

BACHELORTHESIS

Het gebruik van Neurofeedback bij ADHD

Auteur: Esther Laenen 948741
Supervisor: G.J.M. van Boxtel
Universiteit van Tilburg
Departement gezondheidspsychologie
Cognitieve Neurowetenschappen
Augustus 2010

Samenvatting

Voor de behandeling van ADHD (Attention Deficit/Hyperactivity Disorder) wordt vaak gekozen voor stimulerende medicatie. Er is steeds meer weerstand tegen het gebruik van deze stimulerende medicatie. Een alternatief voor het medicinaal behandelen van ADHD is neurofeedback. Hierdoor leert een patiënt zijn eigen brein te stimuleren. In deze literatuurstudie zijn er twee vormen van neurofeedback met elkaar vergeleken, met als doel te onderzoeken welke methode het beste is.

Neurofeedback waarbij langzame corticale potentialen getraind worden, is vergeleken met neurofeedback training met behulp van frequentie training. Hierbij is rekening gehouden met de onderzoeksgroep en de manier waarop het onderzoek is uitgevoerd. Er lijkt geen verschil te zijn in de effectiviteit tussen beide vormen van neurofeedback. Wel is duidelijk dat neurofeedback werkt als behandeling van ADHD.

Keywords: ADHD, neurofeedback, slow cortical potentials and frequency training

Inhoudsopgave

1. Inleiding	4
§ 1.1 Etiologie	4
§ 1.2 Kenmerken van Attention Deficit Hyperactivity Disorder	6
§ 1.3 Frontale cortex en ADHD	8
2. Behandeling	9
§ 2.1 Medicatie	9
§ 2.2 Gedragstherapie	11
§ 2.3 Neurofeedback	12
3. Resultaten	16
§ 3.1 De proefpersonen	16
§ 3.2 Plaatsing elektroden	16
§ 3.3 Neurofeedback training	17
Tabel 1	18
Tabel 2	19
§ 3.4 Slow Cortical Potentials	20
§ 3.5 Frequentie training	21
§ 3.6 Vergelijkende studies	23
4. Discussie	25
5. Bijlage 1	31

Inleiding

ADHD, voluit Attention Deficit Hyperactivity Disorder is één van de meest voorkomende en gediagnosticeerde psychiatrische aandoeningen bij kinderen (van den Bergh 2007, van der Oord, 2005). De stoornis wordt beschreven in de DSM IV (American Psychiatric Association, 1994) waarin de diagnostische criteria staan. Het kind wordt op twee domeinen onderzocht, te weten aandachtstekort en hyperactiviteit/impulsiviteit. Daarnaast zijn er aanvullende criteria waaraan de klachten moeten voldoen voordat de diagnose ADHD gesteld kan worden.

In deze literatuurstudie worden twee soorten neurofeedback training met elkaar vergeleken. De hypothese is dat neurofeedback met slow cortical potentials een beter resultaat oplevert dan frequentie training. Om een duidelijk beeld te krijgen wat de stoornis ADHD inhoudt en wat de mogelijke behandelvormen zijn, worden de etiologie, de kenmerken van de stoornis en de meest gebruikte behandelvormen besproken.

Etiologie

In de jaren '30 hyperactief werd een druk kind "hyperactief" genoemd, er werd gezegd dat het kind zou lijden aan hyperkinetic disease. Rond de jaren '50 dacht men dat het drukke gedrag veroorzaakt werd door schade aan de hersenen. Het zou hierbij wel gaan om erg minimale schade gaan, want de vermeende schade kon niet biologisch aangetoond worden. De aandoening die we nu als Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) kennen werd "Minimal Brain Damage" (MBD) genoemd. Een van de belangrijkste kritieken op deze theorie en het woord

“damage” was dat men niet aan kon tonen dat er daadwerkelijk sprake was van een beschadiging van de hersenen was. Het woord “damage” is later vervangen voor “dysfunctioning” en werd het dus “Minimal Brain Dysfunctioning”, omdat dit beter paste bij wat men over de aandoening wist (Barkley, 1997). In 1980 werd voor het eerst de term ADHD gebruikt, iets dat voor een groot deel te danken was aan de Canadese psycholoog Douglas die een verband zag tussen problemen met zelfregulatie en aandacht. Voor het eerst werd duidelijk dat het om een zelfregulatiestoornis gaat. Tegenwoordig spreekt men over toestandsregulatie bij het onder controle te krijgen van ADHD. Neurofeedback kan een grote rol spelen bij deze toestandsregulatie van ADHD (van den Bergh, 2007).

Het huidige onderzoek naar de oorzaak van ADHD is voornamelijk gericht op de neurobiologie en erfelijkheid. Volgens de neurobiologie is de oorzaak van ADHD te vinden in neurale netwerken die ontregeld zijn (van den Bergh, 2007). De hersenen zouden te weinig arousal ervaren en dit heeft een te lage productie van neurotransmitters als gevolg waardoor er problemen ontstaan met neurale communicatie (Butnik, 2005). In onderzoek naar de erfelijkheid van ADHD, zijn grote verschillen te vinden over de mate waarin het overerfbaar is. Zo schrijft van den Bergh (2007) dat ADHD in ongeveer de helft van de gevallen erfelijk is, terwijl Waldmann (2006) in een review schrijft dat de erfelijkheid 90% is. Wanneer men in de volwassenheid de symptomen van ADHD ervaart is de kans dat minstens één van de kinderen ook ADHD heeft 80% (van den Bergh, 2007).

Er wordt ook onderzoek gedaan naar andere mogelijke oorzaken van ADHD. Hieruit blijkt dat de oorzaak van ADHD moet niet gezocht worden in de opvoeding.

