

Neurofeedback bij aandachtstekortstoornis met hyperactiviteit: wat is het en werkt het?

J. VAN AS, J.W. HUMMELEN, J.K. BUITELAAR

ACHTERGROND Neurofeedback is een behandelmethodede die in Nederland in toenemende mate wordt toegepast in vooral psychologische praktijken. Deze methode wordt bij veel psychiatrische en somatische klachten toegepast; de behandeling van aandachtstekortstoornissen en hyperactiviteit is in opkomst. Ondanks deze toenemende populariteit is neurofeedback binnen de psychiatrie een nog vrijwel onbekende behandelmethodede.

DOEL Inventariseren van de wetenschappelijke evidence voor het toepassen van neurofeedback bij aandachtstekortstoornis met hyperactiviteit (ADHD).

METHODE Literatuurstudie naar gecontroleerde trials die de effectiviteit van neurofeedback bij ADHD hebben onderzocht.

RESULTATEN Er werden 6 gecontroleerde studies gevonden. Hierin vond men een positief effect van neurofeedback bij ADHD, maar alle studies werden gekenmerkt door methodologische tekortkomingen.

CONCLUSIE Op basis van het huidige onderzoek kan men geen uitspraak doen over de effectiviteit van neurofeedback bij ADHD. Aangezien neurofeedback steeds vaker wordt toegepast als behandelmethodede is goed opgezet wetenschappelijk onderzoek dringend nodig.

[TIJDSCHRIFT VOOR PSYCHIATRIE 52(2010)1, 41-50]

TREFWOORDEN ADHD, eeg-biofeedback, neurofeedback

Neurofeedback (NF) is een behandelmethodede die in Nederland, vooral binnen psychologische praktijken, in toenemende mate wordt toegepast voor velerlei psychiatrische en somatische klachten. Vooral de behandeling van aandachtstekort- en hyperactiviteit (ADHD) met NF is in opkomst.

Ondanks deze opkomende populariteit is NF in Nederland binnen de psychiatrie nog vrijwel onbekend, dit in tegenstelling tot de VS en een aantal Europese landen, vooral Duitsland en Zwitserland. Door ontwikkelingen op het gebied van de cognitieve neurowetenschappen, beeldvormende technieken, neurobiologie en de neurofysiologie worden de geclaimde behandelresultaten en de veronderstelde werkingsmechanismen

van NF steeds meer wetenschappelijk onderzocht.

In dit artikel zetten wij eerst uiteen wat NF inhoudt en gaan we vervolgens in op de wetenschappelijke evidence voor het behandelen van ADHD-klachten door middel van NF.

ONTWIKKELING ALS BEHANDELMETHODE

Hans Berger toonde in 1929 aan dat elektrische activiteit van de hersenen gemeten kan worden aan de oppervlakte van de menselijke schedel. Hij introduceerde de term 'elektro-encefalogram' (eeg). Ook beschreef hij dat bepaalde frequenties karakteristiek zijn voor verschillende aandachts- toestanden. Bij een proefpersoon met gesloten

ogen vond hij frequenties van ongeveer 10 Hz in het eeg, later alfa golven genoemd. Bij iemand die met geopende ogen bezig was een wiskundig probleem op te lossen, vond Berger een frequentie van ongeveer 15 Hz, later bèta golven genoemd (Demos 2005).

Het werk van Berger inspireerde anderen om een mogelijk verband te onderzoeken tussen specifieke eigenschappen van het eeg en neurologische en psychologische ziekten. Hoewel er wel enige relatie werd gevonden tussen eeg patronen en hersentrauma of insulden, was het onderzoek in die tijd naar de relatie tussen eeg en psychiatrische aandoeningen weinig succesvol (Masterpasqua & Healey 2003). Naast de ontwikkeling van het eeg als diagnosticum voor neurologische ziekten zoals epilepsie, hersentrauma's en dergelijke kreeg het eeg ook een centrale rol in het onderzoek naar neurofeedback.

Eind jaren zestig bleek eeg-activiteit te kunnen worden beïnvloed door middel van operante conditionering. Zo deed Sterman onderzoek naar elektrische hersenactiviteit tijdens het inslapen bij katten (Demos 2005). Hij vond dat bij katten de activiteit van de hersenen in een frequentie van ongeveer 14 Hz samenhangt met een verminderde spierspanning. Deze activiteit werd *sensorimotor rhythm (SMR)* genoemd, omdat deze voorkwam in de sensorimotorische cortex. Deze observatie intrigeerde Sterman en hij probeerde deze hersenfrequenties toe te laten nemen door de katten een kleine hoeveelheid melk te geven wanneer er SMR-activiteit op het eeg werd waargenomen. Hierdoor gingen de katten in relatief korte tijd meer SMR-activiteit produceren.

