENCY	ONSET-OFFSET	DISTAL FINGER TENDONS	QUALITY FINGER MOV.	010	observatie 41 weken	OPTIMALITY SCORE
425-458			1.1			1	1	1.2	1	N?		13
alleen gebalde vuisten												
deze GM lukt nu normaal maar 8-57-19-03 en 22-19-2023												
geïsoleerde beenbewegingen deze zijn fladdering												
welke fladderinge bewegingen nu nl van armen en ofen benen												

TABEL 6.16 010 geboren: 32 weken observatie: 41 weken

2106-2908	APPLITUDE	SPEED	KARAKTER	SEQUENTIA	SPECIAL SECTORS	FLUENCY	ONSET-OFFSET	DISTAL FINGER TENDONS	QUALITY FINGER MOV.	011	observatie 77 weken	OPTIMALITY SCORE
2150-2213	1.1	1.1				1		1.2	1			15
? vnl 2 startlus met wat klave												
veel gestrekte vingers												
2340-2424	12	1.1				1		1.2	1	A	tramac in armen en benen	13
veel gestrekte vingers soms gebalde vuisten (gemiddelde vinger)												
2439-2454						1					small GM moeilijke bescheiden	16
2705-2729	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1	1.2	1	1	?	weinig beweging, begint met strakke dan wat spannen/ontspannen armen en/of vingers	11
moeilijk te karakteriseren vnl korte kleine abrupte krampachtige bewegingen												

TABEL 6.17 011 geboren: ?? weken observatie: ?? weken

0000-1252	APPLITUDE	SPEED	KARAKTER	SEQUENTIA	SPECIAL SECTORS	FLUENCY	ONSET-OFFSET	DISTAL FINGER TENDONS	QUALITY FINGER MOV.	008	geboren 28 weken observatie 39 weken	OPTIMALITY SCORE
029-212	1.1	1.1	1.1	1.1	1	1	1	1.2	1	A	krampachtige bewegingen	11
alles begint toegelikt te bewegen aan eind afspannen/geraafmakelijke												
224-523	1.1	1.1	1.1	1.1	1	1	1.2	1	1	A	krampachtige bewegingen	12
eigenlijk meer spannen en ontspannen/geraafmakelijke												
536-1041	1.1	1.1	1.1	1.1	1	1	1.2	1	1	A	zie boven	12
1132-1252	1.1	1.1	1.1	1.1	1	1	1.2	1	1	A	zie boven	13
naamloos geïsoleerde bewegingen												

TABEL 6.13 008 geboren: 28 weken observatie: 39 weken

008-1430	APPLITUDE	SPEED	KARAKTER	SEQUENTIA	SPECIAL SECTORS	FLUENCY	ONSET-OFFSET	DISTAL FINGER TENDONS	QUALITY FINGER MOV.	009	observatie 40 weken	OPTIMALITY SCORE
5003-5602	1.3	1.1	1.1	1.1	1.1	1	1.2	1	1	A	flapping bewegingen armen met tramac	13
102-756	1.3	1.1	1.1	1.1	1.1	1	1.2	1	1	A	zie boven	13
857-1158	1.3	1.1	1.1	1.1	1.1	1	1.2	1	1	A	zie boven	13
1306-1414	1.3	1.1	1.1	1.1	1.1	1	1.2	1	1	A	zie boven	13
naamloos geïsoleerde bewegingen												

TABEL 6.14 009 geboren: ?? weken observatie: 40 weken

000-949	APPLITUDE	SPEED	KARAKTER	SEQUENTIA	SPECIAL SECTORS	FLUENCY	ONSET-OFFSET	DISTAL FINGER TENDONS	QUALITY FINGER MOV.	014	geboren 32 weken observatie 40 weken	OPTIMALITY SCORE
000-949	1.3	1.1	1.1	1.1	1.1	1	1.2	1	1	A	tramac in armen en benen	16
met name armen												
geen geïsoleerde bewegingen beweegt continue												

