

Uitrijping van het auditieve systeem in breder perspectief

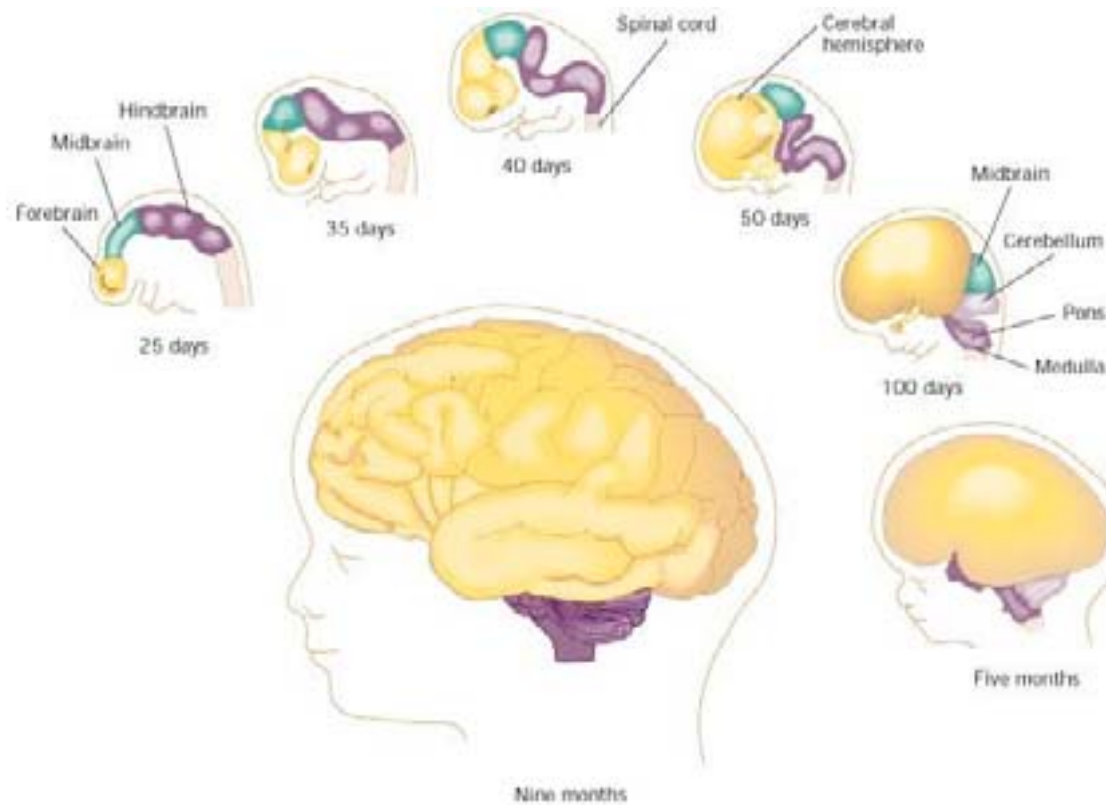
Nascholingsdag audiologen
vrijdag 17 maart 2006

Martin Stollman

Inhoud

- Ontwikkeling van het CZS
- Ontwikkeling van het auditieve systeem
- Kritische of gevoelige periodes? ('Critical thinking about critical periods')
- Kritische periode voor taal?
- Enkele fundamentele vragen

Embryonale ontwikkeling van het CZS



Ontwikkeling van het CZS

- Het brein bevat ongeveer 100 miljard neuronen.
- Deze worden gevormd tussen de 6de week en de 5de maand na de conceptie (≈ 500.000 neuronen per minuut).
- De ontwikkeling vindt plaats in een vijftal, gedeeltelijk overlappende, fases.