Toen Sterman de opdracht kreeg om te onderzoeken of de damp van monomethylhydrazine (een raketbrandstof) epileptische aanvallen kan veroorzaken, gebruikte hij hiervoor zijn katten. Het viel hem op dat de meeste katten na 1 uur epileptische aanvallen vertoonden, maar de dieren die de SMR-training hadden ondergaan, kregen deze pas na ongeveer 2 uur. Dit was de grondslag voor het idee om epilepsie te behandelen met SMR-training (Demos 2005).

Het bleek dat mensen in staat zijn om het aantal elektrische hersengolven met frequenties van 12-15 Hz in het gebied van de sensorimotore cortex te vergroten wanneer zij beloond worden met licht en geluid bij het produceren van deze frequenties. Er werd aangetoond dat ongeveer 60% van de patiënten met insulden door middel van deze operante conditionering de hoeveelheid SMR-frequenties kon vergroten, waarop het aantal insulden afnam. Lubar, een leerling van Sterman, zag dat de beschreven eeg-trainingen mensen rustig maakten, hetgeen werd verklaard door de beïnvloeding van de motorschors (Demos 2005). Hij vroeg zich af of de eeg-beïnvloeding ook zou kunnen werken bij drukke, impulsieve kinderen en hij paste de behandelmethode van Sterman toe bij deze groep patiënten. Deze bleek effectief en deze behandelprincipes zijn de basis voor de behandelmethoden voor klachten die tegenwoordig geclassificeerd worden als ADHD-klachten.

Kamiya deed in dezelfde tijd als Sterman en Lubar experimenten met feedback (Demos 2005). Hij leerde mensen hun brein te reguleren door ze gewaar te laten worden wanneer een ontspanningstoestand gepaard gaat met bepaalde hersengolven (alfagolven). Op deze manier ontwikkelde hij een alfa training om mensen de mogelijkheid te geven hun spanning te reguleren (Masterpasqua & Healey 2003).

De behandelmethoden van Kamiya en Sterman sloten aan bij de sociale veranderingen in de jaren zestig, waarin een alternatieve levensstijl hoog gewaardeerd werd. Hierdoor was eeg-biofeedback in deze tijd erg populair. In de jaren zeventig had men grootse verwachtingen van eeg-biofeedback. De biofeedback maakte deze verwachtingen echter niet waar en raakte in diskrediet. Hierbij speelde ook mee dat bij eeg-biofeedback geen aantoonbaar onderliggend mechanisme bekend is waardoor het als een alternatieve geestverruimende techniek werd gezien. Desondanks ging het onderzoek echter verder onder de noemer NF en *brain computer interface* onderzoek.

Sinds de tijd dat NF in diskrediet raakte, zijn er veel ontwikkelingen geweest in de neuroweten-

schappen. De ontwikkeling van de neurofysiologie, waaronder de toepassing van het qeeg (zie verder), en de sterke verbeteringen in de beeldvormende technieken, hebben de interesse in NF weer doen toenemen. Het wetenschappelijk onderzoek naar de effectiviteit van NF is sterk toegenomen en de kwaliteit van de onderzoeken is de laatste jaren enigszins verbeterd door het toepassen van de onderzoekopzet met een controlegroep. Er is echter nog steeds maar zeer beperkt onderzoek voorhanden met een gerandomiseerde, geblindeerde en placebocontroleerde opzet. Ook het onderzoek naar het werkingsmechanisme staat nog in de kinderschoenen. Door het ontbreken van wetenschappelijke effectiviteit heeft NF momenteel geen erkende plaats binnen de behandeling van psychische en somatische ziekten.

WAT IS NEUROFEEDBACK?

Uitgangspunt van de behandeling met NF is het idee dat psychische en sommige somatische klachten voortkomen uit het niet optimaal functioneren van het brein. Dit zou blijken uit een afwijkend patroon van hersengolven op het eeg. De veronderstelling is dat voor de optimale uitvoering van allerlei cognitieve processen en informa-

tieverwerkingsprocessen een optimale balans van sterkte van de verschillende elektrische hersengolven nodig is. Een disbalans van de verschillende hersengolven kan leiden tot uiteenlopende klachten zoals angst en depressie, chronische pijn, ADHD, leerproblemen, burn-out en het niet optimaal kunnen presteren tijdens sportevenementen en muziekkuitvoeringen.

NF is een trainingsmethode waarbij men beoogt deze klachten te verbeteren door het patroon van de hersengolven te beïnvloeden via operante conditionering met uiteindelijk doel het patroon van de hersengolven te normaliseren. Tegenwoordig maakt men steeds meer gebruik van het qeeg (*quantitative eeg*) voor het opstellen van het behandelprotocol.

Door middel van een eeg wordt informatie verkregen over de hersenactiviteit van de verschillende hersengebieden (zie tabel 1 voor de verschillende typen hersengolven). Er zijn meestal zo'n 20 meetpunten op de schedel, zodat één punt informatie weergeeft van een beperkt hersengebied. Deze informatie wordt op een kwantitatieve wijze weergegeven in het qeeg. Door een qeeg voor elk type hersengolf te maken, wordt de sterkte van dit type hersengolf in een hersengebied weergegeven.