TABEL 6.15 014 geboren: 32 weken observatie: 40 weken

## LITERATUUR

- Bekedam, D.J., Visser, G.H.A., Vries, J.J. de, Prechtl, H.F.R. (1985). Motor behaviour in the growth retarded fetus. *Early Human Development* (12) 155-165.
- Birnholz, J.C., Stephens, J.C., Faria, M., (1978). Fetal movement patterns: A possible means of defining neurologic developmental milestones in utero. *Am. J. Roentgenol* (130) 537-540.
- Boué, J, Vignal, P., Aubry, J.P., Aubry, M.C., Mac Aleese, J. (1982). Ultrasound movement patterns of fetuses with chromosome anomalies. *Prenatal Diagnosis* (2) 61-65.
- Brazelton, T.B. (1973). Neonatal behavioral assessment scale. London: William Heinemann Medical Books Ltd. Clinics in Developmental Medicine, no. 50.
- Dierker, L.J., Pillay, S., Sorokin, Y., Rosen, M.G. (1982). The change in fetal activity periods in diabetic and nondiabetic pregnancies. *Am. J. Obstet. Gynecol.* (105) 257-268.
- Dongen, L.G.R. van, Goudie, E.G. (1980). Fetal movement patterns in the first trimester of pregnancy. *British Journal of Obstetrics and Gynaecology* (87) 191-193.
- Ferrari, F., Grosoli, M.V., Fontana, G., Cavazzuti, G.B. (1983) Neurobehavioural comparison of low-risk preterm and full-term infants at term conceptional age. *Develop. Med. and Child Neurol.* (25) 450-458.
- Gesell, A., Amatruda, C.S. (1945). The embryology of behavior; The beginnings of the human mind. New York: Harper & Brothers Publishers.
- Hooker, D. (1952). The prenatal origin of behavior. Lawrence, Kansas: University of Kansas Press. Porter Lectures, Series 18.
- Hopkins, B., Prechtl, H.F.R., (1984). A qualitative approach to the development of movements during early infancy. In H.F.R. Prechtl (Ed), *Continuity of neural functions from prenatal to postnatal life*. Oxford: Blackwell Scientific Publications Ltd. Clinics in Developmental Medicine, no. 94. 179-197.
- Humphrey, T. (1978). Function of the nervous system during prenatal life. In U. Stave (Ed), *Perinatal Physiology*. New York: Plenum. 651-683.
- Ianniruberto, A., Tajani, E. (1981). Ultrasonographic study of fetal movements. *Seminars in Perinatology* (5) 175-181.
- Mulder, E.J.H., Visser, G.H.A., Bekedam, D.J., Prechtl, H.F.R. (1987). Emergence of behavioural states in fetuses of type-1-diabetic women. *Early Human Development* (15) 231-251.
- Michaelis, R., Schulte, F.J., Nolte, R. (1970) Motor behavior of small for gestational age newborn infants. *The Journal of Pediatrics* (76) 208-213.
- Nijhuis, J.G., Prechtl, H.F.R., Martin, C.B., Bots, R.S.G.M. (1982). Are there behavioural states in the human fetus? *Early Human Development* (6) 177-195.
- Oppenheim, R.W. (1981). Ontogenetic adaptations and retrogressive processes in the development of the nervous system and behaviour: A neuroembryological perspective. In K.J. Connolly, H.F.R. Prechtl (Eds), *Maturation and development, biological and psychological perspectives*. London: William Heinemann Medical Books. Clinics in Developmental Medicine, no. 77/78. 73-109.

