

**NEUROFEEDBACK BIJ KINDEREN EN JONGEREN  
MET LVB- EN ADHD-PROBLEMATIEK  
VERBLIJVEND IN EEN RESIDENTIËLE BEHANDELVOORZIENING  
Een pilotstudie bij 10 gedragsproblematische LVB-ers met ADHD-gedrag  
zonder medicatiegebruik**

*Rien Breteler<sup>1</sup>  
Wim Pesch<sup>2</sup>  
Marcel Nadorp<sup>3</sup>  
Neeltje de Best<sup>4</sup>  
Xenia Tomaso<sup>5</sup>*

*Neurofeedbacktraining is een behandeling waarbij getracht wordt verstoorde hersenactiviteit in evenwicht te brengen door gerichte visuele informatie te geven over de hersengolven. Effecten van neurofeedback bij normaal begaafde jongeren met ADHD worden in steeds meer wetenschappelijk onderzoek aangetoond. Onder kinderen met een licht verstandelijke beperking (LVB) komt ADHD drie tot vier maal zo vaak voor als bij normaal begaafde kinderen (Biederman, Newcorn, & Sprich, 1991). Bij kinderen die in instellingen verblijven komen de gedragsproblemen nog meer voor (Ponsioen, 2010). Deze kinderen hebben vaak intensieve begeleiding nodig en blijven langdurig afhankelijk van psychofarmaceutische behandeling van aandachts- en concentratieproblemen. Alle redenen om naar alternatieven voor behandeling te zoeken. Over de effecten bij jongeren met een LVB en ADHD is weinig bekend. In samenwerking met EEG Resource Institute en de Radboud Universiteit is op OBC Jan Pieter Heije een proefonderzoek uitgevoerd bij 10 jongeren die naast een LVB ook kenmerken van ADHD-gedrag lieten zien. Focus van het onderzoek was de aandacht en concentratie van de jongeren.*

### **Inleiding**

Neurofeedback geniet toenemende belangstelling en in wetenschappelijke studies wordt onder andere bevestiging gevonden voor een behandel-effect bij kinderen met ADHD. Concentratie en aandachtsfuncties verbeteren, waarbij de vooruitgang ook behouden blijft over langere tijd. Zou dat ook gelden voor kinderen met een IQ tussen de 50-70 (LVB) en een IQ tussen de 70-85 (Zwakbegaafd) met kenmerken van ADHD? Hier is weinig over bekend. In een pilotstudie wordt het resultaat van neurofeedback onderzocht in termen van verandering in aandacht en concentratie, impulscontrole en verandering van het EEG. Een dergelijke interventie stelt eisen aan de samenwerking tussen school, ouders en andere zorgverleners in het orthopedagogisch behandelcentrum (hierna afgekort met OBC). De beleving van de jongeren van deze interventie wordt eveneens ook van belang geacht.

---

<sup>1</sup> dhr. dr. M.H.M. Breteler, Radboud Universiteit Nijmegen en Behavioral Science Institute, Sectie klinische psychologie (r.breteler@psych.ru.nl).

<sup>2</sup> dhr. drs. J.W.E. Pesch, NIP & Gz-psycholoog, OBC Jan Pieter Heije, Pluryn in Oosterbeek (wpesch@pluryn.nl).

<sup>3</sup> dhr. drs. M. F.J. Nadorp, hoofd behandeling en Gz-psycholoog, OBC Jan Pieter Heije, Pluryn in Oosterbeek (mnadorp@pluryn.nl).

<sup>4</sup> mw. drs. N. de Best, orthopedagoog en Gz-psycholoog, OBC Jan Pieter Heije, Pluryn in Oosterbeek (nbest@pluryn.nl).

<sup>5</sup> mw. drs. X. Tomaso, psychologe, OBC Jan Pieter Heije, Pluryn in Oosterbeek (xtomasoa@pluryn.nl).

Neurofeedback (in het vervolg met NF aangeduid) is net als biofeedback een behandelvorm waarbij getracht wordt om een verstoorde hersenactiviteit via training en zonder medicijnen weer in evenwicht te brengen. Wanneer onze hersenen niet goed werken spreken we van een disbalans en deze kunnen we hertrainen door gericht feedback te geven op hersengolven. Deze golven komen voor in verschillende frequenties die we door middel van EEG (Elektro-EncefaloGram) kunnen meten. Wanneer de hersengolven afwijken van een normaal patroon, kunnen we constateren dat er een verstoorde hersenactiviteit plaatsvindt. Tijdens de NF-behandeling zit het kind op een stoel voor een beeldscherm en op zijn hoofd wordt een aantal elektroden geplakt waarmee de hersenactiviteit wordt geregistreerd. De data die gemeten worden, geven informatie over de diverse hersenfrequenties (zie Box 1).

**Box 1: Golflengten in het EEG (1 Hz = 1 golf per seconde).**

*0-4 Hz: Delta*

Tijdens de slaap neemt deze golflengte toe. Bij hersenschade wordt vaak meer delta-activiteit gezien.

*4-8 Hz: Theta*

Komt vooral voor bij doezelen en het in slaap vallen, dagdromen; hoort bij aandacht voor interne stimuli.

*8-12 Hz: Alfa*

Deze golflengte hoort bij een ontspannen toestand met aandacht voor interne en externe prikkels.

*12-15 Hz: SMR*

Een alerte ontspannen toestand bij verminderde motorische activiteit.

*15-20 Hz: Beta1*

Wanneer deze toeneemt is er sprake van verhoogde arousal, is nodig bij informatieverwerking.

*20-30 Hz: Beta2 en Beta3*

Komt vooral voor bij spanning en overprikkeling.

*30-45 Hz: Gamma*

Brengt vermoedelijk cognitieve processen bij elkaar tot een samenhangende activiteit, zoals bijv. bij waarneming.

Door het kind te belonen als het frequentiepatroon de gewenste richting opgaat (een vorm van operante conditionering) wordt het behandeldoel bereikt. De computer vertaalt de informatie over de veranderende hersenfrequenties in een voor het kind begrijpbare vorm door bijvoorbeeld het kader van het scherm waarop een film te zien is groter of kleiner te maken of door spelelementen aan een computergame toe te voegen of weg te nemen naarmate de veranderingen in de gewenste of ongewenste richting gaan (Van den Bergh, 2007).