Wel is het bekend dat een ongestructureerde thuissituatie een negatief effect heeft op een kind met ADHD. De symptomen zullen meer en heftiger aanwezig zijn dan wanneer de thuissituatie gestructureerd en voorspelbaar is (van den Bergh 2007, Gunning 1998). Psychotherapie en psycho-educatie kunnen toegepast worden om de school en thuissituatie aan te passen zodat het kind met ADHD minder last heeft van omgevingsfactoren. Overige onderzoeken naar andere mogelijke oorzaken voor ADHD zijn vaak slecht uitgevoerd en hebben weinig tot geen ondersteuning van de getoetste hypothesen.

Kenmerken van Attention Deficit Hyperactivity Disorder

Een essentieel kenmerk van ADHD is “een aanhoudend patroon van aandachtstekort en/of hyperactiviteit/impulsiviteit wat meer en in ernstigere mate voorkomt dan verwacht bij individuen van een vergelijkbaar niveau van ontwikkeling”, dit is criterium A. Enkele symptomen van hyperactiviteit/impulsiviteit of onoplettendheid die beperkingen veroorzaken waren voor het zevende jaar aanwezig. Een individu kan ook gediagnosticeerd worden als de symptomen reeds enkele jaren aanwezig zijn, deze kenmerken vallen onder criterium B. Criterium C stelt dat de beperkingen aanwezig moeten zijn op minstens twee terreinen, bijvoorbeeld op school en thuis. Er moeten duidelijke aanwijzingen van significante beperkingen zijn in het sociale, school- of beroepsmatige functioneren (Criterium D). De symptomen mogen niet worden veroorzaakt door een andere mentale stoornis (Criterium E). Zie bijlage 1 voor de DSM classificatie.

Uit de literatuur blijkt dat de prevalentie van ADHD tussen de 2 en 13% ligt. Deze cijfers verschillen per onderzoek en het is dus lastig een precies percentage te

geven (van den Bergh 2007, Gunning 1998, Lubar 1995). In Nederland lijden naar schatting 2% van alle kinderen aan een ernstige vorm van ADHD die zware beperkingen opleveren in het dagelijks leven van het kind (van der Oord, 2005).

Het lijkt erop dat ADHD op jonge leeftijd meer voorkomt bij jongens dan bij meisjes al zijn hier de statistieken ook niet eenduidig. Van der Oord (2005) beschrijft een 3:1 bij kinderen tussen de 4 en 11 jaar oud. Cohen's onderzoeksteam vond bij kinderen tussen de 10 en 13 jaar een verhouding van jongen-meisje verhouding van 2:1. Het effect van geslacht was nagenoeg verdwenen bij 17 tot 20-jarigen (Lahey, Miller, Gordon en Riley, 1999). Bij ongeveer 30 tot 50% van de patiënten blijven de problemen in het volwassen leven aanwezig. Een reden waarom de klachten minder zijn of verdwijnen ten opzichte van de klachten in de kindertijd is dat de frontale hersengebieden zich ontwikkelen, het deel van de hersenen wat verantwoordelijk is voor cognitief functioneren.

Naast de gedragscriteria waar ADHD patiënten met de DSM IV op gescoord worden zijn er ook biologische kenmerken te vinden. Uit MRI studies blijkt dat de hersenen van ADHD patiënten in drie structuren verschillen van de controlegroep, deze afwijkende hersenstructuren zijn de dorsolaterale prefrontale cortex, delen van de basale ganglia en het cerebellum (van der Oord, 2005). Deze afwijkingen in de hersenen zijn verantwoordelijk voor een lager niveau van zelfregulatie van ADHD patiënten (van den Bergh, 2007). Door deze afwijkingen hebben ADHD patiënten een te lage activiteit in de frontale cortex. De meeste klachten van ADHD patiënten worden veroorzaakt doordat de frontale cortex belangrijk is voor het sturen van cognitieve processen (Kolb en Whishaw, 2009). De behandeling van ADHD heeft als

doel het activeren van de frontaalkwab. Uit neuro-imaging studies blijkt verder dat verschillende structuren in de hersenen van ADHD patiënten anders zijn dan bij de controlegroep. ADHD patiënten hebben volgens onderzoek een dunner corpus callosum, hierdoor zijn er minder verbindingen tussen beide hemisferen. Gevolg hiervan kan zijn dat prikkels minder goed geselecteerd worden (Gunning, 1998). Een andere structuur die afwijkt bij ADHD patiënten is de basale ganglia, met name het striatum (nucleus caudatus en putamen). Delen hiervan spelen een rol bij hogere cognitieve functies zoals aandacht. Er zijn teveel dopamineheropname receptoren aanwezig, hierdoor is er te weinig dopamine beschikbaar voor prikkel overdracht, wat belangrijk is bij het ergens ophouden van de aandacht (van den Bergh, 2007).

Er zijn een aantal problemen rond de diagnose van ADHD. De symptomen van ADHD zijn niet exclusief voor de stoornis, en er is veel overlap met andere psychische aandoeningen. Er is ook geen test waarmee ADHD kan worden vastgesteld. Door de aandachtsproblemen die met ADHD gepaard gaan hebben veel kinderen met ADHD een leerstoornis. Ook sociale problemen zijn veel voorkomend, dit is een gevolg van de impulsiviteit en problemen met het verwerken van prikkels (van der Oord, 2005). Daarnaast lijden veel patiënten aan minstens één andere psychische stoornis (Rossiter, 2004a).

