

INHOUD

- 54 **Woorden vooraf**
- 55 **Een afwijkende gevoeligheid voor beloning: een neurobiologische verklaring voor ADHD?**
MARJOLEIN LUMAN
- 61 **De betekenis van de flexibiliteit van het neuromotorische systeem voor de fysiotherapie**
JURJEN BOSGA EN
RUUD MEULENBROEK
- 66 **Signalement**
- Agenda**

NEUROPRAXIS
Neurowetenschappen
in praktijk

JAARGANG 13 2009
NUMMER 3

Allengs wordt steeds duidelijker dat ADHD behalve door psychosociale factoren ook wordt bepaald door neurobiologische factoren. Kinderen met ADHD hebben zowel structurele als functionele afwijkingen in het brein, vooral in de prefrontale cortex, de basale ganglia, het striatum en het cerebellum. Deze hersengebieden zijn minder actief tijdens het uitvoeren van taken. ADHD-kinderen lijken meer dan gezonde kinderen te profiteren van prikkels die worden opgeroepen door gedrag of prestaties te belonen of te bestraffen, of anders gezegd: het blijkt dat in het algemeen het effect van belonen en straffen groter is bij kinderen met ADHD dan bij gezonde kinderen. De meeste neurobiologische modellen van ADHD veronderstellen dat een tekort aan dopamine, dat een essentiële rol speelt bij het aanleren van nieuw gedrag, en het opnemen van nieuwe informatie in het striatum, de oorzaak vormt van ADHD. Dit tekort zorgt voor een afwijkende respons op beloning en afwijkend leergedrag. De dopaminereactie op een daadwerkelijke beloning is weliswaar intact, maar zou er wel eens voor kunnen zorgen dat ADHD te maken heeft met het niet kunnen anticiperen op beloningen die verder in de tijd liggen. Marjolein Numan poogt in haar bijdrage te doorgronden wat er nu omgaat in de hoofden van ADHD-kinderen, teneinde zich te kunnen richten op factoren tijdens de ontwikkeling van kinderen met ADHD die positief kunnen bijdragen aan een 'normale' motivatie.

Jurjen Bosga en Ruud Meulenbroek verbinden in hun artikel neurowetenschap en fysiotherapie met

elkaar op basis van de beantwoording van een viertal vragen: hoe zitten de fenomenen in elkaar die de wetenschap bestudeert, waarom doen die verschijnselen zich voor, wat is het doel van die fenomenen en ten laatste, en dat geldt in dit geval in het bijzonder voor de fysiotherapie, hoe kunnen de antwoorden op de gestelde vragen vertaald worden naar toepassingen die de dienstverlening verbeteren. Daarbij beperken zij zich tot het verschijnsel van de flexibiliteit van het neuromotorische systeem. Hoe is de mens in staat om in wisselwerking met een continue stroom van sensorische informatie een overvloed aan onderdelen van zijn bewegingsapparaat aan te sturen? De bevindingen van de auteurs zijn gebaseerd op de fysiotherapeutische bijdrage aan het herstel van een patiënt bij wie een totale heupvervanging nodig was vanwege geavanceerde osteoartritis van het heupgewricht. Naast het beschrijven van de gebruikelijke medisch-fysiologische richtlijnen, besteden Bosga en Meulenbroek ook aandacht aan de neurocognitieve aspecten die bij genoemde casus een belangrijke rol spelen.

De Stichting Neuropsychologie Nederland heeft de Betto Deelman prijs, groot 5.000 euro, dit jaar toegekend aan **Han Diesfeldt** als erkenning voor zijn grote verdiensten voor de neuropsychologie en haar toepassingen. Op 15 mei ontving Han in de aula van de Universiteit van Amsterdam de prijs uit handen van de naamgever.

BERT VAN DIEN

Een afwijkende gevoeligheid voor beloning: een neurobiologische verklaring voor ADHD?

MARJOLEIN LUMAN

Elke ouder kent het gegeven dat zijn kind het ene moment heel druk is, terwijl het een ander moment rustig aan het spelen is. Bij kinderen met attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) zullen deze uitersten nog meer opvallen: veel kinderen kunnen niet stilzitten tijdens het eten, maar kunnen wel kalm in de bioscoop naar een film kijken. Deze variabiliteit in de ernst van ADHD-symptomen is karakteristiek voor deze ontwikkelingsstoornis. Eén van de verklaringen is dat het gedrag van kinderen met ADHD zeer afhankelijk lijkt van prikkels uit de omgeving. Verondersteld wordt dat als kinderen met ADHD iets doen wat ze leuk vinden of wanneer ze aangemoedigd worden, ze beter gaan presteren en meer aandacht kunnen besteden aan hun werk.

Achtergrond

ADHD is een chronische ontwikkelingsstoornis met een hoge prevalentie (3%-5%), dat wil zeggen: een kind per twee schoolklassen. ADHD wordt gekarakteriseerd door aandachtsproblemen, zoals een verhoogde afleidbaarheid, hyperactiviteit, bijvoorbeeld rusteloosheid, en impulsiviteit, zoals moeite met wachten of het onderbreken van anderen. Kinderen met ADHD hebben vaak achterblijvende sociale vaardigheden en moeite om

goed mee te komen op school. Er is steeds meer evidentie dat naast psychosociale factoren (bijvoorbeeld een positieve manier van opvoeden) de ontwikkeling van ADHD bepaald wordt door neurobiologische factoren. Verschillende onderzoeken laten zien dat kinderen met ADHD kampen met zowel structurele als functionele afwijkingen in het brein en dan vooral in de prefrontale cortex, de basale ganglia (waaronder het striatum) en het cerebellum (Bush, Valera & Seidman, 2005; Seidman, Valera & Makris, 2005). Dit geeft aan dat deze hersengebieden niet alleen kleiner zijn, maar ook minder actief tijdens het uitvoeren van taken. Ondanks het feit dat er veel onderzoek wordt gedaan

naar de werking van het 'ADHD-brein', beginnen we nog maar net te ontdekken wat er precies anders gaat in de hoofden van deze kinderen.

De subtiele verschillen tussen de hersenen van kinderen met ADHD en die van zich normaal ontwikkelende kinderen hangen samen met een aantal cognitieve disfuncties (Casey et al., 1997; Castellanos & Tannock 2002), zoals moeite met informatieverwerking en moeite met het oplossen van complexe problemen. Onderzoek naar deze functies heeft zich jarenlang vooral gericht op problemen met het executief functioneren (zie Pennington & Ozonoff, 1996) en dan vooral op problemen met inhibitie (de mogelijkheid om een respons te onderdrukken). Sinds een paar jaar is de focus echter wat verschoven en worden naast problemen met executief functioneren motivatieproblemen en een afwijkende gevoeligheid voor beloning gezien als belangrijke oorzaken voor de ontwikkeling van ADHD (zie Castellanos & Tannock, 2002; Nigg & Casey, 2005; Sagvolden, Johansen, Aase & Russell, 2005; Sonuga-Barke, 2002; Tripp & Wickens, 2007).

Motivatieproblemen bij ADHD

Er zijn verschillende studies die laten zien dat kinderen met ADHD in grotere mate dan gezonde kinderen profiteren van motivationele prikkels.

Mw. dr. M. Luman, psychologe, Faculteit psychologie en pedagogiek, afdeling Klinische Neuropsychologie, Vrije Universiteit Amsterdam, Van der Boechorststraat 1, 1081 BT Amsterdam, m.luman@psy.vu.nl.

De aandachtsspanne van hyperactieve kinderen blijkt bijvoorbeeld korter wanneer zij een taak alléén uitvoeren, vergeleken met een situatie waarbij een proefleider aanwezig is (Draeger, 1986). Daarnaast blijkt dat het hyperactieve gedrag van kinderen met ADHD tijdens het wachten op een proefleider afneemt wanneer zij worden afgeleid door een tekenfilm, vergeleken met de afleiding van een neutrale (natuur)film (Antrop et al., 2006). Deze bevindingen zijn in lijn met studies die laten zien dat de prestatie van kinderen met ADHD, meer dan die van gezonde kinderen, omhoog gaat wanneer een taak nieuw is, opvallend is, of leuk gevonden wordt (Zentall & Meyer, 1987).

Een interessante manier om kinderen te motiveren is gedrag of prestaties te belonen (of te bestraffen). Op deze manier kan worden onderzocht in hoeverre het gedrag van kinderen met ADHD kan verbeteren wanneer zij geprikkeld worden om goed te presteren (Luman, Oosterlaan & Sergeant, 2005). In een overzichtsartikel gepubliceerd in 2005 hebben we 21 studies vergeleken waarin de cognitieve prestatie van kinderen met ADHD op uiteenlopende taken werd gekoppeld aan beloning (winnen van punten of geld) of bestraffing (verlies van punten of geld). Opvallend is dat het overgrote deel van de studies laat zien dat zowel straf als beloning een positieve invloed heeft op de prestatie en de motivatie van kinderen met ADHD, maar ook op die van zich normaal ontwikkelende kinderen. In geen van de studies heeft straf of beloning een negatief effect. Bijna de helft van de studies waarin een positief effect wordt gevonden (vier van de negen) laat zien dat het effect van belonen en 'straffen' groter is bij kinderen met ADHD dan bij gezonde kinderen. Dit wijst erop dat kinderen met ADHD het

moeilijk vinden om zich intrinsiek (vanuit zichzelf) te motiveren. Dit kan een verklaring geven voor het feit dat kinderen met ADHD de voorkeur geven aan gemakkelijke werkjes, minder plezier ondervinden om dingen te leren en meer afhankelijk zijn van externe dan van interne feedback om hun gedrag te beoordelen (Carlson, Booth, Chin & Canu, 2002). Een recente studie laat zien dat kinderen met ADHD niet alleen door concrete beloningen gestimuleerd worden om optimaal te presteren. Ook een sociale motivator, zoals het spelen van een wedstrijd tegen (fictieve) andere kinderen, blijkt goed te werken om de prestatieverschillen tussen kinderen met ADHD en zich normaal ontwikkelende kinderen te verkleinen (Geurts, Van Meel & Luman, 2008).

Belangrijk om te noemen is dat, ondanks de verbetering in taakprestatie bij onmiddellijke en regelmatige bekrachtiging (zie Luman et al., 2005), de prestatie van kinderen met ADHD in veel studies inferieur blijft aan die van zich normaal ontwikkelende kinderen. Dit geeft aan dat de cognitieve problemen bij ADHD niet *in hun geheel* verklaard kunnen worden door een motivatietekort. De meeste verklaringsmodellen van ADHD suggereren dan ook een 'multiple-pathway'-model waarin zowel motivatie als cognitieve problemen (problemen met executieve functies) bijdragen aan de ontwikkeling van ADHD (Sonuga-Barke, 2002; Castellanos & Tannock, 2002).

Een andere opvallende bevinding die we in het overzichtsartikel beschreven, is dat kinderen met ADHD een relatief sterke voorkeur laten zien voor een directe beloning (punten of een klein geldbedrag) boven een uitgestelde beloning, ook als de uitgestelde beloning groter was. In deze studies werd kinderen veelal de keuze voorgelegd tussen twee punten nu,

of 30 punten na 30 seconden. Deze bevinding komt overeen met een tweetal beslisstudies waarin kinderen met ADHD kiezen voor een onmiddellijke beloning, ongeacht of deze keuze onvoordelig is op de lange termijn (Drechsler et al., 2008; Luman, Oosterlaan, Knol & Sergeant, 2008). Kinderen met ADHD zijn dus meer dan kinderen zonder ADHD gefocust op beloning en het lijkt erop dat dit vooral te maken heeft met het feit dat zij moeite hebben met wachten. Mogelijk roept het wachten op een beloning negatieve emoties op, zoals gevonden in een recente functionele *neuro-imaging*(fMRI)-studie (Plichta et al., 2008). In deze studie werd bij volwassenen met ADHD tijdens het wachten op een beloning de amygdala in sterkere mate geactiveerd dan die van een groep zonder ADHD. (De amygdala is een hersenstructuur die deel uitmaakt van het limbische systeem en die veelal gerelateerd wordt aan gevoelens van boosheid en angst).

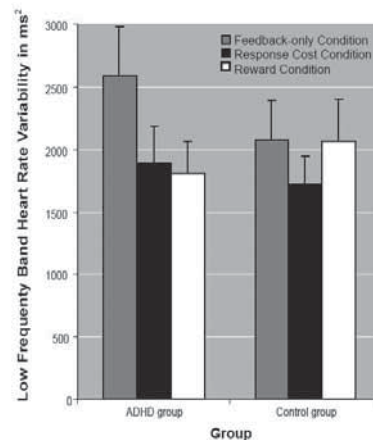
Autonoom zenuwstelsel

Een afwijkende reactie bij kinderen met ADHD op motivationele prikkels is ook zichtbaar in een verminderde autonome respons zoals de hartslagfrequentie en huidgeleidingsrespons (Crone et al., 2003; Crowell et al., 2006; Iaboni et al., 1997). Zowel Crone et al. als Iaboni et al. laten zien dat kinderen met ADHD een kleinere hartslagverandering laten zien op motivationele prikkels en minder onderscheid maken in de respons op straf en beloning. Het autonome zenuwstelsel zorgt ervoor dat ons systeem klaar gemaakt wordt voor een gepaste respons op een externe prikkel en voor het reguleren van de bijbehorende fysiologische opwindings. Normaliter gaat de hartslagfrequentie omhoog wanneer we een beloning ontvangen, terwijl de hartslag omlaag

gaat in reactie op aversieve stimuli. Deze veranderingen gaan samen met aanpassingen van ons gedrag. De verminderde reactiviteit van vooral het sympatische zenuwstelsel bij kinderen met ADHD wijst er echter op dat kinderen met ADHD een verstoord vermogen hebben om motivatie intern om te zetten in actie. Daardoor zijn zij (iets meer dan gezonde kinderen) afhankelijk van externe prikkels om optimaal te kunnen presteren.