TABEL 1 Verschillende typen hersengolven (naar Oosterhuis 2000)

Golf	Frequentiebereik (in Hz)	Kenmerken
Deltagolven	0 tot 4	komen vaak voor bij baby's, bij bepaalde vormen van encefalopathie en tijdens diepe slaap
Thëtagolven	4 tot 8	komen vaak voor bij kinderen, tijdens het doezelen, (dag)dromen en lichte slaap, vlak voor het wakker worden of in slaap vallen, en soms bij hyperventilatie; kunnen opgewekt worden door trance of hypnose
Alfagolven	8 tot 12	komen voor vanaf het tweede levensjaar en geven aan dat iemand op een ontspannen wijze alert is; nemen af bij slaperigheid en wanneer de ogen open zijn en komen veel voor in de occipitale (visuele) cortex
SMR-golven	12 tot 16	hebben te maken met fysieke rust en sensomotorisch bewustzijn
Bëtagolven	16 tot 30	bëtagolven met lage amplitude en met meerdere verschillende frequenties worden vaak in verband gebracht met intense actieve gedachten en concentratie; ritmische bëtagolven met veel duidelijke frequenties hebben te maken met diverse pathologische of drugsgelerateerde oorzaken
Gammagolven	30 tot 80	hangen samen met een sterke mentale activiteit zoals waarneming, oplossen van problemen, angst en bewustzijn.

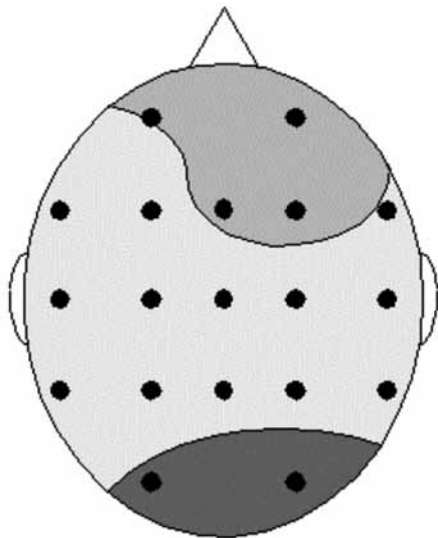
*Oorspronkelijk onderscheidde men vier typen hersengolven: alfa, bëta, delta en thëta; er is geen algemene overeenstemming over het precieze frequentiebereik van deze golven.

SMR = sensorimotor rhythm.

Met kleuren wordt aangegeven hoe deze sterkte van een type hersengolf zich verhoudt tot een normatieve database. Deze informatie gebruikt men voor het opstellen van een behandelprotocol en de NF (zie figuur 1) (Evans & Abarbanel 1999).

Hoewel men de elektrische activiteit van de oppervlakkige hersenschors meet, heeft neurofysiologisch onderzoek aangetoond dat er een relatie is tussen oppervlakkige en diepliggende activiteit en dat deze laatste zorgt voor ritme- en frequentieveranderingen op het eeg (Monastra e.a. 2005).

FIGUUR 1 Schematische voorstelling van een qeeg voor 1 type hersengolf (alfagolven). De licht-, middel- en donkergrijze zones corresponderen respectievelijk met een normale, te lage en te hoge kwantiteit van dit type hersengolven opzichte van een normatieve database



Op het qeeg is per hersengebied te zien of er van een type hersengolf een normale hoeveelheid, te veel of te weinig aanwezig is in vergelijking met de normgegevens. Dit wordt aangegeven met kleuren, zodat in een oogopslag is te zien in welk hersengebied afwijkende hersengolfpatronen voorkomen. Er is bijvoorbeeld bekend dat in normale toestand van wakker zijn in de achterste hersengebieden alfagolven overheersen, SMR-golven in de centrale hersengebieden overheersen en er geen delta- of thetagolven voorkomen. Er zijn voor

veel ziektebeelden afwijkende qeeg's beschreven. Aan de hand van de klachten van een individuele patiënt zou men in principe kunnen voorspellen op welke manier het qeeg waarschijnlijk afwijkend zal zijn. De meeste NF-therapeuten behandelen echter niet op basis van het ziektebeeld of de symptomen, maar op basis van het qeeg.

De verkregen informatie van het qeeg wordt gebruikt voor de feedbacktraining. Wanneer het qeeg laat zien dat op een bepaalde locatie een hersenfrequentie in een afwijkende hoeveelheid voorkomt, gaat men deze hersenfrequentie op die locatie 'trainen'.

NF-sessie Bij een NF-sessie zit de patiënt in een gemakkelijke stoel en kijkt naar een monitor. Op het hoofd zijn enkele elektroden geplaatst die verbonden zijn met een computer. Deze elektroden meten de hersenactiviteit. De computer geeft positieve feedback in de vorm van akoestische en/of visuele signalen (dit kan ook een filmpje zijn dat verschijnt) op het moment dat de hersengolven onder of boven een ingestelde frequentiedrempel blijven. Hierdoor worden de hersenen 'getraind' om de juiste, dat wil zeggen normaal frequente, hersengolven te produceren. Na enige tijd leert de patiënt wat hij moet doen om de positieve feedback te genereren en kan hij de gewenste hersengolven zelf produceren.