Frontale cortex en ADHD

De frontale cortex speelt een belangrijke rol bij plannen, keuzes maken, het negeren van externe stimuli, gefocust blijven op een taak en het bewaren van het algemene overzicht. Dit zijn allemaal functies die ervoor zorgen dat taken georganiseerd verlopen, en worden ook wel uitvoerende (executive) functies

genoemd. Mensen met ADHD hebben meer moeite met deze taken dan mensen zonder ADHD. Deze functies ontwikkelen zich pas vanaf 6 jaar, vóór die leeftijd is het dus niet of nauwelijks vast te stellen of er sprake kan zijn van ADHD (van den Bergh, 2007). Patiënten met ADHD hebben iets kleinere hersenen dan mensen uit de controle groep. De hersenen van ADHD patiënten zijn ongeveer 4% kleiner dan de hersenen van mensen zonder ADHD (Kolb en Whishaw, 2009). Naast de kleinere hersenen is, er bij onderzoek naar uitvoerende functies is er met behulp van EEG gebleken dat er bij ADHD patiënten een zwakker signaal gemeten wordt in de prefrontale cortex, dit signaal meet late frontale negativiteit en is betrokken bij gerichte en selectieve aandacht. Er is dus minder activiteit wat betreft gerichte en selectieve aandacht. Een taak waarbij men een respons moet onderdrukken, een go/no-go taak, is vaak erg lastig voor patiënten met ADHD omdat dit een beroep doet op gerichte aandacht. Op een Go/No-go taak scoren ADHD patiënten slechter dan de controlegroep. Zowel activatie voor een Go nadat er een aantal keer een No-go is geweest als inhibitie van een No-go als er een aantal keer een Go is geweest levert problemen op (van den Bergh, 2007). Deze problemen met inhibitie verklaren mogelijk waarom kinderen met ADHD als impulsief worden beschouwd.

Behandeling

Medicatie

Al meer dan dertig jaar is de meest gebruikte behandeling van ADHD stimulerende medicatie (Rossiter, 2004). De meest gebruikte stimulant is methylphenidate (MPH) (Oord, van der 2005). MPH is in Nederland bekend onder de naam Ritalin, het medicijn beïnvloed de centrale kenmerken van ADHD gedrag

zoals impulsiviteit, onoplettendheid en hyperactiviteit (Schachter, Pham, King, Langford and Moher, 2001; Gunning, 1998). Stimulerende medicatie heeft als doel de dopamine afgifte te stimuleren en de heropname van dopamine af te remmen. Dit zorgt ervoor dat de dopaminerge signaaloverdracht toe kan nemen, wat een effect heeft op de afwijkende dopaminerge functie van ADHD patiënten (Gunning, 1998).

Helaas werkt dit medicijn bij veel patienten niet. Patiënten bij wie het medicijn wel werkt kunnen erg veel last hebben van de bijwerkingen van het medicijn. De meest voorkomende bijwerkingen zijn: verminderde eetlust, slapeloosheid, duizeligheid, hoofdpijn en buikpijn (Schachter et al., 2001). Ook zijn er ouders die weigeren om deze vorm van behandeling aan hun kinderen toe te dienen, omdat ze liever geen medicijnen aan hun kind geven (Drechsler, Straub, Doehnert, Heinrich, Steinhausen en Brandeis, 2007). Er is echter bewijs dat de werkzaamheid van MPH toeneemt naarmate het langer gebruikt wordt (Schachter et al., 2001). Ondanks dat er kinderen zijn waarbij de behandeling met MPH niet werkt, zijn er veel kinderen die wel baat hebben bij de behandeling. Verbeteringen zijn waarneembaar in sociale (conflict) situaties, ze zijn minder agressief, hebben minder moeite met het maken van huiswerk en maken minder fouten in hun huiswerk en schooltaken (Gunning, 1998). Gunning zegt dat medicatie alleen gebruikt mag worden wanneer een kind niet anders kan worden beïnvloed, bijvoorbeeld door betere begeleiding van een leraar. De ernst van de ADHD hangt voor een deel af van de kwaliteit van opvoeding die een kind ontvangt. Wanneer de primaire verzorgers van een kind problemen hebben met de opvoeding, kan het zijn dat de medicatie niet goed werkt (Gunning, 1998). De vraag is echter of het de medicatie is waar de kinderen niet optimaal op

reageren of dat het de slechte opvoeding is die het hyperactieve gedrag uitlokt. Voordat er medicijnen worden gebruikt voor de behandeling van ADHD is het belangrijk uit te sluiten dat het gedrag voort komt uit een andere psychische stoornis of veroorzaakt wordt door de opvoeding (Gunning, 1998).

Gedragstherapie

Naast stimulerende medicatie, kan gedragstherapie gebruikt worden als behandeling voor het aanpassen van gedrag (Chronis, Jones and Raggi, 2006). Voorbeelden van behandeling zonder medicatie zijn: gedragstherapie, attributie therapie, individuele psychotherapie, systeemtherapie en cognitieve therapie (Stop, denk, doe methode) (Lubar, Swartwood, Swartwood en O'Donnel, 1995; van den Bergh, 2007). Het doel van al deze vormen van behandeling is het reguleren van gedrag wanneer de medicijnen zijn uitgewerkt, waarbij wordt gewerkt aan sociale vaardigheden en het in de hand houden van agressie (Gunning, 1998). Bij systeemtherapie richt men zich vaak op de ouders, hen wordt geleerd om de oorzaak en consequenties van het gedrag te identificeren en te manipuleren, problematisch gedrag in kaart te brengen, sociaal gedrag door positieve aandacht te belonen door een klein geschenk (bij kleine kinderen bijvoorbeeld een sticker) en het vermijden van ongewenst gedrag door het te negeren, een time-out of andere niet fysieke straffen te geven (Chronis et al. 2006).

Het is belangrijk dat de psychologische interventie, wanneer mogelijk, thuis plaatsvindt. Zo leert het kind de veranderingen te linken aan zijn thuissituatie (Barkley, 1997).

Aangezien ADHD ook tot uiting komt op school, zouden bijvoorbeeld klaslokalen etc. aangepast moeten worden om de hyperactiviteit te verminderen en schoolprestaties te verbeteren. Daarnaast moeten docenten psycho-educatie krijgen over ADHD om meer over het gedrag te leren, het te kunnen identificeren en ermee om te kunnen gaan. Leraren kunnen rapportkaarten gebruiken zodat de ouders weten hoe het die dag verlopen is op school. Dit geeft een dagelijkse feedback over het gedrag van het kind (Chronis et al. 2006).

Bij het aanleren van cognitieve vaardigheden als de stop-denk-doe methode kan men resultaten behalen als deze vaardigheid onvoldoende ontwikkeld is. Deze methode leert iemand om eerst ergens over na te denken en daarna pas actie te ondernemen. Doordat ADHD patiënten problemen hebben met uitvoerende functies, waar de stop-denk-doe methoden onder valt, zal dit geen grote resultaten geven (van den Bergh, 2007).