Om een optimale prestatie te kunnen leveren is de controle over de toewijzing van aandacht van groot belang. Taken die lastiger zijn om uit te voeren vergen immers meer aandacht dan gemakkelijke taken. Bij de toewijzing van aandacht speelt het autonome systeem een belangrijke rol; verschillende onderzoeken laten zien dat moeilijker taken, die meer inzet en aandacht vereisen, een verandering in de variabiliteit van de hartslag laten zien in vergelijking tot gemakkelijke taken (zie overzicht Jorna, 1992). Vooral hartslagfluctuaties tussen de 0,05 en 0,15 Hz (dus een maal in de tien seconden) blijken gevoelig voor mentale inzet. Als we ons mentaal inzetten neemt de variabiliteit in deze frequentieband af, mogelijk om de toevoer van zuurstof naar ons brein te optimaliseren. Interessant genoeg neemt de hartslagvariabiliteit niet alleen af wanneer een taak moeilijker is, maar ook wanneer een taak leuker gevonden wordt of wanneer er een beloning in het spel is (Pruyn, Aasman & Weyers, 1985; Suess, Newlin & Porgess, 1997). Kinderen met ADHD laten tijdens het uitvoeren van taken juist in deze frequentieband een hogere hartslagvariabiliteit zien dan gezonde kinderen (Börger et al., 1999; Börger & Van der Meere, 2000). Kinderen met ADHD hebben dus mogelijk meer moeite met de toewijzing van hun

aandacht. In een studie die we hebben uitgevoerd in 2007 (Luman et al., 2007) is de hartslagvariabiliteit van kinderen met ADHD in kaart gebracht tijdens een taak die ze uitvoerden mét en zonder beloning. De taak was heel simpel: het schatten van de duur van een seconde, waarna kinderen te horen kregen of zij dit goed of fout deden (schattingen binnen een bepaald interval werden goedgekeurd). Er waren drie verschillende blokken: alléén feedback, feedback met beloning (+3 cent), of feedback met straf (-3 cent). Figuur 1 laat zien dat kinderen met ADHD, in tegenstelling tot zich normaal ontwikkelende kinderen, een afname van de hartslagvariabiliteit lieten zien (dus een toename in mentale inzet en aandacht) in de beloning- en strafconditie. In deze twee condities waren de verschillen tussen ADHD-kinderen en de controlegroep verdwenen en hun prestatie ging omhoog. Dit toont aan dat kinderen met ADHD, wanneer zij extern gestimuleerd worden, meer aandacht kunnen steken in het uitvoeren van een taak, in dit geval het schatten van de duur van een seconde.

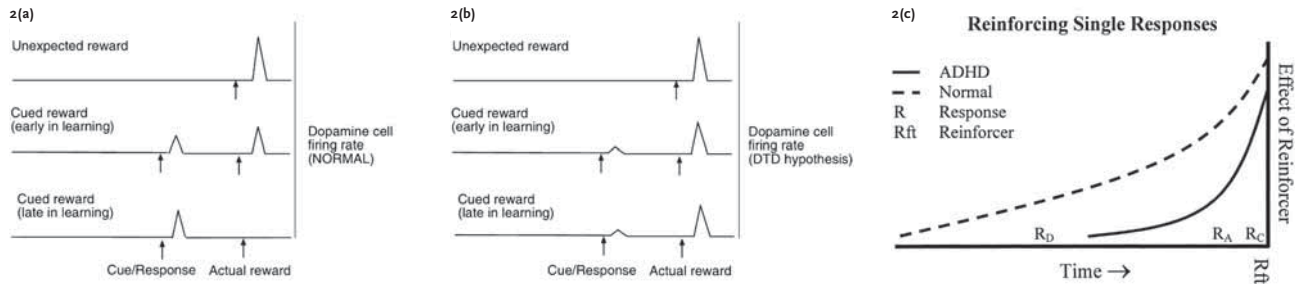


Figuur 1 Hartslagvariabiliteit in een neutrale, beloning- en strafconditie. Deze figuur laat de hartslagvariabiliteit zien van de frequentieband tussen 0,04 en 0,08 Hz. Lagere waarden geven een verhoogde mentale inzet weer. (uit Luman et al., 2007)

Neurobiologische processen die ten grondslag liggen aan ADHD

De onderliggende oorzaak van de afwijkende respons op prikkels uit de omgeving wordt veelal gezocht in afwijkingen in hersengebieden die centraal staan bij het verwerken van beloning. Een beloning is een zeer sterke prikkel, die niet alleen van invloed is op onze 'drive' of motivatie om iets te doen, maar ook op leer-gedrag. Beloond gedrag zullen we immers in de toekomst herhalen. Met name de verbinding tussen de prefrontale cortex en het limbische systeem (waaronder het striatum) wordt geassocieerd met motivatie en de verwerking van beloning (Schultz, Dayan & Montague, 1997; Wise, 2004). Dierexperimenteel onderzoek laat zien dat dopaminecellen in het fronto-limbische deel van het brein vuren na een onverwachte beloning, maar ook na een voorspeller voor beloning (Schultz, Dayan & Montague, 1997; Wise, 2004). Dat deze processen ook bij mensen een belangrijke rol spelen is aangetoond met functionele *neuro-imaging* (fMRI)-studies waaruit blijkt dat in afwachting van een beloning er een toename van de hersenactiviteit is in onder meer het ventrale deel van het striatum (Knutson et al., 2001; 2003). Deze activatie wordt gerelateerd aan dopamine-activiteit. Het vooruitzicht van een heerlijke vrije middag zorgt dus voor een toename in dopamine-activiteit, wat er bij kinderen voor kan zorgen dat zij hun huiswerk goed en snel afmaken.

De op dit moment meest gangbare neurobiologische modellen van ADHD, de *dopamine transfer deficit* (Tripp & Wickens, 2007) en de *dynamic developmental theory* (DDT) (Sagvolden et al., 2005) gaan in op deze processen. Beide modellen veronderstellen een tekort aan dopamine in het striatum als oorzaak van ADHD. Dit tekort



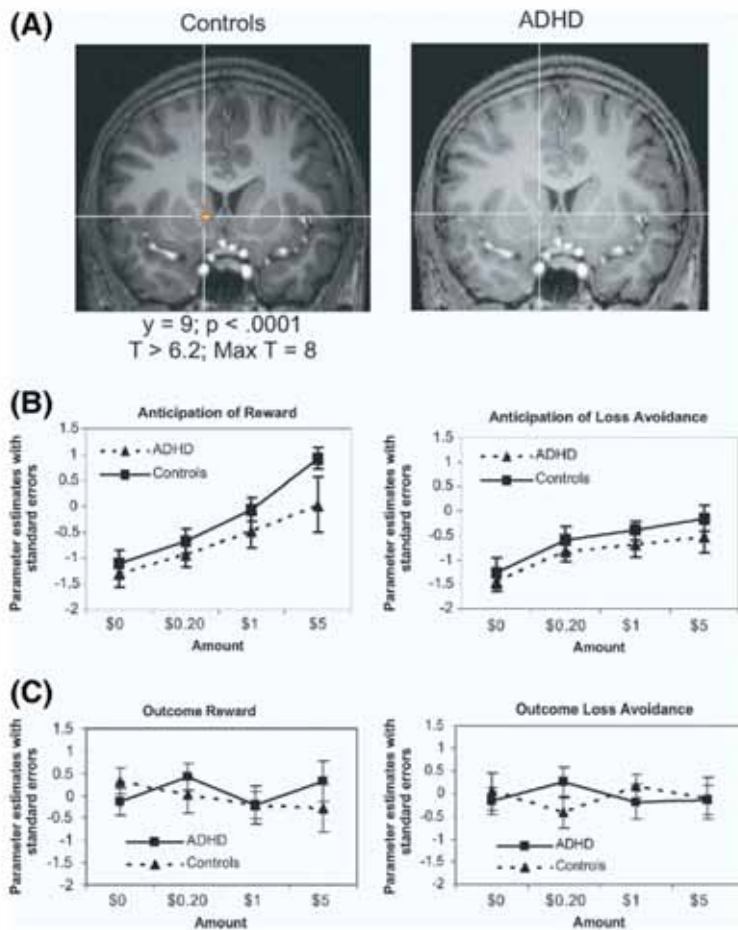
Figuur 2 Vuren van dopaminecellen in reactie op beloning en op predictoren (*cues*) van beloning bij zich normaal ontwikkelende kinderen (2a) en kinderen met ADHD (2b) (uit Tripp & Wickens, 2008). Deze figuur laat zien dat de reactie op een daadwerkelijke beloning bij ADHD normaal is. Bij ADHD gaat er echter iets fout in de reactie op voorspellers van beloning – zij laten een kleinere dopaminerespons zien op de *cues*. Figuur 2c laat de *reward-delay*-gradiënt zien, waarbij de steilere curve aangeeft dat de tijd tussen beloning en gedrag bij kinderen met ADHD kort moet zijn wil een beloning effect hebben op het gedrag (uit Sagvolden et al., 2005).

zorgt voor een afwijkende respons op beloning en afwijkend leergedrag. De modellen wijzen erop dat de dopaminereactie op een daadwerkelijke beloning (geld of een cadeautje) intact is,

maar dat de reactie op een voorspeller van beloning verkleind is (zie figuur 2a en 2b). Met andere woorden: het lijkt erop dat ADHD te maken heeft met het niet kunnen anticiperen op

beloningen die *verderop in de tijd liggen*. Waarom zou je dus goed je best doen in de klas, als er voor jou toch geen positieve consequentie aan verbonden wordt zoals straks lekker buiten spelen? De ‘transfer’ van de reactie op de beloning (buiten spelen) naar de voorspeller van beloning (huiswerk afmaken) is een leerproces dat verstoord is bij ADHD. Kinderen met ADHD laten volgens de DDT een steilere *reward-delay*-gradiënt zien. Figuur 2c laat zien dat dit inhoudt dat het vuren van de dopaminecellen op voorspellers van beloning (huiswerk maken) sneller uitdooft bij ADHD-kinderen dan bij gezonde kinderen, wanneer deze beloning verderop ligt in de tijd. Dit zou verklaren waarom kinderen met ADHD een voorkeur laten zien voor een onmiddellijke boven een uitgestelde beloning en dit verklaart tevens waarom hun gedrag slechter controleerbaar is.

fMRI-studies bij ADHD bevestigen een deficiëntie in de anticipatie op beloning (Scheres et al., 2007; Strohle et al., 2008). In deze studies moesten volwassenen en adolescenten met ADHD reageren op een stimulus (pijl naar links of naar rechts) waarbij ze twee seconden eerder te horen kregen hoeveel ze konden winnen of verliezen. Dit was 0 dollar, 20 cent, 1 dollar, of 5 dollar. De resultaten (zie figuur 3a en 3b) laten een verminderde activiteit



Figuur 3 Hersenactiviteit in het ventrale deel van het striatum (3a) in anticipatie (3b) en in reactie op (3c) beloning en straf (vermijding van verlies) bij adolescenten met ADHD en een zich normaal ontwikkelende groep (uit Scheres et al., 2007).

in het ventrale deel van het striatum zien in *anticipatie* op beloning, maar niet op verlies. De activiteit *na* het ontvangen van een beloning week *niet* af in de ADHD-groepen (zie figuur 3c). De eerste studies naar deze processen bij kinderen worden waarschijnlijk op dit moment uitgevoerd.

Het belang van kennis over een afwijkende gevoeligheid voor beloning bij ADHD

Omdat dopamine een essentiële rol speelt bij het aanleren van nieuw gedrag en opnemen van nieuwe informatie (Schultz et al., 1997) heeft een deficiënte dopaminehuishouding invloed op het leergedrag en de conditioneerbaarheid van kinderen. Tot 70% van de kinderen met ADHD heeft comorbide leerproblemen en achterblijvende schoolprestaties. De rol van motivatieproblemen hierbij is nauwelijks onderzocht. Op dit moment wordt 80% van de kinderen met ADHD behandeld met methylfenidaat (Ritalin of Concerta) waarvan de effecten op leerprestaties relatief klein zijn en effecten op lange termijn (>12 maanden) afwezig (DuPaul, 2007). Niet kunnen profiteren van beloningen die verderop in de tijd liggen en meer afhankelijk zijn van feedback van

anderen benadrukt daarom het belang van gedragsmatige interventies die gebruik maken van beloning en straf (mediatietherapie). Het sturen van gedrag door middel van mediatietherapie blijkt effectief in het verhogen van taakrelevant gedrag bij ADHD (DuPaul, 2007), maar helaas is het aantal beschikbare interventies voor kinderen met ADHD in de klas zeer beperkt (zie Nederlands Jeugd Instituut www.nji.nl). Een andere strategie zou zijn om kinderen meer bewust te maken van de consequenties van het eigen gedrag die verderop liggen in de tijd, zodat de beloningen als het ware 'naar voren gehaald worden'. Op deze manier zou de motivatie van deze kinderen om te leren toe kunnen nemen en zijn zij mogelijk beter benaderbaar om hun onaangepaste gedrag te veranderen. Recent onderzoek (nog niet gepubliceerd) laat zien dat belonen bij kinderen met ADHD ook heel goed werkt door hen bij goed gedrag een (foto van) een blij gezicht te laten zien. Het effect van deze 'glimlach' bleek bij kinderen met ADHD beter te werken dan een klein geldbedrag, in tegenstelling tot zich normaal ontwikkelende kinderen bij wie juist het geldbedrag goed werkte.

