

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM
PEDAGÓGIAI ÉS PSZICHOLÓGIAI KAR

Miklós Martina

**A fizikai aktivitás szerepének vizsgálata
figyelemhiányos/hiperaktivitás zavar diagnózisú
gyermekek körében**

TÉZISFÜZET

Pszichológiai Doktori Iskola

A Doktori Iskola vezetője: Dr. Demetrovics Zsolt, MTA doktora, egyetemi tanár

Fejlődés- és Klinikai Gyermekpszichológia Program

Programvezető: Dr. Balázs Judit, MTA doktora, egyetemi tanár

Témavezető: Dr. Balázs Judit, MTA doktora, egyetemi tanár



Köszönetnyilvánítás:

Szeretném kifejezni köszönetemet Prof. Dr. Balázs Juditnak doktori képzésem kapcsán a témavezetőség elvállalásáért, mellyel hozzásegített a tervezett kutatásom megvalósulásához. Köszönöm kitartását, szakértői hozzájárulását és tanácsait, melyekkel éveken keresztül segítette munkámat. Nem utolsó sorban köszönöm kedvességét és biztatását, amivel átlendített a kihívást jelentő helyzeteken.

Köszönöm továbbá Dr. Futó Juditnak és Komáromy Dánielnek az adatfeldolgozás és a statisztikai munka során nyújtott segítségét, hogy meglátásaikkal növelték publikációm minőségi színvonalát.

Szeretném megköszönni doktorandusz társaimnak, Szentiványi Dórának, Horváth Lili Olgának, Velő Szabinának a több szálon futó közös munkát.

Hálásan köszönöm a kutatásban résztvevő szülőknek és gyerekeknek, hogy önkéntes részvételükkel, rászánt idejükkel és lelkesedésükkel elősegítették a vizsgálat sikeres végrehajtását.

Köszönöm a budapesti iskolák igazgatóinak és pedagógusainak, hogy lehetőséget adtak a kutatás hirdetésére, a résztvevők toborzására, valamint a kontroll csoportban szereplő gyermekek vizsgálati helyszínének biztosítására.

Köszönöm a Vadaskert Kórházban dolgozó kollégáknak, hogy segítették a klinikai csoport toborzását, hogy helyet biztosítottak az adatfelvétel számára. Külön köszönöm Kis Dóra Saroltának a hozzáadott támogatását.

Köszönöm a családomnak, hogy mindvégig támogattak a képzés folyamán.

Külön köszönettel tartozom férjemnek, Domokos Gergelynek, hogy segítőkészségével, nyugalmával és támogatásával segítette a munkám befejezését.

A disszertációmban felhasznált saját közlemények jegyzéke¹:

Miklós, M., Futó, J., Balázs, J. (2017). A fizikai aktivitás és a végrehajtó funkciók kapcsolata figyelemhiányos/hiperaktivitás zavar diagnózisú gyermekek körében. *Psychiatria Hungarica*, 32(1), 65-83.

Miklós, M., Futó, J., Balázs, J. (2019a). How Do Parents See? The Relationship between Sport Participation and Quality of Life among Boys with ADHD: A Cross-Sectional Study. *Psychology and Behavioral Science International Journal*, 10(5), 555796. doi: 10.19080/PBSIJ.2019.10.555797

Miklós, M., Futó, J., Komáromy, D. Balázs, J. (2019b). Executive function and Attention Performance in Children with ADHD: Effects of Medication and Comparison with Typically Developing Children. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(20), E3822. doi: 10.3390/ijerph16203822

Miklós, M., Komáromy, D., Futó, J., Balázs, J. (2020). Acute Physical Activity, Executive Function, and Attention Performance in Children with Attention-Deficit Hyperactivity Disorder and Typically Developing Children: An Experimental Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(11), 4071. doi: [10.3390/ijerph17114071](https://doi.org/10.3390/ijerph17114071)

További, a témához kapcsolódó saját közlemények, melyek a disszertációmban nem szerepelnek:

Kis, D. S., **Miklós, M.,** Fűz, A., Farkas, M., Balázs, J. (2017). A „Fészek”: A Vadaskert Gyermekpszichiátriai Kórház és Szakambulancián működő kognitív-viselkedésterápián alapuló program bemutatása. *Psychiatria Hungarica*, 32(4), 423-428.

Szentiványi D., Halász, J., Horváth, L. O., Mészáros, G., **Miklós, M.,** Miklósi, M., Velő, Sz., Vida, P., Balázs, J. (2017). Externalizáló zavarok tüneteit mutató gyermekek életminősége a gyermek saját szemszögéből és a gondviselője megítélése szerint. *Psychiatria Hungarica*, 32(3), 332-339.

¹ A felsorolt publikációk társszerzői hozzájárultak a közlemények disszertációmban való felhasználásához.

1. Bevezető

1.1. Figyelemhiányos/hiperaktivitás zavar (Attention-Deficit Hyperactivity Disorder, ADHD)

Az ADHD az egyik leggyakoribb gyermekpszichiátriai zavar, prevalenciája 4-12% a 6-12 éves korosztályt tekintve (Goldman és mtsai, 1998; Brown és mtsai, 2001). A Mentális Zavarok Diagnosztikai és Statisztikai Kézikönyvének 5. Kiadásában (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders fifth Edition, DSM-5) (American Psychiatric Association, 2013) „Az idegrendszer fejlődési zavarai” nevű fejezetben szerepel.

Kialakulásában bár számos faktor jelentőségét sikerült azonosítani, etiológiája mégsem teljesen feltérképezett. Korábbi kutatások a zavar okát az agy frontális régióihoz, specifikusan a prefrontális kéreg működéséhez kötik (Benton, 1991; Heilman és mtsai, 1991). Bizonyos neurotranszmitterek diszfunkcionális szintje szintén nyilvánvaló ADHD esetén (Levy, 1991). Rendellenes dopamin és noradrenalin szintet találtak a prefrontális kéregben, az agynak azon területén, melynek rendellenes struktúrája és működése bizonyos ADHD jellegű tünetekért lehet felelős, mint például a figyelem gátlási és végrehajtó kontroll funkciójának hiányáért (Sharma és Couture, 2014, review tanulmány). Ennek megfelelően az ADHD kezelésére gyakran szimpatomimetikus hatású gyógyszereket alkalmaznak, mint amilyen a methylphenidate, az amfetaminok vagy az atomoxetine, melyek növelik a dopamin és noradrenalin szintjét a prefrontális kéregben (Zuvekas és mtsai, 2006; Sharma és Couture, 2014).