Neurofeedback

Een andere behandelmethode voor ADHD is neurofeedback training. Al meer dan dertig jaar geleden pasten Lubar en Shouse (1976) neurofeedback toe op hyperkinetische kinderen. Daarvoor was neurofeedback gebruikt voor de behandeling van epilepsie en men kwam er bij toeval achter dat dit de ook bewegelijkheid verminderde.

Neurofeedback is een vorm van biofeedback waarbij de hersenactiviteit gemeten wordt (Heinrich, Holger and Strehl, 2007). Neurofeedback maakt gebruik van de theorie van operante conditionering. Butnik (2005), beschrijft neurofeedback als volgt: "het trainen van een individu om abnormale EEG frequenties te

normaliseren en iemand er bewust van maken hoe een normaal EEG aanvoelt". Dit houdt in dat wanneer een patiënt niet beweegt, extern gefocust en alert is kan hij leren hoe patronen van hersengolven te produceren (Butnik, 2005). Volgens Vernon et al. leren ontvangers van neurofeedback de elektrische activiteit van de hersenen te beïnvloeden. Dit impliceert dat neurofeedback training patiënten met ADHD kan leren om controle te krijgen over verhoging of onderdrukking van corticale activiteit (Egner, Zech and Gruzelier, 2004). Wanneer de neurofeedback training dit kan veroorzaken, heeft dit grote gevolgen voor iemands leven, men zou niet langer stimulerende medicatie hoeven te gebruiken, aangezien neurofeedback positieve lange termijn effecten heeft op het gedrag van de ADHD patiënt (Lubar and Lubar, 1999).

Er zijn verschillende manieren om neurofeedback te gebruiken. Hier worden twee technieken besproken. Eén van de technieken maakt gebruik van verschillende niveaus van hersengolven. De frequenties van de hersengolven zijn verbonden aan een toestand in de hersenen. Delta golven hebben een frequentie van onder de 4 Hz, theta golven zitten tussen de 4 Hz en 7 Hz. Delta en theta golven zijn de langzame golven. Alpha golven gaan van 7 Hz tot 12 Hz en theta golven zijn boven de 12 Hz. Alpha en beta golven zijn de snelle hersengolven (Barkley, 1997). De bedoeling is dat de hersenactiviteit bij het ene niveau, meestal beta of SMR, omhoog gaat en de activiteit van het andere niveau, meestal theta, omlaag gaat. In totaal wordt dit de beta/theta of SMR/ theta ratio genoemd (van den Bergh, 2007). Theta hersengolven worden in verband gebracht met het werkgeheugen (Vernon, Egner, Cooper, Compton, Neilands, Sheri en Gruzelier, 2003). Er is sterk bewijs voor een consistente

samenhang tussen theta activiteit en het coderen van werkgeheugensystemen (Klimesch, Doppelmayra, Wimmerb, Schwaigera, RoÈhma, Grubera en Hutzlerb 2001). Voor de baseline wordt meestal het alpha ritme gemeten. Dit ritme komt tot stand wanneer een persoon wakker is, ontspannen is en zijn ogen dicht heeft (Kolb en Whishaw 2006). Alpha ritmes zijn niet bij iedereen even goed te meten (Kolb en Whishaw, 2006). Worden de ogen geopend of wordt de persoon gestoord dan stopt dit ritme acuut. Een wakker, alert persoon produceert een beta ritme (Kolb en Whishaw 2006). Het SMR ritme, vol uit sensori motor ritme, heeft te maken met aandacht. Het verbeteren van dit ritme heeft effect op het verwerken van taken die aandacht vereisen (Vernon, 2003). Een SMR ritme is te meten bij de sensor-motorische cortex. Door neurofeedback zou een ADHD patiënt minder motorisch actief hoeven te zijn om een goed niveau van stimulatie te ervaren (Barkley, 1997).

Een andere methode van neurofeedback is het manipuleren van langzame corticale potentialen, in het Engels slow cortical potential (SCP) genoemd. Een SCP kan opgewekt worden door contingente negatieve variatie (van den Bergh, 2007). Bij deze methode worden er twee stimuli aangeboden, het eerste is een waarschuwingsstimulus, het tweede een stimulus waar een reactie op moet worden gegeven door de deelnemer. Het hierop volgende SCP bestaat uit twee delen. Het eerste deel is "een weergave van de verwachting, het anticiperen op de tweede stimulus" (van den Bergh, 2007, p157). Het tweede deel is "een weergave van de voorbereiding op het uitvoeren van de gevraagde reactie" (van den Bergh, p157). Het eerste deel is frontaal en centraal op de cortex te meten met een EEG. Het tweede deel is over de gehele cortex te meten. Bij mensen met ADHD is dit moeilijker of

soms zelfs niet te meten. Stimulerende medicatie normaliseert het EEG (van den Bergh, 2007).

Hoe kan neurofeedback het beste worden toegepast voor de behandeling van ADHD? Er lijkt nog geen wetenschappelijk gegronde voorkeur te zijn voor het type neurofeedback dat wordt toegepast. In deze literatuurstudie wordt onderzocht of het gebruik van slow cortical potentials (SCP) beter werkt voor de behandeling van ADHD dan het gebruik van frequentie training.

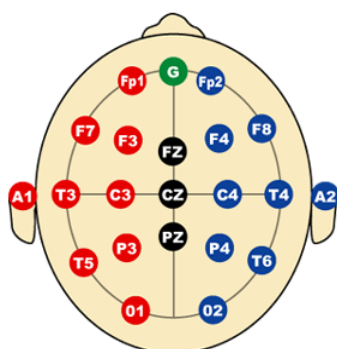
Resultaten

De proefpersonen

In vier van de onderzoeken werd er gebruik gemaakt van gezonde proefpersonen zonder ADHD, acht onderzoekspopulaties bestonden uit ADHD patiënten. Een aantal van de patiënten (in sommige onderzoeken alle patiënten) gebruiken medicatie (Ritalin, 15 tot 60 mg per dag). Het aantal proefpersonen per onderzoek varieerde van N=22 tot N=100. In slechts vier onderzoeken (twee met ADHD patiënten) was er een controlegroep. De hoeveelheid personen in de controlegroepen liep uiteen van N=9 tot N=49. Zie tabel 2.

