

# Inhoud

Inleiding	7
1 De relatie tussen breingrootte en intellect: hoe groter, hoe beter?	11
2 Denkvermogen: gelijkwaardig maar niet hetzelfde	29
3 Verschillen in persoonlijkheid	40
4 Hoe gaat de omgeving met meisjes en jongens om?	52
5 De ene hersenhelft is de andere niet	59
6 Complexe verklaringen voor mannelijke en vrouwelijke intelligentie	68
7 Hoe wordt een embryo een jongetje, een meisje of iemand van niet-standaard geslacht?	77
8 De ontwikkeling van de hersenen	86
9 Een kleine hersenstructuur met grote geslachtsverschillen	95
10 Wat gebeurt er wanneer je van geslacht verandert?	103
11 Een ander immuunsysteem	109
12 Een ander stresssysteem	119
13 Verschillende kwetsbaarheden	133
14 Het mysterie ontrafeld	155
15 Hoe gendergelijk of -ongelijk is Nederland?	162
16 Samen sterk?	175
Bronnen	185
Dankwoord	223

## Inleiding

In mijn werk als neurowetenschapper spelen afmeting en gewicht van de hersenen een grote rol. Tijdens de kinderjaren nemen die sterk toe en leren we nieuwe vaardigheden. Met het ouder worden nemen ze met gemiddeld 1 procent per jaar af. Elke gram hersenweefsel die we moeten missen maakt ons een klein beetje trager in ons doen en denken. Bij mensen met de ziekte van Alzheimer of Parkinson, maar ook bij patiënten met psychiatrische aandoeningen zoals schizofrenie of depressie, gaat een klein deel van de hersencellen verloren; het gaat dan over één of enkele procenten. Ook dat gaat gepaard met een achteruitgang van de verstandelijke vermogens. Anderzijds gaat succesvolle behandeling van deze hersenaandoeningen gepaard met een remming van de afname, en soms zelfs met groei van de hersenen. Ook in de vergelijkende biologie is breingrootte van een dier gekoppeld aan zijn denkvermogen. Hoe groter het brein, des te slimmer het dier.

Vanuit die achtergrond was het vrouwenbrein voor mij een mysterie. Het gemiddelde vrouwenbrein is fors kleiner dan dat van de man. Nu zijn veel onderdelen van de man groter dan bij de vrouw. Je zou kunnen denken dat het mannenbrein gewoon op schaal is voor een groter lichaam. Maar dat is niet zo. Ook wanneer je corrigeert voor lichaamslengte of gewicht, blijft het verschil in afmeting van het brein fier overeind. Zelfs het aantal zenuwcellen in de grote hersenen is ongelijk; vrouwen hebben er gemiddeld 16 procent minder.

Het is belangrijk om te benadrukken dat de onderlinge variatie groot is; zowel voor vrouwen als mannen is er een aanzienlijke spreiding. Elk individu heeft een ander brein en er zijn beslist vrouwen met een brein dat groter is dan het gemiddelde mannenbrein. Maar dat zijn er niet zoveel. Op groepsniveau zijn de verschillen in afmeting en gewicht van de hersenen niet bepaald subtiel. Toch is er geen overtuigend bewijs dat vrouwen minder intelligent zijn dan mannen. Een kleiner brein dat net zoveel kan: in de vergelijkende biologie is dat een unicum. Hoe is dit te verklaren?

Zelf hou ik graag vast aan de vergelijking tussen Amerikaanse en Europese auto's, die professor Dick Swaab me aan de hand deed. De Amerikaanse voertuigen zijn stukken groter, maar zijn ze ook beter? Ze rijden niet harder, en gaan ook niet langer mee. Ik ben zelfs geneigd te stellen dat de Europese automobielen van hogere kwaliteit zijn. Maar ik ben belanghebbende. Ik ben zelf een vrouw, in het bezit van een tamelijk klein hoofd. Voor mijn werk is een scherp verstand een absoluut vereiste. Blijkbaar lukt dat met een fors kleiner brein. En ik ben geen uitzondering; het aantal vrouwelijke hoogleraren neemt ras toe. Gemiddeld doen vrouwen het in academisch opzicht zelfs iets beter dan mannen. Hoe spelen ze dat klaar?

