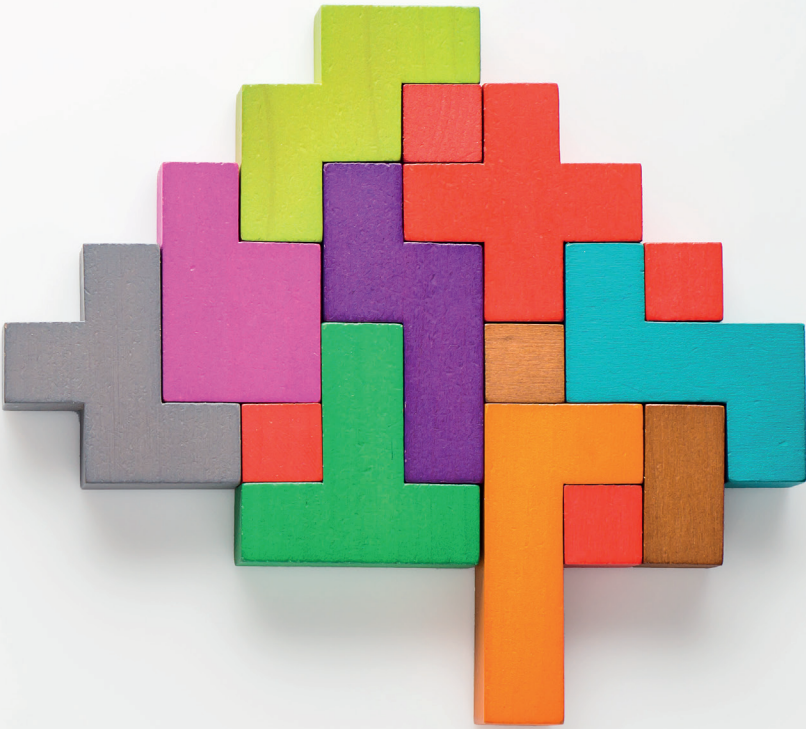


DR. MARCIA GODDARD



Brein in aanbouw

HERSENONTWIKKELING
VAN FOETUS TOT VOLWASSENE



Inhoudsopgave

VOORWOORD 9

HOOFDSTUK 1

ZWANGERSCHAPSZAKEN 13

- 1.1 Cravings en misselijkheid 14
- 1.2 Zwangerschapsdementie 17
- 1.3 Meezwangeren 24
- 1.4 Muziek luisteren 27
- 1.5 Hoe ontstaat het brein? 32
 - Baby in beweging* 35
- 1.6 Afwijkingen zien in het babybrein 37
 - MRI, fMRI en resting-state fMRI* 38
 - Oorzaak of gevolg?* 40
 - Genetische kwetsbaarheid en omgevingsfactoren* 42

HOOFDSTUK 2

BABYBREINTJES 45

- 2.1 Motorische ontwikkeling in het eerste jaar 46
 - Dubbele hersenpan* 47
 - Aanleggen van verbindingen* 48
 - Het model van William T. Greenough* 50
- 2.2 Cognitieve ontwikkeling in het eerste jaar 53
 - De Strooptaak* 54
 - Herinrichting van de hersenen* 55
- 2.3 Sociale ontwikkeling in het eerste jaar 56
 - Hechting en agency* 59
 - Het effect van ouderlijk smartphonegebruik* 61
 - Joint attention* 64
 - Biological motion versus non-biological motion* 67
 - Slaap* 72
- 2.4 Het moederbrein 75
 - Actieve hersengebieden* 76
 - Theory of mind en cognitieve empathie* 78
 - Postnatale depressie* 79
- 2.5 Het vaderbrein 83
 - Ouderschapshersennetwerk* 84
 - Verschillen tussen vaders en moeders* 85
- 2.6 Opvoedadviezen 87

HOOFDSTUK 3

PEUTERPERIKELLEN 91

- 3.1 Motorische ontwikkeling tot vier jaar 92
 - Dynamic systems-theorie* 94

- Spiegelneuronen 96
- De motorische homunculus 97
- 3.2 Cognitieve ontwikkeling 100
 - Taalontwikkeling 100
 - Broca's en Wernickes hersengebieden 102
 - Taalspurt 105
 - Tweetaligheid 107
 - Ontwikkeling van het geheugen 110
- 3.3 Sociale ontwikkeling 113
 - Fantasiespel 114
 - Peuterpuberteit 116
 - Stranger danger? 119