Az ADHD kezelésére napjainkig a leghatásosabbnak meghatározott nem-gyógyszeres (Chronis és mtsai, 2006; Jones és Chronis-Tuscano, 2008; Young és Amarasinghe, 2010) és gyógyszeres (Wernicke és Kratochvil, 2002; Brown és mtsai, 2018) kezelési formák kombinációja bizonyult (Goldman és mtsai, 1998; Jensen és mtsai, 2001; Pelham és Fabiano, 2008). Ezen kezelések elindítása számos ok miatt ajánlott, többek között azért, mert számos kutatás is feltárta az életminőség alacsonyabb szintjét a diagnózissal rendelkező gyermekek és felnőttek esetén – egészséges kontrollhoz viszonyítva –, mely életminőség csökkenésen a hatékony kezelés képes lehet javítani (Danckaerts és mtsai, 2010).

1.2. ADHD, végrehajtó funkciók és a figyelmi teljesítmény egyéb mutatói

Barkley (1997) elgondolásához hasonlóan számos kutató feltételezi a végrehajtó funkciók zavarát ADHD kapcsán (Schachar és mtsai, 1995; Sjöwall és mtsai, 2013), melynek következtében valószínűsítik a zavarra jellemző hiperaktív, impulzív és figyelemhiányos

viselkedésformák és a társas problémák megjelenését (Douglas, 1991; Pennington és Ozonoff, 1996; Kofler és mtsai, 2011).

Számos tanulmány támasztja alá a végrehajtó funkciók károsodását – többek között a munkamemória, a gátlás, a tervezés és stratégia-alkotás területein – ADHD esetében (például Rapport és mtsai, 2008; Kofler és mtsai, 2011; Sonuga-Barke és mtsai, 2002; Oosterlaan és Sergeant, 1996; Clark és mtsai, 2000). Ezen kutatások eredményeivel ellentétben számos kutató kétségbe vonja a végrehajtó funkciók károsodásának központi szerepét a zavarban (például Doyle és mtsai, 2000; Boonstra és mtsai, 2005; Nigg és mtsai, 2005; Willcutt és mtsai, 2005). A felsorolt tanulmányok szemléltetik, hogy ADHD esetében nincs teljeskörű egyetértés a kutatók között a végrehajtó funkciók károsodására vonatkozóan, aminek egyik oka lehet a különféle mérési eszközök alkalmazása ugyanazon végrehajtó funkció vizsgálatára céljából, illetve az eltérő kutatási elrendezések használata. Megkérdőjeleződik továbbá a felhasznált mérőeszközök (végrehajtó funkciókat mérő feladatok) reliabilitása is (mivel ezekről nem mindegyik tanulmány számol be), valamint a végrehajtó funkciókat mérő tesztek alacsony szenzitivitására és limitált diszkriminációs képességére is (Doyle és mtsai, 2000).

A végrehajtó funkciók mellett a kutatók más kognitív képességek érintettségére is találtak bizonyítékot ADHD-val kapcsolatban, például az éberséggel (Cao és mtsai, 2008; Abramov és mtsai, 2019), elterelhetőséggel (Gumenyuk és mtsai, 2005; Cassuto és mtsai, 2013), megosztott figyelemmel (Karatekin, 2004; Fuggetta, 2006) és kognitív flexibilitással/váltással (Lawrence és mtsai, 2004; Toplak és mtsai, 2009) foglalkozó kutatások. Ellenben mások ezen területek érintetlenségét találták a zavar esetében a specifikus végrehajtó funkciókhoz hasonlóan (például éberség területén Tucha és mtsai, 2006; megosztott figyelem kapcsán Elosúa és mtsai, 2017; flexibilitás/feladatváltás esetén Goldberg és mtsai, 2005).

1.3. ADHD és fizikai aktivitás

Egészséges személyeket vizsgálva több tanulmány is beszámol arról, hogy fizikai aktivitás hatására növekszik a prefrontális kéreg aktivitása felnőtteknél és gyerekeknél egyaránt (Yanagisawa és mtsai, 2010; Basso és mtsai, 2015; Mücke és mtsai, 2018), emelkedik a véráramlás (Jørgenssen és mtsai, 1992), a katekolaminok (Winter és mtsai, 2007; Zouhal és mtsai, 2008; Rethorst és mtsai, 2009) és a növekedési faktorok (brain-derived neurotrophic factor, BDNF) szintje (Zoladz és Pilc, 2010; Walsh és Tschakovsky, 2018; Pedersen, 2019). Ezen azonnali biológiai és neurokémiai változásoknak köszönhetően akut fizikai aktivitás hatására fokozódik a kognitív működés, míg krónikus fizikai aktivitás esetén morfológiai változások jönnek létre az agy azon területein, melyek fontos szerepet játszanak a tanulásban

(Best, 2010). Mindezen biológiai folyamatok (tehát az agy molekulális szintű működési mechanizmusai) kapcsolatban állnak a tanulással, kognícióval és memóriával (Glikoroska és Manchevska, 2012). A fizikai aktivitás jótékony biológiai és fiziológiai változásai így hatást gyakorolnak az agyra, valamint ennek megfelelően a kognitív funkciókra, továbbá elősegítik a jólét állapotát (Mandolesi és mtsai, 2018).

ADHD diagnózisú személyekre jellemző a fent említett biológiai folyamatok eltérő működése, illetve a katekolaminok és a BDNF nem megfelelő szintje (Durston és Konrad, 2007; Arnsten, 2009; Lee és mtsai, 2005; Pliszka, 2005; Sharma és Couture, 2014; Tsai, 2007). A fizikai aktivitás az általa indukált fiziológiai változások alapján mérsékelheti az ADHD tüneteit, mivel hatásmechanizmusa azonos a stimuláns gyógyszer hatásával (Wigal és mtsai, 2013). Ebből valószínűsíthető, hogy a gyógyszeresen kezelt ADHD diagnózisú személyekre hasonló fiziológiai, neurokémiai, valamint ebből következően kognitív működésbeli változásokat gyakorolhat a fizikai aktivitás, mint az egészséges személyekre, hiszen gyógyszeresedésük elősegíti az ADHD tüneteinek csökkenését (Hazell és mtsai, 2011), aminek egyik következménye a figyelmi és végrehajtó funkciók javulása (például Barnett és mtsai, 2001; Kempton és mtsai, 1999).

1.4. ADHD, életminőség és fizikai aktivitás

Az életminőség definíciója az Egészségügyi Világszervezet (World Health Organization, WHO) megfogalmazásában az egyén felfogása saját élethelyzetéről azon kulturális és értékrendbeli kontextusban, amelyben aktuálisan él (The World Health Organization Quality Of Life Group, 1995). A pszichiátriai zavarok közül specifikusan ADHD-val összefüggésben a kutatások eredményei nem egyöntetűek azt tekintve, hogy az ADHD diagnózisú gyermekek mely területeken ítélik rosszabbnak életminőségüket a kontroll csoportot képviselő gyermekekéhez képest (Klassen és mtsai, 2006; Marques és mtsai, 2013), ami az eltérő mérőeszközök és vizsgált korosztálynak is köszönhető.