NF is in verschillende gecontroleerde studies effectief gebleken bij de behandeling van ADHD (zie voor een meta-analyse Arns, de Ridder, Strehl, Breteler & Coenen, 2009). Bij deze aandoening lijken aandachtsproblemen, hyperactiviteit en impulsiviteit door NF in dezelfde mate te worden teruggedrongen als met behulp van medicatie (Fuchs, Birbaumer, Lutzenberger, Gruzelier & Kaiser, 2003). De effecten blijven echter behouden, ook op termijn, in tegenstelling tot de effecten van medicatie die na het staken van inname binnen een week verdwenen (Fuchs et al., 2003,

Monastra, Monastra & George, 2002; Tansey, 1993). Comorbide stemmingsstoornissen verbeteren, evenals IQ-scores, vermoedelijk als gevolg van een vergrote aandachtsspanne (bijv. Fuchs et al., 2003). Een van de belangrijkste veronderstelde voordelen van NF is dat het gebruik maakt van de veerkracht en het leervermogen van de hersenen zelf. Het zelfregulerend vermogen van het brein wordt aangesproken. NF is niet invasief, dat wil zeggen dat er niets aan het lichaam wordt toegevoegd of ontnomen. De therapie leert de hersenen zelf de fysiologische basis van het probleem oplossen door de activiteit en interne communicatie van de verschillende hersendelen te verbeteren. De daadwerkelijke training vindt plaats via software waarmee cliënten gedurende circa 30 zittingen werken. De software, bijv. een computerspel, is zo geprogrammeerd dat het met beloningen reageert wanneer de gewenste activiteit van de geselecteerde hersengebieden tot stand komt. Hierdoor treedt niet alleen een leereffect op, maar nieuwe activiteitenpatronen komen tot ontwikkeling in de hersenen en het ongewenste gedrag verbetert of verdwijnt op termijn. Na lang oefenen zal een cliënt met aandachtsproblemen zich doorgaans beter kunnen concentreren. NF werkt voor zowel kinderen als volwassenen (Masterpasqua & Healey, 2003). Dankzij de flexibiliteit van het ontwikkelende kind kunnen hyperactiviteit, ADD/ADHD, gedragsproblemen en woedeaanvallen dikwijls goed worden behandeld (Arns et al., 2009). De impulsiviteit neemt af, klinische impressies wijzen op een betere verwoording van de emoties die minder explosief worden geuit. Door de verbeterde concentratie kan ook interpersoonlijk betere communicatie op gang komen.

Het doel van deze pilotstudie is om aanwijzingen te vinden voor de bruikbaarheid van NF bij LVB-kinderen en jongeren met LVB-problematiek (in vervolg kinderen) in de leeftijd van 9 tot 18 jaar met kenmerken van ADHD-gedrag. Het OBC Jan Pieter Heije zoekt net als de 21 andere OBC's in Nederland steeds naar nieuwe ontwikkelingen, vooral voor kinderen met stoornissen die vaak intensieve behandeling en begeleiding nodig hebben en ook langdurig afhankelijk blijven van medicamenteuze ondersteuning. Zij zijn kwetsbare deelnemers aan onze samenleving; hun klachten zijn voor henzelf en anderen een grote belasting. De hier beschreven pilotstudie is gericht op deze groep kinderen. Door het functioneren van hersengebieden gericht te trainen met NF, zonder invasieve behandelmethoden, verwachten wij een blijvende verbetering van het klachtenpatroon te bereiken.

De pilotstudie beoogt een antwoord te geven op de volgende vragen:

1. Leidt het volgen van een NF-behandeling bij opgenomen kinderen tot verbetering in het presteren op enkele neuropsychologische testen (SAD en SSV van ANT; Bourdon-Vos test)?
2. Hoe ziet het qEEG van opgenomen kinderen met ADHD-problematiek eruit?
3. Normaliseert het qEEG van de opgenomen kinderen na NF-behandeling?
4. Tot welke veranderingen in subjectieve beleving van hun situatie leidt een NF-behandeling van opgenomen kinderen met ADHD?

Hierbij kan nog worden vermeld dat er nog geen genormeerde qEEG data bekend zijn van opgenomen kinderen met LVB-problematiek LVB en ADHD. Ook is nog niet bekend hoe deze groep LVB-kinderen reageert op een langdurige intensieve training als NF in een behandelsetting. Veranderingen op de neuropsychologische testen worden beschouwd als indicatoren van ADHD: verandering in concentratie en impulscontrole.

## **Methode**

Deelnemers zijn gerekruteerd uit de circa 150 kinderen die op of nabij de centrumvoorziening van OBC Jan Pieter Heije wonen. Bij kinderen die op de centrumvoorziening van de OBC-verblijven zien we een oververtegenwoordiging van externaliserende gedragsproblemen. De gedragsproblemen worden gekenmerkt door: A. - gebrekkige emotie- en gedragsregulering, zich uitend in druk overbeweeglijk gedrag, prikkelgevoeligheid en (agressieve) impulsdoorbraken; B. - zwakke concentratie- en planningsvaardigheid; C. - een laag zelfbeeld en gebrek aan zelfvertrouwen; veel

kinderen hebben moeite met presteren; D. - geringe oplossingsvaardigheid; gedrag is vaak lust-onlust geleid; en E. - in de pedagogische relatie is vaak sprake van wantrouwen en oppositie. Naast de LVB-problematiek worden vaak andere problemen geassocieerd: ADHD, ODD, hechtingsstoornis. Het percentage ondertoezichtstellingen (OTS) bedraagt 60%.

#### *Exclusiecriteria*

Exclusiecriteria waren (1) gebruik van psychofarmaca of gebruik ervan in het afgelopen half jaar; (2) motorische of visuele beperkingen; (3) uitplaatsing of mogelijke uitplaatsing van kinderen binnen de centrumvoorziening van OBC Jan Pieter Heije tijdens de onderzoeksperiode.

Na de exclusiecriteria kwamen nog 58 kinderen in aanmerking voor deelname aan het onderzoek.

#### *Inclusiecriteria*

1. Kinderen in de leeftijd van 9 tot 18 jaar en een IQ tussen 50 - 85 gemeten met de WISC-III.
2. Kinderen verblijvend op de centrumvoorziening.
3. Klinisch oordeel over de ernst van ADHD door de orthopedagoog/behandelaar (in vervolg behandelaar):  $\geq 5$  op een schaal van 1 -10. Een eerste screening naar ADHD vond plaats op basis van drie gedragsobservatielijsten (Strengths and Difficulties Questionnaire, SDQ; de ADHD-Vragenlijst, AVL; Sociaal-Emotionele Vragenlijst, SEV); alle ingevuld door groepsleiding. Ook werd er een globale ernsttaxatie gegeven door de behandelaar. De resultaten van de observatielijsten gaven geen eenduidig beeld van de ernst van de problematiek. Tevens bleken de observaties van groepsleiding sterk af te wijken van de taxatie van de behandelaar. Hierna is besloten om alleen uit te gaan van het klinische oordeel van de behandelaar, omdat deze het best in staat is tot een gewogen oordeel over informatie uit verschillende bronnen. Van de 58 kinderen kwamen er 26 boven mediaan met de hoogste ernsttaxatie van de behandelaar in aanmerking voor de volgende stap in het bepalen van de steekproef: de neuropsychologische screening.
4. De screening bestond uit de afname van vijf aandachts- en concentratietaken (zie sectie meetinstrumenten). Kinderen kwamen in aanmerking voor deelname aan het onderzoek als er een uitval op drie of meer van de vijf neuropsychologische taken ( $z$ -score  $< -1$ ) was.