HOOFDSTUK 4

BASISSCHOOLBELEVENISSEN 123

- 4.1 Motorische ontwikkeling 124
 - Visuomotorische vaardigheden: rekenen en schrijven 124
- 4.2 Cognitieve ontwikkeling 126
 - Lezen 127
 - Schrijven 130
 - Rekenen 132
- 4.3 Leren leren 137
 - Schoolprestaties toetsen 138
 - Sociaaleconomische status en schoolprestaties 140
 - IQ-tests 143
 - Wat is intelligentie? 144

- 4.4 Sociale ontwikkeling 147
 - Theory of mind* 147
 - Nature en nurture* 150
 - Vriendschap* 152
- 4.5 De sugar rush 155
- 4.6 Schermtijd 162

HOOFDSTUK 5

ADOLESCENTE AVONTUREN 167

- 5.1 Motorische ontwikkeling 168
- 5.2 Cognitieve ontwikkeling 169
 - Executieve functies* 170
 - Inhibitie* 174
 - Werkgeheugen* 177
 - Cognitieve flexibiliteit* 178
 - Executieve functies in het brein* 180
 - Executieve functies op school* 184
 - Leermotivatie en -prestaties* 186
 - Intrinsiek versus extrinsiek* 187
 - Self-determination theory* 188
- 5.3 Sociale ontwikkeling 197
 - Theory of mind* 197
 - De impact van hormonen* 199
 - Risicovol gedrag* 201
 - Een model voor adolescenten
hersenenontwikkeling* 202

Dankwoord 205

Geraadpleegde literatuur 209

Voorwoord

Gefeliciteerd, je krijgt een kind! Vanaf nu ga je je zorgen maken en dat gaat nooit meer over. Heerlijk vooruitzicht, niet? Zwanger zijn is doodeng en fantastisch tegelijk. Net als een kind opvoeden. Doe je het wel goed? Hoe doen andere ouders het? Waarom kan mijn kind nog niet rollen en dat van mijn vriendin wel? Leert het mijne wel snel genoeg lopen? Waarom kunnen al haar klasgenootjes al tot 100 tellen en mijn dochter nog niet? Hoe leert zo'n schepseltje eigenlijk nieuwe dingen? Kreeg je er maar een gebruiksaanwijzing bij... Helaas, die is er niet. En daar kan ik je ook niet aan helpen. Ik ben neurowetenschapper en moeder van twee jongens, maar de helft van de tijd doe ik ook maar wat. Toen mijn oudste anderhalf was, kwam ik er na vijf minuten lopen pas achter dat ik vergeten was hem zijn schoenen aan te doen. 'Laat ze niet op hun hoofd vallen en geef ze af en toe wat te eten': dat zijn mijn in-

structies voor onze oppas. Maar door mijn werk als neurowetenschapper kan ik wel wat vertellen over hoe kinderen zich ontwikkelen, hoe ze leren, wat er allemaal in dat koppie gebeurt en hoe je daarop kunt inspelen. En ik kan hopelijk wat mythes doorprikken. Maakt suiker je kind druk? Wordt het slimmer van luisteren naar klassieke muziek? En wat zeggen die Citoscores nou écht?

Dit is dus geen opvoedboek. En het is ook geen uitputtend overzicht van alles wat we weten over de hersenontwikkeling van kinderen. Ik wil geen opvoedboek schrijven en ik kan de ruim 3,5 miljoen artikelen die geschreven zijn over hersenontwikkeling niet allemaal oplepelen. Wel geef ik je met dit boek een inkijkje in de relatie tussen wat er gebeurt in de ontwikkelende hersenen en hoe zich dat vertaalt naar gedrag. Ouders vragen me er vaak naar en als we begrijpen hoe onze hersenen werken, helpt het ons om te begrijpen waarom kinderen doen wat ze doen. En misschien ook wel waarom wij destijds deden wat we deden. We zijn immers zelf ook ooit kind geweest. Ik weet niet hoe het met jullie zit, maar van een groot deel van mijn puberteit vraag ik me regelmatig af waarom ik in hemelsnaam dacht dat de beslissingen die ik toen nam de juiste waren. In dit boek neem ik je mee op een chronologische reis door het brein. Een reis die begint op het moment dat de