Az információk mindkét forrásból (gyermek és szülője) származó fontosságára hívja fel a figyelmet Klassen és munkatársainak (2006) tanulmánya, melynek célja volt megvizsgálni fizikai és pszichológiai területekkel szembeni egyetértés mértékét szülők és ADHD diagnózisú gyermekeik között. Az ADHD diagnózissal rendelkező gyermek és szülője által adott eltérő értékelések oka lehet a különböző válaszadási stílus, miszerint a gyermekek szélsőségesebb pontszámokkal értékelnek, mint a gondviselők (Davis és mtsai, 2007). Mindezek mellett fontos hangsúlyozni, hogy a zavar nem csak a gyermek, hanem szüleinek és testvéreinek életminőségére is hatással lehet (Harpin, 2005).

Gapin és Etnier (2014) kutatása kiemelhető abból a szempontból, hogy elsőként vizsgálta a szülők percepcióját a fizikai aktivitás ADHD diagnózissal rendelkező gyermekük tüneteire gyakorolt hatásáról. Az értékelések szerint a fizikai aktivitás nem minden tünetre volt ugyanolyan hatással: leginkább a figyelemhiányos és hiperaktív tüneteket befolyásolta pozitív módon, mint az impulzivitás tüneteit.

Tudomásom szerint napjainkig egyetlen olyan kutatás létezik, mely a fizikai aktivitás és életminőség kapcsolatát elemezte. Gallego-Méndez és kollégáinak 2020-as tanulmánya az egészséggel kapcsolatos életminőség fizikai aktivitással (annak intenzitásával) való kapcsolatát mutatta be ADHD diagnózisú gyermekeknél, szüleik megítélése alapján. Eredményük szerint 8-14 éves gyermekek mintáját vizsgálva pozitív szignifikáns kapcsolat állt fenn a fizikai aktivitás gyakorisága és az egészséggel kapcsolatos életminőség között. Továbbá a rendszeres sportaktivitást nem végző gyerekek szülei szignifikánsan rosszabb egészséggel kapcsolatos életminőséget ítélték meg gyermekeik számára, mint a fizikailag aktívabb gyermekek szülei (Gallego-Méndez és mtsai, 2020).

1.5. ADHD, fizikai aktivitás és végrehajtó funkciók

A fizikai aktivitás kétféle formáját különböztetik meg és alkalmazzák a különféle kutatások: krónikus vagy akut fizikai aktivitást (Verburgh és mtsai, 2014). Krónikus fizikai aktivitás alatt a több alkalommal, hosszabb időn át folyó aktivitást, míg akut fizikai aktivitás alatt valójában egy egyszeri, rövid időtartamú aktivitást (leggyakrabban 10 és 40 perc közötti) ért a szakirodalom (Verburgh és mtsai, 2014). A *Psychiatria Hungarica*-ban megjelent nem szisztematikus tanulmányunkban 7 krónikus, illetve 6 akut aktivitást alkalmazó tanulmányt mutattunk be (Miklós és mtsai, 2017). Doktori dolgozatomban az azóta eltelt időben megjelenő további krónikus és akut fizikai aktivitási elrendezéssel dolgozó kutatások is bemutatásra kerültek.

Összességében elmondható, hogy az összegyűjtött 11 krónikus fizikai aktivitást alkalmazó kutatásból egy kivételével (Jensen és Kenny, 2004) mindegyik tanulmány ki tudott mutatni legalább egy végrehajtó funkció területen bekövetkező javulást a hosszútávú fizikai aktivitásos programokat követően. A 11 vizsgálatból négy a gátlás (Chang és mtsai, 2014; Smith és mtsai, 2013; Memarmoghaddam és mtsai, 2016; Pan és mtsai, 2019), három pedig a feladatváltás (Kang és mtsai, 2011; Pan és mtsai, 2019; Silva és mtsai, 2019) funkciójával kapcsolatos javulásról számolt be. Két tanulmány regisztrált jobb teljesítményt a feldolgozási sebesség (Kang és mtsai, 2011; Verret és mtsai, 2012), a fentartott figyelem (Verret és mtsai, 2012; Chou és Huang, 2017) és szelektív figyelem (Chou és Huang, 2017; Silva és mtsai, 2019) területén.

Egy tanulmány a tervezés és a verbális munkamemória (Gapin és Etnier, 2010), míg egy másik a diszkriminációs képességek területén (Chou és Huang, 2017) mért javulást.

Akut aktivitást alkalmazó kutatások tekintetében megállapítható volt, hogy tizenkét kutatásból tíznél kimutatható volt legalább egy figyelmi vagy végrehajtó funkció területen bekövetkező javulás (Medina és mtsai, 2010; Chang és mtsai, 2012; Pontifex és mtsai, 2013; Chuang és mtsai, 2015; Piepmeier és mtsai, 2015; Hung és mtsai, 2016; Gawrilow és mtsai, 2016; Ludyga és mtsai, 2017; Benzing és mtsai, 2018; Ludyga és mtsai, 2020). Ezen tíz tanulmányból a legtöbb esetén az esetlegesen több vizsgált terület mellett hétben a gátlási funkciók esetében történt javulás (Chang és mtsai, 2012; Pontifex és mtsai, 2013; Chuang és mtsai, 2015; Piepmeier és mtsai, 2015; Gawrilow és mtsai, 2016; Ludyga és mtsai, 2017; Benzing és mtsai, 2018). Ez a megállapítás pedig utalhat az akut fizikai aktivitás végrehajtó funkciókra gyakorolt szelektív hatására, melyek közül feltételezhetően a gátlási funkciók profitálnak a legjobban.

2. Célkitűzések/Hipotézisek

Disszertációmban három doktori témát érintő feldolgozás hipotézisei a következők:

2.1. Doktori munkám első feldolgozásában (1. elemzés: E1) nem gyógyszeres ADHD diagnózisú fiúgyermek mintáján a szülő által megítélt gyermeki életminőség és rendszeresen végzett fizikai aktivitás kapcsolatát vizsgáltuk meg, valamint feltárásra kerültek az életminőség feltételezett előrejelző tényezői is, továbbá a szülői önértékelés a gyermek által végzett rendszeres sporttevékenység szemszögéből (Miklós és mtsai, 2019a). Feltételeztem, hogy:

- Azok a szülők, akiknek gyógyszeres kezelés alatt nem álló ADHD diagnózisú fiúgyermekei rendszeres sporttevékenységben vesznek részt, gyermekük jobb életminőségéről, illetve kevesebb viselkedési problémájáról számolnak be, mint azon szülők, akiknek gyógyszeres kezelésben nem részesülő ADHD diagnózisú fiúgyermekei nem végeznek rendszeres sport aktivitást.
- A szülő saját magára vonatkoztatott önértékelése magasabb abban az esetben, amennyiben gyermeke rendszeresen végez sport aktivitást, szemben azokkal a szülőkkel, akik gyermekei nem vesznek részt rendszeres fizikai aktivitásban.
- A gyermek problémás viselkedése és figyelemhiányos és hiperaktív/impulzív tüneteinek összessége a szülői megítélés alapján, valamint a szülő saját magára vonatkoztatott önértékelése előrejelzői a szülő által értékelt gyermeki életminőségnek.

