



Çocuk ve Ergenlerde Dikkat Eksikliği ve Hiperaktivite Bozukluğu Tedavisinde Fiziksel Egzersizin İşlevi

Ali Tekin

Prof. Dr., Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi
Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu
Ağrı/Türkiye
alitekin@agri.edu.tr

Özet

Bu gözden geçirme çalışmasında, fiziksel egzersizin (FE) bir müdahale yöntemi olarak dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu (DEHB) tanımlı çocuklarda ve ergenlerde yarattığı etkiler incelenmiştir. Çalışmada veri toplamak için nitel yöntem olan literatür tarama tekniği kullanılmıştır. Kuramsal çerçeve, giriş bölümünde birincil ve ikincil bilimsel kaynaklarla oluşturulmuştur. Probleme yönelik somut ve doğrudan sonuçlara ulaşabilmek için bulgular bölümünde sadece uluslararası hakemli dergilerde 2000 yılı ve sonrasında tam metin olarak yayımlanmış, egzersiz müdahalesi içeren, randomize kontrollü birincil kaynaklar değerlendirmeye alınmıştır. FE müdahalesinin DEHB'li çocuklarda ve ergenlerde fiziksel, fizyolojik, motorik, bilişsel ve davranışsal açıdan olumlu etkilerinin olduğu dolayısıyla DEHB tedavisinde tek başına veya diğer müdahale teknikleriyle birlikte kullanılabileceği görülmüştür. Ancak bazı araştırmalardaki sınırlılıklar ve daha kesin kanıt birliği için yeni çalışmaların yapılması bir gereklilik olarak görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Gelişim, engelli bireyler, biliş, dikkatsizlik, dürtüsellik

The Function of Physical Exercise in the Treatment of Attention Deficit and Hyperactivity Disorder in Children and Adolescents

Abstract

In this review, the functions of physical exercise (PE) as a method of intervention in children and adolescents diagnosed with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) were examined. The literature review technique, which is a qualitative method, was used to gather data in the study. The theoretical framework in introduction section was created with primary and secondary scientific sources. In order to reach concrete and direct results for the problem, randomized controlled primary sources containing any physical exercise intervention were published as full-text in international refereed journals only in and after the year 2000. It has been shown that PE intervention can be used alone or in combination with other intervention techniques in the treatment of ADHD, since it has positive physical, physiological, motoric, cognitive and behavioral effects in children and adolescents with ADHD. However, it is seen as a necessity to carry out new studies for the limitations in some researches and more precise unity of evidence.

Keywords: Development, disabled people, cognition, inattention, impulsivity

Giriş

Dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu (DEHB), dikkat, davranış ve dürtüleri düzenleme yeteneklerinde azalma ile kendini gösteren (Seo vd., 2012) ve çocuklarda en yaygın olarak rastlanan nörodavranışsal bozukluktur (Akinbami vd., 2011). DEHB'nin dünya genelinde çocuklar ve ergenler arasındaki yaygınlığının %5.9-7.1 arasında değiştiği bildirilmiştir (Willcutt, 2012; Thomas vd., 2015). DEHB'den kaynaklanan sorunlar dikkat eksikliği, hiperaktivite ve dürtüsellik ile sınırlı değildir. DEHB belirtilerine bağlı olarak motor kontrol becerilerinde (Goulardins, Marques ve De Oliveira, 2017), istenmeyen düşünce ve davranışın kontrolünde, çalışan bellek ve yürütücü işlevlerde (Tseng vd., 2004) ilaveten görülen sorunlar; sağlık, psikolojik, akademik ve sosyal bağlamlarda ortaya çıkan başka sıkıntıların nedenidir (Shen, Lee ve Chen, 2012; Gillberg vd., 2004; Langberg vd., 2010).