Uiteindelijk werden 10 kinderen geselecteerd voor een definitieve deelname aan de pilotstudie. De groep bestond uit vijf jongens en vijf meisjes in de leeftijd van 10 t/m 16 jaar die gemiddeld 2;6 jaar onder behandeling stonden binnen OBC Jan Pieter Heije.

#### *Onderzoeksfasen en meetinstrumenten*

Het onderzoekstraject bestond uit vier opeenvolgende fasen: de voormeting, de training, de nameting en de follow-up meting op zes maanden na het einde van de training. Binnen elke fase werden diverse meetinstrumenten afgenomen (zie Tabel 1). Het design betreft een 10-voudig  $N=1$  onderzoek en in elke individuele studie wordt gekeken naar de neurofysiologie, de neuropsychologie en de tevredenheidsmeting. Een uitgebreid verslag van deze  $N=1$  studies is te vinden op: [www.pluryn.nl/Website/Professionals/Research%20en%20Development.aspx](http://www.pluryn.nl/Website/Professionals/Research%20en%20Development.aspx).

#### *Neuropsychologische metingen*

##### Het Amsterdamse Neuropsychologische Test Programma (ANT)

De ANT is een computertestbatterij die ontwikkeld is om op gestandaardiseerde wijze de basale processen te evalueren die ten grondslag liggen aan de uitvoering van complexe processen, zoals aandachts-, geheugen- en executieve functies ([www.sonares.nl](http://www.sonares.nl)). De ANT is (nog) niet beoordeeld door de COTAN. Van de ANT werden de taken Sustained Attention Dots (SAD; een visuele volgehouden aandachtstaak) en de Shifting Attentional Set Visual (SSV deel 1, 2 en 3; een inhibitie/interferentietask) afgenomen.

**Tabel 1. Onderzoeksfasen.**

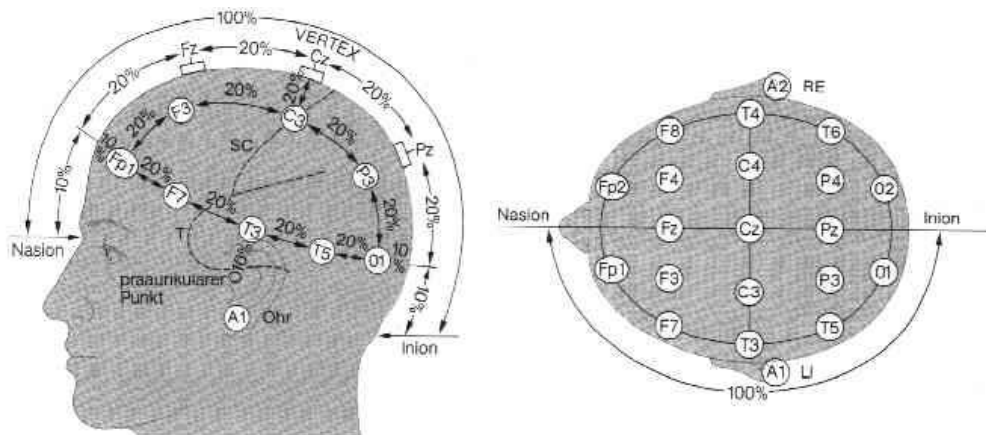
Metingen	Voor-meting	Training tien weken	Nameting	Follow-up zes maanden na beëindiging training
ANT/Bourdon-Vos	X		X	X
qEEG	X		X	X
Tevredenheidsmeting	X	om de 10 sessies	X	

Bourdon-Vos

De Bourdon-Vos (Vos, 1992) is een selectieve, visuele aandachtstaak voor kinderen van 6 t/m 17 jaar. De test betreft een blad met 33 regels, elk bestaande uit 24 willekeurige drie-, vier- en vijf-stippelfiguren. Men moet alleen de vier-stippelfiguren aanstrepen. De belangrijkste taakvariabelen zijn de snelheid en de nauwkeurigheid. De nauwkeurigheid wordt als indicatie voor impulsiviteit beschouwd.

*Neurofysiologische metingen*

Het EEG werd verkregen met een 40-kanaals versterker en een Quickcap (een soort badmuts met elektroden) die geplaatst werden volgens het 10-10 systeem (Nuwer, 1998) vanaf gestandaardiseerde locaties. Zie voor een eenvoudige weergave hiervan Figuur 1. Er werd gecontroleerd voor storingen en de data werden getransformeerd om de normaalverdelingsassumpties te benaderen die vereist zijn voor statistische analyses.



**Figuur 1. Het internationale 10-20 systeem gezien van links (linkerafbeelding) en van bovenaf (rechteraafbeelding). A = oorlel, Fp = Frontopolair, F= Frontaal, C=Centraal, P=Pariëtaal en O= Occipitaal. Uit: [neurologie.onlinehome.de/methmitt.htm](http://neurologie.onlinehome.de/methmitt.htm).**

De resultaten van deze transformaties maken dat het EEG in cijfers te beschrijven is (quantified EEG ~ qEEG). Voor meer details over de procedure wordt verwezen naar Breteler, Arns, Peters, Giepmans en Verhoeven (2010).

### *Tevredenheidsmetingen bij de kinderen en de ouders/wettelijk vertegenwoordigers*

De tevredenheidsmeting (zie: Tabel 3) is verricht bij alle kinderen die deelnamen aan het onderzoek en omvatte vijf meetmomenten. De meting is verricht door middel van het afnemen van een eigen ontworpen vragenlijst, bestaande uit vier tot zes schaalvragen met een range van 0 tot en met 10 (Likert-schalen). De vragenlijst werd mondeling afgenomen, door steeds dezelfde interviewer. De vragen had betrekking op: 1. de beleving van NF, 2. de tevredenheid over de hulpverlener gedurende het onderzoek en 3. de beleving van deelname aan het onderzoek. De tevredenheidsmeting bij ouders / wettelijk vertegenwoordigers is schriftelijk afgenomen. De voor onze doelgroep gebruikelijke lage respons was ook nu zo laag dat deze resultaten niet zijn meegenomen binnen het onderzoek.

### *Opstellen behandelprotocollen*

Het functioneren van het brein met ogen dicht verschilt van het functioneren met ogen open. Het brein is met ogen dicht in rust en de alfa-activiteit domineert het beeld. Bij de ogen open desynchroniseert alfa en treden de snellere ritmes meer op de voorgrond. Het qEEG wordt daarom in beide toestanden afgenomen en in beide toestanden kunnen verschillen optreden met de normgroep. Aan de hand van het qEEG bij voormeting werden de drie belangrijkste verschillen met een EEG-database (zie o.a. Breteler et al., 2010) vastgesteld die een relatie hebben met aandacht en impulsiviteit. Voor deze drie verschillen werden trainingsprotocollen vastgesteld. Als er protocollen waren met gesloten ogen werden deze het eerste getraind.