- A sport aktivitás aktuális gyakorisága (sporttal töltött órák száma hetente) bejósolja a szülő által értékelt gyermeki életminőséget.

2.2. Következő vizsgálati részként (2. elemzés: E2) az akut fizikai aktivitás hatásának vizsgálata során végzett alapállapotú figyelmi és végrehajtó funkcióbeli teljesítmények összehasonlítását végeztük három vizsgálati csoport: a) gyógyszeresen nem kezelt és b) gyógyszeres ADHD diagnózisú, valamint c) tipikusan fejlődő kontroll gyermekek csoportjai között (Miklós és mtsai, 2019b). Feltételeztem, hogy:

- Minden vizsgálati paraméter esetében (éberség, elterelhetőség, megosztott figyelem, flexibilitás és go/no-go szubteszt teljesítmény-mutatói) a nem gyógyszeresen kezelt ADHD diagnózisú gyermekek gyengébben teljesítenek, mint a gyógyszeres ADHD diagnózisú és tipikusan fejlődő gyermekek.
- A gyógyszeres csoport teljesítménye nem különbözik a tipikusan fejlődők csoportjától egyik felmért figyelmi és végrehajtó funkció paraméter tekintetében sem.

2.3. Végezetül (3. elemzés: E3) az akut fizikai aktivitás fent említett figyelmi és végrehajtó funkciókra gyakorolt potenciális hatását vizsgáltuk meg a gyógyszer nélküli és gyógyszeres ADHD diagnózisú, valamint tipikusan fejlődő csoport tagjainál (Miklós és mtsai, 2020). Az “ADHD és fizikai aktivitás” című fejezetben leírtak alapján, az ott bemutatott egészséges személyekre vonatkozó kutatási eredményekből, valamint az ADHD diagnózisú személyek előzőekben leírt eltérő agyi működési folyamataiból, továbbá a neurokémiai tényezők nem optimális szintjéből feltételezhető, hogy a fizikai aktivitás jótékony hatást gyakorolhat az ADHD diagnózisú személyek fiziológiai és élettani paramétereire egyaránt. Ennek következtében pedig vélhetően a tipikusan fejlődő személyekéhez igen hasonló működési szintre tudja emelni a kognitív és tanulási képességeket. Mivel a fizikai aktivitás fiziológiai paraméterekre gyakorolt hatása megegyezik a stimuláns gyógyszeres hatásmechanizmusával (Wigal és mtsai, 2013), így feltételezhető, hogy a gyógyszeresen kezelt ADHD diagnózisú személyekre hasonló fiziológiai, neurokémiai, illetve ebből fakadóan kognitív működésbeli változásokat gyakorolhat a fizikai aktivitás, mint az egészséges személyekre. Feltételeztem, hogy:

- Mindhárom vizsgálati csoport tagjai jobban teljesítenek fizikai aktivitást követően a mesenéző kontroll intervencióhoz képest a mért figyelmi és végrehajtó funkció paraméterek esetében.

3. Módszer

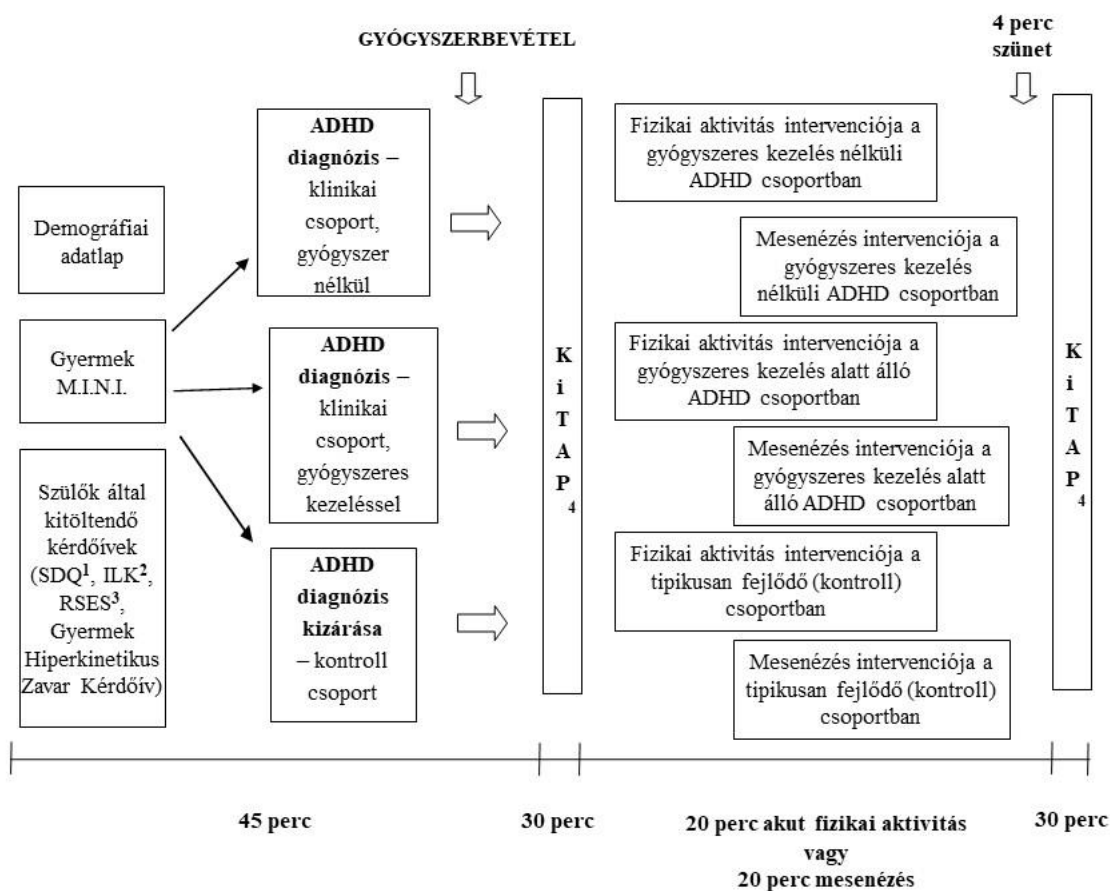
3.1. Etikai engedély, tájékoztatás és beleegyeztetés

A disszertációmban bemutatott kutatás az Egészségügyi Tudományos Tanács – Tudományos és Kutatásetikai Bizottságának 2016. január 25-én megadott engedélyével (etikai engedély száma: ETT-TUKEB-5677-1/2016/EKU [89/16]), majd annak meghosszabbításával (ETT-TUKEB-7406-5/2017/EKU) zajlott. A vizsgálatban való részvétel önkéntes volt. A kutatásról való szóbeli és írásbeli tájékoztatást követően a szülők és gyermekeik írásos beleegyezésüket adták a vizsgálatban való részvételhez.