Plaats elektroden

In de gebruikte literatuur zijn er geen argumenten genoemd waarom men voor een bepaalde plaats voor een elektrode gekozen heeft. In alle gevallen dat de neurofeedback een training van de SCP was, werd de elektrode op Cz geplaatst. Er is geen duidelijk verband te vinden bij de overige manieren van neurofeedback en plaats van de elektrode, respectievelijk C3F en C4F, C3 en C4, FCz en CPz en ook Cz. Dit zijn locaties van het 10-20 systeem wat internationaal gebruikt wordt voor het afnemen van een EEG. Zie tabel 1.



Figuur 1: Grafische weergave van elektroden volgens het 10-20 systeem.

De neurofeedback training

Het aantal neurofeedback sessies bij de gezonde proefpersonen was acht of tien, bij de ADHD patiënten lag dit aantal hoger, tussen de 25 en 60 sessies (tabel 1). De duur van een sessie verschilde erg per onderzoek. De kortst gerapporteerde tijd was 20 minuten, de langste tijd was 60 minuten (tabel 1). Sommige onderzoekers rapporteerden geen tijdsduur voor een neurofeedback sessie. De totale duur van de training lag tussen de 3 en 18 weken voor de onderzoeken waarbij dit gerapporteerd is, ook hier ontbreekt informatie over bij sommige onderzoeken (tabel 1).

In vijf onderzoeken werd de SCP getraind, in vier de theta/beta ratio, in twee de theta/SMR ratio en bij een onderzoek was er niet vermeld wat voor training er is gebruikt (tabel 1).

Onderzoek	Neurofeedbacktechniek	Electrode	Aantal sessies	Duur sessie (in minuten)	Duur training
Leins et al. (2007)	SCP theta/beta (4-9 Hz)	Cz C3f en C4f	Onbekend	60	14 tot 18 weken
Vernon et al. (2003)	theta (4-7 Hz)/SMR (12-15 Hz)	Cz	8	Onbekend	4 weken
Egner en Gruzelier (2001)	beta 1 (15-18 Hz) SMR (12-15 Hz)	C3 C4	10	30	5 weken
Lubar et al. (1995)	theta/beta (13-21 Hz)	FCz en CPz	40	60	2 tot 3 maanden
Monastra et al. (2002)	Onbekend	Onbekend	34 tot 50	30 tot 40	Onbekend
Fuchs et al. (2003)	theta/beta (15-18 Hz) theta/SMR (12-15 Hz)	C3 C4	36	30 tot 60	12 weken
Heinrich et al. (2004)	SCP	Cz	25	50	3 weken
Leins et al. (in press)	SCP Frequentie training	Cz Cz	30	Onbekend	Onbekend
Strehl et al. (2006)	SCP	Cz	30	Onbekend	Onbekend
Beak-Hwan et al. (2004)	Onbekend	Cz	8	20	Onbekend
Egner et al. (2004)	Low beta/beta 1 (13-21 Hz) Alpha/theta (8-11 Hz)	C3 C4	10	Onbekend	Onbekend
Drechsler et al. (2007)	SCP	Cz	60	45	Onbekend

Tabel 1 Kenmerken onderzoek

Onderzoek	N	Controlegroep	Diagnose ADHD	Medicatie
Leins et al. (2007)	38	Nee	Ja	Ja (28 mg per dag)
Vemon et al. (2003)	30	Ja (N = 10)	Nee	nvt
Egner en Gruzeiler (2001)	22	Nee	Nee	nvt
Lubar et al (1995)	23	Nee	Ja	Onbekend
Monasta et al. (2002)	100	Ja (N = 49)	Ja	Ja (15-45 mg per dag)
Fuchs et al. (2003)	22	Nee	Ja	Sommige (30 mg per dag)
Heinrich et al. (2004)	22	Ja (N = 9)	Ja	Ja, de helft
Leins et al. (in press)	38	Nee	Ja	2 patiënten (18-60 mg per dag)
Strehl et al. (2006)	23	Nee	Ja	5 patiënten
Beak-Hwan et al. (2004)	26	Ja (N = 9)	Nee	nvt
Egner et al. (2004)	22	Nee	Nee	nvt
Drechsler et al. (2007)	30	Nee	Ja	6 patiënten

Tabel 2 Kenmerken proefpersonen

Slow Cortical Potentials

Bij vijf van de geanalyseerde artikelen is er onderzoek gedaan naar de invloed van neurofeedback op ADHD met SCP's. In twee onderzoeken is uitsluitend deze vorm van behandeling gekozen. Uit al deze onderzoeken blijkt dat neurofeedback met SCP's werkt in de behandeling van ADHD. In het onderzoek van Drechsler et al. zijn dezelfde ADHD kenmerken onderzocht als in bovenstaand onderzoek, hyperactiviteit, onoplettendheid en impulsiviteit. In deze studie werd een SCP neurofeedback groep vergeleken met een groep die groepstherapie kreeg. Er zijn significante effecten voor tijd gevonden op deze drie gedragskenmerken in beide groepen, echter bleek na een post hoc toets dat onoplettendheid en impulsiviteit alleen significant was voor de SCP groep. De post hoc toets had geen invloed op de significantie van het kenmerk hyperactiviteit, deze bleef voor beide groepen onveranderd. Ook was er een significant interactie effect gevonden voor tijd x groep, maar er is geen significant effect gevonden voor groep. Helaas mist deze studie een controlegroep, waardoor resultaten niet goed te generaliseren zijn naar populatieniveau. Wel zijn de proefpersonen erg intensief behandeld (60 sessies van 45 min. zie tabel 1), dit is wel een pluspunt van de studie. In veel studies is er beduidend minder intensief behandeld, hierdoor blijft het vaak de vraag of meer sessies een beter resultaat zou opleveren. Het onderzoek naar neurofeedback met SCP's van Strehl et al. zijn significante resultaten behaald in vermindering van probleemgedrag, verbeterde score op IQ tests en op zelfregulatie. Er is geen verbetering gevonden voor gezondheidsgerelateerde kwaliteit van leven. De onderzoekers hebben ook gezondheidsgerelateerde kwaliteit van leven van de ouders onderzocht, maar er werden geen verschillen gevonden ten opzichte van