Er is veel discussie over de oorzaak

van de afwijkingen in het fronto-striatale systeem. Aan de ene kant zijn er genen die bijdragen aan de ontwikkeling van ADHD, maar mogelijk draagt ook een afwijkende leergeschiedenis bij aan de motivatieproblemen bij ADHD. Tijdens de ontwikkeling worden kinderen met ADHD geconfronteerd met cognitieve en motorische problemen die kunnen leiden tot sociale afwijzing. Deze ervaringen kunnen ertoe bijdragen dat de perceptie van straf en beloning verstoord is. Toekomstige studies zullen zich moeten richten op de factoren tijdens de ontwikkeling van kinderen met ADHD die positief kunnen bijdragen aan een gezonde motivatie en gevoeligheid voor beloning.

Conclusie

Kinderen met ADHD lijken meer dan gezonde kinderen te profiteren van externe motiveringen zoals straf en beloning, hetgeen zijn oorzaak lijkt te hebben in afwijkingen in het striatum. Ze willen wel, maar ze kunnen het niet. Het motiveren van kinderen met ADHD lijkt dus een zinvolle strategie om ze optimaal te laten presteren, bijvoorbeeld op school.

Literatuur

- Antrop, I., Stock, P., Verte, S., Wiersema, J.R., Baeyens, D. & Roeyers, H. (2006). ADHD and delay aversion: the influence of non-temporal stimulation on choice for delayed rewards. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47, 1152-1158.
- Börger, N., Van der Meere, J.J., Ronner, A., Alberts, E., Geuze, R. & Bogte, H. (1999). Heart rate variability and sustained attention in ADHD children. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 27, 25-33.
- Bush, G., Valera, E.M. & Seidman, L.J. (2005). Functional neuroimaging of attention-deficit/hyperactivity disorder: A review and suggested future directions. *Biological Psychiatry*, 57, 1273-1284.
- Carlson, C.L., Booth, J.E., Shin, M.S. & Canu, W.H. (2002). Parent-, teacher-, and self-rated motivational styles in ADHD subtypes. *Journal of Learning Disabilities*, 35, 104-113.
- Casey, B.J., Castellanos, F.X., Giedd, J.N., Marsh, W.L., Hamburger, S.D., Schubert, A.B., Vauss, Y.C., Vaituzis, A.C., Dickstein, D.P., Sarfatti, S.E. & Rapoport, J.L. (1997). Implication of right frontostriatal circuitry in response inhibition and attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 36, 374-383.
- Castellanos, F.X. & Tannock, R. (2002). Neuroscience of attention-deficit/hyperactivity disorder: the search for endophenotypes. *Nature Reviews Neuroscience*, 3, 617-628.
- Crone, E.A., Jennings, J.R. & Van der Molen, M.W. (2003). Sensitivity to interference and response contingencies in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 44, 214-226.
- Crowell, S.E., Beauchaine, T.P., Gatzke-Kopp, L., Sylvers, P., Mead, H. & Chipman-Chacon, J. (2006). Autonomic correlates of attention-deficit/hyperactivity disorder and oppositional defiant disorder in preschool children. *Journal of Abnormal Psychology*, 115, 174-178.
- Draeger, S., Prior, M. & Sanson, A. (1986). Visual and auditory attention performance in hyperactive children: competence or compliance. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 14, 411-424.
- Dupaul, G.J. (2007). School-Based interventions for students with attention deficit hyperactivity disorder: Current status and future directions. *School Psychology Review*, 36, 183-194.
- Geurts, H.M., Luman, M. & Van Meel, C.S. (2008). What's in a game:

- The effect of social motivation on interference control in boys with ADHD and Autism Spectrum Disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 49, 848-857.
- Iaboni, F., Douglas, V.I. & Ditto, B. (1997). Psychophysiological response of AD/HD children to reward and extinction. *Psychophysiology*, 34, 116-123.
- Jorna, P. G. A. M. (1992). Spectral-analysis of heart-rate and psychological state a review of its validity as a workload index. *Biological Psychology*, 34, 237-57.
- Luman, M., Oosterlaan, J. & Sergeant, J. A. (2005). The impact of reinforcement contingencies on AD/HD: A review and theoretical appraisal. *Clinical Psychology Review*, 25, 183-213.
- Luman, M., Oosterlaan, J., Hyde, C., Van Meel, C.S. & Sergeant, J.A. (2007). Heart rate and reinforcement sensitivity in ADHD. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48, 890-898.
- Nigg, J.T. & Casey, B.J. (2005). An integrative theory of attention-deficit/hyperactivity disorder based on the cognitive and affective neurosciences. *Development and Psychopathology*, 17, 785-806.
- Pennington, B. & Ozonoff, S. (1996). Executive functions and developmental psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37, 51-78.
- Pruyn, A., Aasman, J. & Wyers, B. (1985). Social influences on mental processes and cardiovascular activity. In J.F. Orlebeke, G. Mulder & L.J.P. Van Doornen (Eds.), *The psychophysiology of cardiovascular control (Models, Methods, and Data)* (pp. 865-877). New York: Plenum Press.
- Sagvolden, T., Johansen, E.B., Aase, H. & Russell, V.A. (2005). A dynamic developmental theory of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) predominantly hyperactive/impulsive and combined subtypes. *Behavioral and Brain Sciences*, 28, 397-419.
- Scheres, A., Milham, M.P., Knutson, B. & Castellanos, F.X. (2007). Ventral striatal hypo-responsiveness during reward anticipation in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Biological Psychiatry*, 61, 720-724.
- Schultz, W., Dayan, P. & Montague, P.R. (1997). A neural substrate of prediction and reward. *Science*, 275, 1593-1599.
- Sonuga-Barke, E.J. (2002). Psychological heterogeneity in AD/HD: A dual pathway model of behaviour and cognition. *Behavioural Brain Research*, 10, 29-36.
- Suess, P.E., Newlin, D. B. & Porges, S.W. (1997). Motivation, sustained attention, and autonomic regulation in school-age boys exposed in utero to opiates and alcohol. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 5, 375-387.
- Tripp, G. & Alsop, B. (1999). Sensitivity to reward frequency in boys with attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Clinical Child Psychology*, 28, 366-375.
- Tripp, G. & Wickens, J. (2008). From neurobiology to behavior: reinforcement mechanisms in ADHD. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 49, 691-704.
- Wise, R.A. (2004). Dopamine, learning and motivation. *Nature Reviews Neuroscience*, 5, 483-494.
- Zentall, S.S. & Meyer, M.J. (1987). Self-regulation of stimulation for ADD-H children during reading and vigilance performance. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 15, 519-536.

De betekenis van de flexibiliteit van het neuromotorische systeem voor de fysiotherapie

JURJEN BOSGA EN RUUD MEULENBROEK

Een goed ontwikkelde wetenschap is in staat om twee fundamentele vragen te beantwoorden. De eerste vraag is hoe de fenomenen die zij bestudeert in elkaar zitten en de tweede vraag is waarom deze fenomenen zich voordoen. Omdat in tegenstelling tot de levenloze natuur het menselijk handelen gekenmerkt wordt door doelgerichtheid (Feigenberg, 1998) zullen de humane wetenschappen zich nog over een derde vraag moeten buigen, namelijk wat is het doel van de verschijnselen die zij bestudeert. Voor het toepassen van wetenschappelijke kennis in bijvoorbeeld de fysiotherapie moet zelfs op een vierde vraag antwoord worden gegeven, namelijk hoe kunnen de antwoorden op de gestelde vragen vertaald worden naar toepassingen die de dienstverlening verbeteren (Winstein, Wing & Whitall, 2003). In dit artikel zullen we aan de hand van de zojuist gestelde vragen een brug slaan tussen neurowetenschap en fysiotherapie. Daarbij beperken we ons tot het in de praktijk onderbelichte fenomeen van de flexibiliteit van het neuromotorische systeem, dat wil zeggen de eigenschap van het systeem om onder wisselende omstandigheden op een slimme en snelle manier adaptieve of creatieve keuzes te maken om de bewegingstaak succesvol uit te voeren.

Eén van de belangrijkste vragen die de fysiotherapeutische discipline zich ons inziens moet stellen is op basis

van welke principes mensen de vele vrijheidsgraden in hun neuromotorische systeem controleren. Hoe is de mens in staat om in wisselwerking met een continue stroom van sensorische informatie een overvloed aan onderdelen van zijn bewegingsapparaat aan te sturen? Het bewegingsapparaat bestaat uit een imponerend aantal attributen en voor het bereiken van een eenmaal gesteld bewegingsdoel kan een oneindig aantal combinaties van deze onderdelen worden

ingezet. Denk aan het grote aantal gewrichten en spieren die ons een bijzondere flexibiliteit verschaffen, zowel met betrekking tot de kinematica als de dynamica van de bewegingen. Bovendien overtreft het aantal spieren dat kracht uitoefent op een gewricht het aantal vrijheidsgraden van het betreffende gewricht, terwijl elke spier op zich weer door verschillende typen zenuwcellen wordt aangestuurd, allemaal met een grote verscheidenheid aan eigenschappen. Ten slotte is het hiërarchisch georganiseerde centrale zenuwstelsel opgebouwd uit een ruggenmerg met motor- en interneuronen, de hersenstam met gebieden zoals de reticulare formatie en vestibulaire kernen, en de subcorticale structuren, zoals de basale ganglia die de *top-down* informatiestroom van de cortex naar de wervelkolom sluizen. Het hoogste niveau wordt gevormd door de cerebrale cortex, die een uitzonderlijk groot sensomotorisch repertoire ondersteunt. Een dergelijke overvloed of redundantie aan mogelijke oplossingen om een bepaald doel te bereiken, op alle hiërarchische niveaus van het neuromotorische systeem, verhoogt niet alleen de betrouwbaarheid en flexibiliteit van ons bewegingsapparaat, maar zorgt ook voor het indrukwekkende aanpassingsvermogen waarover mensen bij de uitvoering van hun dagelijkse activiteiten beschikken.

Dr. J. Bosga, fysiotherapeut, Praktijk Bosga-Stork, De Beaufortweg 18, 3941 PB Doorn, bosga@xs4all.nl; prof. dr. R. G. J. Meulenbroek, cognitief psycholoog, directeur MSc Cognitive Neuroscience Programme, Donders Institute for Brain, Cognition and Behaviour, Centre for Cognition, Radboud Universiteit Nijmegen, Postbus 9104, 6500 HE Nijmegen.

Ter verduidelijking hiervan gaan we in op de bijdrage van de fysiotherapie aan het herstel na een totale heupvervangingsoperatie als de chirurgische behandelingsoptie voor geavanceerde osteoartritis van het heupgewricht, een ingreep die jaarlijks 16.000 mensen in Nederland ondergaan. De preoperatieve symptomen bestaan uit pijn, stijfheid, verlies aan bewegelijkheid en verminderde belastbaarheid van het heupgewricht. Afgezien van het ongemak als gevolg van de chirurgische ingreep, zijn postoperatief alle preoperatieve symptomen verdwenen en mag de geopereerde heup gewoonlijk binnen 24 uur na de operatie volledig worden belast. Toch zijn patiënten terughoudend om meteen na de operatie te staan en te lopen zonder een ondersteunend hulpmiddel.

Een klassieke fysiotherapeutische benadering die gebaseerd is op medisch-fysiologische richtlijnen, zal gericht zijn op een verbetering van de bewegelijkheid van de heup, op spierversterkende oefeningen of krachttraining om de kracht in beide benen te vergroten, op vergroten van de loopafstand, op faciliteren van de balans in staande positie en tijdens transfers, en op bewaking van voorzorgsmaatregelen om ontwrichting van de heup te voorkomen. Uit longitudinale studies blijkt echter dat krachttraining wel de krachtproductie vergroot, maar ook een toename in de variabiliteit van deze krachtproductie veroorzaakt (Bellew, 2002; Tracy, 2001). In behandelingsprotocollen die coördinatie van krachten benadrukken en een toename in vaardigheid nastreven, wordt de samenhang (stabiliteit) van de bewegingsuitkomst als gevolg van deze krachtproducties daarentegen vergroot (Christou, Yang & Rosengren, 2003; Ranganathan, Siemionow, Sahgal, Liu & Yue, 2001; Yan, 1999).