### *Neurofeedbacktraining*

Gedurende 10 weken kregen alle kinderen drie keer per week op een vast tijdstip een half uur NF-training. De eerste 15 sessies bestonden uit 3 x 5 minuten naar piepjes luisteren (in een opbouwtraject van 3 en 4 minuten) en daarna 10 minuten Pacman spelen of puzzelen. Bij Pacman ging het “happertje“ lopen als het EEG in de gewenste range actief was. Bij de puzzel verscheen er telkens een nieuwe puzzelstuk, vergezeld van een geluid, iedere keer als de EEG-activiteit lang genoeg in de gewenste range was. Vanaf sessie 20 werd het derde protocol ingevoerd en bestond de sessie uit 2 x 5 minuten audio, 2 x 5 minuten puzzelen of video en 2 x 5 minuten video. De kinderen mochten bij de audio en videofeedback zelf hun muziek of film kiezen. Bij de gewenste activiteit liep de film met beeld en geluid en was dit niet zo dan vielen beeld en geluid uit (contingent aan de hersenactiviteit; een operante conditionering). De structuur van de training werd van tevoren aan de kinderen uitgelegd, evenals het doel van de training (een overzicht van de kenmerken van de kinderen en de getrainde protocollen is op te vragen bij de auteurs). De interactie en duidelijke uitleg werden belangrijk geacht om de motivatie vast te houden. De kinderen kregen te horen dat ze ontspannen en rustig moesten luisteren en kijken. Aan het eind van iedere sessie kregen de kinderen een stempel en na 10 stempels een presentje, zoals een stuiterbal of een stickervel.

### *Data-analyse*

De vraagstellingen worden waar mogelijk onderzocht met een Multivariate variantie-analyse (MANOVA) met herhaalde metingen, met EEG-waarden als afhankelijke variabelen. Hierbij zijn de waarden van een normgroep van een internationale EEG-database (Brain Resource International Database) op de drie meetmomenten hetzelfde. Bij de neuropsychologische data is waar mogelijk gebruik gemaakt van de zgn. Reliable Change Index (RCI; zie Veerman, Janssens, & Delicat, 2004), om een indruk te geven van significante verandering in aandacht en concentratie, met inachtneming van de psychometrische kenmerken van de vragenlijst.

Hierdoor kunnen bij deze kleine groep, waar de gebruikelijke statistiek te weinig power heeft, toch zinvolle uitspraken worden gedaan over verandering van de testcores. De RCI wordt berekend door bij ieder kind voor een instrument het verschil tussen voor- en nameting te berekenen en de resulterende verschilscore te delen door de standaardmeetfout (een statistische maat voor de

onbetrouwbaarheid van een instrument) van dit instrument. Bij een RCI groter dan 1,96 of kleiner dan -1,96 kan er met 97,5 procent zekerheid van uitgegaan worden dat een verandering niet op toeval berust (eenzijdig getoetst).

## **Resultaten**

De eerste onderzoeksvraag luidde: leidt het volgen van een NF-behandeling bij opgenomen kinderen tot verbetering in het functioneren op de SA Dots en SSV van de ANT en de Bourdon-Vos?

### *ANT, Sustained Attention Dots (SAD)*

Ten opzichte van de voormeting zijn de reactietijden en het aantal fouten significant verbeterd. Dit is conform de verwachting. Tijdens de follow-up is de vooruitgang het sterkst. De reactietijd tijdens de follow-up is zodanig toegenomen dat deze van gemiddelde waarde is ( $-1.28 \leq z \leq 1.28$ ) en voor de fouten geldt een groei grenzend aan het gemiddelde gebied. De kinderen werken over het algemeen sneller en nauwkeuriger.

### *ANT, Shifting Attentional Set – Visual (SSV)*

Hierbij moesten de kinderen reageren op een blokje dat rechts of naar links springt op het computerscherm. Deel 1 van de taak is eenvoudig, deel 2 is iets complexer en deel 3 is het meest complex. Hierbij werd gelet op snelheid en nauwkeurigheid. Voor alle tijdsmetingen geldt dat de reactietijden van bijna alle onderdelen van gemiddelde waarde zijn. Het verloop van de fouten is daarentegen grilliger. Er is geen sprake van eenduidige vooruitgang. Voor deel 1 zijn enige verbeteringen binnen het gemiddelde gebied zichtbaar. Voor deel 2 geldt een sterke verbetering op de nameting, maar zes maanden na de training tijdens de follow-up is er sprake van achteruitgang tot bijna weer grenzend aan het niveau van de voormeting. Voor deel 3 geldt een lichte verbetering onder het gemiddelde gebied.

### *Bourdon-Vos*

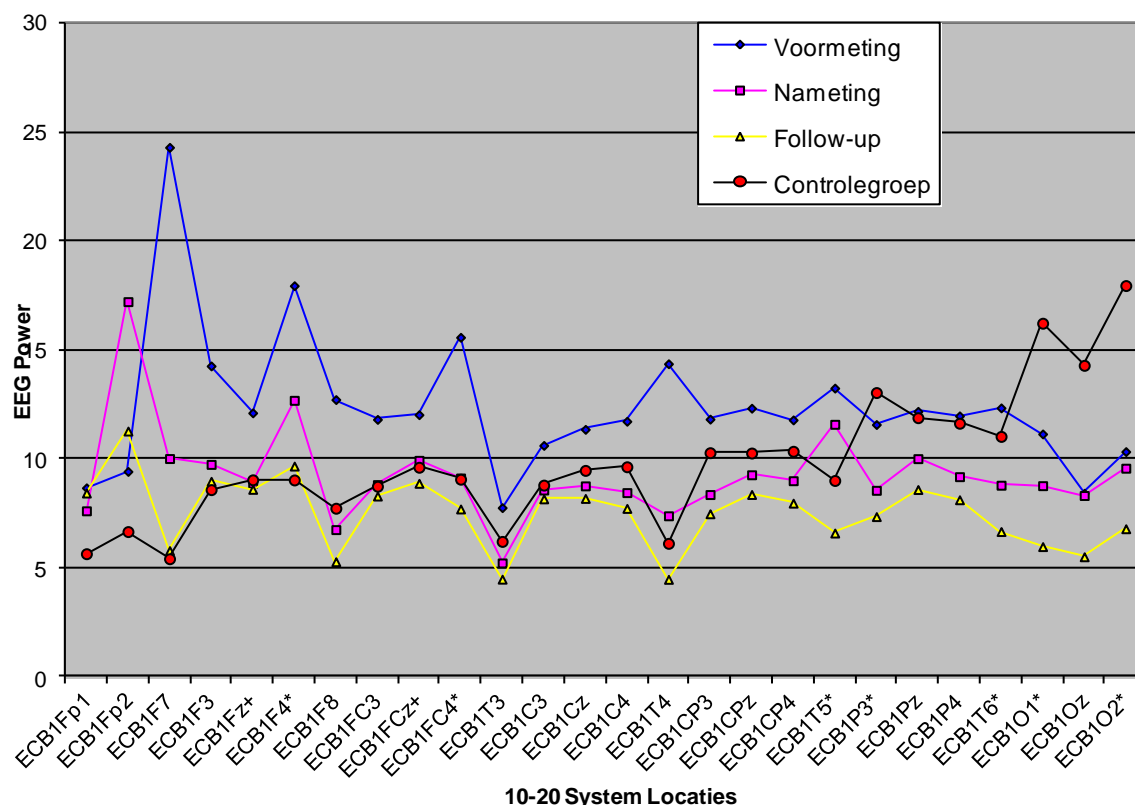
Over het algemeen nam het werktempo toe gedurende het onderzoekstraject en dit is conform verwachting. Op de nameting was een positieve trend zichtbaar en deze zette zich tijdens de follow-up voort richting het gemiddelde gebied. Met behulp van een univariate analyse is via herhaalde metingen nagegaan in hoeverre sprake is van significante vooruitgang ten opzichte van de voormeting. Hieruit bleek dat zowel voor de nameting als voor de follow-up sprake is van een verbetering. Het gaat om een significant effect (respectievelijk  $F[1,9]= 5,5; p = 0,043$  en  $F[1,9]=21,3; p = 0,001$ ).