Fases in de ontwikkeling van het CZS

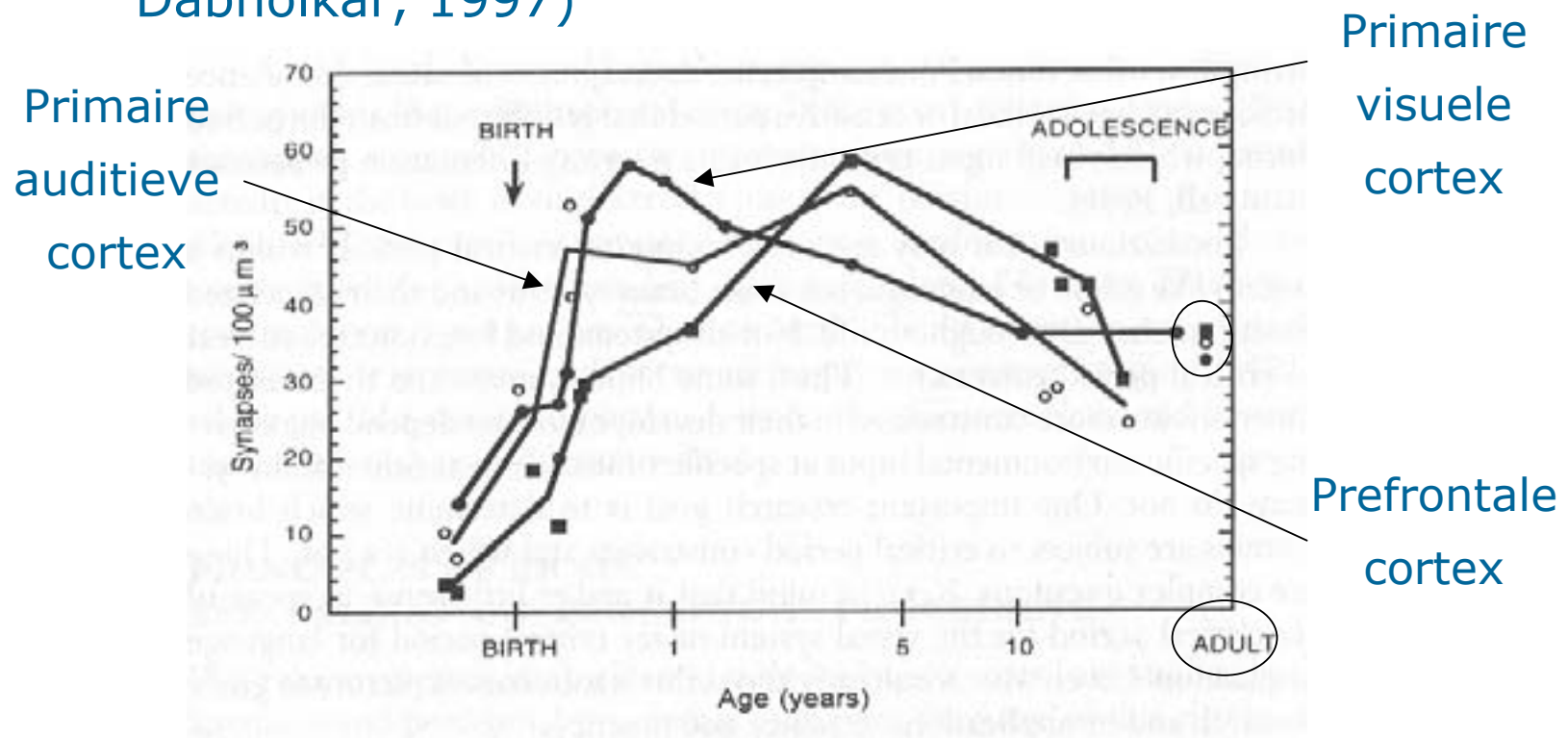
1. Neurale proliferatie: de vorming van de 100 miljard neuronen tussen week 6 en week 20.
2. Neurale migratie: kort na de start van de 'neurale proliferatie'-fase start deze fase, die afgerond wordt tijdens de zwangerschap. Neuronen groeien en maken via lange uitlopers contact met elkaar.