vrouw zwanger raakt. Wat gebeurt er in haar hoofd? Bestaat zwangerschapsdementie echt, of is het een fabeltje? Zwangert de vader echt mee? En zo ja, hoe werkt dat dan? Hoe ontwikkelt dat minibreintje zich voor de geboorte? En dan is er het moment van de bevalling en de prachtige, verschrikkelijke, emotionele, angstaanjagende jaren die daarop volgen. Van basisschool tot eindexamen, dat brein nemen ze altijd met zich mee. De neurowetenschap en psychologie bieden wonderbaarlijk nuttige inzichten die perfect toepasbaar zijn in het dagelijks leven, maar nog veel te vaak in studieboeken en universiteiten blijven hangen. Jammer! Want de wetenschap is zó mooi. En hoewel ik de eerste ben die zal toegeven dat het over tien jaar misschien allemaal weer anders is, geef ik je graag een inkijkje in de kennis van nu en hoop ik je, net als ik, een beetje verliefd te kunnen maken op ons brein.

Mijn oudste
zoon wordt
nog altijd
intens
gelukkig van
een beker
chocomel

Hoofdstuk 1

Zwangerschapszaken

Zwanger worden is bijna altijd leuk. Zwanger zijn daarentegen... Die roze wolk waar ze het altijd over hebben is aan mij voorbijgegaan tijdens mijn twee zwangerschappen. Doffe ellende vond ik het. Tijdens mijn eerste zwangerschap dronk ik ongeveer twee liter chocomel *per dag*. Geen grap. Dat was de reden dat ik al vrij vroeg doorhad dat er iets aan de hand was. Gezien de hoeveelheid calorieën en suikers in chocomel zal het geen verrassing zijn dat ik tijdens mijn eerste zwangerschap zo'n 35 kilo aankwam. En ik weet niet of er een causaal verband is, maar mijn oudste zoon wordt nog altijd intens gelukkig van een beker chocomel bij zijn ontbijt (geen zorgen, suikermaffia, dat doen we niet elke dag). Ook tijdens mijn tweede zwangerschap kwam ik flink aan en voelde ik me het grootste deel van de tijd een gestrande walvis. En waar ik de eerste keer redelijk goed wegwam qua misselijkheid was het

de tweede keer om te janken. De eerste drie maanden kon ik amper werken en de rest van mijn zwangerschap moest ik mezelf elke ochtend bij elkaar rapen om überhaupt uit bed te komen. Ik vond zwanger zijn dus niet zo heel erg tof. Ik heb vriendinnen en collega's die totaal andere ervaringen hadden. Van probleemloze roze wolken tot volledige uitputting en ziekenhuisopnames. Door die variatie in ervaringen ging ik me afvragen waar al die symptomen nou vandaan komen. Gekke cravings, misselijkheid, zwangerschapsdementie, vaders die meezwangeren: wat zegt de wetenschap over deze symptomen? En hoe zit het met de baby zelf? Hoe ontwikkelt zo'n kinderbreintje zich in de baarmoeder? Deze zaken komen aan bod in dit eerste hoofdstuk.

1.1 CRAVINGS EN MISSELIJKHEID

Ik wil niet onnodig met allerlei Engelste termen smijten, maar *cravings* omschrijft het gevoel dat je kunt hebben tijdens je zwangerschap een stuk beter dan het Nederlandse 'vreetbuien'. Zwangere vrouwen die last hebben van cravings doen meer dan alleen maar onbegrensd hun mond vol proppen. Ze willen vaak heel specifieke dingen eten (of juist *niet* eten). Vreetbui dekt de lading dus niet. En bij het doornemen van de literatuur rondom dit onderwerp