Analyse laat zien dat er over het algemeen sprake is van een gemiddeld nauwkeurige werkstijl. De univariate analyse toont dan ook geen significant effect aan voor zowel onderzoeksfase 1 als 2 (respectievelijk  $F[1,9]= 0,6; p = 0,45$  en  $F[1,9]= 2,1; p = 0,38$ ).

De tweede en derde onderzoeksvraag luiden: hoe ziet het qEEG van opgenomen kinderen met ADHD-problematiek eruit en normaliseert het qEEG van de opgenomen kinderen na de NF-behandeling?

Om deze vragen te beantwoorden zijn de qEEG-profielen van de onderzochte LVB-kinderen vergeleken met gegevens van een groep normaal begaafde kinderen zonder klachten. Deze kinderen zijn gematcht op leeftijd en geslacht, en komen uit een normgroep van een internationale EEG database. Met gesloten ogen zijn er nauwelijks verschillen gevonden tussen LVB-kinderen en kinderen zonder klachten. Alleen achter op het hoofd is er een verschil in delta waarneembaar, deze is in de groep LVB-kinderen veel hoger dan in de normgroep. Na NF verandert delta in de richting van de normgroep. Bij theta en alfa zien we geen verschillen met de normgroep. Op de voormeting was

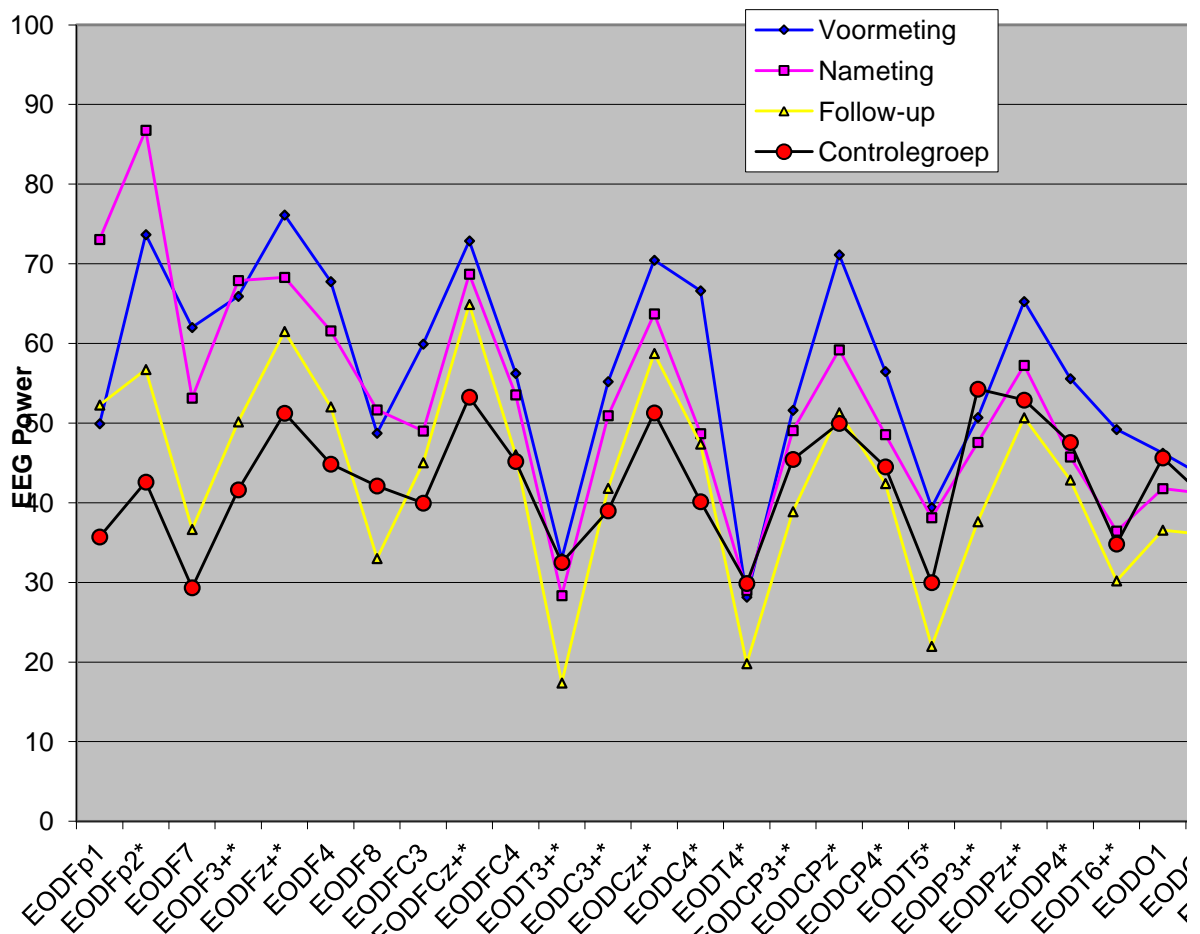
beta1 bij de LVB-kinderen veel hoger dan in de normgroep. Bij beta1 zien we na de training een normalisatie in de voorste gebieden (Figuur 2).