Fases in de ontwikkeling van het CZS

3. Synaptogenese en differentiatie: Als de 'neurale migratie'-fase afgerond is start deze fase. Cellen maken contact middels een netwerk van verbindingen (synapsen) en differentiatie van neuronen vindt plaats afhankelijk van hun plaats in een netwerk. Deze fase vindt **niet** overal in het brein tegelijk plaats; piekactiviteit vindt plaats:
 - in de eerste maanden in de auditieve cortex
 - in maand 3 en 4 in de visuele cortex
 - vanaf 1 jaar t/m de puberteit in de prefrontale cortex en associatiegebieden

Fases in de ontwikkeling van het CZS

Synaptische dichtheid a.f.v. de leeftijd (PR Huttenlocher & AS Dabholkar, 1997)



Fases in de ontwikkeling van het CZS

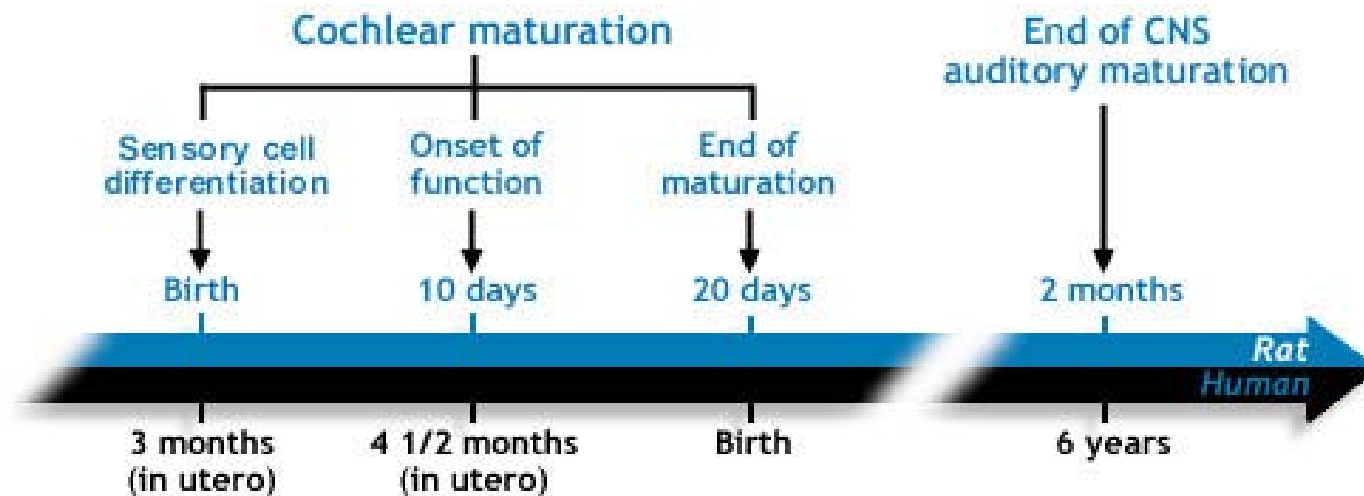
4. Selectieve eliminatie en degeneratie: tijdens fase 3 maakt het brein veel meer verbindingen aan dan nodig zijn. In deze fase spelen ervaringen en stimulatie een belangrijke rol ('use it or lose it'-principe).
5. Myelinisatie: neuronen krijgen een 'jasje' met een laagje 'vettige' cellen (cellen van Schwann), dat de cel isoleert en de neurale geleiding verbetert. Myelinisatie vindt ook op verschillende momenten in verschillende gebieden plaats, waarbij de vitale en primitievere structuren eerder (vroeg na de geboorte) gemyeliniseerd worden dan 'hogere' structuren (tot jonge volwassenheid).