Het normaliseren van hersengolven zou bij patiënten tot klachtenvermindering leiden. Internationaal zijn er veel verschillende manieren waarop NF in de praktijk wordt uitgevoerd.

Het Nederlands Instituut voor Psychologen beschrijft de uitvoering van NF als volgt: 'Een NF-sessie duurt meestal 45 minuten. Tijdens een sessie worden de hersenen telkens gedurende een paar minuten getraind. Het succes is onder andere afhankelijk van de tijd dat de patiënt met NF bezig is en de tijd tussen de sessies. Meestal worden er eerst 10-15 sessies gedaan om te leren voelen hoe het is om specifieke hersengolven te produceren. Er wordt dan ook geëvalueerd of het zin heeft om met de behandeling door te gaan. In totaal zijn er gemiddeld zo'n 20-40 sessies nodig afhankelijk van de klachten en hoe de klachten reageren op de behandeling.'

Ongeveer 80% van de mensen die tot nu toe behandeld zijn, heeft baat bij de behandeling en de resultaten zijn op een enkele uitzondering na blijvend.'

WERKINGSMECHANISME

Het onderliggende mechanisme voor NF is onbekend. Er worden in de literatuur wel verschillende hypothesen geformuleerd over het werkingsmechanisme. De eeg-metingen op de schedel geven elektrische activiteit weer van oppervlakkig gelegen hersengebieden. Deze elektrische activiteit zou een representatie zijn van dieper liggende thalamico-corticale activiteit en verandering van deze activiteit zou een verandering geven van het eeg (Monastra e.a. 2005). De veronderstelling dat een disbalans van de verschillende hersengolven een relevant verband vertoont met uiteenlopende cognitieve functieproblemen is overigens nauwelijks empirisch getoetst.

Event related potentials (ERP's) zijn veranderingen in het eeg die in de tijd gekoppeld zijn aan het aanbieden van bepaalde stimuli. Deze ERP's zouden mogelijk een rol spelen bij het werkingsmechanisme van NF bij de behandeling van ADHD. Er is bekend dat de ERP's bij kinderen met ADHD afwijken van die van kinderen zonder deze aandoening. De afwijkingen bestaan vooral uit kleinere amplitude van de P300 (de golf die ongeveer 300 ms na een stimulus optreedt), langere latentietijden en een andere topografie. Bij patiënten die reageren op NF-behandeling worden meer normale ERP's gevonden in de frontale centrale hersengebieden; mogelijk leiden die tot een herstel van de normale functies van het executieve systeem (Kropotov e.a. 2005).

Ook vindt men bij kinderen met ADHD een vermindering van het hersenvolume, het metabolisme, de hersenperfusie en van de activatie van hersengebieden in de prefrontale en striatale hersenregio's bij taken die selectieve aandacht en responsinhibitie vereisen (Levesque e.a. 2006). Er werd met functionele MRI aangetoond dat een vermeerdering van de SMR en bèta-1-golven en een vermindering van thètagolven, de activatie in pre-

frontale en striatale regio's doen toenemen. Dit suggereert dat NF de functies in de prefrontale en striatale regio's beïnvloedt (Levesque e.a. 2006).

NEUROFEEDBACK EN ADHD

NF wordt voor vele aandoeningen toegepast, zowel op psychiatrisch als op somatisch gebied. Op psychiatrisch gebied is de toepassing bij ADHD bij kinderen het bekendst. Dit is ook de toepassing waarvan de effectiviteit het meest wetenschappelijk is onderzocht.

Voor ADHD zijn verschillende afwijkende qeeg-patronen beschreven. Het meest voorkomende patroon bestaat uit een verminderde hoeveelheid SMR-golven, die in verband gebracht wordt met hyperactiviteit, en een verminderde hoeveelheid bètagolven en te veel thètagolven, die zouden samenhangen met aandachtstekort en impulsiviteit (Demos 2005). Bij ADHD kunnen echter ook te veel bètagolven voorkomen. Daarom is het belangrijk dat voor de verschillende afwijkende qeeg-patronen verschillende behandelprotocollen gevolgd worden.

De behandeling van ADHD kan er dus uit bestaan de bèta-golven 'naar boven te trainen' (meer bètafrequente activiteit verkrijgen) en de thètagolven 'naar beneden te trainen' (minder thètafrequente activiteit verkrijgen). Deze normalisering dient plaats te vinden op de locaties die op het qeeg afwijkend waren. De verschillende protocollen beschrijven per doelsymptoom de plaats waar de elektroden geplaatst moeten worden en de frequenties die genormaliseerd moeten worden (Demos 2005).