**Figuur 2. Gemiddelde power van beta 1 bij gesloten ogen op de voor-, na- en follow-upmeting voor de groep LVB-kinderen (n=9) en kinderen uit een algemene normgroep (n=10), gematcht op geslacht en leeftijd.**

Met de ogen geopend zien we bij de voormeting een groot verschil in de deltarange tussen de groep LVB-kinderen en de kinderen uit de normgroep. Het verschil wordt kleiner naarmate de tijd vordert. Achter op het hoofd zijn de verschillen kleiner dan in het midden en voor. Multivariaat is er bij theta een interactie-effect van groep x tijd aangetroffen ( $F[2,16] = 9,8; p = 0,002; \eta^2 = 0,51$ ). Dit houdt in dat het qEEG van de LVB-kinderen in de tijd er anders uitziet dan in de normgroep. Within subject effecten zijn aangetoond van voor naar nameting ( $F[1] = 4,5; p = 0,049$ ) en van nameting naar follow-up ( $F[1] = 18,8; p = 0,000$ ). Op F3 is theta op de voormeting bij de LVB-kinderen verhoogd, maar deze normaliseert bij follow-up. Voor alfa1 en beta1 zijn de LVB-kinderen met ogen open vergelijkbaar met kinderen uit de normgroep (Figuur 3).





**Figuur 3. Gemiddelde power van delta bij geopende ogen op de voor-, na- en follow-upmeting voor de groep LVB-kinderen (n=9) en kinderen uit een algemene normgroep (n=10), gematcht op geslacht en leeftijd.**

De vierde en laatste onderzoeksvraag onderzocht tot welke veranderingen in subjectieve beleving van hun situatie een NF-behandeling leidt van opgenomen kinderen met ADHD (zie Tabel 3). In de totale beleving van het resultaat laten de kinderen gemiddeld een positieve verandering in de beleving van hun situatie zien van neutraal na 10 sessies NF naar goed na 30 sessies. Op de vraag “Lukte het vandaag goed je concentratie bij de opdracht te houden?”, blijft de gemiddelde subjectieve beleving gelijk en krijgt deze factor gemiddeld een goede beoordeling. Op de vraag “Merk je al iets van de behandeling in het dagelijkse leven?”, verbetert de gemiddelde subjectieve beleving van neutraal naar goed. Op de vraag “Hoeveel last heb je nu nog van je ADHD?”, verbetert de gemiddelde subjectieve beleving van neutraal naar goed.

Voor de totale tevredenheid over de betrokken hulpverlener geven de kinderen gemiddeld een goede beoordeling, zowel aan het begin als aan het einde van het onderzoek. Er is wel sprake van een lichte daling, maar de beoordeling blijft goed. De kinderen zijn dus tevreden over de hulpverlener. Dit geldt voor alle subvragen. De gemiddelde beleving van de deelname aan het onderzoek van de kinderen verbetert van neutraal aan het begin van het onderzoek naar goed aan het einde van het onderzoek. De

kinderen vinden het naarmate het onderzoek vordert gemiddeld dus leuker om aan het onderzoek mee te werken. Op de vraag “Voelde je je op je gemak vandaag?”, blijft de beoordeling goed. Op de vraag “Hoe leuk vind je het om aan dit onderzoek mee te werken?”, blijft de beoordeling neutraal.

**Tabel 2. Neurofeedbackbehandeling en de resultaten op alle neuropsychologische testen, uitgesplitst naar geslacht, leeftijd, IQ-niveau en herhaalde WISC-III meting.**

<i>Kenmerken</i>	<i>statistieken</i>	<i>VM</i>	<i>NM</i>	<i>FU</i>
♂	gemid.	<b>-3,26</b>	<b>-2,73</b>	<b>-1,21</b>
	st.dev.	2,76	2,50	0,61
♀	gemid.	<b>-3,14</b>	<b>-1,91</b>	<b>-0,85</b>
	st.dev.	2,19	1,69	0,22
≥ 11 jaar	gemid.	<b>-1,86</b>	<b>-2,85</b>	<b>-1,27</b>
	st.dev.	1,61	2,17	0,37
< 11 jaar	gemid.	<b>-4,54</b>	<b>-1,79</b>	<b>-0,79</b>
	st.dev.	0,40	1,31	0,27
IQ > 70	gemid.	<b>-2,60</b>	<b>-3,07</b>	<b>-1,06</b>
	st.dev.	1,93	1,71	0,31
IQ < 70	gemid.	<b>-3,80</b>	<b>-1,57</b>	<b>-1,00</b>
	st.dev.	1,61	1,68	0,50
		<i>Voor NF</i>	<i>Na NF</i>	
<b>WISC-III</b>	Totaal IQ	68,8	67,2	N=9
<b>WISC-III</b>	Verbaal IQ	70,3	68,3	N=9
<b>WISC-III</b>	Performaal IQ	72,6	73,7	N=9

**Tabel 3. Subjectieve beleving van de kinderen die deelnamen het NF-onderzoek t.a.v. hun ADHD-problemen, de hulpverleners en de deelname aan het onderzoek.**

<i>Beleving</i>	<i>Eerste meting</i>	<i>Laatste meting</i>	<i>verschil</i>
concentratie	7.5	7.5	0
Verandering in DL	5.4	6.6	1.2
Last van ADHD	4.9	6.9	2
<b>Totaal beleving resultaat</b>	<b>5.9</b>	<b>7</b>	<b>1.1</b>
Informatie	8.3	7.5	-0.8
Uitleg	8.7	6.5	-2.2
Luisteren	8.7	7.8	-0.9
<b>Totaal tevredenheid hulpverlener</b>	<b>8.6</b>	<b>7.3</b>	<b>-1.3</b>
Op je gemak voelen	6.6	7.8	1.2
Leuk om mee te werken	5.3	6.4	1.1
<b>Totaal deelname aan onderzoek</b>	<b>6</b>	<b>7.1</b>	<b>1.1</b>

*De beleving is gemeten op een 11-puntsschaal: 0=heel slecht, 10=uitmuntend.*

## Discussie

Na NF verbeteren neuropsychologische scores qua werktempo, echter niet consistent qua impulscontrole en foutenscore. Het EEG normaliseert na NF. De kinderen ervaren de interventie doorgaans als positief. De eerste onderzoeksvraag luidde: leidt het volgen van een NF-behandeling bij

opgenomen kinderen tot verbetering in het functioneren op SA Dots en SSV van ANT en op de Bourdon-Vos? Het aandachts- en concentratievermogen zijn duidelijk verbeterd. De taakspanne en inzet zijn over het algemeen toegenomen. Echter, de impulscontrole blijft vooralsnog zwak. Ondanks een toename van de aandacht of de focus is er nog altijd een neiging om op afleiders te reageren (de foutenmarge van de SAD en SSV deel 2 & 3 liggen nog altijd buiten het gemiddelde gebied ook al is de foutenmarge bij de SAD verbeterd tot grenzend aan het gemiddelde gebied), zeker wanneer de complexiteit toeneemt. Een mogelijke verklaring ligt in het kleinere werkgeheugen dat aan LVB-kinderen wordt toegeschreven (Ponsioen, & Van der Molen, 2002). Op het moment dat er veel prikkels moeten worden verwerkt zou het werkgeheugen bij LVB-kinderen eerder overbelast zijn dan bij kinderen zonder LVB.