Ontwikkeling van het auditieve systeem

- Bij de neurofysiologische maturatie van het auditieve systeem spelen een rol (Pasman & Rotteveel, 1991):
 - maturatie van de cochlea
 - groei van dendrieten
 - toename van de synaptische efficiëntie
 - axonale myelinisatie

Ontwikkeling van het auditieve systeem

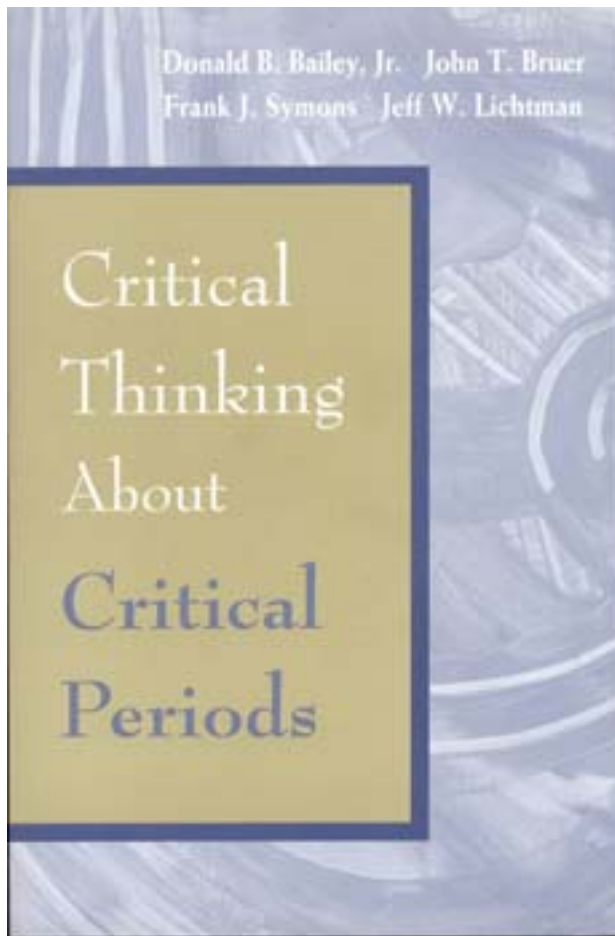
- *Maturatie van de cochlea*: de cochlea begint te functioneren rond de 20^{ste} week postconceptie.
- *Groei van dendrieten, toename van de synaptische efficiëntie en axonale myelinisatie* vinden plaats gedurende de eerste jaren.



Impact van hoorervaringen op het auditieve systeem

- Cochlea functioneel vanaf 24 weken postconceptie -> 16 weken voor de bevalling al geluidsensatie mogelijk (DeCasper & Fifer, 1980).
- Tenminste een deel van het auditieve systeem is voor zijn ontwikkeling afhankelijk van auditieve input en deze invloed is het grootst tussen 24 weken postconceptie en 18-28 maanden na de geboorte (o.a. Clopton & Silverman, 1977 en Ruben & Rapin, 1980).
- Spraak 'in utero' is voldoende van kwaliteit om o.a. ritme en intonatie in de spraak, maar ook ongeveer 65% van de fonemen van de spraak van moeder te herkennen (Querleu et al., 1981).

Kritische of gevoelige periodes?



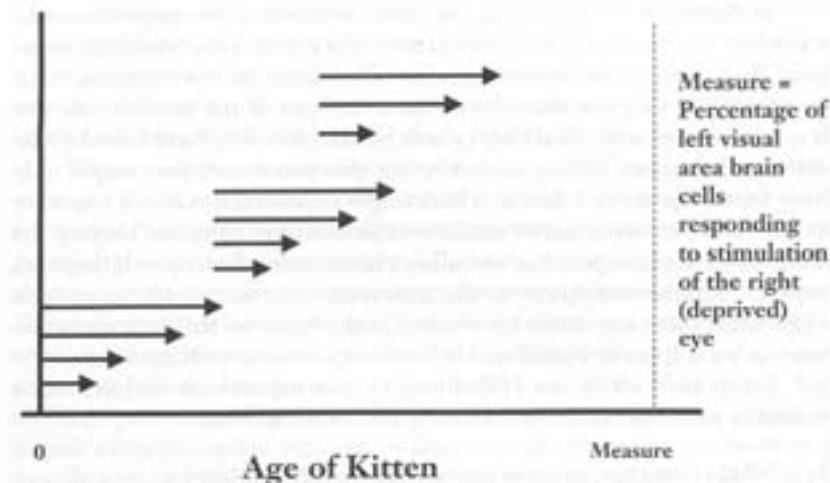
- DB Bailey, JT Bruer, FJ Symons, JW Lichtman (editors) (2001). Critical thinking about critical periods. Paul H. Brookes, Baltimore.
- Part I: Critical periods: an overview of behavior and biology