Çocuklarda DEHB tedavisinde en sık başvurulan yöntem, ağırlıklı olarak stimulanların kullanımını içeren farmakolojik (Wolraich vd., 2011) müdahalelerdir. Farmakolojik müdahaleler çocuklar açısından %60-90 arasında değişen tedavi başarısı sağlarken (Barkley, 2006) tedaviye neredeyse 1/3 oranında yanıt alınmamakta, bazen de oluşan ciddi yan etkiler nedeniyle medikasyon kesilmektedir (Spencer, Biederman ve Wilens, 2004). Tedavide medikasyonun yer almadığı müdahale yöntemleri de vardır (Efron, 2019). Bunlar arasında davranışsal (Friedman ve Pffiffer, 2020), bilişsel-davranışsal (Sciberras vd., 2019), eğitimsel (DuPaul ve Stoner, 2015) ve çok modellenli müdahaleler (Pelham ve Altszuler, 2020) DEHB açısından en çok araştırılan, sıklıkla uygulanan ve oldukça etkili olduğu ileri sürülen yöntemlerdir. DEHB, farklı sosyal etken ve bağlamları içeren çok faktörlü bir bozukluk olduğu için tedavisinin çok modellenli bir müdahale yaklaşımını gerektirdiği konusunda fikir birliği vardır (Santos ve Albuquerque, 2019).

Fiziksel egzersizin (FE) çocuklar açısından bildirilen olumlu etkileri; fiziksel uygunluk ve sağlık (WHO, 2010), davranışsal gelişim (Sowa ve Meulenbroek, 2012), bilişsel gelişim (Kramer ve Erickson, 2007) ve psikososyal sağlık veya işlev (Netz vd., 2005) üzerinedir. Mevcut bilimsel çalışmalar, FE'nin çocuklar açısından önemini gayet açık bir şekilde ortaya koymuştur. Bu durumda, klinik olarak DEHB tanısı konmuş çocuk ve ergenler açısından FE uygulamalarının etkileri nelerdir? Nitel yöntemlerden literatür tarama tekniğiyle verilerin toplandığı bu araştırmada, önceki çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre çalışmanın problem cümlesine yanıt aranmıştır. Araştırmanın kuramsal çerçevesinin oluşturulduğu "giriş" bölümünde birincil ve ikincil kaynaklardan yararlanılmıştır. Araştırmanın "bulgular" bölümünde sadece 2000 yılı ve sonrasında uluslararası hakemli dergilerde yayımlanmış tam metin bilimsel çalışmalara yer verilmiştir. Bu çalışmalarda deneklerin en azından bir grubunun klinik olarak DEHB tanılı çocuk ve/veya ergenlerden oluşmasına ve FE müdahalesi olmasına dikkat edilmiş; FE türünde ayırım yapılmamıştır. Daha kesin bir yargıya varabilmek için egzersiz grubu (EG) ve kontrol grubu (KG) olan deneysel çalışmaların sonuçları dikkate alınmış; ebeveyn, öğretmen ve antrenör gibi ikinci şahıslardan ölçek, gözlem veya görüşme tekniği uygulamalarıyla elde edilen sonuçları yansıtan araştırmalar bu çalışmaya dahil edilmemiştir.

Bulgular

Fiziksel Egzersiz ve DEHB

Son yıllarda FE'nin çocuklarda görülen DEHB'nin tedavisinde bir müdahale tekniği olarak yer almaya başladığı, tek başına ya da diğer tekniklerle kombine edilerek kullanıldığı görülmekte;

bu çocukların çeşitli açılardan gelişimleri üzerindeki olumlu etkileri vurgulanmaktadır (Neudecker vd., 2019; Pan vd., 2019; Christiansen vd., 2019).