Naast aanwijzingen vanuit medisch-fysiologische richtlijnen kan de fysiotherapeutische bijdrage aan het herstel na een totale heupvervangingsoperatie ook met neurocognitieve argumenten worden onderbouwd. Vanuit een neurocognitieve visie is het begrijpelijk dat patiënten terughoudend zijn om direct na de operatie, zonder een ondersteunend hulpmiddel, te gaan staan en vervolgens te gaan lopen. Omdat een deel van de vrijheidsgraden van het heupgewricht als gevolg van de osteoartritis was 'bevoren' en door de heupvervangingsoperatie plotseling is vrijgemaakt, moeten de vrijgekomen vrijheidsgraden eerst opgenomen worden in grotere stabiele coördinatiestructuren om zonder hulpmiddelen te kunnen staan en te lopen.

Nicolai Bernstein (Bernstein, 1967) was een van de eersten die begreep dat het proces van het (weer) aanleren van een motorische taak een (her)organisatie van de vrijheidsgraden van het bewegingssysteem vereist. Uit zijn observaties bleek dat het (weer) aanleren van een motorische taak in een aantal fasen verloopt. Bernstein (1967) stelde dat allereerst een deel van de vrijheidsgraden wordt geëlimineerd waardoor de uitvoering aanvankelijk onhandig, stijfjes en niet vloeiend verloopt maar waarbij het doel wel wordt bereikt. Vervolgens worden deze vrijheidsgraden geleidelijk in het neuromotorische systeem geïntroduceerd en in grotere coördinatiestructuren opgenomen. In de laatste fase wordt de taak meer economisch uitgevoerd, in die zin dat biofysische krachten (zoals reactieve, wrijvings- en inertiaële krachten) worden geëxploiteerd (benut) waardoor een efficiënte, flexibele en betrouwbare taakuitvoering kan ontstaan.

Sindsdien zijn er verschillende benaderingen uit de literatuur bekend die aangeven op basis van welke prin-

cipes de vrijheidsgraden in het bewegingssysteem georganiseerd kunnen worden. Daarvan geven wij hieronder een taxonomisch overzicht.

Eliminatie

Een mogelijke benadering is gebaseerd op het principe dat het centrale zenuwstelsel het aantal vrijheidsgraden vermindert tot het noodzakelijke minimum voor het uitvoeren van de taak. Verondersteld wordt dat bewegingen door het neuromotorische systeem eenvoudiger gecontroleerd kunnen worden door het aantal bewegende attributen te reduceren. Bijvoorbeeld, door cocontractie van agonistische en antagonistische spiergroepen (stijfheid) rondom een selectief aantal gewrichten te fixeren ('bevroeren') kunnen de andere gewrichten in het bewegingscomplex door het zenuwstelsel gemakkelijker tot een dynamisch en controleerbaar systeem worden georganiseerd (Newell, 1991; Vereijken et al, 1992a).

Coördinatie

Een ander benaderingsprincipe is gebaseerd op coördinatie. In biologische systemen wordt coördinatie gedefinieerd als de spatio-temporele ordening van elementen. Hieronder wordt verstaan dat onderdelen van het bewegingssysteem in ruimte en tijd worden georganiseerd. In het domein van de motorische controle kan coördinatie macroscopisch worden beschreven, in termen van de ordening van het lichaam of van lichaamsdelen ten opzichte van de omgeving en gebeurtenissen of in termen van lichaamsconfiguraties in relatie tot een taak. Coördinatie kan ook microscopisch worden beschreven, zoals de correlatiesterkte tussen neuronen en hoe deze correlaties zich verhouden tot de stimulus die een bepaalde beweging aanstuurt.

In de visie van Bernstein (1996) is het hiërarchische niveau van de spier-gewrichtkoppelingen verantwoordelijk voor de vorming van de synergieën van de grote spiergroepen en van verschillende bewegingspatronen. De zogenaamde ‘vrijheidsgraden’ van een aantal gewrichten zijn bijvoorbeeld anatomisch gekoppeld door biarticulaire spieren, dat wil zeggen dat de krachten die biarticulaire spieren genereren gewrichtrotaties en een specifiek bewegingspatroon kunnen veroorzaken in de gewrichten die ze overspannen (Van Ingen Schenau, 1989). De term synergie herbergt daarmee de notie van een verzameling van relatief onafhankelijke vrijheidsgraden die zich als een functionele eenheid gedragen (Turvey, 2007). Binnen deze context is de tijdelijke koppeling van spieren en gewrichten in motorische synergieën naar voren gebracht als een strategie waarmee het centrale zenuwstelsel redundantie kan oplossen (Cole & Abbs, 1986; Santello, Vlaanderen & Soechting, 1998; D’Avella, Saltiel & Bizzi, 2003; Ivanenko, Grasso, Zago, Molinari, Scivoletto, Castellano, Macellari & Lacquaniti, 2003).

Exploitatie

Het ontstaan van de dynamische systeemtheorie, een ontwikkeling uit de jaren '80, was voor het domein van de motorische controle bijzonder belangrijk. In principe werd hiermee Bernsteins (1967) invloedrijke mening ondersteund dat adaptief motorisch gedrag de biofysische eigenschappen van het bewegingsapparaat, zoals de elasticiteit van passieve structuren of reactieve, wrijvings- en inertie krachten, benut (exploiteert), in plaats van er weerstand tegen te bieden (zie Kugler & Turvey, 1987). Esther Thelen (1998) ontdekte dat zuigelingen in staat waren passieve krachten zoals

inertie (bijvoorbeeld ten gevolge van de zwaartekracht) efficiënter te benutten naarmate het vaardigheidsniveau van hun reik- en grijpbewegingen toenam en daardoor minder afhankelijk werd van actief gegenereerde krachten.

Optimalisatie

De vloeiende bewegingen die met de hand gemaakt kunnen worden zijn opmerkelijk. Studies tonen aan dat dit bewegingsgedrag gevangen kan worden met een eenvoudig optimalisatiecriterium (Todorov, 2004; Seif-Naraghi & Winters, 1990), zoals het minimaliseren van de veranderingen van bewegingsversnelling, of het minimaliseren van de veranderingen van de rotatiekrachten rondom gewrichten. Voorondersteld wordt dat redundantie van het bewegingssysteem door deze optimalisatiestrategieën quasi-automatisch wordt opgelost.

Experimenten hebben aangetoond dat handbewegingen altijd op een zodanige wijze worden gepland, dat de uitvoering van deze planning bestand is tegen de variabiliteit die inherent is aan ons neuromotorische systeem (Harris, 1998; Harris & Wolpert, 1998). De aard van de strategieën waarmee deze bewegingen op verschillende niveaus van het neuromotorische systeem worden voorbereid doet daarbij niet ter zake.

Allocatie

Gratie, snelheid en nauwkeurigheid kunnen de uitvoering van een motorische taak in hoge mate bepalen. De taakuitvoering hoeft daarbij niet perse optimaal of efficiënt te zijn (zie ook Bosga, Meulenbroek & Rosenbaum, 2005). Dagelijks maken wij allerlei afwegingen. Vaak kiezen wij voor een baan die we leuk vinden in plaats van een die beter wordt betaald, of wonen wij om praktische redenen op een

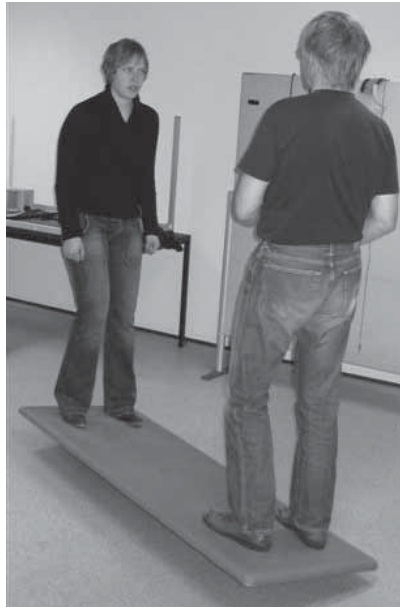
bepaalde plaats terwijl we tegelijkertijd fantaseren hoe het zou zijn om op een tropisch eiland te wonen. Zo maken wij ook afwegingen voor onze taakuitvoering. Wij ruilen snelheid in voor nauwkeurigheid (Fitts, 1954), of we ruilen biomechanische efficiëntie in om aan vereiste ritmes te kunnen voldoen (Yu, Russell & Sternad, 2003). Weging van deze verschillende prestatiecriteria wordt gebruikt in een recente motorische controletheorie die voor de planning van bewegingen een belangrijke rol toekent aan de interne centrale representatie van lichaamshoudingen (Rosenbaum, Meulenbroek, Vaughan & Jansen, 2001). Volgens deze theorie benaderen mensen een motorische taak door, hetzij expliciet of impliciet, een prioriteitenlijst van taakeisen te formuleren waaraan de uitvoering van de beweging moet voldoen. Alle mogelijke bewegingsuitvoeringen die niet aan de belangrijkste taakeis voldoen, worden zodoende geëlimineerd. Vervolgens worden bewegingsuitvoeringen die niet voldoen aan de tweede meest belangrijke taakeis geëlimineerd, enzovoort (Iversky, 1972). De uiteindelijke uitvoering van de beweging voldoet het meest, maar niet volledig, aan de prioriteitenlijst van taakeisen (Simon, 1989).

Delegatie

In een aantal studies is aangetoond dat bewegingen hiërarchisch zijn gestructureerd. Een kinematische analyse van armbewegingen bij tekenen schrijftaken laat bijvoorbeeld zien dat de schouder- en elleboogrotaties een stabiel bewegingskoppel vormen en verantwoordelijk zijn voor de grootste verplaatsingen van de hand, terwijl correcties die nodig zijn om aan de taakeisen te voldoen, door een relatief losgekoppeld elleboog/polsgewrichtspaar worden gegenereerd (Lac-

quaniti, Ferrigno, Pedotti, Soechting & Terzuolo, 1987, zie ook Soechting, Lacquaniti & Terzuolo, 1986).

Onlangs hebben Bosga, Meulenbroek en Cuijpers (aangeboden) gedemonstreerd dat motorische controleprincipes die voor individuen gelden, ook opgaan voor tweetallen die een taak samen uitvoeren. In een taak waarbij deelnemers op een schommelbord stonden (zie de figuur) en het bord volgens voorgeschreven uitslag/frequentieparametercombinaties herhaald zijwaarts heen en weer bewogen, bleek dat de onderling stabiel gecoördineerde knierotaties de belangrijkste bijdrage leverden aan de bewegingen van het schommelbord. Wanneer dezelfde taak door twee deelnemers gezamenlijk werd uitgevoerd, bleek ook dat de knierotaties tussen de deelnemers onderling het meest stabiel waren gekoppeld en de belangrijkste bijdrage leverden aan de gezamenlijke schommelbewegingen. Een opvallend resultaat uit dit experiment was dat er, tussen de deelnemende paren, steeds sprake was van een 'leider-volger'-taakverdeling. Deze observaties onderbouwen het generieke karakter van de *Leading Joint Hypothesis* (Dounskaia, 2005) waarbij één (leidende) gewrichtsrotatie een dynamische fundering creëert voor de taakuitvoering terwijl de aangrenzende gewrichtsrotaties de nodige correcties uitvoeren om de taak te volbrengen. Een alternatieve theoretische basis voor het ordenen van de vrijheidsgraden is de notie van stabiliteit (Schöner 1995), dat wil zeggen het vermogen van een systeem om terug te keren naar een bepaalde toestand nadat een verstoring het systeem uit die toestand heeft weggedreven. Uit controletheoretisch oogpunt is stabiliteit een vereiste om betrouwbaar een motorisch doel te bereiken en motorische plannen zijn dan ook



Figuur Twee deelnemers staan op een schommelbord dat herhaald zijwaarts heen en weer werd bewogen.

gemaakt in termen van stabiele vrijheidsgraden. Volgens de *Uncontrolled Manifold Hypothesis* (UCM-hypothese, zie Latash, Scholz & Schönér, 2002), maakt het centrale zenuwstelsel onderscheid tussen primaire relatief stabiele variabelen om er een beweging mee te controleren en secundaire relatief instabiele variabelen.

Tot slot geven wij in het kort aan welke benaderingsprincipes uit de literatuur het fysiotherapeutische handelen na een heupvervangingsoperatie kunnen onderbouwen. Naast het nemen van voorzorgsmaatregelen om ontwrichting van de heup te voorkomen, concentreren we ons op interventies gericht op de eliminatie, coördinatie, exploitatie, allocatie en delegatie van vrijheidsgraden van het neuromotorische systeem.