Deel I: A critical and sensitive period primer

- Het concept kritische periode komt oorspronkelijk uit de embryologie (Charles Stockard, 1921):
- Hij noemde periodes waarin een verstoring in de embryonale ontwikkeling een maximaal effect had 'sensitive periods' of 'critical moments'.
- Spemann liet in de jaren dertig zien dat getransplanteerde embryonale cellen zich afhankelijk van het tijdstip van transplantatie ontwikkelden als cellen in de 'oogstgebied' of in het 'plantgebied'. Hij noemde het onderliggende proces *cellular induction* (invloed van omliggende cellen).

Deel I: A critical and sensitive period primer

- Gevoelige periodes in (de ontwikkeling van) het visuele systeem
- Beroemde experimenten van Hubel en Wiesel bij katten (1970): bekijk het effect van **dezelfde** ervaring of manipulatie of **verschillende** leeftijden

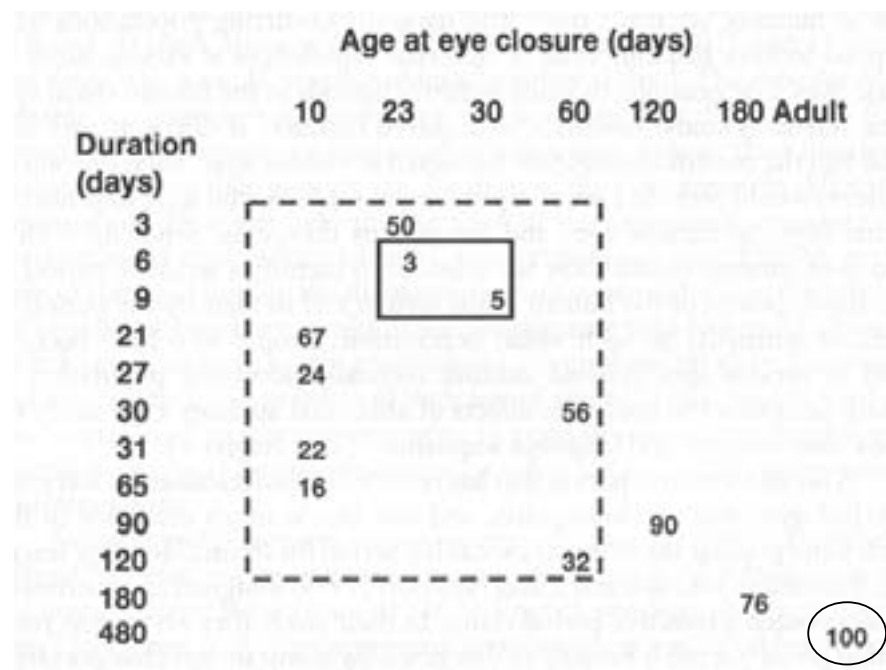


Deel I: A critical and sensitive period primer

- Manipulatie: dichtnaaien van rechterooglid
- Deprivatieduur varieerde van 3 tot 480 dagen
- Leeftijd waarop het ooglid werd gesloten varieerde van 10 dagen tot meer dan 180 dagen
- Resultaat: meten van elektrofysiologische responsie van cellen in de linker visuele cortex bij stimulatie van het rechteroog, nadat het rechteroog weer geopend was