Wigal vd. (2003), FE'ye katekolamin yanıtındaki farklılıkları sınamak için henüz DEHB tanısı konmuş 10 erkek çocuğu (8 yaş), cinsiyete ve yaşa göre eşledikleri DEHB'li olmayan KG ile karşılaştırılmıştır. Gruplarda yer alan çocukların her birine fiziksel kapasitelerine göre yapılan egzersiz yüklemesinden sonra; DEHB grubunda görülen epinefrin ve norepinefrin artışının kontrol grubuna kıyasla yetersiz kaldığı, kontrol grubunda oluşan dopamin artışının DEHB grubunda meydana gelmediği ve DEHB grubunun laktat düzeyinde anlamlı bir azalma olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, özellikle azalmış epinefrin ve norepinefrin düzeylerinin DEHB belirtileri ile güçlü bir şekilde ilişkili olduğunu bildiren Feldman ve Reiff (2014) tarafından desteklenmiştir. Orta-yüksek şiddette FE programının fiziksel uygunluk, bilişsel işlevler ve DEHB ile ilişkili davranışlar üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada; 10 haftalık FE sonrasında çocuklarda kassal kapasite, motor beceriler ve bilgi işleme düzeyi EG lehine artmıştır (Verret vd., 2012). İlköğretim okuluna devam eden DEHB'li çocuklarda 12 hafta sürdürülen birleşik FE programı (ip atlama+top egzersizleri) sonrasında; FE grubunda yer alan çocuklar kontrol grubuna göre kardiyovasküler dayanıklılık, kas kuvveti, kassal dayanıklılık, esneklik ve epinefrin düzeyinde anlamlı bir artış göstermiştir. Bu sonuç, FE'nin DEHB'li çocukların genel kondisyon düzeyine ve nörotransmisyon süreçlerine olumlu etkisini ortaya koyan çalışmayla (Lee, Lee ve Park, 2015) paralellik göstermiştir. Amacı, merkezi katekolaminlerin FE sonrası görülen hız reaksiyonundaki artıştan sorumlu olduğu hipotezini test etmek ve yüksek şiddette yapılan FE'nin DEHB tanısı konan 25 çocuğun dikkati ketleme düzeyine etkisini ölçmek olan bir çalışmada; çocuklar metilfenidat kullanan ve kullanmayanlar olarak iki gruba ayrılarak ilacın FE sonrası biliş üzerindeki etkisi açısından karşılaştırılmıştır. Tepki zamanında iyileşme, dürtüsellik ve dikkat ölçümlerinde normalleşme gibi sonuçlar FE sonrası meydana gelen olumlu değişimlerin katekolaminlere bağlı olmadığını ortaya koymuştur. Ayrıca metilfenidat tedavisine bakılmaksızın FE yoluyla çocukların dikkat eksikliklerinin en aza indirilebileceği ifade edilmiştir (Medina vd., 2010).

DEHB'li çocuklarda motor becerilerin bilişsel performansa katkı sağlayan roller üstlenebileceği bildirilmiştir (Hung vd., 2013). FE, motor becerileri geliştirerek bilişsel performansı artıran önemli bir araç olarak karşımıza çıkar. Kosari vd. (2013), randomize seçilen DEHB'li çocuklarda FE'nin kaba motor becerilere etkisini incelediği yarı deneysel çalışmada; EG'nin koşu hızı, çeviklik, denge, kuvvet ve bilateral koordinasyonda anlamlı etkilerini görmüştür. Chang vd. (2014), aerobik ve koordinatif hareketlerden oluşan 8 haftalık su egzersizlerinin 5-10 yaş arası çocuklarda yarattığı olumlu etkileri; EG grubu lehine olmak üzere, motor becerilerden koordinasyonda ve tepki süresinde iyileşme olarak raporlamıştır. Pan vd. (2016), DEHB'li çocuklarda 12 haftalık masa tenisi uygulamasının etkilerini ölçmüşlerdir. İlk 12 hafta 16 çocuk (Grup I) uygulamaya katılırken 16 çocuk (Grup 2) katılmamıştır. Sonraki 12 haftada gruplar yer değiştirmiştir. FE ardından her iki grupta da yürütücü işlevde iyileşmeler görülmüştür. Birinci 12 haftalık aşamadan sonra Grup I'de bazı motor ve davranışsal işlevler düzelmiştir. İkinci 12 haftalık aşamadan sonra grup II için benzer gelişmeler kaydedilmiş ve birinci aşamada elde edilen müdahale etkileri Grup I'de devam etmiştir. Fiziksel uygunluk ve simüle edilmiş at binme çalışmalarından oluşan 12 haftalık bir uygulamada; egzersizlere katılan DEHB'li çocuklar, egzersiz yapmayan normal gelişimli akranlarıyla karşılaştırılmıştır. EG grubunda motor yeterlik, kardiyovasküler uygunluk ve esneklik anlamlı olarak artmıştır (Pan