A vizsgálat az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok (OTKA) 108336-os számú pályázat támogatásával történt.

3.2. Eljárás

A kutatási elrendezést az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra: Kutatási elrendezés

SDQ¹: Gyermek Képességek és Nehézségek Kérdőív (Strength and Difficulty Questionnaire), ILK²: Életminőség Kérdőív – Inventar zur Erfassung der Lebensqualität bei Kindern und Jugendlichen, RSES³: Rosenberg Önértékelés Skála (Rosenberg Self-Esteem Scale), KiTAP⁴: Gyermek Figyelmi Teljesítmény Teszt (Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung für Kinder / Test of Attentional Performance for Children)

A vizsgálat folyamata 5 fázist tartalmazott: 1) tájékoztatás-beleegyeztetés (E1, E2 és E3 esetében is); 2) diagnosztikus és kérdőív felvételes szakasz (E1, E2 és E3 esetében: Gyermek M.I.N.I., demográfiai adatlap; E1 esetében: SDQ, ILK, RSES, Gyermek Hiperkinetikus Zavar Kérdőív); 3) első körös neuropszichológiai vizsgálat, azaz a pre-tesztelés fázisa (KiTAP) (E2 és E3 esetén); 4) intervenciók (fizikai aktivitás vagy mesenézés, mint kontroll beavatkozás) (csak E3 esetén); 5) második körös neuropszichológiai vizsgálat, azaz poszt-tesztelés fázisa (KiTAP) (csak E3 esetén).

A kísérleti intervenció feltételében regisztráltuk a résztvevők nyugalmi pulzusát és vérnyomását. Amennyiben a mért értékek megfeleltek a beválasztási kritériumnak, a fizikai aktivitás minimális és maximális céltartományainak kiszámolása következett a maximális pulzus 60% és 80%-ának felhasználásával ($HR_{max}=220-\text{életkor}$, She és mtsai, 2015; Riebe és mtsai, 2017). Az intenzitás és fizikai aktivitás protokolljával kapcsolatos ajánlást a budapesti Országos Sportegészségügyi Intézet (Sportkórház) Teljesítmény Diagnosztikai Kutató Osztályának osztályvezetője adta. Ennek megfelelően minden gyermek esetében kiszámítottuk a minimális céltartományt a $(220 - \text{életkor}) \times 0,6$, illetve a maximális céltartományt a $(220 - \text{életkor}) \times 0,8$ képlet alkalmazásával. Az intenzitás e két érték között tartottuk az aktivitás ideje alatt. E célból a gyermek mellkasára helyezett mellkasszíjon rögzített jeladó végig rögzítette és közvetítette a pulzust egy applikáció alkalmazásával. Az aktivitás közben mért átlag átlagpulzus 140,57 bpm ($SD=5,92$ bpm) volt, amivel kapcsolatban összefüggött az átlag 66,79% átlag-intenzitáson ($SD=2,91$, Min=60%, Max=72%) végzett testmozgás, mely bizonyítja annak mérsékelt fokát. A csoportok között nem mutatkozott szignifikáns eltérés az átlagpulzus tekintetében ($F(2, 72)=0,43$, $p>0,05$).

A futópádon kivitelezett futás intervallum tréning formájában valósult meg az ajánlás alapján: 4x4-es periódusok, az egyes periódusok közti 1 perces séta „szünetekkel”. A fizikai aktivitás végzése közben a gyerekek egy 20 perces rajzfilmsorozat két részét nézték végig, „A Madagaszkár pingvinjei”-nek ugyanazon epizódjait, mint a kontroll intervencióban résztvevők. A kontroll intervenció vizsgálati személyei ugyanazon két mesesorozat 20 percen át tartó részeit nézték végig ülő helyzetben, mint a fizikai aktivitás feltételében szereplők.

3.3. Minta

A teljes kutatásba (E1, E2 és E3) összesen 168 gyermeket vontunk be, akiknek életkora 6 és 12 év között volt. Az adatgyűjtés 2016 februárjától 2018 februárjáig zajlott. Az elemzés két klinikai, valamint egy kontroll csoportot adatait tartalmazza. Mindhárom vizsgálati csoport esetében kényelmi mintavételt alkalmaztunk.

A klinikai mintában résztvevő gyermekek toborzása a Vadaskert Gyermekek- és Ifjúságpszichiátriai Kórház és Szakambulancián történt, Budapesten. A kontroll csoport tipikusan fejlődő gyermekekből állt, akik budapesti általános iskolákból kerültek ki.

A klinikai minták esetében beválogatási kritériumok között szerepelt a gyermekek 6-12 éves kora, valamint az ADHD diagnózis felállíthatósága strukturált diagnosztikus interjú által. A klinikai minta két alcsoportot foglalt magában: 1) gyógyszeres kezelés alatt nem álló és 2) beállított gyógyszeres kezelésben részesülő ADHD diagnózisú gyermekek csoportját.

A gyógyszeres kezelésben nem részesülő csoport tagjai először fordultak gyermekpszichiátriai segítségért. A kutatás kísérleti része még az előtt teljesülhetett, mielőtt a gyermekek kórházi kezelőorvosa a gyógyszeres kezelés elindítását, illetve gyógyszerelés beállítását javasolhatta volna. Ezen típusú klinikai csoport esetében a beválogatási kritériumok közt szerepelt továbbá, hogy korábban nem álltak methylphenidate vagy atomoxetine hatóanyag tartalmú kezelésben. Ezzel szemben a gyógyszeres kezelést kapó klinikai mintában szereplő vizsgálati személyek beállított és aktuálisan folyamatban levő gyógyszeres kezelésben kellett részesülniük.

A kontroll (azaz tipikusan fejlődő) csoportot illetően a következő beválogatási kritériumok szerepeltek: 6-12 éves kor; korábbi pszichológiai vagy pszichiátriai kezelés hiánya; valamint a strukturális diagnosztikus interjú általi ADHD diagnózis kizárása.

Mindhárom vizsgálati csoport esetében kizárási kritériumnak számított az anamnesztikus előzmények között feltüntetett vagy retrospektíven felállítható értelmi fejlődés zavara vagy autizmus spektrumzavar; a feladatok végrehajtásának elutasítása, az ehhez kapcsolódó opponáló viselkedés; betegség (például hasfájás, hasmenés); egyéb hatóanyagtartalmú gyógyszerek aktuális alkalmazása (például tiaprid, risperidon); befejezetlen/hiányos diagnosztikus interjú; a kontroll gyermekek esetében korábbi pszichológiai vagy pszichiátriai ellátás jelzése.