Als gevolg van een geavanceerde osteoartritis is een deel van de vrijheidsgraden van het heupgewricht 'bevoren'. Dit deel wordt door de heupvervangingsoperatie vrijgemaakt. Door de cocontractie van

agonistische en antagonistische spiergroepen rondom het heupgewricht aanvankelijk toe te laten, kan een deel van de vrijheidsgraden van het heupgewricht worden geëlimineerd (*eliminatie*) waardoor de heup in ieder geval gecontroleerd kan worden bewogen. Vervolgens kan, met behulp van een harnas of een trapezevest, veilig gebruik gemaakt worden van een schommelbord om zijwaartse bewegingen gecontroleerd uit te voeren (*eliminatie, coördinatie*). Wanneer de fysiotherapeut de rol van de 'leider' aanneemt in de gezamenlijk uitgevoerde schommelbewegingen (*delegatie*), kunnen de vrijheidsgraden geleidelijk en gecontroleerd in het motorische systeem worden geïntroduceerd om in grotere coördinatiestructuren opgenomen te worden (*coördinatie*). De 'leider' kan de gratie, snelheid of nauwkeurigheid van de uitvoering benadrukken (*allocatie*). De schommelbewegingen zorgen er ook voor dat er vertrouwdheid opgedaan kan worden om de geopereerde heup te belasten met of zonder dwang van de 'leider'. Nadat enige vertrouwdheid is opgedaan met de schommelbewegingen kan de oefenvorm solo worden uitgevoerd en kunnen de uitslag/frequentieparametercombinaties worden gevarieerd om de motorische prestaties te bevorderen. Naast het faciliteren van de balans in staande positie en de transfers naar verschillende houdingen zal de loopafstand vergroot moeten worden, waarbij de heup in de zwaai- of standfase alternerend een andere taak is toebedeeld (*delegatie*). Langzaam lopen faciliteert een bewust gecontroleerd bewegingspatroon (*allocatie*). Wanneer er echter hogere loopsnelheden geëist worden, zal de patiënt gedwongen worden om te leren profiteren van de biofysische eigenschappen van zijn motorische systeem (*exploitatie*), waardoor een

efficiënt, flexibel betrouwbaar en krachtig looppatroon kan ontstaan.

Samengevat hebben wij in deze bijdrage laten zien dat het beheersen van redundantie niet slechts beperkt wordt door de anatomie van ons uitvoerend systeem, maar dat mensen

ook heel slim de biofysische eigenschappen van hun bewegingsapparaat kunnen gebruiken en daarbij bewust biomechanische efficiëntie ruilen voor doelgerichtheid. Vervolgens hebben wij aangestipt dat modellen voor individuele bewegingscontrole

ook toepasbaar zijn op gezamenlijke acties. De hier besproken bevindingen kunnen belangrijke implicaties hebben voor de fysiotherapie. Daarom hebben we ze uitgewerkt voor de fysiotherapeutische nabehandeling bij totale heupvervanging.

Literatuur

- Bellew, J.W. (2002). The effect of strength training on control of force in older men and women. *Aging (Milano)*, 14, 35-41.
- Bernstein, N. (1967). *The coordination and regulation of movements*. Oxford: Pergamon Press.
- Bernstein, N. A. (1996). On dexterity and its development. In M. Latash & M. T. Turvey (Eds.), *Dexterity and its development* (pp. 3–244). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Bosga, J., Meulenbroek, R.G.J. & Rosenbaum, D.A. (2005). Deliberate control of continuous motor performance. *Journal of Motor Behavior*, 37, 6, 437-446.
- Bosga, J., Meulenbroek, R.G.J. & Cuijpers, R. (aangeboden). Intra- and Interpersonal Movement Coordination in Jointly Moving a Rocking Board. *Motor Control*.
- Christou, E.A., Yang, Y. & Rosengren, K.S. (2003). Taiji training improves knee extensor strength and force control in older adults. *The Journal of Gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 58, 763-766.
- Cole, K.J. & Abbs, J.H. (1986). Coordination of three-joint digit movements for rapid finger-thumb grasp. *Journal of Neurophysiology*, 55, 1407-1423.
- D'Avella, A., Saltiel, P. & Bizzi, E. (2003). Combinations of muscle synergies in the construction of a natural motor behavior. *Nature Neuroscience*, 6, 300-308.
- Dounskaia, N. (2005). The internal model and the leading joint hypothesis: implications for control of multi-joint movements. *Experimental Brain Research*, 166, 1-16.
- Feigenberg, J.M. (1998). The Model of the Future in Motor Control. In M. L. Latash (Ed.), *Progress in motor control* (pp. 89-103). Human Kinetics.
- Fitts, P. M. (1954). The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology*, 47, 381-391.
- Harris, C.M. (1998). On the optimal control of behaviour: a stochastic perspective. *Journal of Neuroscience Methods*, 83, 73-88.
- Harris, C.M. & Wolpert, D.M. (1998). Signal-dependent noise determines motor planning. *Nature*, 394, 780-784.
- Ivanenko, Y.P., Grasso, R., Zago, M., Molinari, M., Scivoletto, G., Castellano, V., Macellari, V. & Lacquaniti, F. (2003). Temporal components of the motor patterns expressed by the human spinal cord reflect foot kinematics. *Journal of Neurophysiology*, 90, 3555-3565.
- Kugler, P.N. & Turvey, M.T. (1987) *Information, natural law, and the self-assembly of rhythmic movement*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lacquaniti, F., Ferrigno, G., Pedotti, A., Soechting, J. F. & Terzuolo, C. (1987). Changes in spatial scale in drawing and handwriting: Kinematic contributions by proximal and distal joints. *Journal of Neuroscience*, 7, 819-828.
- Latash, M. L., Scholz, J. & Schönner, G. (2002). Motor control strategies revealed in the structure of motor variability. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 30, 26–31.
- Newell, K.M. (1991). Motor skill acquisition. *Annual Reviews in Psychology*, 42, 213-237.
- Ranganathan, V.K., Siemionow, V., Sahgal, V., Liu, J.Z. & Yue, G.H. (2001). Skilled finger movement exercise improves hand function. *The Journal of Gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 56, M518-522.
- Rosenbaum, D. A., Meulenbroek, R.G.J., Jansen, C. & Vaughan, J. (2001). Posture-based motion planning: Applications to grasping. *Psychological Review* 108, 709-734.
- Santello, M., Flanders, M. & Soechting, J.F. (1998). Postural hand synergies for tool use. *Journal of Neuroscience*, 18, 10105-10115.
- Schöner, G. (1995). Recent developments and problems in human movement science and their conceptual implications. *Ecological Psychology*, 8, 291–314.
- Seif-Naraghi, N.E. & Winters, J.M. (1990). Optimized strategies for scaling goal-directed dynamic limb movements. In: Winters, J.M. & Woo, S.L.-Y. (Eds.) *Multiple muscle systems: Biomechanics and movement organization* (pp. 312-334). New York: Springer-Verlag.
- Simon, H. (1989). *Models of thought*. New Haven: Yale University Press.
- Soechting, J.F., Lacquaniti, F. & Terzuolo, C.A. (1986). Coordination of arm movements in three-dimensional space. Sensorimotor mapping during drawing movement. *Neuroscience*, 17, 295-311.
- Thelen, E. (1998). Bernstein's legacy for motor development: How infants learn to reach. In M.L. Latash (Ed.), *Progress in motor control* (pp. 267-288). Human Kinetics.
- Todorov, E. (2004). Optimality principles in sensorimotor control. *Nature Neuroscience*, 7, 907–915.
- Tracy, B.L., Kern, D.S., Mehoudar, P.D., Sehnert, S.M. Byrnes, W.C. & Enoka, R.M. (Contractions in the knee extensors of older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, S254.
- Turvey, M.T. (2007). Action and perception at the level of synergies. *Human Movement Science*, 26, 657-697.
- Tversky, A. (1972). Elimination by aspects: A theory of choice. *Psychological Review*, 79, 281-299.
- Van Ingen Schenau, G.J. (1989). From rotation to translation: Constraints on multi-joint movements and the unique action of bi-articulaire muscles. *Human Movement Science*, 8, 865-882.
- Vereijken, B., Van Emmerik, R.E.A., Whiting, H.T.A. & Newell, K.M., (1992a). Free(z)ing degrees of freedom in skill acquisition. *Journal of Motor Behavior*, 24, 133-142.
- Winstein, C.J., Wing, A.M. & Whittall, J. (2003). Motor control and learning principles for rehabilitation of upper limb movements after brain injury. In: Grafman, J. & Robertson, I. (Eds.). *Plasticity and Rehabilitation*, 9, 77-137. Amsterdam: Elsevier Science.
- Yan, J.H. (1999). Tai chi practice reduces movement force variability for seniors. *The Journal of Gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 54, M629-634.
- Yu, H., Russell, D. M. & Sternad, D. (2003). Task-effector asymmetries in a rhythmic continuation task. *Journal of Experimental Psychology*, 29, 616–630.

ARTIKEL EN

Aanpak

Veel patiënten van de huisarts hebben psychische problemen. Het blijkt dat directe hulpverlening door de huisarts vaak sneller en effectiever is dan doorverwijzing. Dit bleek uit een pilotstudie bij twaalf huisartsen gedurende een jaar. In totaal werden vijftig patiënten behandeld tussen de 19 en 78 jaar, met een gemiddelde leeftijd van 42 jaar. Vaak werd de cognitief-gedragstherapeutische aanpak gekozen, korte oplossingsgerichte therapie en minimale interventiestrategie. De meeste behandelingen bestonden uit gesprekken en 18 mensen kregen tevens medicatie. In een andere situatie zouden de meesten van de patiënten zijn doorverwezen naar de tweede lijn, nu was dat slechts bij elf patiënten nodig. De patiënten bleken uiteindelijk zeer tevreden over deze aanpak en de manier waarop psychiatrisering kon worden voorkomen. W. Nijboer et al., *Medisch Contact*, 64, 13, 26 maart 2009.

Maagleiders

Levodopa is nog steeds de meest gebruikte manier om de verschijnselen van de ziekte van Parkinson te lijf te gaan. De aandacht wordt gevestigd op andere manieren waarbij de spiegel van het medicament constanter kan worden gehouden en zodoende een langduriger en vaster niveau houdt. Dat alles leidt tot een continue dopaminerge stimulatie van het brein met een stabielere klinische respons. In Europa worden al meer dan 500 patiënten behandeld met een infuus in het duodenum, dat via de maag wordt ingebracht. P.A. Le Witt, D. Devos et al., *NEJ*, 360, 9, 26 februari 2009.

Geen barst

Cognitieve-gedragstherapie is bij oudere volwassenen een redelijk succesvolle eerstelijns therapie voor algemene angststoornissen vergeleken met meer gebruikelijke manieren van zorg. Ook medicamenteuze therapie met diazepinen of antidepressiva kan met succes worden toegepast, maar daarbij lopen de deelnemers meer kans op vallen en het breken van botten of heupen, met alle invaliderende gevolgen van dien. M.A. Stanley et al., *JAMA*, 301, 14, 8 april 2009.

Wees waakzaam

Modafinil, een wakkerhoudmiddel, wordt gebruikt bij de behandeling van narcolepsie en vindt hoe langer hoe meer toepassing als manier om de cognitieve prestaties te verho-

gen. Het middel blokkeert de dopaminetransporters in het brein en verhoogt er het dopaminegehalte. Omdat medicamenten die het dopaminegehalte in de nucleus accumbens verhogen potentieel tot misbruik kunnen leiden, moet het gebruik ervan goed in de gaten worden gehouden. N.D. Volkow et al., *JAMA*, 301, 11, 18 maart 2009.

Review I

De auteurs beschrijven de aanwijzingen uit post mortem onderzoek en vivo-onderzoek, voor een proces van neuroontstekingen en ontstekingen van gliacellen en perifere immuuncellen bij de ziekte van Parkinson. Dit zou dan weer leiden tot oxydatieve stress en cytokine-geïnduceerde apoptose, waardoor dopaminerge cellen afsterven, en tot voortschrijding van de aandoening. Tevens worden mogelijke therapieën beschreven waardoor het ziekteproces vertraagd kan worden.

E.C. Hirsch et al., *Lancet Neurology*, 7, 10, oktober 2008.

Review II

Een verslag van een bijeenkomst over de 'Premotor Parkinson aandoening', met de nadruk op vroegdiagnose en mogelijk uitzicht op beschermende maatregelen. Allerhande aspecten van de aandoening en behandeling ervan komen in dit supplement aan de orde. Een update.

E. Tolosa et al., *Supplement to Neurology*, 72, 7, 17 februari 2009.

Vroeg

Hoge resolutie diffusie *tensor imaging* (DTI) is een scantechniek waarmee het mogelijk wordt om al in een vroeg stadium nieuwe gevallen van de ziekte van Parkinson op het spoor te komen. Met de techniek is het mogelijk vroegtijdig veranderingen in de substantia nigra van de hersenen te signaleren. Onderzoekers verwachten veel van deze nieuwe, niet-invasieve techniek, die anders dan de bestaande scantechnieken, eerder en beter resultaten geeft.

D.E. Vaillancourt et al., *Neurology*, 72, 16, 21 april 2009.

Fe I

IJzer speelt een belangrijke rol bij veel neurodegeneratieve ziekten. Bij alzheimer en parkinson worden veranderingen in het metabolisme ervan gesignaleerd; ook de leeftijd speelt een rol. Een overzichtsartikel, waarin ook de ijzerstofwisseling bij andere neurologische aandoeningen aan de orde komt en de

mogelijke invloed van zinksulfaat wordt besproken.
E. Bernaroch et al., *Neurology*, 72, 16, 21 april 2009.

Doen het nog best

Nortriptyline, een tricyclisch antidepressivum (TCA) is werkzaam bij depressieve patiënten met de ziekte van Parkinson terwijl een anders werkend antidepressivum dat niet was. Dit onderzoek grijpt, met succes, terug op een ouder antidepressivum.