vd., 2017). DEHB'li çocuklarda uygulanan 12 haftalık masa tenisi programı sonrasında FE yapan grupta motor beceriler ve yürütücü işlevde olumlu değişim bildirmiştir (Pan vd., 2019).

DEHB'li çocukların bilişsel işlevde, özellikle yürütücü işlevde eksiklikler sergilediği bilinmektedir (Semrud-Clikeman, Pliszka ve Liotti, 2008). DEHB'li çocuklarda akut aerobik egzersizin yürütücü işleve etkisini belirlemek amacıyla 40 çocukla (3 kadın, 37 erkek; 8-15 yaş) yapılan çalışmada; EG 30dk orta şiddette aerobik egzersize katılırken KG egzersiz videosu izlemiştir. Çocukların nöropsikolojik değişimi Stroop ve Wisconsin Kart Eşleme Testi ile ölçülmüş, sonuçlar; akut FE'nin yürütücü işlev üzerine olumlu etkisini vurgulamıştır (Chang vd., 2012). FE'nin yürütücü işleve etkisini belirlemeyi amaçlayan başka bir çalışmada DEHB'li 40 öğrenci (7-11 yaş) randomize EG ve KG gruplarına atanmışlardır. EG, 24 oturum (tek oturum=90dk) FE'ye katılırken KG'ye herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır. FE öncesi ve sonrasında uygulanan Stroop ve Go-No-Go testi ölçüm sonuçları, her iki grup arasında bilişsel ve davranışsal ketleme açısından fark olduğunu göstermiştir (Memarmoghaddam vd., 2016). DEHB'li çocuklarda (n=43) uzun süreli (12 hafta) FE uygulaması sonrasında yürütücü işlevlerde olumlu değişimlerin olduğu raporlanmıştır (Ziereis ve Jansen, 2015). FE'nin DEHB'nin en yaygın belirtilerinden olan dikkat ve dürtüsellığe etkileri DEHB'li (n=21, yaş=11.3 ± 1.8) ve DEHB'li olmayan (n=21, yaş=11.6 ± 1.9) çocuklarda yapılan bir çalışmada incelenmiştir. DEHB'li grup öncelikle bisiklet ergometresinde maksimal performans ölçümüne alınmış daha sonra performanslara göre ayarlanan ilave iki ayrı intensif interval egzersiz testine (20 dakika; %90 şiddet; 30sn yüklenme ve 30sn dinlenme) katılmışlardır. Bu testlerden biri çocuklar stimulan aldıktan sonra diğeri stimulan almadan yapılmıştır. DEHB'li grubun reaksiyon süresi kontrol grubuna göre yüksek bulunmuş; reaksiyon süresi stimulan kullanımıyla anlamlı azalırken zamanla anlamlı olarak artmıştır. Dikkat ve dürtüsellik açısından da bir etki saptanmamıştır (Mahon vd., 2013). Her iki bölümünde de aynı görev değiştirme paradigması ve nöroelektrik ölçümlerin uygulandığı iki bölümden oluşan bir çalışmada; birinci bölümde DEHB'li çocuklar (n=20) DEHB'li olmayan akranlarıyla (n=20) karşılaştırılmış ve DEHB'li çocuklarda reaksiyon zamanının daha uzun olduğu belirlenmiştir. İkinci bölümde DEHB'li çocuklar (n=34) koşu bandında yapılan tek oturum orta şiddette FE'ye (30dk) ve sonrasında oturarak video izleme seansına (30dk) katılmışlardır. Katılımcılara bir Neuroscan Quick başlığı takılmış, her istirahat ve FE oturumundan sonra verilen bilişsel görevleri yapmaları istenmiştir. FE sonrası elde edilen sonuçlar dinlenme sonrası ortaya konan sonuçlara göre daha kaydadeğerdir. Bu bulgular, akut orta şiddette aerobik egzersizin DEHB'li çocukların çalışan belleklerine olumlu etkileri olabileceğine işaret etmiştir (Hung vd., 2016). Piepmeier vd. (2015), randomize kontrol gruplu çalışmalarında DEHB'li çocukların akut FE sonucunda işlem hızı ve ketleme kontrolünde önemli faydalar sağlandığını belirtmişlerdir. 20 dakikalık tek oturumluk FE ardından hem DEHB'li çocuklar hem de sağlıklı KG daha iyi tepki doğruluğu ve uyararla ilişkili işleme sergilerken DEHB'li çocuklar ayrıca düzenleyici süreçlerde gelişmeler göstermiştir. Bu bulgular, tek oturumluk orta şiddette aerobik egzersizin DEHB olan çocuklarda nörokognitif işlev ve ketleyici kontrolüne olumlu etkileri olabileceğini işaret etmektedir (Pontifex, 2013).