Ook voor mij was het een zoektocht om te begrijpen wat seksverschillen in het brein betekenen. Ik heb mij jaren (met veel plezier) verdiept in de vele facetten van het vrouwenbrein. Het resultaat is een persoonlijke synthese van feiten en bevindingen over de hersenen van beide geslachten. Ik geef mijn interpretatie van de vele studies die hier over de hele wereld naar gedaan zijn. Ik sla bruggen waar ik denk dat ze zijn en leg mogelijke evolutionaire verbanden. Ik ben neurowetenschapper en psychiater, geen socioloog of historicus. Ik bespreek dan ook vooral de biologische en psychologische verschillen en overeenkomsten.

Voor je ligt een poging om het mysterie van het vrouwenbrein te ontrafelen. Dit is een interpretatie van de vele gegevens die beschikbaar zijn. Dat neemt niet weg dat andere theorieën, andere verklaringen mogelijk zijn. Er is al eerder geschreven over verschillen tussen mannen en vrouwen op het gebied van hersenen, denkvermogen en gedrag. Het is een beladen thema, want vermeende verschillen werden gebruikt om de ongelijkheid tussen de seksen te rechtvaardigen en vermeende afwezigheid van verschillen werd gebruikt om gelijke kansen voor beide seksen af te dwingen. In de jaren tachtig en negentig werden boeken en artikelen geschreven die aangaven hoe sterk het vrouwenbrein verschilt van het mannenbrein, en hoe dit een verschil in denkvermogen kan verklaren.

Als tegenbeweging verschenen rond de eeuwwisseling juist artikelen en boeken die aangaven dat er helemaal geen verschil is. Zo schreef de Britse neurowetenschapper Gina Rippon in haar boek *The Gendered Brain*: 'De hersenen zijn net zo genderneutraal als de lever en het hart.' Inmiddels is duidelijk dat lever en hart van vrouwen helemaal niet gelijk zijn aan die van mannen. Cardiologen en farmacologen houden daar sinds kort rekening mee.

Natuurlijk zijn mannen en vrouwen in grote lijnen gelijk waar het de werking van het lichaam betreft. Maar er zijn een aantal opvallende verschillen, die ook de werking van de hersenen beïnvloeden. De geslachtshormonen, oestrogeen en testosteron, hebben veel invloed op de ontwikkeling van de hersenen en daarmee op het denken, voelen en reageren. Dat effect begint al voor de geboorte. De omgeving reageert ook anders op meisjes en jongens, op vrouwen en mannen. Al vanaf de geboorte worden andere eisen gesteld en andere kansen geboden. Waar het denkvermogen niet veel verschilt, is er wel een opvallende ongelijkheid in persoonlijkheid. Vanuit die persoonlijkheid ontstaan andere kwetsbaarheden, zoals depressie

en ADHD. Daarnaast is het stresssysteem anders bij mannen en vrouwen. Bovendien is het immuunsysteem verschillend. Ten slotte is de energievoorziening van de cel anders.

Door al die facetten werkt het lichaam en het brein van vrouwen net even anders, waardoor het mogelijk is om met 110 cm<sup>3</sup> hersenweefsel minder toch vergelijkbaar te presteren.

Over deze fascinerende aspecten van het vrouwenbrein, de onvermoede succesformule van de kleinere afmetingen, gaat dit boek.

# 1

## De relatie tussen breingrootte en intellect: hoe groter, hoe beter?

Charles Darwin schreef in 1871 al over de samenhang tussen breingrootte en intellect bij primaten, de grotere apen en half-ape, waar ook mensen onder vallen. Orang-oetangs hebben grotere hersenen dan gorilla's, en mensen hebben weer grotere hersenen dan orang-oetangs. Darwin vond het niet meer dan logisch dat dit sterk correleerde met de toegenomen intelligentie tijdens de evolutie van aap naar mens.

Francis Galton, Darwins neefje, en ook ontdekkingsreiziger, antropoloog en psycholoog, mat eind negentiende eeuw de schedelomtrek van studenten aan de universiteit van Oxford. Dat waren destijds allemaal mannen. Met een meetlint nam hij ter hoogte van het voorhoofd de maat op.

Hij ontdekte dat het hoofd van studenten die cum laude slaagden gemiddeld 5 procent groter was dan dat van studenten die hun kandidaatsexamen zonder versierselen behaalden. Dit vroege experiment van Galton is nog vaak herhaald in verschillende varianten. Steeds werd zijn bevinding bevestigd. Inmiddels zijn er negenenvijftig studies geweest die de grootte van het hoofd gemeten hebben bij in totaal 63 405 mensen. Volgens werd gezocht naar een correlatie met een afspiegeling van intelligentie, bijvoorbeeld een IQ-test, een Cito-score of gemiddelde schoolcijfers. Al die studies bij elkaar lieten een duidelijk verband zien: hoe groter de hoofdomtrek, hoe beter de scores. Die correlatie was consistent aanwezig, maar had een coëfficiënt van 0,2, wat een zwak verband is. Dus: breingrootte

heeft effect op het IQ, maar dat effect verklaart slechts een deel van de variatie in IQ.