Voor de Bourdon-Vos geldt dit niet, want de foutenmarge is voor alle tijdsmetingen van gemiddelde waarde. Deze taak is meer gestructureerd dan de SAD en het gevoel van de nabijheid van de testleider is ook groter. Mogelijkerwijs dat dit een positieve invloed heeft op de werkstijl van de kinderen. Een andere verklaring is de betere aandacht voor de instructie. Opmerkelijk was dat de resultaten van de aanvankelijk gebruikte observatielijsten geen eenduidig beeld van de ernst van de problematiek gaven en dat de observaties van groepsleiding sterk afweken van de taxatie van de behandelaar. Dit maakt dat we geen directe verandering in concrete ADHD-criteria of op ADHD-vragenlijsten rapporteren. Eerder constateerde Embregts (2000) dat het beoordelen van gedragsproblematiek bij kinderen met een verstandelijke beperking door middel van de Child Behavior Checklist binnen onze instelling onbetrouwbaar was. De bevinding van de huidige studie sluit hierbij aan en vraagt om extra zorgvuldigheid bij het lezen van conclusies gebaseerd op observatielijsten van zorgverleners.

Met het nodige voorbehoud lijkt het erop dat na de NF-behandeling (Voormeting versus Nameting of Follow-up) er geen sekseverschillen zijn, wel dat jongere kinderen (< 11 jaar) meer baat lijken te hebben dan oudere kinderen, kinderen met IQ-scores onder de 70 ook meer baat hebben, en dat de intelligentiescore vrijwel gelijk blijft. Dit in tegenstelling tot eerdere studies waar wel een stijging in IQ werd waargenomen (Lubar, Swartwood, Swartwood & O'Donnell, 1995).

Het qEEG van opgenomen LVB-kinderen liet in vergelijking met een gematchte normgroep voornamelijk verhoogde activiteit zien in de trage frequenties, met name delta in de conditie met ogen geopend. Met ogen gesloten was er bij de LVB-kinderen vooral frontaal meer EEG-activiteit zichtbaar in de beta1-range. Aangezien er geregeld sprake was van onrust bij de voormeting valt niet uit te sluiten dat deze verhoogde activiteit samenhangt met bewegingsonrust. Dit sluit ook aan bij de derde onderzoeksvraag: Normaliseert het qEEG van de opgenomen kinderen na NF-behandeling? We zien dat met name in delta met ogen open en beta met ogen dicht normalisering optreedt. Dit laat de mogelijkheid open dat de waargenomen normalisering een resultaat is van rustiger gedrag tijdens de testafname. Echter, ook ander onderzoek laat zien dat lange termijneffecten van NF leiden tot verbeterd functioneren (bijvoorbeeld Gani, Birbaumer & Strehl, 2008).

Daarmee komen we bij de vraag hoe het komt dat de kinderen zich rustiger zijn gaan gedragen. Dit is een discussiepunt in de NF-literatuur. Als het qEEG van kinderen met aandachtsstoornis verschilt van kinderen zonder aandachtsstoornis en NF hen leert om deze te beïnvloeden, hoe komt het dan dat we dit slechts in beperkte mate terugzien in het qEEG na behandeling? Wat is dan de betekenis van het EEG hierbij? Ros, Munneke, Ruge, Gruzelier en Rothwell (2010) laten in een experimentele studie zien dat NF de prikkelgevoeligheid van de cortex beïnvloedt, wat een verklaring zou kunnen zijn. Hoewel na NF het EEG niet veranderd was, bleek wel de prikkelgevoeligheid van de cortex afgenomen. Anderzijds bleek dat vooral bij het begin van de sessies de kinderen zich moeilijk schikten en de gedragsproblematiek ging opspelen. Daarna is besloten behandelaars erbij te betrekken om een adequatere werkhouding te creëren. Dit wijst op de beperkte waarde van studies tot nu toe voor de onderzochte doelgroep.

De laatste onderzoeksvraag had betrekking op veranderingen in subjectieve beleving van de situatie van opgenomen kinderen met ernstige gedragsproblematiek en een aandachtsstoornis na het volgen van een NF-behandeling. Op het einde van het onderzoek was de gemiddelde score op de drie facetten van de tevredenheidsmeting als goed te kwalificeren. Hierbij dient aangetekend te worden dat de resultaten tussen de deelnemers sterk van elkaar verschillen. Het contact tussen de interviewer en kinderen, het moment van afname en omgevingsinvloeden lijken invloed te hebben gehad op de resultaten van de tevredenheidsvragenlijsten. De vragen waren niet altijd duidelijk voor de kinderen, waardoor er veelal een mondelinge toelichting gegeven moest worden door de interviewer. Hiermee is de standaardisering afgenomen. De interviewer was daarnaast ook actief betrokken bij het onderzoek. Dit kan de antwoorden van de kinderen hebben beïnvloed.

Ook Kraijer & Plas (2006) melden dat in onze onderzoekspopulatie het verkrijgen van betrouwbare informatie lastig kan zijn, omdat zij er toe neigen vragen die ze moeilijk vinden met “ja” te beantwoorden. Tot slot is het niet mogelijk gebleken om voldoende goede data te verzamelen over de tevredenheid van de ouders en de ontwikkelingen van de kinderen buiten de setting van de neuropsychologische metingen. De samenwerking met de school verliep doorgaans goed, al was ook hier zoals eerder vermeld geen observatielijstonderzoek mogelijk. De veranderingen in de natuurlijke context van de kinderen blijven daarmee buiten beeld. Hoewel dit wellicht de meest interessante gegevens zijn, blijken deze het moeilijkst betrouwbaar in kaart te brengen

Deze studie heeft menige beperking die discussie verdient. Allereerst betreft het een pilotstudie bij een kleine groep. Door de exclusie- en inclusieprocedure is een selectie ontstaan van kinderen met een aanzienlijke ernst qua gedragsproblematiek en slechte scores op de neuropsychologische meetinstrumenten (sample bias, zie o.a. Heckman, 1979). De externe validiteit van dit onderzoek is daarmee beperkt en de conclusies kunnen niet worden doorgetrokken naar alle kinderen met ADHD in de OBC's van Nederland. Om de interne validiteit te bewaken is waar mogelijk gekozen voor het gebruik van de Reliable Change Index. Bij zeven van de tien kinderen is er op lange termijn een klinisch relevante verbetering in werktempo van de Bourdon-Vos te zien (een RCI > 1.96). Door het volgen van deze groep in de tijd kan echter regressie naar het gemiddelde zijn ontstaan: immers, de testen zijn een combinatie van vaardigheden en toeval. De extreem lage scores komen voor bij kinderen met weinig vaardigheden en een beetje geluk. Zij scoren de eerste keer wellicht hetzelfde als de kinderen met meer vaardigheden en dikke pech. De kinderen die onder hun vaardigheid scoren op de eerste test zullen het op de tweede test beter doen. Hierdoor neemt de gemiddelde score toe. Voor hardere conclusies aangaande het effect is liefst een gerandomiseerde placebocontrole gewenst, maar dit brengt weer allerlei andere problemen met zich mee (zie Van Lansbergen, Van Dongen-Boomsma, Buitelaar & Slaats-Willems, 2011) en valt buiten het blikveld van deze pilotstudie. De gekozen oplossing van een gematchte controlegroep voor het qEEG en de andere kinderen van de Jan Pieter Heije voor de Bourdon-Vos kan dit gemis maar ten dele opvangen.