Sonuç

Literatür taraması yöntemiyle yapılan bu nitel çalışmadan elde edilen bulgular, DEHB'li çocuk ve ergenlerin örnekleme alındığı randomize kontrol gruplu çalışmalarda FE müdahalesinin çok boyutlu olumlu etkilerini işaret etmiştir. İncelenen çalışmalarda; laktat düzeyinde anlamlı bir

azalma, epinefrin, norepinefrin, dopamin, kardiyovasküler ve kassal dayanıklılık ve genel kondisyon düzeylerinde artış olduğu görülmüştür. Bunlara ilaveten kuvvet, esneklik, koşu hızı, çeviklik, reaksiyon zamanı, denge ve bilateral koordinasyon gibi motor becerilerde iyileşme tespit edilmiştir. Ayrıca bilgi işleme, işleyen bellek, işlem hızı, yanıt (tepki) zamanı, dürtüsellik ve dikkat düzeyi, bilişsel, yürütücü, davranışsal ve nörokognitif işlevlerde, bilişsel ve davranışsal ketleme, nörotransmisyon süreçlerinde düzelmeler belirlenmiştir. Tüm bu olumlu değişimler; DEHB olan çocuk ve ergenlerde fiziksel, fizyolojik, motorik, bilişsel ve davranışsal işlevleri iyileştirmek için FE müdahalelerinin kullanılmasını desteklemiştir. Çalışmalara göre hem kısa hem de uzun süreli FE'ler DEHB'li çocuk ve ergenler açısından oldukça faydalıdır. Mevcut çalışmalarda müdahale aracı olarak kullanılan FE'den (top egzersizleri, masa tenisi, su egzersizleri vb.) sağlanan faydalar egzersiz tipine göre değişmemiştir. Çalışmalarda daha çok orta veya orta-yüksek şiddette aerobik egzersiz uygulamaları yapılmış ve olumlu gelişmelere neden olmuştur. Bazı çalışmalarda FE yüklemeleri neticesinde medikasyon kullanmayan katılımcıların medikasyon kullananlara veya diğer kontrol gruplarına göre daha iyi sonuçlar ortaya koyması FE'nin medikasyona destek olma niteliğini güçlendirmiş ve alternatif bir tedavi olma olasılığını artırmıştır. Ancak FE'nin özellikle biliş üzerindeki etkisi ardındaki mekanizma tam olarak açıklanamamış değildir. Yine de FE'nin DEHB açısından işe yarar yönlerinin ve ne derece etkili olabileceğinin sınırlarını bilmek FE ve biliş arasındaki ilişkiyi daha iyi anlamak için önemli bir temel oluşturur. İncelenen çalışmalarda göze çarpan bazı sınırlılıkların bulunmaktadır. Bazı çalışmalarda katılımcıların fizyolojik ve beslenme profilleri, uyku düzenleri gibi yaşam tarzından kaynaklı faktörler kontrol altına alınmamıştır. Bazı çalışmalarda ise katılımcıların psikolojik ve genetik profilleri benzer değildir. Bir başka sınırlama ise çalışmaların çoğunda katılımcılar DEHB tanısı konmuş erkek çocuklardır. Bu sınırlılıkların sonuçları etkileyebilecek potansiyele sahip olabileceği unutulmamalıdır. DEHB belirtilerinin tedavisinde FE'nin umut vaat eden mevcut kanıtları göz önüne alındığında, FE bir müdahale veya destek olarak kullanılabilirliği düşünülmektedir. Hatta okul çocuklarında bazı çalışmaların olumlu sonuçları dikkate alındığında bu çocuklar için okul ortamlarında FE olanaklarının geliştirilmesi ve çeşitlendirilmesi düşünülmelidir. Bu çalışma içine ölçütleri nedeniyle alınmamış veya ulaşılamamış araştırma sonuçlarının da değerlendirilmesi ve ilgili bulguların artırılması için yeni araştırmaların yapılması gerekmektedir.