EVIDENCE VOOR EFFECT NF BIJ ADHD

Zoekstrategie en selectie

Om de vraag naar de effectiviteit van NF bij de behandeling van ADHD te kunnen beantwoorden, verrichtten wij een literatuurzoekactie. We zochten in Medline (1950-2007), Cochrane Library (reviews en gerandomiseerde, gecontroleerde

onderzoeken of RCT's), PsycInfo (1867-2007) en Embase (1997-2007) met de zoektermen 'neurofeedback' en 'eeg-biofeedback' in combinatie met 'ADHD'. Dit leverde 143 artikelen op. Aan de hand van de titels en abstracts selecteerden we relevante artikelen.

We vonden geen enkele goed gerandomiseerde, placebogecontroleerde, geblindeerde studie. Vervolgens selecteerden we studies waarbij ten minste een gecontroleerde opzet werd gehanteerd en die de effectiviteit van NF bij ADHD beschreven in tijdschriften met *peer review*. Beschrijvende artikelen over neurofeedback, neurofeedback bij andere aandoeningen dan ADHD, gevalsbeschrijvingen en niet-gecontroleerde onderzoeken werden niet geselecteerd. Na deze selectie bleven er 6 onderzoeken over. Deze betroffen alle onderzoek bij kinderen en adolescenten. Er werden geen onderzoeken bij volwassenen gevonden.

Rossiter *e.a.* (1995) In deze studie werden 46 patiënten in de leeftijd van 8-21 jaar geïncludeerd. Allen voldeden aan de diagnose ADHD/ADD volgens de criteria van de DSM-III-R. De deelnemers werden ingedeeld in een medicatiegroep en een eeg-biofeedbackgroep. De indeling gebeurde in overleg met patiënt en ouders. De medicatie bestond uit methylfenidaat en de biofeedbackbehandeling bestond uit 3-5 sessies eeg-biofeedback gedurende 4-7 weken. De groepen waren bij aanvang gelijk qua uitkomstmaten. Voor en na de behandeling werden de *Test Of Variables of Attention* (TOVA; www.adhdtesting.org/tova.htm), het *Behavior Assessment System for Children* (www.adhdtesting.org/basc.htm) en ouderscorelijsten afgenomen. Na behandeling bleken de scores op aandacht, impulsiviteit en reactiesnelheid in beide groepen significant verbeterd te zijn, gemeten met de genoemde instrumenten. Er was geen significant verschil in scores tussen de beide groepen.

Linden *e.a.* (1996) In deze studie waren 12 kinderen met ADHD en 6 kinderen met een leerstoornis geïncludeerd, in de leeftijd van 5-15

jaar. De diagnose was gesteld aan de hand van de DSM-III-R-criteria. De kinderen werden at random ingedeeld in een wachtlijstgroep die geen behandeling kreeg en een experimentele groep die 40 sessies van 45 minuten NF in een periode van 6 maanden kreeg. De groepen waren bij aanvang gelijk qua uitkomstmaten. Voor en na de behandeling werd het IQ gemeten en werden ouderscorelijsten afgenomen. Het IQ bleek na behandeling met NF statistisch significant gestegen ten opzichte van de controlegroep. Het aandachtstekort was significant verminderd in de experimentele groep, de hyperactiviteit was niet significant veranderd.

Bij deze studie kan worden opgemerkt dat het effect op de ADHD-symptomen gemeten werd aan de hand van vragenlijsten die door de ouders werden ingevuld en dat dezen uiteraard niet geblindeerd waren. Verder kan worden aangetekend dat het IQ ook als uitkomstmaat werd gebruikt, terwijl dit geen kenmerk is van ADHD.

Carmody *e.a.* (2001) In deze studie werden 3 verschillende behandelprotocollen voor ADHD gebruikt. Tijdens de behandeling kregen de deelnemers 3-4 eeg-biofeedbacksessies per week, in totaal 36-48 sessies in een periode van 6 maanden. Gemeten werden qeeg-veranderingen (delta-, thèta-, bèta- en SMR-amplitude). Als uitkomstmaten gebruikte men de *Attention Deficit Disorders Evaluation Scales*, een gedragscoreschaal die de frequentie van ADHD-symptomen benadrukt, en de TOVA (een continue performancetest). Er werden 16 kinderen onderzocht in de leeftijd van 8-10 jaar, van wie 8 wel en 8 geen ADHD hebben. ADHD was vastgesteld door een schoolpsycholoog bij kinderen die gedragsproblemen in de klas hadden. De kinderen waren at random verdeeld over een wachtlijstgroep en een eeg-biofeedbackgroep, zodanig dat in elke groep 4 kinderen met en 4 kinderen zonder ADHD zaten.

De resultaten van deze studie waren dat kinderen met ADHD die een NF-behandeling kregen significant beter scoorden op de aandachtsfunctie en significant een afname vertoonden van de

impulsiviteit. De hyperactiviteit was niet veranderd. Er werd geen consistent patroon van verbetering op het qeeg gevonden.