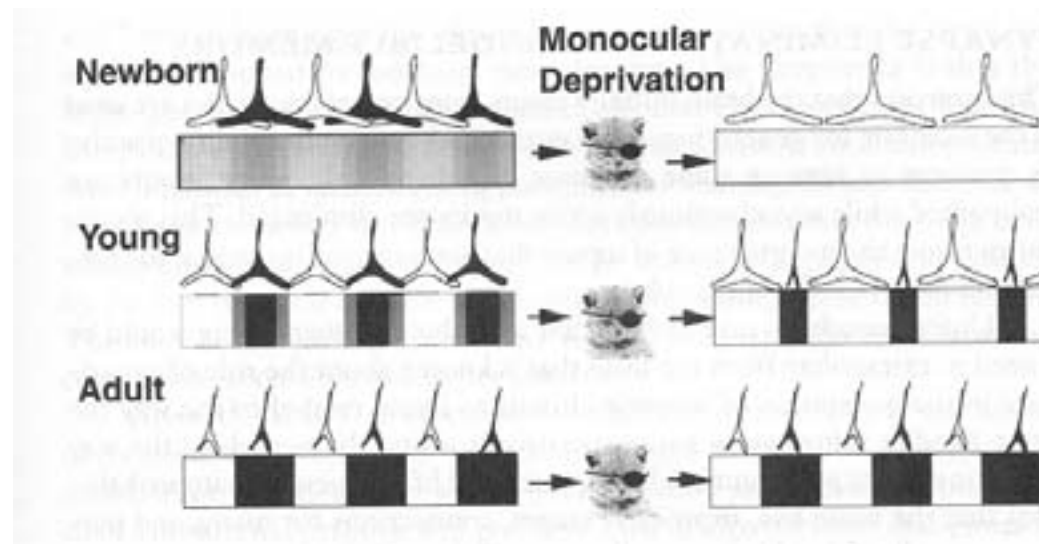
Deel I: A critical and sensitive period primer

- In deze tabel staat het percentage cellen in de linker visuele cortex, dat reageerde op stimulatie van het rechteroog (bij 'niet-gedepriveerde' katten is dit 98%)



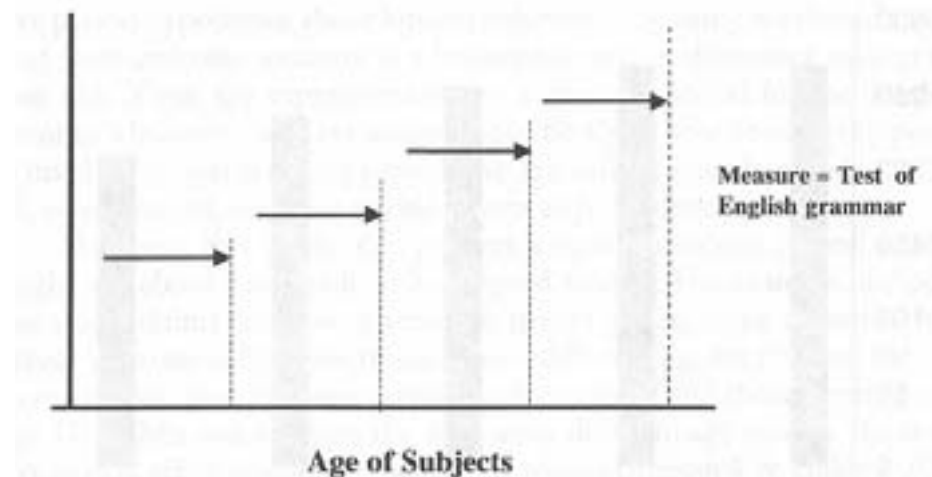
Deel I: A critical and sensitive period primer

- In de normale situatie verliest elk oog verbindingen met de helft van de neuronen in de primaire cortex, maar bij deprivatie in een vroeg stadium gaan alle verbindingen van het gedeprimeerde oog verloren.