Kaynaklar

Akinbami, L. J., Liu, X., Pastor, P. N., & Reuben, C. A. (2011). *Attention deficit hyperactivity disorder among children aged 5-17 years in the United States, 1998-2009*. NCHS data brief, 70, 1-8.

Barkley, R. A. (2006). *Attention-Deficit Hyperactivity Disorder: A handbook for diagnosis and treatment* (3rd ed.). New York: Guilford Press.

Chang, Y. K., Hung, C. L., Huang, C. J., Hatfield, B. D., & Hung, T. M. (2014). Effects of an aquatic exercise program on inhibitory control in children with ADHD: a preliminary study. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 29(3), 217-223.

- Chang, Y. K., Liu, S., Yu, H. H., & Lee, Y. H. (2012). Effect of acute exercise on executive function in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 27(2), 225-237.
- Christiansen, L., Beck, M. M., Bilenberg, N., Wienecke, J., Astrup, A., & Lundbye-Jensen, J. (2019). Effects of exercise on cognitive performance in children and adolescents with ADHD: Potential mechanisms and evidence-based recommendations. *Journal of Clinical Medicine*, 8(6), 841.
- DuPaul, G. J., & Stoner, G. (2015). *ADHD in the schools: Assessment and intervention strategies*. New York: Guilford Press.
- Efron, D. (2019). *Attention Deficit Hyperactivity Disorder: An Overview*. In *Sleep and ADHD* (pp. 1-28). Academic Press.
- Friedman, L. M., & Pfiffner, L. J. (2020). *Behavioral interventions*. In *The Clinical Guide to Assessment and Treatment of Childhood Learning and Attention Problems* (pp. 149-169). Academic Press.
- Gillberg, C., Gillberg, I. C., Rasmussen, P., Kadesjö, B., Söderström, H., Råstam, M., ... & Niklasson, L. (2004). Co-existing disorders in ADHD—implications for diagnosis and intervention. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 13(1), i80-i92.
- Goulardins, J. B., Marques, J. C., & De Oliveira, J. A. (2017). Attention deficit hyperactivity disorder and motor impairment: A critical review. *Perceptual and motor skills*, 124(2), 425-440.
- Hung, C. L., Chang, Y. K., Chan, Y. S., Shih, C. H., Huang, C. J., & Hung, T. M. (2013). Motor ability and inhibitory processes in children with ADHD: a neuroelectric study. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 35(3), 322-328.
- Hung, C. L., Huang, C. J., Tsai, Y. J., Chang, Y. K., & Hung, T. M. (2016). Neuroelectric and behavioral effects of acute exercise on task switching in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Frontiers in Psychology*, 7, 1-11.
- Kosari, S., Hemayat-Talab, R., Arab-Ameri, E., & Keyhani, F. (2013). The effect of physical exercise on the development of gross motor skills in children with attention deficit/hyperactivity disorder. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*, 15(2), 74-78.
- Kramer, A. F., & Erickson, K. I. (2007). Capitalizing on cortical plasticity: Influence of physical activity on cognition and brain function. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(8), 342-348.
- Langberg, J. M., Vaughn, A. J., Brinkman, W. B., Froehlich, T., & Epstein, J. N. (2010). Clinical utility of the Vanderbilt ADHD Rating Scale for ruling out comorbid learning disorders. *Pediatrics*, 126(5), e1033-e1038.
- Lee, S. K., Lee, C. M., & Park, J. H. (2015). Effects of combined exercise on physical fitness and neurotransmitters in children with ADHD: a pilot randomized controlled study. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(9), 2915-2919.