Monastra *e.a.* (2002) In deze trial werden 100 kinderen met ADHD geïnccludeerd in de leeftijd van 6-19 jaar. De kinderen kregen een multimodaal behandelprogramma. In dit programma zat het gebruik van stimulantia, een 10-weekse oudertraining en studieondersteuning op school. Optioneel werd een wekelijkse eeg-biofeedbacktraining van 45-50 minuten gegeven. Hiervan maakten 51 van de 100 kinderen gebruik; ouders en kinderen mochten zelf kiezen. Er werd behandeld tot de kinderen 3 maal een genormaliseerd qeeg konden behouden. Voor behandeling werden een IQ-test, gedragsscorelijsten, de *continious performance test* en een qeeg afgenomen. Voor de behandeling was er geen verschil tussen de groepen op de uitkomstmaten. Na de behandeling en een jaar later werden de tests opnieuw afgenomen. De evaluatie na een jaar werd verricht na een week waarin de medicatie werd stopgezet. In dit onderzoek bleek dat zowel stimulantia als NF significant effectief waren in de behandeling van ADHD. Alleen bij de kinderen die NF hadden ontvangen, waren de verbeteringen op de afgenomen scorelijsten blijvend. De andere kinderen vielen terug.

Fuchs *e.a.* (2003) In deze trial werd een met stimulantia gecontroleerd onderzoek gedaan naar het effect van NF. Er werden 34 kinderen met ADHD (volgens DSM-IV-criteria) onderzocht in de leeftijd van 8-12 jaar. Een groep van 12 kinderen kreeg stimulantia, een groep van 22 kinderen kreeg NF in een frequentie van 3 maal per week 30-60 minuten, gedurende 12 weken. De keuze voor een behandelgroep werd gemaakt door de ouders. Als uitkomstmaten werden gehanteerd het IQ volgens de *Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC-R)*, de TOVA en gedragsscorelijsten. Bij aanvang van de studie waren de groepen vergelijkbaar op deze maten. Er was een vergelijkbare significante verbetering van de

aandachtsfunctie en de scores op de gedragslijsten in zowel de NF-groep als de medicatiegroep.

DeBeus *e.a.* (2004) Deze auteurs beschreven de voorlopige resultaten van een studie die nog niet was afgerond. In dit onderzoek werd middels een gekruiste opzet een placebogecontroleerd onderzoek gedaan naar het effect van NF. Er werden 26 kinderen met ADHD onderzocht in de leeftijd van 7-11 jaar. Een groep van 12 kinderen kreeg eerst 20 NF-sessies en vervolgens 20 sessies placebobe-handeling en 14 kinderen kregen hetzelfde aantal sessies in omgekeerde volgorde (eerst placebobe-handeling en vervolgens NF). Placebobe-handeling bestond uit het spelen met een spelcomputer.

Het blijft onduidelijk hoe de diagnose ADHD werd gesteld; dit geldt ook voor de wijze waarop gerandomiseerd werd. Voor, tijdens en na de behandeling werd een klinisch interview met de ouders gedaan. Er werden vragenlijsten afgenomen bij leraren van school en er werden zelfrapportagelijsten afgenomen bij de kinderen. Geen enkele uitkomst van de interviews of vragenlijsten wordt vermeld. De enige uitkomstmaat die wordt vermeld, betrof een verandering in de eeg-frequenties; deze verschilden tussen de twee condities. Hierbij blijft onduidelijk in hoeverre de veranderingen in het eeg berusten op het effect van de NF of dat de gevonden verschillen berusten op de verschillen in de videogames waarmee werd gespeeld.

DISCUSSIE

Alle effectstudies worden gekenmerkt door ernstige methodologische zwakten. Zo zijn er veel onderzoeken die geen controlegroep hebben. In deze literatuurstudie bespraken wij alleen studies met een controlegroep. De controleconditie bestaat meestal uit het gebruik van stimulantia of uit geen behandeling en er is geen vergelijking verricht met een psychologische behandeling. Op één na is geen enkel onderzoek placebogecontroleerd, met als gevolg dat de beoordeling van

TABEL 2 Samenvatting van de resultaten van gecontroleerde trials naar effect van neurofeedback (NF) bij aandachtstekortstoornis met hyperactiviteit