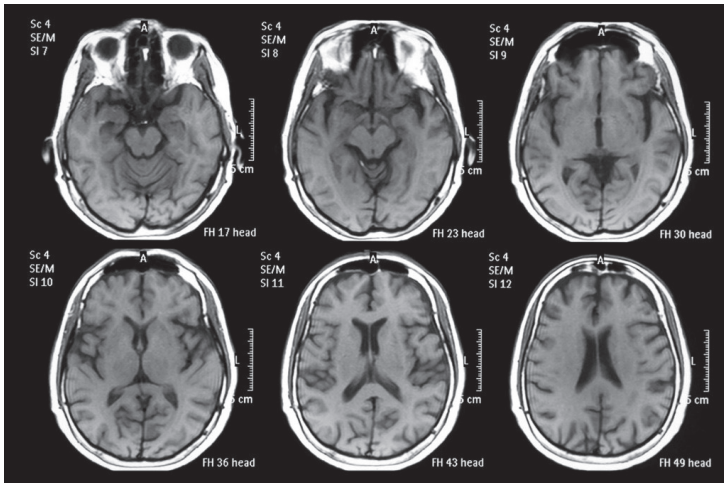
In de tweede helft van de vorige eeuw werden beeldvormende technieken uitgevonden; eerst de CT-scan, later de MRI. Met een CT en een MRI maak je een afbeelding van de hersenen, daarom worden ze 'neuroimaging-methoden' genoemd. Hiermee kan de omvang van de hersenen veel nauwkeuriger gemeten worden dan met het meetlint van Francis Galton. Een groot hoofd betekent meestal een groot brein, maar niet altijd. Want in dat hoofd zitten meer onderdelen dan alleen hersenweefsel.

Op CT- en MRI-afbeeldingen zijn drie onderdelen van het brein te zien die ieder een andere grijstint hebben: de witte stof, de grijze stof en het hersenvocht dat op de meeste plaatjes zwart is. Vroeger kwamen 'waterhoofden' voor; een groot hoofd met weinig hersenweefsel en veel hersenvocht. Tegenwoordig wordt dat gelukkig operatief gecorrigeerd.

De grijze stof bestaat vooral uit de cellichamen van zenuwcellen en hun korte uitlopers, samen met de steuncellen (gliacellen) en bloedvaatjes die daaromheen liggen. Die korte uitlopers maken contact met andere zenuwcellen die dicht in de buurt liggen.

De witte stof wordt gevormd door de lange uitlopers van de zenuwcellen, die contact maken met andere zenuwcellen ver weg in de hersenen. Ze liggen in dikke bundels bij elkaar, als de snelwegen van het brein. Die bundels zijn vaak omhuld met een isolerend laagje, zodat de elektrische signalen waarmee ze communiceren snel geleid kunnen worden. Dat isolerend laagje bestaat uit vet (myeline), dat wit van kleur is, vandaar de naam 'witte stof'.

Dan is er het hersenvocht, dat ook wel 'liquor' wordt genoemd. Midden in het brein ligt een stelsel van communicerende vaten, de ventrikels, die met vocht gevuld zijn. Dit



Verticale doorsneden van de hersenen, gemaakt met MRI. De grijze stof is aan de buitenkant te zien, de witte stof in het midden en het hersenvocht diep in de hersenen. (Beeld: iStock)

ventrikelsysteem werkt als een schokdemper, maar ook als vuilnisophaaldienst. Tijdens de slaap kan het vocht dieper in het hersenweefsel komen omdat er meer ruimte ontstaat tussen de cellen. Het hersenvocht spoelt dan afvalstoffen weg. Als je een tijdje niet slaapt, hopen die afvalstoffen zich op. Vooral adenosine, een afvalstof van de energievoorziening, zorgt ervoor dat je hersenen niet meer goed functioneren. Je bent moe, kunt niet goed meer nadenken, wordt emotioneel labiel, krijgt hoofdpijn, en als je echt heel lang wakker blijft, ontwikkel je hallucinaties en wanen. Met slechts een paar uurtjes slaap wordt de adenosine opgeruimd en ben je van die klachten verlost. Naarmate je ouder wordt, neemt die reinigende werking van het hersenvocht af, en kunnen afvalstoffen in het brein achterblijven. Als door ziekte of veroudering hersenweefsel wegvalt, nemen de ventrikels met hun liquor de ruimte over en worden ze een beetje groter. Grotere ventrikels zijn dan ook een teken van meer weefselverval.