Mahon, A. D., Dean, R. S., McIntosh, D. E., Marjerrison, A. D., Cole, A. S., Woodruff, M. E., & Lee, M. P. (2013). Acute exercise effects on measures of attention and impulsivity in children with attention deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Educational and Developmental Psychology*, 3(2), 65-73.

Medina, J. A., Netto, T. L., Muszkat, M., Medina, A. C., Botter, D., Orbetelli, R., ... & Miranda, M. C. (2010). Exercise impact on sustained attention of ADHD children, methylphenidate effects. *ADHD Attention Deficit and Hyperactivity Disorders*, 2(1), 49-58.

Memarmoghaddam, M., Torbati, H. T., Sohrabi, M., Mashhadi, A., & Kashi, A. (2016). Effects of a selected exercise program on executive function of children with attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Medicine and Life*, 9(4), 373.

Netz, Y., Wu, M.-J., Becker, B. J., & Tenenbaum, G. (2005). Physical activity and psychological well-being in advanced age: A meta analysis of intervention studies. *Psychology and Aging*, 20(2), 272-284.

Neudecker, C., Mewes, N., Reimers, A. K., & Woll, A. (2019). Exercise interventions in children and adolescents with ADHD: a systematic review. *Journal of Attention Disorders*, 23(4), 307-324.

Pan, C. Y., Chang, Y. K., Tsai, C. L., Chu, C. H., Cheng, Y. W., & Sung, M. C. (2017). Effects of physical activity intervention on motor proficiency and physical fitness in children with ADHD: An exploratory study. *Journal of Attention Disorders*, 21(9), 783-795.

Pan, C. Y., Chu, C. H., Tsai, C. L., Lo, S. Y., Cheng, Y. W., & Liu, Y. J. (2016). A racket-sport intervention improves behavioral and cognitive performance in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Research in Developmental Disabilities*, 57, 1-10.

Pan, C. Y., Tsai, C. L., Chu, C. H., Sung, M. C., Huang, C. Y., & Ma, W. Y. (2019). Effects of physical exercise intervention on motor skills and executive functions in children with ADHD: A pilot study. *Journal of Attention Disorders*, 23(4), 384-397.

Pelham Jr, W. E., & Altszuler, A. R. (2020). Combined treatment for children with attention-deficit/hyperactivity disorder: brief history, the multimodal treatment for attention-deficit/hyperactivity disorder study, and the past 20 years of research. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 41, 88-98.