E3 esetében a fentiekén kívül a kutatás kísérleti (fizikai aktivitási) részéből kizárásra kerültek azon gyermekek, akiknél veleszületett vagy szerzett szívbetegség, illetve bármilyen más kardiovaszkuláris betegség, asztma és/vagy diabétesz állt fenn az orvosi előzményekben. A fizikai aktivitás intervenciójában nem vehettek részt továbbá azok a gyerekek, akiknek a

nyugalmi pulzusa 110 bpm fölötti és/vagy akiknek a vérnyomása 130/80 Hgmm feletti volt a kezdetekkor.

3.3.1. A minta leírása E2 és E3 esetén

E2 és E3 elemzésünk eseteiben 50 gyógyszer nélküli (45 fiú és 5 lány, $M=8,26$ év, $SD=1,47$, 6-11 éves kor közötti), 50 gyógyszeres kezelés alatt álló (47 fiú és 3 lány, $M=9,70$ év, $SD=1,78$, 6-12 éves kor közötti) ADHD diagnózisú, valamint további 50 tipikusan fejlődő (43 fiú és 7 lány, $M=8,68$ év, $SD=1,41$, 6-11 éves kor közötti) gyermek adatait dolgoztuk fel. Az összesített minta leginkább fiú résztvevőkből állt (135 fiú és 15 lány). A csoportok között szignifikáns különbség állt fenn az életkor ($F(2, 147)=11,29$, $p<0,001$).

A fentiekén kívül megemlítendő, hogy a nem gyógyszeres klinikai mintában 40 gyermek (80%) kombinált, 8 gyermek (16%) túlnyomórészt figyelemhiányos, míg 2 gyermek (4%) túlnyomórészt hiperaktív/impulzív típusú ADHD diagnózissal rendelkezett. A gyógyszeres csoport 48 (96%) kombinált, 1 (2%) túlnyomórészt figyelemhiányos és szintén 1 (2%) túlnyomórészt hiperaktív/impulzív típusú ADHD diagnózisú gyermekből állt. A túlnyomórészt figyelemhiányos és hiperaktív/impulzív típusú ADHD diagnózissal rendelkező személyek alacsony esetszáma okán csak a kombinált típusú diagnózis összehasonlítását végeztük el a két klinikai csoport között Pearson-féle Khi négyzet próbával és Yates-féle kontinuitás korrekcióval. Ennek eredménye szerint a diagnózis szignifikánsan különbözik a két csoport között ($\chi^2(1)=4,60$, $p=0,03$), tehát több kombinált típusú diagnózissal rendelkező gyermek szerepel a gyógyszeres, mint a gyógyszer nélküli csoportban.

A gyógyszeres csoport tagjai közül 43 fő (86%) methylphenidate, 7 fő (14%) pedig atomoxetine kezelésben részesült a vizsgálat folyamata alatt. Az átlagos methylphenidate dózis 15,70 mg ($SD=7,68$), míg ez a dózis átlag atomoxetine esetében 39,29 mg ($SD=15,66$) volt.

3.3.2. A minta leírása E1 esetén

Az 1. elemzésünkbe az E2 és E3 esetén bemutatott nem gyógyszeres klinikai csoportból 45 gyógyszer nélküli, 6-11 éves kor ($M=8,24$, $SD=1,48$) közötti ADHD diagnózisú fiúgyermek adata került. A nem gyógyszeres ADHD diagnózisú fiúgyermekek közül 24 fő rendszeresen végzett sporttevékenységet, míg 21 fő nem vett részt aktívan bármiféle sporttevékenységben. A sportolási tevékenység abban az esetben minősült rendszeresnek, amennyiben a felmérést megelőzően legalább 1 hónapja rendszeres sportolási aktivitásról számolt be a gyermek szülője a kitöltésre szánt demográfiai adatlapon. A két csoport között nem volt szignifikáns különbség az életkort tekintve ($U=249,50$, $Z=-0,06$, $p=0,95$).

3.4. Mérészközök

3.4.1 Gyermek Mini Nemzetközi Neuropszichiátriai Interjú (MINI International Neuropsychiatric Interview Kid Version – Gyermek M.I.N.I.) – E1, E2 és E3 esetén

A teljes kutatás során az ADHD diagnózis felállításához (gyógyszeres kezelés nélküli és gyógyszeresen kezelt ADHD diagnózisú csoport esetében), illetve annak kizárásához (kontroll csoport esetében) a Gyermek Mini Nemzetközi Neuropszichiátriai Interjú Gyermekeknek és Serdülőknek (Gyermek M.I.N.I.) szóló, magyar nyelvű, módosított verzióját alkalmaztuk (Lecrubier és mtsai, 1997; Sheehan és mtsai, 1997; Sheehan és mtsai, 1998; Balázs mtsai, 2004; Sheehan és mtsai, 2010). A gyógyszeres kezelés alatt álló csoport esetében retrospektíven kérdeztünk rá az ADHD gyógyszereszedés előtt fennálló tünetekre, így került „újra” felállításra a vizsgálat idejére a diagnózis.

A kérdőív magyar nyelvű adaptációját Balázs és munkatársai végezték (Balázs és mtsai, 2004). Vizsgálatuk szerint a kérdőív inter-rater és teszt-reteszt reliabilitása megfelelő az elemzett pszichiátriai zavarok esetében. A mérőeszköz kritérium-validitása szintén elfogadhatónak bizonyult mind szenzitivitás, mind specifitás értékekkel vizsgálva (Balázs és mtsai, 2004).

A vizsgálat során – a Gyermek M.I.N.I. instrukciói alapján – a gyermekek szüleikkel együtt vettek részt az interjúban, mivel 13 éves kor alatt a felvételhez a szülő jelenléte szükséges, aki így segíteni tudja a gyermek válaszadását (Balázs és mtsai, 2004; Sheehan és mtsai, 2010). Az interjút végző személynek a diagnosztikus interjú felvételéhez egy rövid képzésen szükséges részt vennie, melyet követően magabiztosan lesz képes alkalmazni a mérőeszközt.

3.4.2. Életminőség Kérdőív – Inventar zur Erfassung der Lebensqualität bei Kindern und Jugendlichen (ILK) – E1 esetén

A gyermeki életminőség gyermek és szülő általi értékelésére a Matthejat és Remschmidt (1998) által németországi populációs és pszichiátriai beteg mintán validált kérdőívet, az Intervertar Lebensqualität Kindern und Jugendlichen-t (ILK) alkalmaztuk. Az ILK magyar verziójának validálásának eredményeként a belső megbízhatóság megfelelő Cronbach α értékét találták mindhárom verzió (gyermek, serdülő, szülő) esetén, ahogyan elfogadható volt a mérőeszköz teszt-reteszt reliabilitása is (Kiss és mtsai, 2007).