kwam ik erachter dat ik daarin niet alleen ben. In een redelijk obscuur antropologisch artikel uit 1963 wordt gesproken over een cultureel fenomeen in Ceylon (het huidige Sri Lanka), genaamd *dola-duka*. Dit betekent vrij vertaald ‘perverse trek’ en komt uitsluitend voor tijdens de zwangerschap. De cravings die zwangere vrouwen in deze regio hebben, worden vergeleken met de cravings die demonen hebben: net zoals demonen hunkeren naar specifieke offers, hebben zwangere vrouwen extreme trek in specifieke gerechten. En dan gaat het niet zozeer om de hoeveelheid, maar vooral om de specifieke smaak, structuur of geur van het eten. Ik weet niet precies wat de vergelijking met demonen zegt over de positie van zwangere vrouwen in het oude Ceylon...

Uit onderzoek blijkt dat de cravings van zwangere vrouwen voornamelijk gericht zijn op zoetheid, fruit en calorierijke, hartige koolhydraten als pizza en chips. Kort samengevat komt dat neer op suiker/koolhydraten en vet. Een vaak gehoorde theorie is dat dit te maken heeft met de enorme veranderingen in hormoonniveaus tijdens de zwangerschap. Dit is een logische gedachtegang, aangezien ook de menstruatie vaak samengaat met enorme trek in snacks als chocolade. Een directe relatie tussen hormonen en cravings is in onderzoek nooit gevonden, maar dat betekent natuurlijk niet dat deze er niet is. Meer

onderzoek op dit gebied geeft hopelijk meer duidelijkheid. Het is ook mogelijk dat zwangere vrouwen aangetrokken worden tot dit soort voedsel omdat het eten ervan leidt tot een dopamine- en serotonineboost in onze hersenen. Meerdere onderzoeken tonen aan dat lage dopamine- en serotonineniveaus bij zwangere vrouwen een verband hebben met depressie bij de moeder en lagere niveaus van deze stoffen bij de baby na de geboorte. Daarnaast worden lage serotonineniveaus bij de moeder ook in verband gebracht met vroeggeboorte. Ik heb in de literatuur geen directe link kunnen vinden tussen deze neurotransmitters en de cravings die zwangere vrouwen ervaren. Maar het eten van dit soort comfortfood leidt tot een dopamineboost en daarnaast hebben chocolade en koolhydraatrijk voedsel een directe invloed op de productie van serotonine. Als ik al die bevindingen naast elkaar leg, dan is het misschien wel zo dat de cravings van zwangere vrouwen tot doel hebben hun dopamine- en serotonineniveaus op peil te houden.

Misselijkheid is mogelijk een evolutionair trucje van ons brein om moeder en kind te beschermen. Op het moment dat we misselijk worden van bepaald voedsel, slaat het brein dat namelijk heel goed op. Dit is een evolutionair mechanisme dat we vroeger, toen ons voedsel nog niet uitgebreid getest werd door de

Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, hard nodig hadden. Het was belangrijk dat we goed onthielden van welk voedsel we ziek werden, zodat we dat niet per ongeluk nog een keer zouden eten. Ditzelfde mechanisme zorgt er mogelijk voor dat zwangere vrouwen (tijdelijk) misselijk worden van bepaald voedsel. Volgens de *maternal and embryo protection*-hypothese zorgen misselijkheid en cravings ervoor dat aanstaande moeders geen voedsel tot zich nemen dat mogelijk giftig of schadelijk kan zijn voor zowel de moeder (die een verminderde weerstand heeft) als het ongeboren kind. Zwangere vrouwen blijken vaker een aversie te hebben tegen vlees. Onderzoekers verklaren dit vanuit de gedachte dat in vlees de kans op schadelijke stoffen groter is dan in andere soorten voedsel. Wat deze hypothese ook ondersteunt, is het gegeven dat misselijkheid en voedselaversie het meest voorkomen in het eerste trimester. Dat is ook de periode waarin de organen van een kindje zich vormen en waarin het kindje daardoor het meest kwetsbaar is voor schadelijke stoffen.