ouders met kinderen zonder ADHD. In dit onderzoek is ook geen gebruik gemaakt van een controlegroep, daarnaast is het aantal sessies en de duur van de totale behandeling onbekend wat uitspraken over de totale resultaten bemoeilijkt.

Neurofeedbacktraining met slow cortical potentials blijkt dus te werken. Er is op dit gebied nog wel een hoop te onderzoeken en te verbeteren in de manier waarop de onderzoeken uitgevoerd worden. Omdat de onderzoeken niet alle gegevens beschrijven (aantal sessies, duur sessie etc.) is het lastig ze met elkaar te vergelijken.

Frequentie training

In vier van de geanalyseerde studies is er uitsluitend gebruik gemaakt van frequentie training als neurofeedback methode. In de studie van Egner en Gruzelier (2001) naar beta en SMR ritmes werden gezonde proefpersonen onderzocht. Er werd een significante verbetering van het aantal fouten dat werd gemaakt op de afgenomen tests. Daarnaast vonden ze een marginaal significant effect op verbetering van de CPT (continues performance task). Omdat dit onderzoek is uitgevoerd op gezonde proefpersonen is het moeilijk te zeggen wat de verbetering van de neurofeedback behandeling zal zijn op ADHD patiënten. Wel is onderzoek naar de werking van neurofeedback bij gezonde personen belangrijk om er achter te komen of de training bij iedereen hetzelfde werkt of dat dit afhankelijk is van onderliggende cognitieve problemen. Helaas is er geen controlegroep wat generalisatie naar de (gezonde) populatie lastig maakt. De sessies waren kort (30 minuten) en het aantal sessies was laag. Hierdoor zijn lange termijn effecten moeilijk vast te stellen. Het onderzoek van Vernon et al. (2003) is gebaseerd op theta en SMR

hersengolven, met als doel de cognitieve prestatie te verbeteren. De theta groep had geen verbetering op de theta/beta ratio maar wel op de theta/alpha ratio. Dit laatste effect was ook significant. De SMR groep liet een verbetering zien op de SMR/theta ratio. De amplitude voor theta werd kleiner en de amplitude voor SMR werd groter. Omdat dit onderzoek is uitgevoerd bij gezonde proefpersonen zijn de effecten moeilijk te generaliseren voor ADHD patiënten. Wel geeft het ons informatie over hoe neurofeedback werkt op een gezond brein. De periode dat de proefpersonen de neurofeedback ontvangen hebben is slechts vier weken. Dit is vrij kort en zegt niets over de effecten van cognitieve prestatie op de lange termijn. In het onderzoek van Lubar et al. (1995) heeft men de gedragskenmerken hyperactiviteit, onoplettendheid en impulsiviteit meegenomen. Er was een significante verbetering op alle drie de gedragskenmerken gevonden. De neurofeedback training was uitgevoerd met theta/beta hersengolven. Dit onderzoek heeft helaas een weinig proefpersonen en er is geen gebruik gemaakt van een controlegroep. Wel heeft de behandeling twee tot drie maanden geduurd en is er intensief getraind (60 sessie van 40 min. zie tabel 1) waardoor er een grotere kans is dat de behaalde resultaten blijvend zijn. Egner et al. (2004) maakten gebruik van Low beta/beta1 en Alpha/theta ratios. Beide vormen waren significant op leren en concentratie verbetering. Omdat de proefpersonen allemaal gezond waren is het onbekend of de resultaten overeenkomen met de ADHD patiënten.

Vergelijkende studies

In het onderzoek van Leins et al. (in press) zijn beide vormen van neurofeedback onderzocht. De ADHD kenmerken hyperactiviteit en onoplettendheid/impulsiviteit werden gemeten (vragenlijsten ouders en leraren, EEG en aandachtstesten). Men vond een reductie van de hyperactiviteit en impulsiviteit, en het sociale gedrag was verbeterd. Er was een positieve relatie tussen de SCP trainingen en verbeterde zelfregulatie. De frequentie training had als resultaat dat de theta/beta ratio's waren significant waren afgenomen. Gedurende de training bleek men steeds beter in staat om stimuli te discrimineren die aangeboden werd tijdens de trainingen. Er is verder geen uitspraak of deze groep verbeterd is op zelfregulatie. Hierdoor is het moeilijk deze vergelijkende studie goed te analyseren.

In een ander onderzoek van Leins et al. (2007) wordt ook een vergelijk gemaakt tussen beide vormen van neurofeedback, SCP's en frequentie training. Beide vormen van neurofeedback blijken in dit onderzoek een significant effect te hebben; het gedrag van de ADHD patiënt is door de neurofeedback significant verbeterd op de DSM criteria "inattention" en "hyperactivity". Het effect van SCP training bleek langer door te werken, bij de follow-up meting bleek dat de proefpersonen vooruit waren gegaan op de gedragskenmerken ten opzichte van de laatste training. Bij de frequentie training was deze stijgende lijn niet gevonden. Op basis hiervan kan er geconcludeerd worden dat SCP op de lange termijn beter werkt dan frequentie training, echter is dat op basis van één onderzoek niet te zeggen. Doordat alle proefpersonen gebruik maken van medicatie is het mogelijk dat de neurofeedback een effect heeft op het gedrag bovenop het effect van de medicatie. In dit onderzoek

is geen gebruik gemaakt van een controlegroep wat een vergelijking met de populatie lastig maakt.