*De auteurs zijn dank verschuldigd aan dr. Gert Kroes van het Academisch Centrum Sociale Wetenschappen van de Radboud Universiteit voor zijn kritische en opbouwende commentaar op eerdere versies van dit manuscript. Verdere dank gaat uit naar drs. Suzan Möller, drs. Moksha Abels, Igna Jacobs en Marian Lozekoot die in een eerder stadium bij de uitvoering, data-analyse en overleg betrokken zijn geweest. Dank is ook verschuldigd aan drs. Henk Moeniralam, statisticus van de gemeente Nijmegen die betrokken is geweest bij het construeren van de tevredenheidsschaal. Steun bij het opzetten van de pilot werd gegeven door drs. Frans Ravestein, RVE-manager behandeling bij OBC Jan Pieter Heije. De ethische aspecten van deze studie werden beoordeeld door dr. Xavier Moonen van de Vereniging Orthopedagogische Behandelingscentra en de Stichting Landelijk Kenniscentrum LVB (VOBC-LVB). Het onderzoek kon worden uitgevoerd door een subsidie van het Couveefonds, waarvoor de auteurs erkentelijk zijn. Met dank hebben wij gebruik gemaakt van de gegevens en de ondersteuning die zijn geboden door BRAINnet; [www.BRAINnet.net](http://www.BRAINnet.net). BRAINnet is het wetenschappelijk netwerk dat toegang coördineert tot de Brain Resource internationale Database voor onafhankelijke wetenschappelijke doeleinden. Wij danken ook de personen die hun gegevens hebben afgestaan aan de database.*

## Literatuur

- Arns, M., Ridder, S. de, Strehl, U., Breteler, M., & Coenen, A. (2009). Efficacy of Neurofeedback treatment in ADHD: The effects on inattention, impulsivity and hyperactivity: A meta-analysis. *Clinical EEG and Neuroscience, 40*, 180-189.
- Bergh, W. van den (2007). *Neurofeedback en toestandregulatie bij ADHD: Een therapie zonder medicatie*. Leuven: Acco.
- Biederman, J., Newcorn, J., & Sprich, S. (1991). Comorbidity of attention deficit hyperactivity disorder with conduct, depressive, anxiety, and other disorders. *American Journal of Psychiatry, 148*, 564-577.
- Breteler, M. H. M., Arns, M., Peters, S., Giepman, I., & Verhoeven, L. (2010). Improvements in spelling after QEEG-based neurofeedback in dyslexia: A randomized controlled treatment study. *Applied Psychophysiology and Biofeedback, 35*, 5-11.
- Embregts, P. J. C. M. (2000). Reliability of the Child Behavior Checklist for the assessment of behavioral problems of children and youth with mental retardation. *Research in Developmental Disabilities, 21*, 31-41.
- Fuchs, Th., Birbaumer, N., Lutzenberger, W., Gruber, J. H., & Kaiser, J. (2003). Neurofeedback treatment for attention-deficit/hyperactivity disorder in children: A comparison with methylphenidate. *Applied Psychophysiology and Biofeedback, 28*, 1-12.
- Gani, C., Birbaumer, N., & Strehl, U. (2008). Long term effects after feedback of slow cortical potentials and of theta-beta amplitudes in children with attention-deficit disorder (ADHD). *International Journal of Bioelectromagnetism, 10*, 209-232.
- Heckman, J. J. (1979). Sample bias as a specification error. *Econometrica, 47*, 151-161.
- Kraijer, D. W., & Plas, J. J. (2006) *Handboek psychodiagnostiek en beperkte begaafdheid*. Amsterdam: Pearson Assessment and Information B.V.
- Lansbergen, M. M., Dongen-Boomsma, M. van, Buitelaar, J. K., & Slaats-Willemse, D. (2011). ADHD and EEG-neurofeedback: A double-blind randomized placebo-controlled feasibility. *Journal of Neural Transmission, 118*, 275-284.
- Lubar, J. F., Swartwood, O. M., Swartwood, J. N., & O'Donnell, Ph. H. (1995). Evaluation of the effectiveness of EEG neurofeedback training for ADHD in a clinical setting as measured by changes in T.O.V.A. scores, behavioral ratings, and WISC-R performance. *Biofeedback and Self-Regulation, 20*, 83-99.
- Masterpasqua, F., & Healey, K. N. (2003). Neurofeedback in psychological practice. *Professional Psychology: Research and Practice, 34*, 652-656.
- Monastra, V. J., Monastra, D. 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 and Biofeedback, 27*, 231-249.
- Nuwer, M.R. (1998). Assessing digital and quantitative EEG in clinical settings. *Journal of Clinical Neurophysiology, 15*(6), 458-463.
- Ponsioen, A. (2010). *Een kind met mogelijkheden*. Houten: Bohn Stafleu van Loghum.
- Ponsioen, A., & Molen, M. van der (2002). Cognitieve vaardigheden van licht verstandelijk gehandicapte kinderen en jongeren. Een onderzoek naar mogelijkheden. Ermelo: Landelijk Kenniscentrum LVB.
- Ros, T., Munneke, M. A., Ruge, D., Gruber, J. H., & Rothwell, J. C. (2010). Endogenous control of waking brain rhythms induces neuroplasticity in humans. *European Journal of Neuroscience, 31*, 770-778.
- Tansey, M. A. (1993). Ten-year stability of EEG biofeedback results for a hyperactive boy who failed fourth grade perceptually impaired class. *Biofeedback and Self-regulation, 18*, 33-44.
- Veerman, J. W., Janssens, J. M. A. M., & Delicat, J. W. (2004). *Opvoeden in onmacht, of ...? Een meta-analyse van 17 methodieken voor intensieve pedagogische thuishulp bij normovertredend gedrag*. Nijmegen: Radboud Universiteit, ACSW / Praktikon.
- Vos, P. G. (1992). *Bourdon Vos Test. Handleiding* (2<sup>e</sup> herziene uitgave). Lisse: Swets & Zeitlinger B.V.