M. Menza et al., *Neurology*, 72, 10, 10 maart 2009.

Vooruitziend

Patiënten met angstaandoeningen anticipeerden meer op gebeurtenissen die zouden kunnen gaan plaatsvinden dan gezonde proefpersonen. De overeenkomende hersenactiviteiten in de amygdala konden worden gemeten met behulp van fMRI-scans. Op grond van deze metingen kon een medicamenteuze behandeling gestart worden.

J.B. Nitschke et al., *Neurology*, 72, 10, 10 maart 2009.

Chanel nr. 5

De meeste patiënten met de ziekte van Parkinson (75%) hebben een reukstoornis die verschillende, maar niet alle, aspecten van het reukvermogen omvat. Een combinatietaak met geurdetectie en geuridentificatie is het beste in staat om patiënten met parkinson te onderscheiden van gezonde controles. Bij patiënten is het geuridentificatievermogen eerder aangetast dan de geurdetectie of het geurdiscriminatievermogen.

S. Boesveldt, proefschrift, *Tijdschrift voor neurologie en neurochirurgie*, 110, 1, 2009.

Onthouden I

In een onderzoek bij volwassenen met geheugenverlies bleek dat een programma waarin gedurende zes maanden lichamelijke activiteit werd aangeboden een cognitieve verbetering optrad die minstens 18 maanden aanhield. De groep bestond uit meer dan 300 mensen van boven de 50 die te maken kregen met geheugenbeperkingen zonder dat er tekenen waren die wezen op dementie.

N.T. Lautenschlager et al., *Archives of Neurology*, 66, 3, maart 2009.

Fe II

Eerder onderzoek toonde de accumulatie van ijzer aan in de substantia nigra, maar niet in de hippocampus, van parkinsonpatiënten zonder dementie. Het omgekeerde bleek het geval bij patiënten met de ziekte van Alzheimer zonder parkinsonisme. Op grond van MRI-onderzoek bij een gese-

lecteerde groep patiënten bleek dat de accumulatie van ijzer in de substantia nigra een voorspeller kan zijn van parkinsonisme tijdens het verloop van de ziekte van Alzheimer. Dit gebeuren kan bijdragen aan de verdere neurologische achteruitgang van de betrokken patiënten.

S. Brar et al., *Archives of Neurology*, 66, 3, maart 2009.

Idee!

Het volgen van een mediterraan dieet, dat veel vis, groenten, fruit, granen en onverzadigde vetten (meest als olijfolie) bevat, biedt een bepaalde bescherming tegen cognitieve achteruitgang en tegen de ontwikkeling van de ziekte van Alzheimer.

Y. Stern et al., *Archives of Neurology*, 66, 2, februari 2009.

Eindelijk

ADHD is een ziekte die veel voorkomt, maar waarvoor nog steeds geen objectieve diagnostische test bestaat. De onderzoekers voerden testen uit met behulp van magneto-encefalografie van het gehele hoofd bij een groep van 14 ADHD-kinderen en bij 14 controles. Door het combineren van de gegevens van de encefalografie waren de onderzoekers in staat de ADHD'ers te identificeren met een sensitiviteit van 93% en een specificiteit van 79%. Het onderzoek geeft steun aan de opvatting dat een verminderde activiteit in de frontale cortex en een vertraagde rijping van de prefrontale cortex een rol speelt bij ADHD.

A. Fernandez et al., *Biological Psychiatry*, 65, 7, 1 april 2009.

Energie

Bij patiënten met schizofrenie en bipolaire depressie werden er in de cerebrospinale vloeistof (liquor) verhoogde lactaatspiegels gevonden ten opzichte van controlegroepen. De auteurs veronderstellen dat dit een weerslag vormt van een afwijkend energiemetabolisme van de hersenen, gekenmerkt door abnormale activiteit van de mitochondriën, de energiecentrales van de cellen. Ook worden bij mensen met mitochondriale ziektes vaker neuropsychiatrische afwijkingen gevonden.

W.T. Regenold et al., *Biological Psychiatry*, 65, 6, 15 maart 2009

Tweeluik

Het lichaam moet in de psychiatrie niet louter als object, maar ook als subject gezien worden door ook aandacht te schenken aan de innerlijke beleving. Op die manier kunnen zaken die op fysisch-chemisch niveau niet kunnen worden verklaard waarschijnlijk meer inzichtelijk worden. Dit wordt geïllustreerd aan de hand van de casus van een patiënte met

een borderline-persoonlijkheidsstoornis en een complex regionaal pijnsyndroom, die op de neurologische poli kwam wegens progressieve uitval van armen en benen.

Th. Van Woerkom, B.C ter Meulen, *Tijdschrift voor Psychiatrie*, 51, maart 2009.

Model

Voor het toepassen van psychofarmaca bij verstandelijk gehandicapten valt een benadering die uitgaat van de onderliggende oorzaak te verkiezen boven een vorm die vanuit symptoombestrijding redeneert. Wanneer de etiologie als uitgangspunt wordt genomen, kan men soms een onderbouwd behandelvoorstel doen. In alle andere gevallen is er voorlopig nog sprake van symptomatische therapie met een beperkt aantal goed gedocumenteerde psychofarmaca.

W. Verhoeven et al., *Tijdschrift voor Psychiatrie*, 51, maart 2009.

Of mice and men

Langdurige toediening van catechinen uit groene thee aan vrouwtjesmuizen, had een positieve invloed op het instandhouden van het ruimtelijk geheugen bij de dieren. Dit is in overeenstemming met de bevinding dat flavenoiderijk voedsel bij dier en mens effectief kan zijn in het tegengaan van de afname in leren en geheugen met het klimmen der jaren.

Q. Lia et al., *Neuroscience*, 159, 4, 10 april 2009.

Zn

Onderzoekers keken naar de verdeling van de β -amyloïd-neerslagen in het brein van vijf bejaarde Japanse apen. Het bleek dat die aardig overeenkwamen met de concentratie van vrij zink ter plekke, waarvan bekend is dat het de neerslagen faciliteert. Dit komt overeen met bevindingen bij ouderen en bij mensen met de ziekte van Alzheimer. Vandaar dat dit onderzoek wellicht de basis voor een model kan vormen voor een therapeutische aanpak bij verdere studies naar de ziekte van Alzheimer.

N. Ichinohea et al., *Neuroscience*, 159, 4, 10 april 2009.

Vooruit, met flinke pas!

Stevige aërobische activiteit stimuleert de cognitieve prestaties, begrijpend lezen, en andere mentale prestaties van pre-adolescente kinderen.

C. Hillmana et al., *Neuroscience*, 159, 4, 10 april 2009.

Speciaal nummer

Het brein en het immuunsysteem bieden twee mogelijkheden die we hebben om te reageren op de omgeving, en om ons aan die omgeving aan te passen. Vanuit het zenuw-

stelsel werken groeifactoren en neurotransmitters op de immuuncellen; vanuit het immuunsysteem werken cytokines en andere stoffen in op de zenuwcellen. Het hele nummer van *Neuroscience* is gewijd aan deze interacties en hoe dat kan leiden tot degeneratie en infectie, maar ook tot bescherming en regeneratie.

U. Dirnagla et al., *Neuroscience*, 159, 3, 6 februari 2009.

Review III

Een samenvatting van en gegevens uit de studie over schizofrenie en een kritische samenvatting van de manieren om de aanpak van het ziektebeeld te verbeteren. Aan de hand van tien stellingen worden verschillende gezichtspunten nader toegelicht. Aan de orde komen de prodromale fase, de neurodegeneratieve aspecten, en de cognitieve achteruitgang. Erfelijkheid en scantechnieken worden besproken en de inwerking van medicamenten; evenals wat te doen met therapieresistentie en drugsmisbruik.

Journal of Clinical Psychiatry, 70, suppl., 1.

Geruststellend

Praktische behandelrichtlijnen voor de behandeling van patiënten met paniekaandoeningen. Alle aspecten komen aan de orde vanaf het eerste contact met de patiënt, het opstellen van een behandelplan en het kiezen van de behandeling, speciale aspecten en therapiemogelijkheden en factoren die het ontwikkelen van de ziekte beïnvloeden en genezing in de weg kunnen staan. Ook wordt een aantal demografische variabelen besproken, met mogelijkheden voor patiënten en families om zich op de hoogte te stellen.

M.B. Stein et al., *Suppl. to American Journal of Psychiatry*, 166, 2, februari 2009.

Dubbel gevoel

Bij tweetalige personen kan de verwerving van de tweede taal te lijden hebben van een mentale aandoening. De tweede taal blijkt vatbaarder voor verstoringen dan de eerste taal.

F. El Gabalawi et al., *J. of Neuropsychiatry Clinical Neurosciences*, 21, 1, winter 2009.

Verskil moet er zijn

Muzikaal onderlegde personen herkennen melodietjes beter met het rechter oor dan met het linker. Bij muzikaal ongeïnde individuen is het omgekeerde het geval. De auteurs brengen dit in verband met de dominantie van de linker hemisfeer voor analytische taken en de rechter hemisfeer voor een meer holistische aanpak.

Th G. Bever et al., *J. of Neuropsychiatry Clinical Neurosciences*, 21, 1, winter 2009.

Li

Lithium, een stof die ingezet wordt bij patiënten die lijden aan manische depressie, wordt nu ook met succes toegepast bij mensen met chronische en episodische vormen van clusterhoofdpijn. Dit blijkt uit een literatuurstudie die de auteurs uitvoerden bij de internationale wetenschappelijke literatuur. Over de dosering ervan is nog geen overeenstemming. Aanbevolen plasmaspiegels variëren tussen 0,4- 1,0 mmol/l en 0,7-1,2. Ook mogelijke bijwerkingen worden besproken. M.M.B. Abdel-Maksoud et al., *European Journal of Psychiatry*, 23, 1, januari/maart 2009.

Onthouden II

Vanuit het standpunt van overleven is het natuurlijk belangrijk om zeer angstige gebeurtenissen nooit te vergeten. Met angst verbonden herinneringen laten zich dan ook moeilijk wissen. Wanneer mensen echter propranolol krijgen toegediend voordat zij bepaalde geheugensporen gaan reactiveren, wordt de met de herinnering verbonden angst gewist en de terugkeer ervan verhinderd. Dit kan een opluchting betekenen voor patiënten met emotionele aandoeningen. M. Kindt et al., *Nature Neuroscience*, 12, 3, maart 2009.

Lange termijn

Misbruik in de vroege kindertijd kan een verandering teweegbrengen op DNA-niveau en het aantal receptoren voor glucocorticoïden in het brein verminderen die belangrijk zijn voor het reageren op stress. Dit bleek uit een neuroanatomisch onderzoek op post mortem hersenen van mensen die suicide hadden gepleegd; de helft van de onderzochte groep was als kind misbruikt. P. McGowan et al., *Nature Neuroscience*, 12, 3, maart 2009.

Eens een dief?

Het medicament Naltrexone, dat de hunkering naar alcohol tegengaat, helpt ook kleptomane hun vingers thuis te houden. Het blokkeert de effecten van opiumachtige verbindingen in het brein. Elf kleptomane vrijwilligers, die gedurende acht weken behandeld werden, meldden een significante afname in hun neigingen vergeleken met een placebogroep. J. Grant et al., [*Biological Psychiatry*, 65, 600-606, 2009] *Nature*, 458, 7240, 16 april 2009.

Planning

Elektrische stimulatie van het ruggenmerg bij ratten met de ziekte van Parkinson stelt hen in staat normaal te bewegen. Een dergelijke methode kan een deel van de bezwaren die verbonden zijn aan het direct stimuleren van het brein wegnemen. De onderzoekers veronderstellen dat de therapie

werkt doordat via het ruggenmerg de betrokken motorcortex in de hersenen, waar bewegingen gepland worden, gestimuleerd wordt.

R. Fuentes et al., [*Science* 323, 1578-1582, 2009] *Nature*, 458, 7237, 26 maart 2009.

Ohne Phosfor keine Gedanken

In Kansas is een merkwaardig goed geconserveerd gefossiliseerd vissenbrein gevonden. Een dergelijke vondst is uitermate zeldzaam vanwege de weke hersenmaterie die normaal niet makkelijk behouden blijft. Waarschijnlijk heeft het kunnen ontstaan door een infectie met fosfaat-fixerende microben voordat het brein kon verdwijnen. [*research highlights*] *Nature*, 458, 7235, 12 maart 2009.

Origami

De ziekte van Alzheimer wordt gekenmerkt door de stapeling van abnormale hoeveelheden van β -amyloïde-eiwit in het brein. Er zijn echter ook bevindingen die deze ziekte aan andere neurodegeneratieve aandoeningen koppelen, waarbij prionen betrokken zijn die mogelijk een rol spelen bij de pathogene effecten van β -amyloïde-eiwitten. Een verkeerd gevouwen vorm (PrP^{Sc}) van het normale prion (PrP^C) is niet vatbaar voor enzymatische afbraak en is zodoende de oorzaak van ziekten als die van Creutzfeldt-Jakob en de gekkekoeienziekte. Misschien leidt deze nieuwe kennis ook in de toekomst tot een verbeterde medicamenteuze aanpak. M. Cisse, Laurén et al., *Nature*, 457, 7233, 26 februari 2009.