1.2 ZWANGERSCHAPSDEMENTIE

Ik geef eerlijk toe dat dit voor mij een beetje een ver-van-mijn-bed-show is. Ik heb niet het idee dat mijn geheugen slechter was tijdens mijn zwangerschap-

pen. Maar misschien ben ik het gewoon vergeten... Hoe dan ook, zwangerschapsdementie is wel een ding. Het gros van de vrouwen (80%!) beweert er last van te hebben tijdens en na de zwangerschap. De wetenschap is er wat minder duidelijk over. Afhankelijk van wie je het vraagt, is het geheugen van zwangere vrouwen slechter dan, even goed als, of zelfs beter dan dat van niet-zwangere vrouwen. Daar worden we niet per se heel veel wijzer van, maar gelukkig kunnen we in de wetenschap wel terecht voor mogelijke verklaringen over waarom zoveel vrouwen aangeven een wandelend vergiet te zijn.

De eerste is *confirmation bias*. Dit is onze neiging om nieuw bewijs te interpreteren als bevestiging van een theorie of overtuiging die we al hadden. In het geval van zwangerschapsdementie houdt dat in dat een zwangere vrouw die haar telefoon niet kan vinden geneigd is om te denken 'zie je wel, dat komt door de zwangerschapsdementie!' Wat ze dan niet meeneemt in haar overweging zijn de 25 andere keren dat ze haar telefoon ook kwijt was vóór haar zwangerschap. Een ander, even plausibel argument is dat wetenschappelijk onderzoek zich voornamelijk afspeelt in het laboratorium en niet in het echte leven. Met andere woorden: als iemand in een klinische, prikkelarme setting zonder enige vorm van afleiding gevraagd wordt om specifieke dingen te

onthouden en niet veel later weer op te lepelen, dan is de kans op een goede prestatie aanzienlijk groter dan wanneer die meting gedaan wordt in de hectiek van het dagelijks leven. Ik weet niet hoe het bij jullie thuis is, maar klinisch en prikkelvrij zou ik mijn huis niet willen noemen. In het echte leven worden we de hele dag overspoeld met prikkels en krijgen we 's ochtends geen instructies over wat er die dag precies van ons verwacht wordt qua geheugencapaciteit. Eigenlijk zouden zulke onderzoeken dus op willekeurige, onvoorspelbare momenten in het dagelijks leven afgenomen moeten worden. Ben je net je oudste kind zijn lunch aan het geven, heb je de Picnic-app open op je telefoon om de boodschappen te bestellen en staat je laptop voor je neus om nog even snel dat ene mailtje te versturen? Perfect, klaar voor de test! Kortom: de zogenaamde generaliseerbaarheid van de resultaten valt te betwisten, we weten niet of de resultaten ook echt van toepassing zijn op situaties in het normale leven. Als er in wetenschappelijk onderzoek geen verschil in geheugenprestatie wordt gevonden tussen zwangere en niet-zwangere vrouwen, dan kun je je afvragen of dat komt doordat er daadwerkelijk geen verschil is, of doordat de geheugenproblemen van zwangere vrouwen misschien wel ontstaan omdat ze minder goed in staat zijn dat bombardement aan dagelijkse prikkels te verwerken.

Aan de andere kant valt dan wel weer op dat zelfs als er een verschil wordt gevonden tussen zwangere en niet-zwangere vrouwen, er vrijwel altijd bij wordt vermeld dat zwangere vrouwen nog wel binnen de normale grenzen scoren. Met andere woorden: ze doen het minder goed dan de groep waarmee ze vergeleken worden, maar hun scores zijn niet problematisch. Een voorbeeld helpt dit misschien te verduidelijken. Een neuropsychologische test die veel gebruikt wordt in dergelijk onderzoek is de *digit span*-taak, een test voor het kortetermijngeheugen. In deze taak wordt een reeks getallen opgenoemd en is het de bedoeling dat je de getallen herhaalt, eerst voorwaarts en daarna achterwaarts. De reeks begint met drie getallen en loopt op tot negen. De gemiddelde geheugenspanne van volwassenen ligt tussen de vijf en negen. Scoor je lager dan vijf (in deze klinische, prikkelarme omgeving), dan is dat een teken dat er mogelijk iets aan de hand is. Dat is dus echter (gelukkig) bij zwangere vrouwen doorgaans niet het geval. Zij zitten misschien dichterbij vijf en niet-zwangere vrouwen dichterbij negen, maar van klinische geheugenproblemen is geen sprake.

