

**Eficácia do tratamento de Neurofeedback em crianças com TDAH:  
uma revisão literária****Effectiveness of Neurofeedback treatment in children with TDAH: a  
literary review**

DOI:10.34119/bjhrv3n5-097

Recebimento dos originais:08/08/2020

Aceitação para publicação:16/09/2020

**Sarah Mezdri Pinheiro**

Acadêmica de Medicina

Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia de Vitória - EMESCAM

Endereço:Avenida Nossa Senhora da Penha, 2190, Santa Lúcia. Vitória – ES. CEP:  
29045-402

E-mail:mezadrSarah@gmail.com

**Caroline Lopes Gratival**

Acadêmica de Medicina

Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia de Vitória - EMESCAM

Endereço:Avenida Nossa Senhora da Penha, 2190, Santa Lúcia. Vitória – ES. CEP:  
29045-402

E-mail:carollgratival@gmail.com

**Julia Altoé Peterle**

Acadêmica de Medicina

Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia de Vitória - EMESCAM

Endereço:Avenida Nossa Senhora da Penha, 2190, Santa Lúcia. Vitória – ES. CEP:  
29045-402

E-mail:juliaapeterle@gmail.com

**Rayssa Souza Teixeira**

Acadêmica de Medicina

Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia de Vitória - EMESCAM

Endereço:Avenida Nossa Senhora da Penha, 2190, Santa Lúcia. Vitória – ES. CEP:  
29045-402

E-mail:rayssateixeira94@gmail.com

**Yaritzza Suhett Caiado**

Acadêmica de Medicina

Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia de Vitória - EMESCAM

Endereço:Avenida Nossa Senhora da Penha, 2190, Santa Lúcia. Vitória – ES. CEP:  
29045-402

E-mail:yscaiado@gmail.com

**Guilherme Vassalo Moraes**

Acadêmico de Medicina

Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia de Vitória - EMESCAM

Endereço: Avenida Nossa Senhora da Penha, 2190, Santa Lúcia. Vitória – ES. CEP:  
29045-402

E-mail: moraisvassalo@gmail.com

**Loise Cristina Passos Drumond**

Mestra - Professora Assistente

Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia de Vitória - EMESCAM

Endereço: Avenida Nossa Senhora da Penha, 2190, Santa Lúcia. Vitória – ES. CEP:  
29045-402

E-mail: loise.drumond@emescam.br

**Marcela Souza Lima Paulo**

Doutora - Professora Adjunta

Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia de Vitória - EMESCAM

Endereço: Avenida Nossa Senhora da Penha, 2190, Santa Lúcia. Vitória – ES. CEP:  
29045-402

E-mail: marcela.paulo@emescam.br

**RESUMO**

Introdução: O Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) é uma psicopatologia de causas genéticas considerada uma condição crônica que se inicia na infância e persiste na vida adulta. A criança portadora apresenta sintomas constantes geralmente conectados a problemas de aprendizagem e comunicação, tendo níveis diferentes de sensibilidades e de respostas aos variados tipos de tratamentos que podem ser utilizados. O Neurofeedback (NF), tratamento que visa melhorar a auto-regulação da atividade cerebral usando uma interface cérebro-computador, tornou-se popular em estudos e no manejo de pacientes. Objetivo: Realizar uma revisão da literatura acerca da eficácia do NF como tratamento alternativo em crianças entre seis e doze anos de idade portadoras de Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH). Métodos: Para conduzir a redação desse artigo de revisão, foram usados os descritores "Attention Deficit Disorder with Hyperactivity" AND Neurofeedback AND Child, definidos pelo Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e Medical Subject Headings (MESH). A princípio, foram encontrados 90 artigos com os descritores selecionados. Após aplicados os critérios de inclusão e exclusão e de retiradas as duplicatas, foram escolhidos 10 artigos para estudo. Ao final, houve inclusão de 1, totalizando 11 artigos. Resultados: Uma vez que o TDAH é tipificado pelo autocontrole deficiente e o NF tem como alvo o aprimoramento desta característica, o transtorno é o distúrbio psiquiátrico em que ele foi mais aplicado. Ainda que não haja riscos conhecidos no uso do NF, existem critérios para a exclusão de seu uso, como quociente de inteligência infantil abaixo da média, diagnóstico de esquizofrenia e de depressão, pois podem não surtir o efeito esperado. A aprendizagem do autocontrole pode ser melhorada com variáveis cognitivas-atribucionais, como a motivação e o bom humor, uma vez que facilitam a ativação pré-frontal e, desta forma, o controle cognitivo, auxiliando na redução de sintomas das crianças com o transtorno. Conclusão: O NF é completamente