Piepmeier, A. T., Shih, C. H., Whedon, M., Williams, L. M., Davis, M. E., Henning, D. A., & Etnier, J. L. (2015). The effect of acute exercise on cognitive performance in children with and without ADHD. *Journal of Sport and Health Science*, 4(1), 97-104.

Pontifex, M. B., Saliba, B. J., Raine, L. B., Picchiatti, D. L., & Hillman, C. H. (2013). Exercise improves behavioral, neurocognitive, and scholastic performance in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *The Journal of Pediatrics*, 162(3), 543-551.

Santos, W. M. D., & Albuquerque, A. R. D. (2019). School interventions for ADHD: a literature review (2000-2018). *Psicologia: Teoria e Prática*, 21(3), 205-227.

- Sciberras, E., Efron, D., Patel, P., Mulraney, M., Lee, K. J., Mihalopoulos, C., ... & Schembri, R. (2019). Does the treatment of anxiety in children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD) using cognitive behavioral therapy improve child and family outcomes? Protocol for a randomized controlled trial. *BMC Psychiatry*, 19(1), <https://doi.org/10.1186/s12888-019-2276-3>
- Semrud-Clikeman, M., Pliszka, S., & Liotti, M. (2008). Executive functioning in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: Combined type with and without a stimulant medication history. *Neuropsychology*, 22, 329-340.
- Seo, B. D., Yun, Y. D., Kim, H. R., & Lee, S. H. (2012). Effect of 12-week swiss ball exercise program on physical fitness and balance ability of elderly women. *Journal of Physical Therapy Science*, 24(1), 11-15.
- Shen, I. H., Lee, T. Y., & Chen, C. L. (2012). Handwriting performance and underlying factors in children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Research in Developmental Disabilities*, 33(4), 1301-1309.
- Sowa, M., & Meulenbroek, R. (2012). Effects of physical exercise on autism spectrum disorders: A meta-analysis. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 6(1), 46–57.
- Spencer, T., Biederman, J., & Wilens, T. (2004). Nonstimulant treatment of adult attention-deficit/hyperactivity disorder. *The Psychiatric Clinics of North America*, 27(2), 373-383.
- Thomas, R., Sanders, S., Doust, J., Beller, E., Glasziou, P. (2015). Prevalence of attention-deficit/hyperactivity disorder: A systematic review and meta-analysis. *Pediatrics*, 135, 994-1001.
- Tseng, M. H., Henderson, A., Chow, S. M., & Yao, G. (2004). Relationship between motor proficiency, attention, impulse, and activity in children with ADHD. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 46(6), 381-388.
- Verret, C., Guay, M. C., Berthiaume, C., Gardiner, P., & Béliveau, L. (2012). A physical activity program improves behavior and cognitive functions in children with ADHD: an exploratory study. *Journal of Attention Disorders*, 16(1), 71-80.
- WHO. (2010). Global recommendations on physical activity for health. Retrieved from <http://www.who.int/en/>.
- Wigal, S. B., Nemet, D., Swanson, J. M., Regino, R., Trampush, J., Ziegler, M. G., & Cooper, D. M. (2003). Catecholamine response to exercise in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Pediatric Research*, 53(5), 756-761.
- Willcutt, E. G. (2012). The prevalence of DSM-IV attention-deficit/hyperactivity disorder: A meta-analytic review. *Neurotherapeutics*, 9, 490-499.

Wolraich, M., Brown, L., Brown, R. T., DuPaul, G., Earls, M., Feldman, H. M., . . . Visser, S. (2011). ADHD: Clinical practice guideline for the diagnosis, evaluation, and treatment of attention-deficit/hyperactivity disorder in children and adolescents. *Pediatrics*, 128, 1007-1022.

Ziereis, S., & Jansen, P. (2015). Effects of physical activity on executive function and motor performance in children with ADHD. *Research in Developmental Disabilities*, 38, 181-191.