Discussie

Het doel van deze studie was te onderzoeken of neurofeedback met Slow Cortical Potentials beter is dan neurofeedback met frequentietraining. Uit de onderzoeken is gebleken dat neurofeedback werkt als behandeling voor ADHD. Het lijkt niet veel uit te maken of er gebruik wordt gemaakt van neurofeedback training door middel van SCP's of frequentietraining. Komt dit doordat ADHD door beide technieken aangepakt wordt? Of behandelen beide technieken hetzelfde maar is de wetenschap gewoon nog niet zover deze gebeurtenissen in de hersenen aan elkaar te koppelen. Wat zou er gebeuren als je beide vormen van neurofeedback aanbied aan een proefpersoon, levert dat eenzelfde verbetering in gedrag op als een van de twee vormen of verdubbeld dit het effect van de training. Dat er momenteel geen verschil lijkt te zijn tussen SCP en frequentietraining, heeft als voordeel dat de onderzoeker vrij is om een bepaalde techniek te gebruiken. De persoonlijke voorkeur van de onderzoeker kan hierbij een rol spelen, evenals de beschikbaarheid van trainingsapparatuur op het onderzoeksinstituut.

In de geanalyseerde onderzoeken zijn, mist vaak een controlegroep. Ook zijn voor het meten van verandering in gedrag van subjectieve meetvormen gebruikt, zoals vragenlijsten aan ouders en leerkrachten. Doordat ouders en leerkrachten erbij gebaat zijn dat de behandeling werkt, is het mogelijk dat er andere (omgevings-) factoren meespelen in gedragsverbetering, zoals een betere structuur in het huishouden. Hierdoor is het moeilijk om het exacte effect van de neurofeedback behandeling te meten. Wel hebben de geanalyseerde onderzoeken erg duidelijk

beschreven hoe het onderzoek uitgevoerd is, dit maakt replicatie van de onderzoeken mogelijk en sluit zo mogelijke storende variabelen op lange termijn uit.

Aanbeveling voor onderzoek

Wanneer ik de beschikking zou krijgen over een ongelimiteerd onderzoeksbudget zou ik, om dezelfde onderzoeksvraag te beantwoorden, het volgende onderzoek uit willen voeren.

Alle proefpersonen zijn gediagnosticeerd met ADHD. Het onderzoek wordt twee keer uitgevoerd, een maal op ADHD patiënten die medicatie gebruiken en eenmaal op ADHD patiënten die geen medicatie gebruikten, dit om het effect van medicatie op de neurofeedback training te onderzoeken.

Er zijn vijf groepen die training ontvangen. De proefpersonen worden random toegewezen aan een groep.

Groep 1 krijgt frequentietraining, groep 2 krijgt SCP training, groep 3 krijgt beide vormen van training om en om aangeboden, groep 4 krijgt ook beide vormen aangeboden maar dan na elkaar en groep 5 is de controlegroep.

In elke groep zitten 100 proefpersonen.

Alle proefpersonen zijn in de leeftijd 13-16 jaar.

Er worden 40 neurofeedback sessies uitgevoerd per persoon.

Eén trainingssessie duurt 45-60 min. Groep 3 krijgt de ene keer SCP training en de andere keer frequentietraining aangeboden. Groep 4 krijgt eerst 20 SCP

trainings sessies en daarna 20 frequentie sessie aangeboden. Groep 5 krijgt geen neurofeedback training.

Voor het begin van het onderzoek wordt bij elke proefpersoon een EEG gemaakt. Dit gebeurt ook na 20 sessies en direct na afloop van het onderzoek. Na 1, 3 en 6 maanden wordt er nogmaals een EEG afgenomen om te kijken wat de effecten op langere termijn zijn. Op de momenten dat er een EEG wordt afgenomen, krijgt de proefpersoon ook vragenlijsten die mate van concentratie, aandacht, onoplettendheid en hyperactiviteit meten. Door het onderzoek op deze manier uit te voeren kun je een goed beeld krijgen van de eventuele verschillen tussen de vormen van neurofeedback. Door de beide vormen van neurofeedback op twee manieren aan te bieden kan er mogelijk nog een verschil gemaakt worden in de effectiviteit. De gekozen tijden en sessies zijn op basis de geanalyseerde onderzoeken vastgesteld.

Literatuurlijst

- American Psychiatric Association (1994). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders, 4th edition (DSM-IV)*. Washington, DC: American Psychiatric Association.
- Barkley R.A. (1997). *ADHD and the nature of self-control*. New York: Guilford press.
- Beak-Hwan, C., Dong Ik, S., Jang Han, L., In Young, K., Sang Min, L. en Sun I.K. (2004). Neurofeedback training with virtual reality for inattention and impulsiveness. *Cyberpsychology & Behavior* 7(5), 519-526.
- Berg, van der. W. (2007). *Neurofeedback en toestandsregulatie bij ADHD*. Lede, België: Lorré Engineering.
- Butnik, S.M. (2005). Neurofeedback in adolescents and adults with attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Clinical Psychology*, 61(5), 621-625. Advance online publication. doi: 10.1002/jclp.20124
- Chronis, A.M., Jones, H.A. en Raggi, V.L. (2006). Evidence-based psychosocial treatment for children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Clinical Psychology Review*, 26, 486-502. doi: 10.1016/j.cpr.2006.01.002
- Drechsler, R., Straub, M. Doehnert, M., Heinrich, H., Steinhausen, H.C. en Brandeis, D. (2007). Controlled evaluation of a neurofeedback training of slow cortical potentials in children with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD). *Behavioral and Brain Functions*, 3(35). Advance online publication. doi: 10.1186/1744-9081-3-35
- Egner, T. en Gruzelier, J.H. (2001). Learned self-regulation of EEG frequency components affects attention and event-related brain potentials in humans. *NeuroReport*, 12(18),1455-4159.
- Egner, T., Zech, T.F. en Gruzelier, J.H. (2004). The effects of neurofeedback training on the spatial topography of the electroencephalogram. *Clinical Neurophysiology*, 115, 2452-2460. doi:10.1016/j.clinph.2004.05.033
- Gunning, G.J. (1998). *Behandelingsstrategieën bij kinderen en jeugdigen met ADHD*. Houten, Nederland: Bohn Stafleu van Loghum.
- Heinrich, H., Gevensleben, H. en Strehl U. (2007) Annotation: Neurofeedback – train your brain to train behavior. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48(1), 3-16. doi: 10.1111/j.1469-7610.2006.01665.x