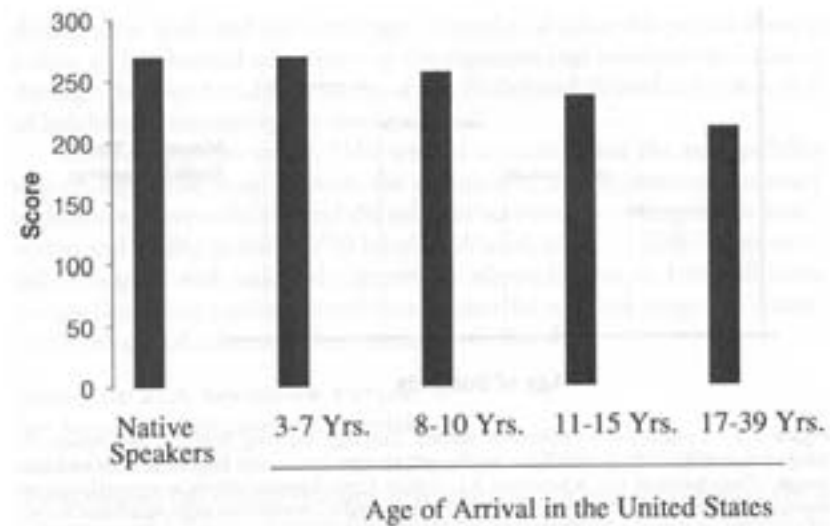
Deel I: A critical and sensitive period primer

- Een gevoelige periode voor het leren van een tweede taal?
- Studie van Johnson en Newport (1989): Chinese en Koreaanse immigranten, die op verschillende momenten naar de Verenigde Staten waren gekomen; de 'expositieduur' werd constant gehouden.



Deel I: A critical and sensitive period primer

- Johnson en Newport vonden een effect, waarbij hun conclusie was dat het mogelijk is om een tweede taal vloeiend te leren spreken als je voor de leeftijd van 7 jaar wordt 'ondergedompeld' in die tweede taal.



Kritische periode voor taal?

- Taalinput moet gedurende de eerste levensjaren ontvangen worden om taal optimaal te kunnen ontwikkelen (o.a. Chomsky, Lenneberg, Menyuk, Clopton & Silverman, Ruben & Rapin, Eimas et al.)
- Lenneberg (1967): 'In het geval van taal lijken de limiterende factoren te zijn: aan de ene kant de onrijpheid van het CZS en aan de andere kant de beëindiging van een toestand van een zich organiserende plasticiteit'

Enkele fundamentele vragen

- *Is vroeger beter?* Voor basale functies is vroege stimulatie essentieel, voor 'hogere' functies niet of minder (d.w.z. er is sprake van een langer 'window of opportunity'). Ook als er sprake is van een lang 'window of opportunity' ligt het voor hand om zodra dit 'venster zich opent' te beginnen met 'geschikte' stimulatie (passend bij het ontwikkelingsniveau).
- *Is meer beter?* Voor 'hogere' functies lijkt meer, 'geschikte', stimulatie zeker waardevol; voor basale functies is dit niet het geval (er is slechts minimale stimulatie nodig om de oren en ogen te laten blijven functioneren).

Enkele referenties

- JW Pasma & JJ Rotteveel (1991). Brainstem auditory evoked potentials op kinderleeftijd. In: Nascholing evoked potentials (AEP), workshop Amsterdam (4 oktober 1991).
- ER Kandel, JH Schwartz & TM Jessel (1991). Principles of neural science (3rd edition). Appleton & Lange.
- MP Downs & C Yoshinaga-Itano (1999). The efficacy of early identification and intervention for children with hearing impairment. *Pediatric clinics of North America*, 46 (1): 79-87.
- DB Bailey, JT Bruer, FJ Symons, JW Lichtman (eds.) (2001). *Critical thinking about critical periods*. Paul H. Brookes, Baltimore.

Tot slot

If the human brain were so simple
that we could understand it, we
would be so simple that we couldn't
(unknown source).

Bedankt voor jullie aandacht!