Waar de omvang van de hersenen iets zegt over de totale hoeveelheid grijze stof, witte stof en de met liquor gevulde ventrikels, kunnen met een CT of MRI de afmetingen van de verschillende componenten gemeten worden. Inmiddels is er in achtentwintig CT- en MRI-studies bij 1389 deelnemers gemeten hoe hersenvolume samenhangt met intelligentie. Ook hier werd hetzelfde geconcludeerd: hoe groter de hersenen, hoe intelligenter de mens. Nu kwam de correlatie iets sterker uit: de coëfficiënt was 0,4, wat al een behoorlijk deel van de variatie in IQ verklaart. Toch wordt de grootste variatie in intelligentie niet door breingrootte verklaard. Dat wil zeggen dat er nog belangrijke andere factoren zijn die bepalen hoe slim iemand is. Over die factoren komen we te spreken wanneer we naar man-vrouwverschillen zoeken.

De correlatie tussen hersenvolume en intelligentie staat dus als een paal boven water. Dit verband werd gevonden bij oude Turkse mannen, bij Indiaans-Amerikaanse schoolmeisjes, bij Russische nonnen, bij Zweedse rekruten en in de negentiende eeuw door Francis Galton bij Oxfordse studenten. Op alle leeftijden en in alle continenten bestaat die correlatie van ongeveer 0,4 tussen breingrootte en intellect. Zelfs binnen een familie houden intelligentie en breingrootte verband met elkaar. Families van groot-breinigen zijn gemiddeld iets slimmer dan families van klein-breinigen. Binnen families worden de baby's met een groot hoofd gemiddeld slimmer dan hun broers of zussen die geboren worden met een kleiner hoofd.

Deze laatste bevinding is belangrijk. Opvoeding, voeding, opleiding en sociaal-economische klasse hebben een groot effect op intelligentie, zeker in de jeugd. Binnen families zijn deze factoren doorgaans gelijk. In elk geval voor degenen van gelijk geslacht. Toch blijft het effect van breingrootte op IQ dan nog steeds overeind.

De aanleg voor een groter brein is voor een goed deel erfe-

lijk bepaald, en wetenschappers hebben ook al een idee welke genen een rol spelen. Eeneiige tweelingen, die precies dezelfde genen hebben, zijn qua bringgrootte nagenoeg gelijk en ook hun intelligentie is vrijwel identiek. De correlatie tussen IQ's van zulke tweelingen is gemiddeld 0,8, een heel sterk verband.

In Minnesota is in een wetenschappelijke studie een unieke groep van drieënnegentig eeneiige tweelingen gevolgd die ver van elkaar opgroeiden. Het ging om tweelingen die via een weeshuis ter adoptie werden aangeboden. Naar verwachting zou één kind makkelijker te plaatsen zijn dan twee. En zo vertrokken de eeneiige tweelingen, die erg aan elkaar gehecht zijn, elk naar een ander adoptiehuis. Alleen tweelingen beseffen ten volle hoe wreed dat is. Sommigen waren nog zo jong dat ze zich hun tweelingbroer of -zus later niet meer herinnerden. Ook binnen deze groep genetisch gelijke maar elders opgevoede tweelingen was de correlatie in IQ heel hoog (0,78), bijna net zo hoog als tussen eeneiige tweelingen die samen opgroeiden.

Toch zijn omgeving en ervaring ook van invloed op IQ en bringgrootte. Wanneer je een moeilijke studie doet of een complex beroep uitoefent, groeit het brein. Ouderen kunnen hun denkvermogen een boost geven door zichzelf uit te dagen: een nieuwe taal te leren spreken of een nieuw muziekinstrument te leren bespelen bijvoorbeeld. Bij kinderen is er een sterke interactie tussen erfelijke aanleg en omgevingsfactoren. Slimme kinderen (met grote breinen) zoeken situaties op waarin ze uitgedaagd worden, wat hen nog slimmer maakt. Zo ontstaat een kringloop van stimulering en groei van brein en intellect.

Mensen zijn doorgaans in proportie gebouwd, en grote hoofden staan meestal op grote lijven. In een groep van 6235 Amerikaanse rekruten bleek de correlatie tussen de grootte van het hoofd en de lichaamslengte 0,4. Dus lichaamslengte zegt al heel wat over de grootte van de hersenen. Betekent dit ook