- Klimescha, W., Doppelmayra, M., Wimmerb, H., Schwaigera, J., RoÈhma, D., Grubera, W. en Hutzlerb F. (2001). Theta band power changes in normal and dyslexic children. *Clinical Neurophysiology*, 112, 1174-1185.
- Kolb, B., en Whishaw, I.Q., (2006). *An introduction to brain and behaviour*. New York, USA: Worth Publishers.
- Kolb, B. en Whishaw, I.Q., (2009). *Fundamentals of human neuropsychology*. New York, USA: Worth Publishers.
- Lahey, B., Miller, A., Gordon, R. en Riley, A. 1999. *Handbook of disruptive behavior disorders*. 36-37.
- Leins, U., Goth, G., Hinterberger, T., Klinger, Ch., Rumpf, N. en Sthrel, U. (2007). Neurofeedback for children with ADHD: A comparison of SCP an Theta/Beta protocols. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 32, 73-88. doi: 10.1007/s10484-007-9031-0
- Lubar, J.F. en Shouse, M.N. EEG and behavioral changes in a hyperkinetic child concurrent with training of the sensorimotor rhythm (SMR) a preliminary report, 1976.
- Lubar, J.F. en Lubar, J.O. (1999). Neurofeedback assessment and treatment for attention-deficit/hyperactivity disorder. In Evens, R.E., and A. Aberbanel (Eds.) *Quantitative EEG and neurofeedback* (pp. 103-143) London: Academic Press.
- Lubar, J.F., Swartwood, M.O., Swartwood, J.N., O'Donnel, P.H., (1995). Evaluation of the effectiveness of EEG neurofeedback training for ADHD in a clinical setting as measured bij changes in T.O.V.A. scores, behavioral ratings, and WISC-R performance. *Biofeedback and Self-Regulation*, 20(1), 83-99.
- Oord, van der S. (2005) *Critical issues in diagnosis and treatment of children with ADHD* (Doctoral dissertation).
- Rossiter, T. (2004). The effectiveness of neurofeedback and stimulant drugs in treating AD/HD: Part I. Review of methodological issues. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 29(2), 95-112.
- Rossiter, T. (2004). The effectiveness of neurofeedback and stimulant drugs in treating AD/HD: Part II Replication. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 29(4), 233-243. doi: 10.1007/s10484-004-0383-4
- Schachter, H.m., Pham, B., King, J., Langford, S. en Moher, D. (2001), How efficacious and safe is schort-acting methlphenidate for the treatment of attention

deficit/hyperactivity disorder in children and adolescents? A meta-analysis.
Canadian Medical Association Journal, 165, 1475-1488.

Vernon, D., Egner, T., Cooper, N., Compton, T., Neilands, C., Sheri, A. en
Gruzelier, J. (2003) The effect of training distinct neurofeedback protocols on
aspects of cognitive performance. *International Journal of Psychophysiology*, 47,
75-85.

Bijlage 1

DSM-IV (APA, 1994) criteria for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder

A. Either (1) or (2)

- (1) Six (or more) of the following symptoms of inattention have persisted for at least 6 months to a degree that is maladaptive and inconsistent with the developmental level:

Inattention

- (a) Often fails to give close attention to details or makes careless mistakes in schoolwork, work, or other activities.
- (b) Often had difficulties sustaining attention in tasks or play activities
- (c) Often does not seem to listen when spoken to directly
- (d) Often does not follow through on instructions and fails to finish schoolwork, chores, or duties in the workplace (not due to oppositional behavior or failure to understand instructions)
- (e) Often has difficulty organizing tasks or activities (e.g. toys, school assignments, pencils, books or tools)
- (f) Is often easily distracted by extraneous stimuli
- (g) Is often forgetful in daily activities

- (2) Six (or more) of the following symptoms of hyperactivity-impulsivity have persisted for at least 6 months to a degree that is maladaptive and inconsistent with developmental level:

Hyperactivity

- (a) Often fidgets with hands or feet or squirms in seat
- (b) Often leaves seat in classroom or in other situations in which remaining seated is expected
- (c) Often runs about or climbs excessively in situations in which it is inappropriate (in adolescents or adults, may be limited to subjective feelings of restlessness)
- (d) Often has difficulty playing or engaging in leisure activities quietly
- (e) Is often "on the go" or often acts as if "driven by a motor"
- (f) Often talks excessively

Impulsivity

- (g) Often blurts out answers before the questions have been completed
- (h) Often difficulty awaiting turn
- (i) Often interrupts or intrudes on others (e.g. butts into conversations or games)

- B. Some hyperactive-impulsive or inattentive symptoms that caused impairment were present before age 7 years.
- C. Some impairment from the symptoms is present in two or more settings (e.g. at school [or work] and at home)
- D. There must be clear evidence of clinically significant impairment in social, academic, or occupational functioning.
- E. The symptoms do not occur exclusively during the course of Pervasive Developmental Disorder, Schizophrenia, or other Psychotic Disorders, and are not better accounted for by other mental disorders (e.g. Mood Disorder, Anxiety Disorder, Dissociative Disorder, or a Personality Disorder).

Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder, Combined Type: if both criteria A1 and A2 are met for the past 6 months

Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder, predominantly inattentive Type: if criterion A1 is met but A2 is not met for the past 6 months

Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder, predominantly Hyperactive-impulsive Type: if criterion A2 is met but A1 is not met for the past 6 months.