Eerste auteur	Leeftijd in j	Experimentele groep	Controlegroep	Effectmaat	Resultaat	Follow-up	Opmerkingen
Rossiter, 1995	8-21	n = 23; eeg-biofeedback 20 sessies	n = 23; stimulantia	TOVA; BASC; oudervragenlijsten	Significante verbetering van aandacht, impulsiviteit op de uitkomstmaten; geen significant verschil tussen groepen	Geen	Geen blinding; randomisering keuze van patiënt/ouders
Linden, 1996	5-15	n = 9; 40 NF-sessies	n = 9; wachtlijst	IQ; oudergedragschalen	Significante verbetering op aandachtstekort en IQ; geen significante verbetering op hyperactiviteit	Geen	Effect gemeten met oudervragenlijsten; kleine onderzoeksgroep
Carmody, 2001	8-10	n = 8; 36-48 NF-sessies in 6 mnd	n = 8; wachtlijst	qeeg, ADDES, TOVA	Significante verbetering van aandacht en impulsiviteit op TOVA, geen verbetering van qeeg en hyperactiviteit	Geen	Kleine onderzoeksgroep
Monastra, 2002	6-19	n = 51; methylfenidaat, ouderbegeleiding, schoolsupport; 34-50 NF-sessies	n = 49; methylfenidaat, ouderbegeleiding, schoolsupport	IQ, gedragsscorelijsten, continue performancetest, qeeg	Significante verbetering op alle effectmaten; resultaat blijvend in NF-groep	1 jaar	Geen uitval; randomisering keuze van ouders
Fuchs, 2003	8-12	n = 22; NF 12 weken; 3 x per week	n = 12; stimulantia	IQ, TOVA, gedragsscorelijsten	Zowel met medicatie als met NF verbetering op TOVA en gedragsscorelijsten.	Geen	Randomisering keuze van ouders
DeBeus, 2004	7-11	n = 12; 20 sessies neurofeedback; daarna crossover naar placeboconditie	n = 14; 20 sessies spelen met spelcomputer, daarna gekruist naar experimentele conditie	Interview ouders; vragenlijsten leraren; zelfrapportage-lijsten; IQ; continue performancetest; qeeg	significant verschil eeg-frequenties	Geen	Randomisering niet uitgelegd; uitkomst effectmaten niet weergegeven

TOVA = Test Of Variables of Attention; BASC = Behavior Assessment System for Children; qeeg = qualitative eeg; ADDES = Attention Deficit Disorders Evaluation Scales.

gedragsveranderingen onderhevig is aan vertekening. De verdeling van de onderzoeksgroepen is veelal niet at random, maar bepaald door de keuze van de ouders. Van blinding is geen sprake.

Deze factoren maken dat de resultaten van de onderzoeken onderhevig zijn aan vertekende factoren (*confounding*), placebo-effecten en bias. De vertekende factoren zouden onder andere kunnen bestaan uit het contact met de behandelaar.

NF is een intensieve behandelmethod. Vaak wordt in het begin van de behandeling 3 maal per week getraind en ook in de verdere fase van behandeling komt de patiënt 1 maal per week. Het zou kunnen dat deze aandacht voor de patiënt een verbetering van ADHD-symptomen bewerkstelligt. Placebo-effecten kunnen er onder meer op berusten dat de ouders en kinderen mogelijk meer gemotiveerd zijn om een NF-behandeling tot een

goed einde te brengen. De bias in deze onderzoeken is vooral een selectiebias. De ouders die kiezen voor het behandelen met NF moesten deze behandeling zelf betalen, waardoor men kan veronderstellen dat de kinderen die neurofeedback ondergingen uit andere milieus kwamen dan de kinderen die in een controlegroep zitten.

Hoewel er de afgelopen decennia meerdere onderzoeken naar de effectiviteit van neurofeedback bij ADHD zijn gedaan, zijn er geen methodologisch goed opgezette studies verricht. Hierdoor is de effectiviteit van neurofeedback bij ADHD onvoldoende wetenschappelijk aangetoond.

Bijwerkingen werden in geen van de onderzoeken beschreven. Er is onvoldoende bekend over mogelijke bijwerkingen van neurofeedback.

CONCLUSIE

Er is dringend behoefte aan methodologisch goed opgezet onderzoek naar de effectiviteit van NF bij de behandeling van ADHD. Deze noodzaak wordt ondersteund door het gegeven dat momenteel ondanks het ontbreken van adequate effectstudies, NF in Nederland een steeds grotere plaats inneemt in de behandeling van ADHD. Hierbij speelt het gegeven dat NF een niet-medicamenteuze behandeling biedt voor ADHD, die door patiënt en ouders gemakkelijk geaccepteerd wordt. Deze naar het lijkt relatief makkelijke acceptatie maakt het des te belangrijker om te onderzoeken of NF een effectieve behandeling is voor ADHD.

Bij verder onderzoek naar NF is het belangrijk om een gecontroleerde en geblindeerde onderzoeksopzet toe te passen en de uitkomstmaten op een objectieve wijze te bepalen. Een onderzoeksdesign zou er als volgt uit kunnen zien: een groep patiënten met ADHD wordt at random ingedeeld in een experimentele groep en een controlegroep. De experimentele groep krijgt NF en placebo-tabletten en de controlegroep krijgt medicatie (stimulantia) en een placebo-NF-behandeling. De effectmaten zijn gedragslijsten die de symptomen van ADHD monitoren en worden ingevuld door

geblindeerde beoordelaars die dus niet op de hoogte zijn van de feitelijke behandelconditie. Een andere opzet is de gerandomiseerde vergelijking van NF en placebo-NF, zonder toevoeging van medicatie. In het bijzonder is het van belang dat ouders en patiënt geen invloed hebben op de selectie van de behandelmethode en dat de meting van de gedragsmaten door onafhankelijke, geblindeerde beoordelaars worden verricht en niet door ouders en/of leerkrachten. Gezien het ontbreken van studies bij volwassenen lijkt het nuttig om NF ook bij deze groep te onderzoeken. Tevens dient er onderzoek naar mogelijke bijwerkingen van NF te worden gedaan.