natural, ou seja, não medicamentoso, além de não-invasivo, sendo um tratamento alternativo sem riscos para o paciente. No entanto, ainda é criticado por psiquiatras e psicólogos por não levar em conta fatores estressantes externos e ambientais, além de não apresentar o acompanhamento considerado necessário. Apesar disso, por consistir em um procedimento que auxilia na autorregulação a nível neurofisiológico e cognitivo-comportamental, tem como consequências positivas o controle de impulsos e a regulação da atenção. Apresenta, ainda, melhoria nas atividades cognitivas de crianças de seis a doze anos, que comumente estão em fase escolar ativa, recebendo muitas informações a serem processadas diariamente. O tratamento permite, com o tempo, que o indivíduo seja capaz de sustentar sua atenção de forma voluntária e consistente.

**Palavras-chave:** Transtorno de déficit de atenção e hiperatividade, Neurofeedback. Criança.

### **ABSTRACT**

**Introduction:** Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) is a psychopathology of genetic causes considered a chronic condition that begins in childhood and persists into adult life. The carrier child presents constant symptoms usually connected to learning and communication problems, having different levels of sensitivity and responses to the various types of treatments that can be used. Neurofeedback (NF), a treatment that aims to improve self-regulation of brain activity using a brain-computer interface, has become popular in studies and patient management. **Objective:** To conduct a literature review on the efficacy of NF as an alternative treatment in children between six and twelve years of age with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). **Methods:** To conduct the writing of this review article, the descriptors "Attention Deficit Disorder with Hyperactivity" AND Neurofeedback AND Child, defined by the Descriptors in Health Sciences (DeCS) and Medical Subject Headings (MESH), were used. At first, 90 articles were found with the selected descriptors. After the inclusion and exclusion criteria were applied and the duplicates were removed, 10 articles were chosen for study. At the end, there was inclusion of 1, totaling 11 articles. **Results:** Since ADHD is typified by deficient self-control and NF has as target the improvement of this characteristic, the disorder is the psychiatric disorder in which it was most applied. Although there are no known risks in the use of NF, there are criteria for the exclusion of its use, such as below average child intelligence quotient, diagnosis of schizophrenia and depression, because it may not have the expected effect. The learning of self-control can be improved with cognitive-attributitional variables, such as motivation and good mood, since they facilitate pre-frontal activation and thus cognitive control, helping to reduce the symptoms of children with the disorder. **Conclusion:** NF is completely natural, i.e., non-drug, and non-invasive, being an alternative treatment without risk to the patient. However, it is still criticized by psychiatrists and psychologists for not taking into account external and environmental stress factors, besides not presenting the follow-up considered necessary. Nevertheless, because it consists of a procedure that assists in self-regulation at the neurophysiological and cognitive-behavioral level, its positive consequences are impulse control and attention regulation. It also presents improvement in the cognitive activities of children from six to twelve years old, who are usually in the active school phase, receiving much information to be processed daily. The treatment allows, with time, that the individual is able to sustain his/her attention in a voluntary and consistent way.

**Keywords:** Attention deficit and hyperactivity disorder, Neurofeedback. Child.

## 1 INTRODUÇÃO

O Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) atinge amplamente crianças e adolescentes, tendo uma predominância no sexo masculino. É uma psicopatologia de causas genéticas considerada uma condição crônica que se inicia na infância e persiste na vida adulta. A criança portadora apresenta sintomas constantes como a hiperatividade, a impulsividade e a falta de atenção em diferentes graus, que geralmente estão conectados a problemas de aprendizagem e comunicação, tendo níveis diferentes de sensibilidades e de respostas aos variados tipos de tratamentos que podem ser utilizados<sup>[1,2]</sup>.