Knobbel

Hernieuwd onderzoek aan de hersenen van Albert Einstein heeft aan het licht gebracht dat er een speciale structuur in de linker frontale cortex aanwezig is; een plek die in andere onderzoeken wel in verband werd gebracht met muzikaliteit. Ook waren zijn pariëtale kwabben groter en afwijkend gegroeft. Dit laatste wordt in verband gebracht met het grote vermogen van Einstein om natuurkundige problemen te conceptualiseren. Einstein vertelde vaak dat hij eerder dacht in beelden en sensaties dan in woorden. Misschien hangen de gevonden resultaten samen met zijn vermogen als synthetisch denker.

D. Falk, M. Balter et al., www.sciencenow.org, 17 april 2009.

Pavlov revisited

Wanneer ratten worden getraind om een elektrisch schokje te verwachten wanneer zij een bepaalde toon horen, leren zij beide gebeurtenissen met elkaar te verbinden. Wanneer zij later de toon horen is duidelijk te zien dat zij ook het schokje verwachten. De onderzoekers lieten de toon horen en de

ratten reageerden op de getrainde manier met hun pavlov-reactie. Vervolgens lieten zij na tien minuten de toon achttien keer achter elkaar horen, nu ook zonder enig elektrisch schokje; bij andere groepen ratten gebeurde dat pas na zes of 24 uur. Al de ratten stopten vervolgens met de bange reactie op de tonen en het effect hield aan. Het uitdovingseffect is het krachtigst wanneer het gebeurt korte tijd na reactivering van de pavlov-reactie. De onderzoekers hopen een manier te hebben ontdekt waarmee zij de gevolgen van fobieën of posttraumatische-stressaandoeningen te lijf kunnen gaan. M. Monfiels, G. Miller et al., www.sciencenow.org, 2 april 2009.

Spiegelen

Onderzoekers zijn goed in staat om te bepalen in welk deel van een virtuele ruimte proefpersonen zich tijdens een experiment bevinden door met fMRI scans te registreren welke neuronen zij op dat moment gebruiken in hun brein. Om te voorkomen dat de computerapparatuur die voor de virtuele ruimte moest zorgen door de intense magnetische krachten aan stukken gereten zou worden, werden de beelden via spiegels geprojecteerd in de scanner. Een eerste begin om de werking van het brein in bepaalde situaties te decoderen. D. Hassabis, B. Lester et al., www.sciencenow.org, 12 maart 2009.

Door elkaar

Er zijn experimenten waaruit blijkt dat opgewekte gevoels-sensaties kunnen interfereren met visuele beelden en omgekeerd. Het blijkt dat onze tastzintuigen mede vorm kunnen geven aan dat wat we voelen. Een commentaar op dit onderzoek refereert aan het voelen met de vingers over een gereedgekomen werkstuk om 'te zien' of er zich nog oneffenheden op bevinden.

Ch. Moore, G. Telis et al., www.sciencenow.org, 9 april 2009.

Expressief

Misbruik van kinderen in hun jeugd leidt naast emotionele problemen ook tot blijvende veranderingen in hun brein. Uit dierstudies waren de blijvende invloeden van stress op de hersenen al duidelijk geworden. Nu blijkt ook uit post-mortem onderzoek bij mensen die in hun jeugd misbruikt waren, ten opzichte van controlegroepen, dat de misbruikte mensen eenzelfde soort veranderingen in hun brein toonden als bij dierproeven gevonden waren. Het lijkt erop dat verandering in gen-expressie, en niet in het DNA zelf, kan leiden tot blijvende gedragsveranderingen op latere leeftijd.

M. Meaney et al., [zie ook: *New Scientist*, 201, 2697, 28 februari 2009, p. 15] www.sciencenow.org, 23 februari 2009.

Het licht zien

Onderzoekers experimenteren of het mogelijk is met behulp van lichtimpulsen parkinsonistische hersenen weer goed op de rails te krijgen. De eerste resultaten bij proefdieren zijn veelbelovend; de techniek is goed af te regelen en werkt voldoende nauwkeurig. Er wordt gebruikgemaakt van vezeltechnologie om de lichtsignalen door te geven.

V. Gradinaru et al., *Science*, 324, 5925, 17 april 2009.

Ctrl Alt Del

Slaap-reset-synapsen in ons brein zijn die door een dag hard werken aan wat rust toe. Dit helpt onze hersenen een stapje terug te doen en de homeostase te handhaven. Dit is de uitkomst van twee onderzoeken bij fruitvliegjes.

T. Cirelli, P. Shaw et al., *Science*, 324, 5923, 3 april 2009.

Strategie

Er zijn sterke aanwijzingen voor dat eenzelfde tweelingen op dezelfde manier denken. Onderzoek bracht aan het licht dat genetisch verschillende individuen verschillende strategieën kiezen bij het oplossen van puzzels, de tweelingen doen het op eenzelfde manier.

J.W. Koten et al., *Science*, 323, 5922, 27 maart 2009.

Receptief

Muzikale training vanaf vroege leeftijd scherpt niet alleen iemands oren voor muziek, maar ook voor de emotionele inhoud van spraak van andere personen. Dit bleek uit een onderzoek van een aantal mensen waarbij een groep met muzikale training was begonnen vóór de leeftijd van zeven jaar. De vroege starters bleken in staat het snelst en het meest adequaat te reageren op bescheiden vocale signalen van baby's. De niet muzikaal getrainden bleken de verborgen boodschappen niet op te pikken.

N. Kraus et al., *Science*, 323, 5920, 13 maart 2009.

Big Brother

Het gebruik van een draagbare camera die permanent aanstaat, kan mensen met geheugenproblemen helpen om het geheugen te consolideren, te trainen en te verbeteren. *Sensecam* is nu in gebruik bij verschillende onderzoeksgroepen die enthousiast zijn over de eerste resultaten. Het geheel blijkt al beter te werken dan het bijhouden van een dagboek door patiënten met geheugenproblemen. Bill Gates sponsort het project ruimhartig.

C. Moulin et al., *Science*, 323, 5920, 13 maart 2009.

Voer voor filosofen

Zijn wij de processen die zich in ons brein afspeelen, of zit er nog wat anders achter die processen? Is er na Galileo en Darwin een nieuw fundamenteel dispuut te verwachten? Geen van de theorieën maakt ons bestaan minder mooi of kostbaar of berooft ons van de waarde en betekenis van menselijk leven.

M.J. Farah et al., *Science*, 323, 5918, 27 februari 2009.

Kleur bekennen

Het systeem van primaten om kleur te zien verschilt van dat van andere dieren. Ons systeem is gebaseerd op de gevoeligheid voor drie verschillende kleuren in de retina van het oog. Het kleuren zien van andere zoogdieren berust op de gevoeligheid van twee fotopigmenten. Wanneer een van de primaat-pigmentgenen in het genoom van een muis wordt ingevoegd, blijkt het muizenbrein een onverwachte plasticiteit te bezitten.

G.H. Jacobs et al., *Scientific American*, 300, 4, april 2009.

Use it or ...

Duizenden nieuwe hersencellen ontstaan dagelijks in ons brein, speciaal in de hippocampus, een belangrijke hersenstructuur betrokken bij leren en geheugen. De meeste van deze cellen verdwijnen weer vlot, tenzij we uitgedaagd worden om iets nieuws te leren; hoe meer moeite dat kost des te beter voor de overlevingskans van deze cellen. De neuronen spelen vooral een belangrijke rol bij het voorspellen van toekomst op grond van ervaringen in het verleden. Het stimuleren van de neurogenese kan wellicht helpen bij het vertragen van de cognitieve achteruitgang en het gezond houden van het brein. Positief werken: beweging en antidepressiva. Alcohol en nicotine werken tegen.

T. J. Shors, *Scientific American*, 300, 3, maart 2009.

Logisch I

Cognitieve-gedragstherapie is de meest effectieve techniek van de gesprekstherapieën bij ernstige depressie. Depressieve patiënten vertonen vaak een 24-uursritme, met een periode daarin waarin ze zich het minst beroerd voelen. De auteurs stellen dat het de moeite loont juist van die periode optimaal te profiteren en daarin de cognitieve gedragstherapie te plaatsen.

A.T. Fraiss et al., *Medical Hypotheses*, 72, 6, juni 2009.

Logisch II

Insomnia gaat vaak gepaard met ernstige gezondheidsklachten bij diverse medische en psychologische aandoeningen. Vaak is er sprake van een verhoogde arousal die fysieke en

mentale ontspanning in de weg zit. De auteurs denken dat rustig praten met een partner, gevolgd door een ontspannende massage en seks, een prima behandeling van slapeloosheid kan zijn. Hun artikel onderbouwt deze stelling met een veelheid aan anatomisch-fysiologische gegevens en feiten die hun theorie ondersteunen.

P. Jagadfish Raoa et al., *Medical Hypotheses*, 72, 6, juni 2009.

Weglopen

De auteurs beschrijven de casus van een patiënt die zij langdurig gevolgd hebben, en die zijn acuut opkomende migraineaanvallen bestreed door twee à drie km snel en intensief hard te lopen. Deze observatie contrasteert met de gewoonte dat een migrainepatiënt zich terugtrekt in rust en stilte. Het is de moeite waard om na te gaan of anderen deze ervaring delen.

Y.M. Strenikera, *Medical Hypotheses*, 72, 6, juni 2009.

Afstel?

Kinderen van oudere vaders vertonen subtiele verminderingen van prestaties op testen van neurocognitieve vaardigheden gedurende peuter- en kindertijd. De auteurs waarschuwen voor de risico's die een gevorderde leeftijd van de vader met zich mee kan brengen voor de kinderen. De vraag naar de invloed van genetische en sociale factoren is hiermee echter nog niet beantwoord; evenmin wat de positieve gevolgen kunnen zijn van een toegenomen sociale zekerheid voor de kinderen, door uitstel van de leeftijd waarop door de ouders voor nageslacht wordt gezorgd.

S. Saha, S.S. Barnett, J. McGrath et al., *Plosmedicine*, 6, 3, maart 2009.

Afstemmen

Hallucinaties bij schizofrenen kunnen medicamenteus tot zwijgen gebracht worden, maar dat betekent nog geen genezing. Er blijven vaak cognitieve defecten en veranderingen in affect over. Misschien kan een verdere stap gezet worden met behulp van 'hersengymnastiek' om de problemen met leren, geheugen, beslissingen en informatieverwerking te lijf te gaan. De training (50 uur in tien weken), die werkt met een software programma, laat opmerkelijke verbeteringen van cognitieve resultaten zien.

S. Vinogradov, B. Wexler, P. Aldhous et al., *New Scientist*, 202, 2704, 18 april 2009.

Verdeling

Verschillende getallen worden door verschillende neuronen in ons brein verwerkt. Zo activeert het cijfer 3 andere neuronen dan het cijfer 1. Breuken als 1/3 activeren niet zowel

de 1-neuronen als de 3-neuronen, maar een afzonderlijke groep. Op school worden breuken geleerd als verhoudingen van hele getallen. Worden kinderen ze misschien daarom zo moeilijk meester en is er een efficiëntere manier om onze hersenen in te zetten bij het hanteren van breuken?

S. Jacob et al., *The Journal of Neuroscience* [DOI: 10.1523/jneurosci.0651-09.2009].

Tweede keus

We denken iets logisch en verstandig gekozen te hebben. Wanneer dan de onderzoeker (onopgemerkt door de kiezer) het gekozen verwisselt, merkt de proefpersoon dat meestal niet. Gevraagd naar de reden van de keuze, gaat de proefpersoon dan zelfs redenen aandragen voor 'zijn keuze'. Dit gaat op voor voedsel, personen, en zelfs morele overtuigingen.

L. Hall et al., *The Journal of Neuroscience* [DOI: 10.1523/jneurosci.0651-09.2009].

Handreiking

Bij een patiënt die beide handen verloor en vervolgens handprothesen gebruikte, en die later handtransplantaten kreeg, bleek de nieuwe linkerhand eerder aansluiting te krijgen (na tien maanden) dan de rechterhand (26 maanden). De patiënt gebruikte eerder vooral zijn rechterhandprothese. Het deel van het brein dat gericht was op de linkerhand richtte zich meer op andere taken en bleef daardoor flexibeler. Het deel van het brein dat de rechterhand verzorgde, was ondertussen druk bezig met het besturen van de rechterhandprothese. Vanwege de flexibiliteit zou het brein later eerder de linkerhandtransplantaat herkennen.

A. Sirigu, H. Thomson et al., [www.sciencenow.org, 6 april 2009] *New Scientist*, 202, 2703, 11 april 2009.

Burn-out

Onderzoekers lieten mensen die dragers waren van het epsilon-4-gen, dat extra risico oplevert om later de ziekte van Alzheimer te krijgen, een serie geheugentesten uitvoeren in een scanner. De resultaten vergeleken zij met een groep vrijwilligers zonder dat gen. De dragers van het gen bleken tijdens het uitvoeren van de testen een veel grotere activiteit in hun hippocampus te hebben dan de anderen. De vraag is nu of de ziekte van Alzheimer een overbelasting van dat deel van het brein representeert.

C. Mackay et al., www.sciencenow.org, 6 april 2009.

Dat hij hore

Cochleaire stamcellen uit abortusmateriaal kunnen misschien een begin vormen van een nieuw hoortraject voor

dove mensen. Ze blijken uit te kunnen groeien tot haarcellen en neuronen in het gehoorstelsel.