LITERATUUR

- Carmody, D.P., Radvanski, D.C., Wadhvani, S., e.a. (2001). EEG biofeedback training and attention-deficit/hyperactivity disorder in an elementary school setting. *Journal of Neurotherapy*, 43, 5-27.
- DeBeus, R., Ball, J.D., deBeus, M., e.a. (2004). Attention training with ADHD children: preliminary findings in a double-blind placebo-controlled study. *Journal of Neurotherapy*, 8, 145-147.
- Demos, J.N. (2005). *Getting started with neurofeedback*. New York: Norton.
- Evans, J.R., Abarbanel, A. (1999) *Quantitative EEG and neurofeedback*. San Diego: Academic Press.
- Fuchs, T., Birbaumer, N., Lutzenberger, W., e.a. (2003). Neurofeedback treatment for attention deficit/hyperactivity disorder in children: a comparison with methylphenidate. *Applied Psychophysiology & Biofeedback*, 28, 1-12.
- Kropotov, J.D., Grin-Yatsenko, V.A., Ponomarev, V.A., e.a. (2005). ERP's correlates of EEG relative beta training in ADHD children. *International Journal of Psychophysiology*, 55, 23-34.
- Levesque, J., Beauregard, M., & Mensouer, B. (2006). Effect of neurofeedback training on the neural substrates of selective attention in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: a functional magnetic resonance imaging study. *Neuroscience Letters*, 394, 216-221.
- Linden, M., Habib T., & Radojevic, V. (1996). A controlled study of the effects of EEG biofeedback on cognition and behavior of children with attention deficit disorder and learning disabilities. *Biofeedback and Self-regulation*, 21, 35-49.

- Masterpasqua, F., & Healey, F.K., (2003). Neurofeedback in psychological practise: professional psychology. *Professional Psychology: Research and Practice*, 34, 652-656.
- Monastra, V.J., Donna, M., & George, S. (2002). The effects of stimulant therapy, EEG biofeedback, and parenting style on the primary symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Applied Psychophysiology & Biofeedback*, 27, 231-249.
- Monastra, V.J., Lynn, S., Linden, M., e.a. (2005). Electroencephalographic biofeedback in the treatment of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 30, 2.
- Oosterhuis, H.J.G.H. (2000). *Klinische neurologie*. (14de druk). Houten: Bohn Stafleu Van Loghum.
- Rossiter, T.R., & La Vaque, T.J. (1995). A comparison of EEG biofeedback and psychostimulants in treating attention deficit/hyperactivity disorders. *Journal of Neurotherapy*, 1, 48-59.

AUTEURS

J. VAN AS is als arts in opleiding tot psychiater werkzaam bij Centrum Maliebaan, locatie Amersfoort.

J.W. HUMMELEN is als psychiater verbonden aan de forensisch psychiatrische afdeling 'de Boog', GGNet, locatie Warnsveld; tevens is hij bijzonder hoogleraar Forensische Psychiatrie aan de Rijksuniversiteit Groningen.

J.K. BUITELAAR is hoogleraar Psychiatrie aan de Afdeling Psychiatrie, UMC St Radboud, Nijmegen.

Correspondentieadres: J. van As, Heiligenbergerweg 34, 3816 AK Amersfoort.

E-mail: jvas@centrummaliebaan.nl.

Strijdige belangen: prof.dr. J.K. Buitelaar ontving afgelopen drie jaar honoraria als adviseur/spreker voor Janssen-Cilag, Eli Lilly, Bristol-Myers Squibb, Organon/Schering Plough, UCB, Shire, Medice, Servier, Bioprojet en Pfizer.

Het artikel werd voor publicatie geaccepteerd op 6-4-2009.

SUMMARY

Neurofeedback and attention deficit hyperactivity disorder: what is it and is it working? – J. van As, J.W. Hummelen, J.K. Buitelaar –

BACKGROUND Neurofeedback (NF) is a method of treatment that is being used increasingly in the Netherlands, particularly in psychological practices. Many psychiatric and somatic symptoms are currently being treated with the help of NF. In particular, NF is being used more and more to treat attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). Despite its growing popularity, NF is still a relatively unknown treatment method in psychiatric practices.

AIM To investigate the scientific evidence for treating ADHD with NF.

METHOD We searched the literature for reports on controlled trials that investigated the effectiveness of NF on ADHD.

RESULTS Six controlled trials were located. The studies reported that NF had a positive effect on ADHD, but all the studies were marred by methodological shortcomings.

CONCLUSION On the basis of currently available research results, no firm conclusion can be drawn about the effectiveness of treating ADHD by means of NF. In view of the fact that NF is being used more and more as a method of treatment, there is an urgent need for scientific research in this field to be well planned and carefully executed.

[TIJDSCHRIFT VOOR PSYCHIATRIE 52(2010)1, 41-50]

KEYWORDS ADHD, EEG-biofeedback, neurofeedback