- Palmer, P.G., Dubowitz, L.M.S., Verghote, M., Dubowitz, V. (1982). Neurological and neurobehavioural differences between pre-term infants at term age and full-term newborn infants. *Neuropediatrics* (13) 183-189.
- Paludetto, R., Mansi, G., Rinaldi, P., De Luca, T., Corchia, C., De Curtis, M., Andolfi, M. (1982) Behaviour of preterm newborns reaching term without any serious disorder. *Early Human Development* (6) 357-363.
- Prechtl, H.F.R. (1974). The behavioural states of the newborn infant (a review). *Brain research* (76) 185-212.
- Prechtl, H.F.R. (1984). Continuity and change in early human development. In H.F.R. Prechtl (Ed), *Continuity of neural functions from prenatal to postnatal life*. Oxford: Blackwell Scientific Publications Ltd. Clinics in Developmental Medicine, no. 94. 1-15.
- Prechtl, H.F.R. (1985). Ultrasound studies of human fetal behaviour. *Early Human Development* (12) 91-98.
- Prechtl, H.F.R. (1986). Prenatal motor development. In M.G. Wade, H.T.A. Whiting (Eds), *Motor development in children: Aspects of coordination and control*. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers 53-64.
- Prechtl, H.F.R., Fargel, J.W., Weinmann, H.M., Bakker, H.H. (1979) Postures, motility and respiration of low-risk pre-term infants. *Develop. Med. Child. Neurol.* (21) 3-27.
- Prechtl, H.F.R., Nolte, R. (1984) Motor behaviour of preterm infants. In H.F.R. Prechtl (Ed), *Continuity of neural functions from prenatal to postnatal life*. Oxford: Blackwell Scientific Publications Ltd. Clinics in Developmental Medicine, no. 94. 79-92.
- Prechtl, H.F.R., O'Brien, M.J. (1982). Behavioural states of the full-term newborn; The emergence of a concept. In P. Stratton (Ed), *Psychobiology of the human newborn*. New York: John Wiley & Sons Ltd. 53-73.
- Reinold, E. (1973). Clinical value of fetal spontaneous movements in early pregnancy. *J. Perinat. Med.* (1) 65-69.
- Sadovsky, E., Laufer, N., Allen, J.W. (1979). The incidence of different types of fetal movements during pregnancy. *British Journal of Obstetrics and Gynaecology* (86) 10-14.
- Sadovsky, E., Ohel, G., Havazeleth, H., Steinwell, A., Penchas, S. (1983). The definition and the significance of decreased fetal movements. *Acta Obstet. Gynecol. Scand.* (62) 409-413.
- Saint-Anne Dargassies, S. (1977). Neurological development in the full-term and premature neonate. Amsterdam: Excerpta Medica.
- Schulte, F.J., Lasson, U., Parl, U., Nolte, R., Jürgens, U. (1969). Brain and behavioural maturation in newborn infants of diabetic mothers. Part II: Sleep cycles. *Neuropädiatrie* (1) 36-43.
- Shadmi, A., Homburg, R., Insler, V. (1986). An examination of the relationship between fetal movements and infant motor activity. *Acta Obstet. Gynecol. Scand.* (65) 335-339.
- Visser, G.H.A., Bekedam, D.J., Mulder, E.J.H., Ballegooie, E. van. (1985a). Delayed emergence of fetal behaviour in type-1-diabetic women. *Early Human Development* (12) 167-172.
- Visser, G.H.A., Laurini, R.N., Vries, J.I.P. de, Bekedam, D.J., Prechtl, H.F.R. (1985b). Abnormal motor behaviour in anencephalic fetuses. *Early Human Development* (12) 173-182.
- Vliet, M.A.T. van, Martin, C.B., Nijhuis, J.G., Prechtl, H.F.R. (1985a). Behavioural states in the fetuses of nulliparous



- women. *Early Human Development* (12) 121-135.
- Vliet, M.A.T. van, Martin, C.B., Nijhuis, J.G., Prechtl, H.F.R. (1985b). Behavioural states in growth-retarded human fetuses. *Early Human Development* (12) 183-197.
- Vries, J.I.P. de (1987). Development of specific movement patterns in the human fetus. Rijksuniversiteit Groningen.
- Vries, J.I.P. de, Visser, G.H.A., Prechtl, H.F.R. (1982). The emergence of fetal behaviour. I Qualitative aspects. *Early Human Development* (7) 301-322.
- Vries, J.I.P. de, Visser, G.H.A., Prechtl, H.F.R. (1984). Fetal motility in the first half of pregnancy. In H.F.R. Prechtl (Ed), *Continuity of neural functions from prenatal to post-natal life*. Oxford: Blackwell Scientific Publications Ltd. *Clinics in Developmental Medicine*, no. 94. 46-64.
- Vries, J.I.P. de, Visser, G.H.A., Prechtl, H.F.R. (1985). The emergence of fetal behaviour. II Quantitative aspects. *Early Human Development* (12) 99-120.
- Vries, J.I.P. de, Visser, G.H.A., Prechtl, H.F.R. (1988). The emergence of fetal behaviour. III Individual differences and consistencies. *Early Human Development* (16) 85-103.
- Wigglesworth, J.S., Desai, R. (1979). Effects on lung growth of cervical cord section in the rabbit fetus. *Early human Development* (3) 51-65.