M. Rivolta et al., www.sciencenow.org, 6 april 2009.

Geluid zien

Er zijn blinden die een eenvoudige manier van echoradar gebruiken bij het zich bewegen door de ruimte. In het artikel worden experimenten beschreven die ook zienden inzicht kunnen geven in de methode.

D. Kish, www.sciencenow.org, 6 april 2009.

Arendsoog

Kinderen met autisme lijken zich vooral te richten op de combinatie van beweging en geluid; zijn beide synchroon dan zijn ze vooral geïnteresseerd. Het zou kunnen verklaren waarom autistische kinderen zich meer concentreren op de mond van de verzorger wanneer die spreekt, dan dat ze naar diens ogen kijken. Onderzoekers kijken nu of deze neiging gebruikt kan worden om de aandacht van de kinderen te richten op socialiserende stimuli.

A. Klin et al., *New Scientist*, 202, 2702, 4 april 2009.

Hoopvol

Al naar gelang we ouder worden verandert ons brein. Er kunnen meerdere stadia onderscheiden worden in de ontwikkeling van onze hersenen; de vraag is hoe we in elke periode het beste eruit kunnen halen. Allereerst zijn we afhankelijk van moeder, liefst zonder stress, goed gevoed, zonder sigaretten, alcohol of andere toxische stoffen. Gedurende de zwangerschap beginnen ook geluiden en andere ervaringen mede richting te geven aan de ontwikkeling van ons brein. In deze tijd is voldoende foliumzuur heel belangrijk. In de kindertijd die erop volgt is ons brein heel flexibel, al reagerend op de wereld rondom ons groeit het met een formidabele snelheid. Rond het zesde jaar heeft het 95% van het volwassen gewicht bereikt en gebruikt het heel veel energie. Rond de puberteit begint er een nieuwe fase van reconstructie in de hersenen, waarbij teenagers per jaar ongeveer 1% aan grijze stof verliezen uit hun brein. De dorsolaterale cortex is een van de laatste onderdelen die tot rijping komt. Deze hersenregio is betrokken bij het nemen van beslissingen en controleert de emotionele impulsen. Dan, rond het tweeëntwintigste levensjaar, zijn de hersenen af, maar we kunnen er maar een jaar of vijf van genieten, want rond ons dertigste jaar gaat het bergafwaarts. Daarbij worden de zaken die zich het laatst ontwikkelden, planning en taakcoördinatie, het eerst geraakt. Ook het geheugen wordt aangetast. Deze achteruitgang hangt voor een groot deel samen met een vertraging van de verwerkingsnelheid van ons brein.

Gelukkig gaat het deel dat we zouden kunnen omschrijven als 'wijsheid', nog een tijdje vooruit. De zaak blijft ruwweg in evenwicht tot we zeventig zijn. Wanneer we mentaal en fysiek actief blijven, op ons dieet letten, alcohol, drugs en sigaretten vermijden, en een goed humeur houden, kan ons brein het lang uithouden.

C. Williams et al., *New Scientist*, 202, 2702, 4 april 2009.

Jamais vu

Ongeveer tien procent van de mensen claimt nooit een déjà vu-ervaring te hebben gehad. Die treedt overigens pas op wanneer kinderen acht of negen jaar zijn geworden. Dit zou erop kunnen wijzen dat er een bepaalde ontwikkeling van het brein voor nodig is. De ervaring treedt vaker op wanneer je ouder bent en vermoeid. Vooral mensen bij wie de tijdperceptie gestoord kan zijn, zoals bij schizofrenie en epilepsie, lijden eraan. Misschien is déjà vu een fout in een cognitief proces dat voortdurend in ons achterhoofd meeloopt en waarbij we onze ervaringen vergelijken met ons geheugen om te interpreteren wat we aan het doen zijn. Een overzicht.

H. Phillips et al., *New Scientist*, 201, 2701, 28 maart 2009.

Bewust

Bij tien patiënten met niet met medicamenten behandelbare epilepsie waren elektroden geïmplanteerd in het brein om de aanvallen te kunnen bestrijden. Een onderzoeker maakte van deze omstandigheden gebruik om te meten waar welke hersenactiviteit plaatsvond bij het uitvoeren van bepaalde taken. Hij trekt de conclusie dat 'het bewustzijn' van de mens een functie is van een geïntegreerde activiteit van het hele brein en niet toegeschreven kan worden aan slechts een enkele structuur.

R. Gaillard, A. Ananthaswamy et al., *Plos Biology*, vol 7, 3, maart 2009.

Variatie

Het gen APP is verantwoordelijk is voor de productie van β -amyloïde-eiwit. Een mutatie in dat gen veroorzaakt een verandering in dat eiwit, waardoor die variant naar alle waarschijnlijkheid minder snel samenklontert met het normale eiwit. Mensen met een normaal APP-gen en een mutatie-APP genieten daardoor wellicht een zekere bescherming tegen de ziekte van Alzheimer. Bij een 44 jarige man in Italië, die aan vroege alzheimer leed, werden twee gemuteerde APP-genen ontdekt; de onderzoekers houden het voor mogelijk dat één mutatie beschermt en twee het risico op de ziekte van Alzheimer juist vergroten.

F. Tagliavini et al., *Plos Biology*, vol 7, 3, maart 2009.

Ei, ei

In een overzichtelijk schema wordt aangegeven welk percentage van de activiteiten van onze hersenen op een erfelijke basis berusten en in welke regio's van het brein die gelokaliseerd zijn. Dit alles werd geëxtraheerd uit een onderzoek met speciale MRI-scans bij 23 eenjarige tweelingen en even zoveel twee-eiige.

P. Thompson et al., *New Scientist*, 201, 2699, 14 maart 2009.

De wet van Murphy

Alsof autisten het al niet moeilijk genoeg hebben, kampen ze vaak ook nog met darmproblemen, zoals chronische diarree, constipatie of voedselallergieën. Het zogenaamde MET-gen, dat een rol speelt bij autisme, is ook van belang bij reparatieprocessen die in de darm optreden. Bij een onderzoek onder 118 families met een kind dat zowel autisme had als darmproblemen, speelde een bepaalde variant van het MET-gen een rol. Hoe meer er over de erfelijke achtergrond van deze aandoeningen bekend raakt, des te meer zicht komt er uiteindelijk op behandelingsmogelijkheden voor de aandoeningen.

D. Campbell et al., *New Scientist*, 201, 2698, 7 maart 2009.

Esthetiek

Mannen en vrouwen kijken verschillend naar fraaie landschappen. Mannen activeren een bepaald deel van hun rechter hemisfeer, terwijl vrouwen dat met twee hersenhelften doen. Wellicht hangt dat samen met ons verleden als jager/verzamelaars, waarin de mannen jaagden en belang stelden in afstand en richting; terwijl vrouwen planten verzamelden en zich meer oriënteerden op kenmerkende punten in het landschap. Zelfs dat wat we mooi vinden, ligt in onze genen.

C. Cela-Conde et al., *New Scientist*, 201, 2697, 28 februari 2009.

Onthouden III

Transient Epileptic Amnesia (TEA) is een voorbijgaande epileptische aanval die gepaard gaat met geheugenverlies en met anti-epileptica kan worden behandeld. De aandoening vormt tevens een nieuw venster waardoor onderzoekers kunnen kijken naar de manier waarop geheugen wordt vastgelegd. Op die manier ontstaan weer nieuwe gezichtspunten bij de behandeling van de ziekte van Alzheimer en andere vormen van dementie. Omdat andere hersenfuncties bij een TEA-aanval intact blijven, gaat men er van uit dat alleen de hippocampus getroffen wordt. Bij mensen met TEA blijkt de hippocampus wat kleiner te zijn. Het onderzoek levert waarschijnlijk ook nieuwe gezichtspunten op over de rol van de hippocampus bij het vastleggen en activeren van het geheugen.

C. Butler, L. Gerddes et al., *New Scientist*, 201, 2696, 21 februari 2009.

Sociaal

Kinderen met het Williams-syndroom maken makkelijk contact met wildvreemden, maar hebben problemen met het aangaan van langdurige relaties. Onderzoek bij lijders aan deze aandoening bracht wetenschappers op het spoor van het *GF2L*-gen, dat een rol zou kunnen spelen bij sociaal gedrag.

J. Korenberg et al., *New Scientist*, 201, 2696, 21 februari 2009.

Slaapverwekkend

Mensen met een psychiatrische aandoening hebben vaker een verstoord slaappatroon; de laatste tijd zijn er onderzoekers die zich afvragen wat oorzaak en gevolg hiervan zijn. Depressieve volwassenen hebben vijf keer zo vaak problemen met ademen tijdens de slaap als gezonde personen. Een kwart tot de helft van de kinderen met *ADHD* hebben slaapproblemen, dit in vergelijking met 7% van de kinderen uit de hele populatie. En *ADHD*-kinderen bij wie de tonsillen waren verwijderd, bleken vaak na verloop van tijd ook hun *ADHD* te missen. Wanneer men al te emotioneel wordt is het verstandig een dutje te gaan doen, waarbij als regel geldt: slaap goed, blijf gezond.

E. Young, R. Stickgold et al., *New Scientist*, 201, 2696, 21 februari 2009.

Onthouden IV

Een eiwit dat de groei en instandhouding van hersenstelen ondersteunt, stimuleert het geheugen van knaagdieren en primaten met symptomen van de ziekte van Alzheimer. Wanneer de *Brain Derived Neurotrophic Factor* (*BDNF*) in bepaalde delen van het brein van de proefdieren werd gespoet, verbeterden hun prestaties op later afgenomen geheugen- en leertesten. Onder invloed van het *BDNF* verminderde het aantal dode cellen dat in die hersengebieden werd gevonden en nam het aantal verbindingen tussen neuronen met 50% toe. Ook de dieren die reeds plaques en tangles hadden gevormd reageerden gunstig op het ingebrachte eiwit. De onderzoekers hebben zich voorgenomen dat de volgende stap experimenten met mensen zullen zijn.

M. Tuszynski et al., *New Scientist*, 201, 2696, 21 februari 2009.

Gebruiksaanwijzing

Misbruik in de kindertijd speelt een belangrijke rol in het ontstaan van latere borderline- en antisociale persoonlijkheidsstoornissen. In het proefschrift worden verschillende modi besproken, zoals kwetsbaarheid, onthechting en woede, waartussen een patiënt kan kiezen om het leven tegemoet te treden en hoe een behandelaar daar weer mee om kan gaan.

J. Lobbestael [proefschrift], *Tijdschrift voor Neuropsychiatrie en gedragsneurologie*, 87, 2, februari 2009.

Vroege vogels

De auteur, hoogleraar klinische psychologie aan de universiteit van Gent, en verbonden aan het referentiecentrum Autismespectrumstoornissen heeft op een studiedag over autisme een voordracht gehouden over het belang van temperament binnen het autismespectrum. Het onderzoek ernaar kan reeds op zeer jonge leeftijd plaatsvinden en biedt een ruime bijdrage aan de vroeg-diagnose en detectie.

H. Roeyers., *Autisme Centraal*, 2009, 1, januari-februari, 2009.

ANTON EDERVEEN

De tand des tijds

In tegenstelling tot uitkomsten van eerdere studies blijkt dat normale cognitieve achteruitgang tijdens het ouder worden niet langzamer verloopt bij hoger opgeleiden dan bij lager opgeleiden. Deze conclusie wordt steeds vaker getrokken nu longitudinale verouderingsdata beschikbaar komen van studies met meerdere meetmomenten verspreid over een decennium of langer. Hogere opleiding - als maat voor cognitieve reserve in het brein - blijkt dus niet te helpen tegen normale cognitieve veroudering. Wel is het duidelijk dat de ziekte van Alzheimer zich bij hoger opgeleiden gemiddeld later in het leven openbaart dan bij lager opgeleiden. De oorzaak hiervan ligt waarschijnlijk in het feit dat hoger opgeleiden in mindere mate hinder ondervinden van eenzelfde hoeveelheid pathologie in het brein dan lager opgeleiden.

R.S. Wilson et al., *Neurology*, 72(5), 460/465, februari, 2009.

KOENE VAN DIJK

VERSCHENEN

Simon Baron-Cohen (2009). *Autisme en Asperger-syndroom – De stand van zaken*. Amsterdam: Uitgeverij Nieuwezijds. 191 pagina's, € 19,95. ISBN 9789057122835.

Simon Baron-Cohen is bekend van de *Theory of Mind*. Hij noemt autisme en Asperger-syndroom geen stoornissen maar condities, en legt de nadruk op de sterke kanten van mensen met autisme, zoals detailwaarneming, concentratie en systematiseren.

In *Autisme en Asperger-syndroom – De stand van zaken* zet Baron-Cohen uiteen welke subgroepen binnen het autismespectrum onderscheiden worden. Hij geeft een overzicht van de overeenkomsten en de verschillen tussen klassiek autisme en Asperger-syndroom en vergelijkt de vijf belangrijkste psychologische theorieën over autisme. Hij vat de nieuwste inzichten samen van onze kennis van het brein en de rol van

erfelijkheid. Tot slot bespreekt hij diagnose en interventie. Dit boek is een overzichtelijke en toegankelijke introductie tot autisme en het Asperger-syndroom.

Prof. dr. Simon Baron-Cohen is hoogleraar ontwikkelingspsychopathologie en directeur van het *Autism Research Centre* van de Universiteit van Cambridge.