Is het dan echt allemaal verbeelding, die zwangerschapsdementie? Waarschijnlijk niet. Er verandert namelijk wel van alles in je brein onder invloed van de hormonen die tekeergaan tijdens een zwanger-

schap. Sommige van die hormonen beïnvloeden ook het functioneren van gebieden waarvan we weten dat ze betrokken zijn bij het geheugen. Zo is de productie van oestrogeen tot wel duizend keer hoger gedurende de zwangerschap. We weten dat oestrogeen betrokken is bij het functioneren van de hippocampus, een van de belangrijkste geheugegebieden in ons brein. De namen van hersengebieden verwijzen overigens vaak naar hun vorm of locatie. Zo is de hippocampus een figuur uit de Griekse mythologie, een paard dat in de zee leefde. Dit hersengebied heeft de vorm van een zeepaardje en is daar ook naar vernoemd.

Uit onderzoek bij vrouwen van wie de eierstokken om medische redenen verwijderd moesten worden, weten we dat oestrogeentekorten samenhangen met geheugenproblemen. Hoe het dan zit met een overschot aan oestrogeen is wat lastiger te onderzoeken, want het is ethisch niet verantwoord om vrouwen een overdosis oestrogeen te geven en dan te kijken wat er gebeurt. Bij ratten hebben we daar wat minder moeite mee en die onderzoeken suggereren dat het mogelijk is dat te veel oestrogeen in sommige omstandigheden toxisch kan zijn voor hersencellen. Wat die omstandigheden precies zijn is niet helemaal duidelijk, maar die rondrazende hormonen zouden een verklaring kunnen zijn voor de geheugenproblemen bij zwangere vrouwen.

Als laatst is er nog de invloed van voeding. Uit onderzoek blijkt namelijk dat omega 3-vetzuren heel belangrijk zijn voor een effectieve communicatie tussen hersencellen. En die communicatie is weer essentieel voor een goed geheugen. Ons lichaam maakt zelf geen omega 3-vetzuren aan, we halen ze daarom uit ons eten. Zo zijn ze te vinden in vette vis, avocado en noten. Tijdens de zwangerschap pikt de baby de vetzuren van de moeder in, omdat ze ook voor de hersenontwikkeling van de foetus heel belangrijk zijn. Als de moeder dus niet meer van deze vetzuren binnenkrijgt tijdens de zwangerschap gaat ze dus hard door haar voorraad heen. Als er eenmaal een tekort aan deze vetzuren ontstaan is, zou dat kunnen leiden tot concentratieproblemen en vergeetachtigheid.

Los van alle fysiologische verklaringen zijn zwanger worden en een kind krijgen gigantisch ingrijpende gebeurtenissen. Het roept allerlei existentiële vraagstukken op ('Ben ik hier wel klaar voor?', 'Ik ben zelf nog een kind, hoe kan ik nou voor een kind zorgen?', 'Waar ben ik in hemelsnaam aan begonnen?'), maar zorgt ook simpelweg voor een hele hoop regelwerk. Google maar eens op 'stappenplan zwangerschap'. Je zou er spontaan een babyburn-out van krijgen.



Laat je verrassen en verbazen door de hersenen van je kind – en die van jezelf!

Wordt je kind slimmer als je regelmatig een koptelefoon op je zwangere buik zet? Wat doet een tweetalige opvoeding met de hersenen van een vijfjarige? Verschilt het brein van een moeder van dat van een vader? En waarom nemen pubers toch altijd van die grote risico's?

In *Brein in aanbouw* neemt dr. Marcia Goddard je mee op een chronologische reis door het brein. Van foetus tot kleuter en van puberbrein tot volwassen verstand: iedere stap in de ontwikkeling van onze hersenen komt aan bod. Op humoristische en toegankelijke wijze legt de neurowetenschapper uit hoe ons brein werkt en waarom het zo werkt. Niks gortdroge informatie of saaie lappen tekst; dit boek geeft antwoorden op vragen die je écht interessant vindt.

**KOS
M•S**

NUR 770
KOSMOS UITGEVERS
UTRECHT/ANTWERPEN



9 789021 575391

KOSMOSUITGEVERS.NL