Os pacientes com TDAH apresentam déficit nas funções executivas, que são responsáveis pelo comportamento e pelas emoções do indivíduo, visto que a falha nesses domínios pode acarretar em problemas de inserção social. Mesmo que ainda haja muito preconceito acerca do transtorno, os diagnósticos continuam aumentando exponencialmente, o que revela certa falha no reconhecimento da patologia. Ao que tudo indica, medicar a criança é mais fácil que realmente fazer um diagnóstico preciso, o que torna o uso do tratamento farmacológico a primeira escolha dos pais. O fármaco mais utilizado atualmente para esse distúrbio é o Metilfenidato, um psicoestimulante que já é vendido deliberadamente para a sociedade, a despeito da necessidade de prescrição médica<sup>[3]</sup>. Os medicamentos têm um grande efeito no tratamento agudo do TDAH e, quando combinados com tratamentos psicossociais, foram observados bons resultados nos dois primeiros anos do início do tratamento. No entanto, é amplamente aceito que novas técnicas com efeitos mais duradouros devam ser desenvolvidos e avaliados.

Nos últimos anos, pesquisas têm sido realizadas com o propósito de investigar tratamentos não farmacológicos, visto que o uso crônico de medicamentos pode acarretar em efeitos colaterais, como, mais comumente, a insônia e a cefaléia. Com isso, tornou-se popular em estudos e no manejo de pacientes o uso do Neurofeedback (NF), geralmente usando o eletroencefalograma, por meio uma interface cérebro-computador. Esse tratamento visa melhorar a autorregulação da atividade cerebral, estimula o funcionamento neurofisiológico e neuropsicológico, bem como comportamental. Um aspecto promissor do NF é que ele pode se basear na aprendizagem processual, tendo um grande potencial de permitir efeitos duradouros e, portanto, maior benefício clínico após a conclusão do tratamento<sup>[4]</sup>. Estudos de imagem funcional mostram que o comportamento das crianças com TDAH, assim como os prejuízos nas funções executivas, são espelhados pelo funcionamento neurofisiológico anormal. Conseqüentemente, acredita-se que esse

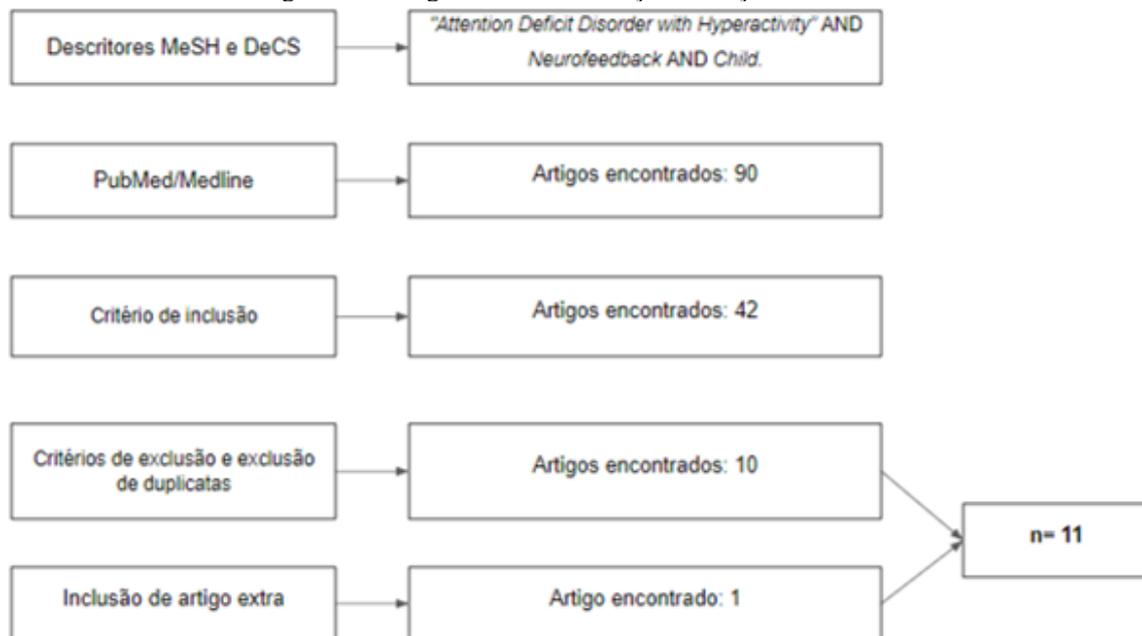
tratamento melhore o desempenho escolar, as funções executivas e o autocontrole em crianças com esse transtorno. O NF e a atividade física, apesar de apresentarem resultados significativos na redução de sintomas do TDAH, não superam o tratamento adequado com Metilfenidato, mesmo este apresentando efeitos colaterais importantes.<sup>[3]</sup>

Nesse sentido, considerando o número elevado de crianças diagnosticadas com o transtorno, percebe-se a necessidade de compreender tratamentos alternativos, como o NF. Com isso, este estudo tem como objetivo realizar uma revisão da literatura acerca da eficácia do NF como tratamento alternativo em crianças entre 6 e 12 anos de idade portadoras de TDAH.