A szülői változatnál a gondviselők töltik ki a kérdőívet gyermekük életminőségére vonatkoztatva. Ezen verzió esetén (hasonlóan a gyermekek számára tervezetthez) az általános életminőségen kívül 6 specifikus terület felmérése történik az ILK alapján: iskola, család, kortárskapcsolatok, egyedül töltött idő, fizikai egészség és hangulat (Kiss és mtsai, 2007).

Klinikai minta bevonása esetén a betegség/probléma általi, valamint a klinikai vizsgálatokból és a kezelésekből adódó megterhelést felmérő kérdések is felmérésre kerülnek a kétféle változatnál. A Likert-skála alapú értékeléssel kapcsolatban hangsúlyozni kell, hogy mindkét verziónál az alacsonyabb érték jelez jobb életminőséget.

Az általunk végzett reliabilitás vizsgálat kimutatta az 5. item többitől való eltérését, melyet annak alacsony item-totál korrelációs eredménye ($r=0,15$) is alátámasztott. Az 5. tétel kiemelését követően a 0,79-es Cronbach α értéke jelzi a kérdőív megfelelő szintű megbízhatóságát.

3.4.3. Gyermek Képességek és Nehézségek Kérdőív (Strength and Difficulty Questionnaire, SDQ) – E1 esetén

A gyermekek problémás viselkedésének szülő általi felmérésére a Goodman (2001) által kifejlesztett Gyermek Képességek és Nehézségek Kérdőívet (Strength and Difficulty Questionnaire, SDQ) választottuk, mely a 3-16 éves korosztály érzelmi és viselkedéses jellemzőinek, egyben képességeinek (proszociális viselkedés) vizsgálatának céljából készült.

A kérdőív mindegyik változata (önkitöltős, szülői és tanári) 25 tételt foglal magában, melyek 5 alskálára oszthatók: Hiperaktivitás, Érzelmi tünetek, Viselkedésbeli problémák, Kortárskapcsolat nehézségei, Proszociális magatartás (Goodman, 2001). Az SDQ probléma pontszám a skálapontszámok összege által képezhető, a proszociális alskála kivételével. A minél magasabb pontszám jelzi a problémás viselkedés nagyobb mértékét.

A magyar változat validálását Turi és munkatársai (2013) végezték el, melynek során a mérőeszköz skáláinak belső konzisztenciájáról információt adó értékek mérsékelttől a megfelelőig terjedtek. A magyar változat diagnosztikus differenciáló képessége is megfelelőnek bizonyult a klinikai és kontroll csoportok összevetésekor, így a kérdőív alkalmasnak minősül a klinikai mintán való használat esetén is.

Elemzésünkben a mérőeszköz 0,73-as Cronbach α értéket mutatott, alátámasztva a kérdőív reliabilitását.

3.4.4. Rosenberg Önértékelés Skála (Rosenberg Self-Esteem Scale, RSES) – E1 esetén

A szülői önértékelés mérésére a Rosenberg Önértékelés Skálát (Rosenberg Self-Esteem Scale, RSES) alkalmaztuk, mely általánosan elterjedt mérőeszköz az általános önértékelés mérésére (Rosenberg, 1965; Schmitt és Allik, 2005). A kérdőív alternatív magyar fordítású verziójának (RSES-H) pszichometriai vizsgálata szerint a belső konzisztenciával kapcsolatos mérések megfelelőnek bizonyultak (Sallay és mtsai, 2014). A kérdőív 10 állítást tartalmaz, melyekre

négyfokú Likert-skála alapján szükséges választ adni. A magasabb pontszám egyenlő magasabb fokú önértékeléssel.

A mérőeszköz megbízhatósága megfelelőnek bizonyult (Cronbach $\alpha=0,91$) vizsgálatunkban.

3.4.5. Gyermek Hiperkinetikus Zavar Kérdőív (Attention Deficit Hpyeractivity Disorder, ADHD) – E1 esetén

Az ADHD két fő tünetének (figyelemhiány, hiperaktivitás/impulzivitás) súlyossági fokát a Gyermek Hiperkinetikus Zavar Kérdőív (Attention Deficit Hpyeractivity Disorder, ADHD) alkalmazásával határoztuk meg, melyet DuPaul (1998) fejlesztett ki. A benne felsorolt 18 tétel két alskálára bontható: Figyelemhiány és Hiperaktivitás/Impulzivitás. Súlyosabb fokú tünetek fennállását jelzi a minél magasabb összpontszám, alskálánként és összességében egyaránt. A kérdőív szülő, illetve pedagógus által is kitölthető. A Faries és munkatársai (2001) által végzett külföldi validálás klinikusok által végzett értékelés alapján elfogadható szintű inter-rater és újrateszteléses reliabilitást, belső konzisztenciát, konvergens és diszkrimináns validitást és érzékenységet eredményezett.

A kérdőív megfelelő Cronbach α értékkel rendelkező vizsgálatunk során (Cronbach $\alpha=0,91$), megerősítve annak megbízhatóságát.

3.4.6. Demográfiai adatlap – E1, E2 és E3 esetén

A vizsgálatban résztvevők demográfiai jellemzőinek felmérésére a kutatás számára egyedi demográfiai adatlapot szerkesztettünk.

3.4.7. Gyermek Figyelmi Teljesítmény Teszt (Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung für Kinder / Test of Attentional Performance for Children, KITAP) – E2 és E3 esetén

A figyelmi teljesítmény és végrehajtó funkciók mérésére a Gyermek Figyelmi Teljesítmény Tesztet (Test of Attentional Performance for Children, KITAP) választottuk, mely jellege szerint egy számítógép alapú folyamatos teljesítményteszt (Kaufmann és mtsai, 2010; Psychologische Testsysteme, 2011). A teszt gyermeki változata ugyanazon megfontolásból került kifejlesztésre, mint a felnőttek számára készült verzió (agyi sérülést szenvedett felnőttek figyelmi és végrehajtó funkció szintjének vizsgálata céljából), így ez az eredeti tesztbatteria gyermek változatának feleltethető meg (Zimmermann és mtsai, 2005). A batteria 8 feladatot tartalmaz, melyek közül jelen vizsgálat keretében 5 került felvételre: az éberség (Alertness), az elterelhetőség (Distractibility), a megosztott figyelem (Divided attention), a rugalmasság (Flexibility) és a válaszgátlás (Go/no-go). Azért esett a választás ezekre a szubtesztekre, mivel

rövidebb végrehajtási idővel rendelkeznek, így fent tudtuk tartani a gyermekek motivációját a vizsgálat teljes ideje alatt.

Minden feladat esetében lehetőség van előtesztelés elvégzésére, aminek során a vizsgálatvezető meggyőződhet arról, hogy a gyermek megértette-e a feladatot.