## **2 MÉTODO**

Para conduzir esta revisão, foram investigados, nos meses de julho e agosto de 2020, na base de dados PubMed/Medline, os descritores "*Attention Deficit Disorder with Hyperactivity*" AND *Neurofeedback* AND *Child*, definidos pelo Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e Medical Subject Headings (MeSH). A princípio, foram encontrados 90 artigos com os termos escolhidos. Foram usados, como critério de inclusão, artigos publicados de 2016 a 2020, nos idiomas inglês e português, pesquisas feitas em humanos, com crianças de 6 a 12 anos e textos disponíveis na íntegra. Os critérios de exclusão foram artigos fora da faixa etária escolhida, anteriores ao ano de 2016, pesquisas em animais e títulos e resumos não relacionados ao tema principal. Após aplicados esses critérios, houve exclusão de duplicatas. Após a leitura dos trabalhos na íntegra, 10 foram selecionados para compor o presente estudo e incluído 1 por meio de busca manual na seção de referências, totalizando 11 artigos.

Figura 1: Fluxograma de identificação e seleção dos estudos.



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudos de imagem funcional apresentam um desvio da normalidade do funcionamento neurofisiológico ao se tratar do comportamento dos portadores de TDAH. É importante ressaltar que diversos estudos mostram que as variáveis de comportamento do TDAH, os déficits nas funções executivas e a falta de autocontrole configuram-se como obstáculos para obter um bom desempenho escolar. Evidencia-se, então, que as crianças portadoras do transtorno possuem, em média, quatro a cinco vezes mais chances de necessitar de auxílios especiais na área da educação quando comparadas com as crianças sem o transtorno<sup>[5]</sup>. Amparados na preocupação com a aprendizagem das crianças, os pais e responsáveis tendem a buscar remédios e tratamentos para o transtorno.

Os fármacos psicoestimulantes - como metilfenidato e anfetaminas - os não estimulantes - como a atomoxetina, a clonidina e a guanfacina - e mesmo antidepressivos, são muito utilizados como tratamento do TDAH em países ocidentais<sup>[6]</sup>, sendo que os medicamentos estimulantes reduzem os sintomas em cerca de 70% das crianças em idade escolar<sup>[7]</sup>. O fármaco de primeira linha é o metilfenidato, que atua no córtex pré-frontal do cérebro aumentando a atividade dopaminérgica e noradrenérgica por meio da inibição da recaptação de dopamina e de norepinefrina<sup>[1]</sup>. Esse medicamento, amplamente comercializado como Ritalina, quando combinado com atomoxetina, apresenta ótimos resultados, mas quando usados separadamente, a atomoxetina, que é um medicamento não

estimulante, tem efeitos menores comparados ao do metilfenidato<sup>[6]</sup>. Com isso, o uso do psicoestimulante é solidificado como tratamento preferencial pelos médicos e principalmente pelos pais de crianças com o transtorno.

Apesar dos resultados positivos sobre a redução dos sintomas deste transtorno, a utilização de composições farmacológicas podem causar efeitos colaterais diversos. Dessa forma, estão sendo estudadas alternativas para tratar o TDAH. Uma delas é a farmacoterapia em conjunto com o tratamento comportamental (tratamento multimodal), sendo um assunto amplamente debatido e controverso sobre sua eficácia. Em pacientes com alta resposta aos remédios, podem não ser observadas melhorias extras, enquanto naqueles que possuem pouca ou moderada resposta, existe maior probabilidade de melhora de sintomas com psicoterapias e intervenções psicossociais<sup>[6]</sup>. Frente às discordâncias quanto aos tratamentos alternativos, buscou-se ampliar opções, como por exemplo o uso do NF eletroencefalografia (EEG-NF), que pesquisa biomarcadores anormais de eletroencefalograma.<sup>[7]</sup> Uma vez que o TDAH é tipificado pela deficiência de autocontrole e o NF tem como alvo o aprimoramento desta característica, o transtorno é o distúrbio psiquiátrico que mais foi aplicado no tratamento de sintomas.

O NF é um procedimento que ensina, por meio da visualização das atividades cerebrais, a melhoria da autorregulação em diferentes níveis, tanto a nível neurofisiológico, quanto a nível cognitivo-comportamental, ou seja, permite ao indivíduo regular a sua atenção e controlar os seus impulsos<sup>[1,2,5]</sup>. Um dos métodos para a realização do tratamento é a EEG, que consiste em sensores colocados no couro cabeludo para medir a atividade cerebral elétrica, fazendo com que estas medições apareçam em monitores por meio de vídeo ou áudio em tempo real, de forma lúdica para crianças. Outra maneira é por ressonância magnética funcional em tempo real - NF (rtfMRI-NF), que ensina os pacientes a regular o controle do nível de oxigênio no sangue em regiões específicas do cérebro, tendo como base o retorno da informação em imagens<sup>[7]</sup>. Essas técnicas podem ser usadas em pessoas híidas objetivando melhorias cerebrais, mas em pacientes com TDAH são necessárias mais sessões para alcançar o objetivo desejado. Além disso, o rtfMRI-NF tem maior especificidade de localização do que o EEG-NF.

A sessão de treinamento de NF consiste em cinco blocos de NF ativos, com quatro minutos cada (com feedback em tempo real) e dois blocos de transferência de dois minutos e meio, sendo a duração total de uma sessão de menos de 30 minutos. Dois jogos que compartilham princípios comuns de design são implementados no aplicativo e

proporcionam ao paciente recompensas em tempo real, a atividade do neuromarcador é visualizada como uma barra móvel e as recompensas são exibidas por meio da peça de um jogo de quebra-cabeça, sendo que no final de cada bloco, um relatório de desempenho é exibido para o usuário. Para a realização do método, são colocados 8 eletrodos de couro cabeludo anexados com referência nos lóbulos das orelhas esquerda e direita. A qualidade do sinal do EEG é controlada por uma remoção do piscar de olhos calibrada por sessão e um algoritmo de índice de qualidade de sinal, ambos trabalhando em tempo real para aumentar a especificidade do treinamento<sup>[8]</sup>. É prudente que, durante a primeira visita, o médico apresente e explique o sistema e o aplicativo de NF para o paciente, a fim de sanar as dúvidas da criança e dos pais.

Ainda que não haja riscos conhecidos no uso do NF, existem critérios para a exclusão do tratamento com NF. São eles: Quociente de inteligência infantil abaixo da média (abaixo de 80); diagnóstico de esquizofrenia, de transtorno bipolar, de depressão (mesmo que leve), de epilepsia e de cardiopatia; linguagem insuficiente de acordo com o país do estudo; terapia comportamental intensiva para TDAH infantil ou comportamento de oposição em uma base semanal; não resposta conhecida da criança a todas as medicações padrão para TDAH (metilfenidato, dexanfetamina, atomoxetina); uso de medicação psicotrópica da criança, exceto para o tratamento do TDAH, ou medicação neuroléptica (que não seja para o tratamento de perturbações do controle dos impulsos derivados do transtorno)<sup>[6]</sup>. Esses critérios são importantes para evitar resposta contrária à esperada do tratamento, não adesão da criança, piora do quadro sintomatológico e vagas expectativas aos pais.

Crianças com o TDAH têm a relação de ondas cerebrais teta/beta aumentada. Em um nível comportamental, a onda teta está relacionada ao estado de alerta, enquanto a beta, à atenção. Logo, um dos protocolos do NF visa diminuir esta relação, na medida em que aprimora o autocontrole<sup>[9]</sup>. O tratamento vem ganhando espaço na atualidade, pois os resultados mostram que as crianças aprenderam a aumentar o poder beta, diminuindo a relação teta/beta linearmente nas sessões<sup>[9]</sup>. O comportamento impulsivo foi reduzido, aumentando a atenção do paciente, mas não houve alterações significativas ou afirmativas em outros campos sintomáticos do transtorno<sup>[10]</sup>. A aprendizagem do autocontrole pode ser melhorada com variáveis cognitivas-atribucionais, como a motivação e o bom humor do indivíduo, uma vez que facilitam a ativação pré-frontal e, desta forma, o controle cognitivo<sup>[5]</sup>. Observou-se como ponto positivo do tratamento, o treinamento da criança para

suportar o tédio, manter a concentração e não reagir por impulso, que visa à melhoria de sua capacidade de autocontrole.

Há, no entanto, controvérsias quanto à maneira como o NF é administrado, sendo ele criticado pela falta de acompanhamento e de controle necessários para o uso<sup>[11]</sup>. Um fator limitante na análise dos estudos foi a identificação do manejo do NF, não havendo ênfase na forma como o tratamento é realizado. Ademais, não leva em conta influências externas e ambientais, tornando o NF ainda menos aceito dentro das comunidades psiquiátricas e psicológicas. Logo, o método não é amplamente difundido como tratamento, apesar de eficaz, posto que não é o com maior taxa de sucesso.

#### **4 CONCLUSÃO**

O NF é completamente natural, ou seja, não medicamentoso, além de não-invasivo, sendo um tratamento alternativo sem riscos para o paciente. No entanto, ainda é criticado por psiquiatras e psicólogos por não levar em conta fatores estressantes externos e ambientais, além de não apresentar o acompanhamento considerado necessário. Apesar disso, por consistir em um procedimento que auxilia na autorregulação a nível neurofisiológico e cognitivo-comportamental, tem como consequências positivas o controle de impulsos e a regulação da atenção. Apresenta, ainda, melhoria nas atividades cognitivas de crianças de 6 a 12 anos, que comumente estão em fase escolar ativa, recebendo muitas informações a serem processadas diariamente. O tratamento permite, com o tempo, que o indivíduo seja capaz de sustentar sua atenção de forma voluntária e consistente.

#### **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos à Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia de Vitória pela oportunidade do aprendizado da escrita científica desde os primeiros períodos da faculdade, entendendo que é uma importante ferramenta para auxílio do crescimento acadêmico e profissional. Agradecemos, também, a Loise Cristina Passos Drumond e Marcela Souza Lima Paulo, por orientarem na confecção deste artigo e por incentivarem os projetos relacionados à pesquisa e escrita científica.

**REFERÊNCIAS**

1. Effects of neurofeedback versus methylphenidate for the treatment of attention-deficit/hyperactivity disorder protocol for a systematic review and meta-analysis of head-to-head trials. PMID: 30278582 PMCID: PMC6181550 DOI: 10.1097/MD.00000000000012623
2. The pharmacological and non-pharmacological treatment of attention deficit hyperactivity disorder in children and adolescents: A systematic review with network meta-analyses of randomised trials. PMID: 28700715 PMCID: PMC5507500 DOI: 10.1371/journal.pone.0180355
3. Behavioral Effects of Neurofeedback Compared to Stimulants and Physical Activity in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Randomized Controlled Trial. ClinicalTrials.gov identifier: NCT01363544
4. Van Doren J, Arns M, Heinrich H, Vollebregt MA, Strehl U, K Loo S. Sustained effects of neurofeedback in ADHD: a systematic review and meta-analysis. *Eur Child Adolesc Psychiatry*. 2019;28(3):293-305. doi:10.1007/s00787-018-1121-4
5. NIRS-based neurofeedback training in a virtual reality classroom for children with attention-deficit/hyperactivity disorder: study protocol for a randomized controlled trial. PMID: 28118856 PMCID: PMC5259870 DOI: 10.1186/s13063-016-1769-3
6. ESCAschool study: trial protocol of an adaptive treatment approach for school-age children with ADHD including two randomised trials. PMID: 28738794 PMCID: PMC5525245 DOI: 10.1186/s12888-017-1433-9
7. Real-time fMRI neurofeedback in adolescents with attention deficit hyperactivity disorder. PMID: 28342214 PMCID: PMC5434828 DOI: 10.1002/hbm.23584
8. Bioulac S, Purper-Ouakil D, Ros T, et al. Personalized at-home neurofeedback compared with long-acting methylphenidate in an european non-inferiority randomized trial in children with ADHD. *BMC Psychiatry*. 2019;19(1):237. Published 2019 Aug 1. doi:10.1186/s12888-019-2218-0
9. Learning curves of theta/beta neurofeedback in children with ADHD. PMID: 27866283 PMCID: PMC5394134 DOI: 10.1007/s00787-016-0920-8
10. The neuronal mechanisms underlying improvement of impulsivity in ADHD by theta/beta neurofeedback. PMID: 27514985 PMCID: PMC4981886 DOI: 10.1038/srep31178
11. Cognitive and neurophysiological markers of ADHD persistence and remission. PMID: 26250744 PMCID: PMC4887724 DOI: 10.1192/bjp.bp.114.145185