3.4.8. A fizikai aktivitás és kontroll intervenció esetében alkalmazott eszközök – E3 esetén

E3 során az akut fizikai aktivitás kivitelezése DOMYOS TC7 típusú futópadon történt. Az aktivitás ideje alatt folyamatos pulzusz mérés és rögzítés történt Polar H7 HR Sensor Wearlink Bluetooth mellkasi jeladó és a hozzá tartozó applikáció használatával, mely mérőeszköz a vizsgálati személy mellkasán helyezkedett el a fizikai aktivitás időtartama alatt. Mind a futás, mind a kontroll intervencióként alkalmazott mesenézés során a gyermekek „A Madagaszkár pingvinjei” című mesesorozat két epizódját nézték végig egy iPadon.

3.5. Statisztikai elemzések

3.5.1. E1 statisztikai elemzése

Az 1. elemzés esetében statisztikai elemzéseket az IBM SPSS Statistics 22.0.0 programmal végeztük.

Legelőször a numerikus változók eloszlását vizsgáltuk a Kolmogorov-Smirnov teszt által, melynek eredménye szerint a hetente sportolással töltött órák számán kívül minden változó normál eloszlást mutatott.

Független mintás t-próba alkalmazásával vizsgáltuk meg, hogy a rendszeres sport aktivitást végző fiúk szülei jobb életminőségről és kevesebb viselkedési problémáról számolnak-e be, mint azon fiúk gondviselői, akiknek gyermeke nem sportol rendszeresen. Ezt követően teszteltük, hogy azon szülők, akiknek gyermeke aktívan sportol, magasabb önértékelésről tud-e beszámolni összevetve azon szülővel, akinek a gyermeke nem sportol rendszeresen. A szülő által értékelt összesített gyermeki életminőség mutatószáma az 1-es, 2-es, 3-as, 4-es, 6-os és 7-es tételek összegének átlagából jött létre, mivel ezen tételek bizonyultak a kérdőív reliabilitás-vizsgálatakor a gyermeki életminőséghez leginkább kapcsolódó tételeknek. Az 5. item többletétől való eltérését annak alacsony item-totál korrelációs eredménye ($r=0,15$) is megerősítette.

Ezután a szülő által értékelt gyermeki életminőség potenciális prediktorainak vizsgálatára többváltozós regressziós analízist (lépésenkénti, stepwise modell) alkalmaztunk, mely esetén a multikollinearitás feltétele még elfogadhatónak minősült.

Ezt követően többszemponos varianciaanalízist alkalmazva (Univariate of Analysis of Variance) az SDQ probléma pontszám és a rendszeresen végzett sporttevékenység életminőségre gyakorolt hatását elemeztük. Az elemzésnél a szóráshomogenitás feltétele teljesült (Levene teszt, $p=0,65$).

Végül a rendszeres fizikai aktivitás időtartamát (órák száma hetente) szülő által értékelt gyermeki életminőségre gyakorolt hatását vizsgáltuk meg lineáris regresszió elemzés alapján (enter-eljárás). Mind a homoszkedaszticitás, mind a hibatagok normális eloszlásának (Kolmogorov-Smirnov teszt, $p=0,20$) feltétele teljesült.

3.3.2. E2 statisztikai elemzése

A statisztikai analízisek a 2. elemzés esetén az R programmal (3.5.1. verzió, R Foundation for Statistical Computing, Bécs, Ausztria) valósultak meg.

Az alkalmazott KiTAP szubteszt paramétereinek közül a hibák és kihagyások száma, valamint a reakcióidő mediánja és szórása (mint reakcióidő variabilitása) került elemzésre Zimmermann és munkatársai (2005) javaslata alapján. A reakcióidő mediánjának és szórásának nyers adatait Shapiro és Bartlett tesztet alkalmaztunk a normalitás és homogenitás tesztelésére. A normalitás feltételének megszegése esetén Tukey power transzformációt használtunk. A lefuttatott ANOVA elemzések főként a Tukey-transzformált adatok felhasználásával történtek. Ezen modellek megbecslése után a feltételek esetleges megszegésének vizsgálatára Global Validation of Linear Model Assumptions (GVLMA) csomagot alkalmaztunk (Pena és Slate, 2019). Ezután történt a következő kontroll változók hozzáadása: nem, életkor, anya iskolai végzettsége, apa iskolai végzettsége és a korábban sportolással töltött hónapok száma. Ezen változók hozzáadását követően a MASS csomagból (a „Modern Applied Statistics with S” 4. kiadásának [Venables és Ripley, 2002] a csomag által tartalmazott függvények és adatbázisok általi támogatása) stepAIC (Akaike információs kritérium alapján végzett lépésenkénti, stepwise modell kijelölése) alkalmazásával kiválasztásra került a legjobban illeszkedő modell. Ezáltal minden modell mind forward, mind backward eljárással megbecslésre került és a legalacsonyabb Akaike információs kritérium alapján került ki ilyenformán a legjobban illeszkedő modell. Minden modellben megtartottuk a csoport és életkor változóját, mivel előbbi feltételese meghatározó prediktorként szerepelt a vizsgálatban. Másrészt pedig nem vehettük figyelmen kívül a csoportok közti szignifikáns életkori különbséget, így ezt minden regresszió során kontrolláltuk. Következő lépésként teszteltük a lineáris modell feltételeit, majd a Tukey-féle HSD (honestly significant difference) teszt segítségével a post hoc tesztek kerültek

kivitelezésre. Ez utóbbi során a csoportok páronkénti összehasonlítása, valamint a nem gyógyszeres csoport adatait vetettük össze a gyógyszeres és kontroll csoport átlagaival.

Generalizált lineáris modelleket alkalmaztunk a kihagyások és hibázások számának vizsgálatának céljából. A diszperziós paraméter egységességtől eltérő nagysága miatt negatív binomiális regressziót futtattunk le minden függő változó esetében. Ezután a többszörös modell-specifikációk tesztelése következett. Először összehasonlítottuk a lineáris versus négyzetes variancia függvények illeszkedését. Ezt követően a függő változóknál mért nagyszámú zérus értékek okán a zéró-inflációt vizsgáltuk meg. Az Akaike és bayesi információs kritériumok mellett a legjobb modell-illeszkedések összehasonlítása a valószínűségi hányados teszten alapult. Majd a legjobban illeszkedő modelltől felmérésre kerültek a csoport változó paraméterei. Következő lépésként a csoport hatásának értékelése és a Tukey-féle HSD korrekció általi post hoc tesztelés kivitelezése történt meg. Ezután a szignifikancia szintek és az Akaike információs kritérium alapján hozzá lettek adva a fent felsorolt kontroll változók, majd ezen nagyobb modell kapcsán ismételtén a csoport hatásának értékelése és post hoc tesztelés fázisa következett. Végül összehasonlítottuk a nem gyógyszeres csoport adatait a gyógyszeres és kontroll csoport átlagaival.

A 15 modell megbecslését követően az elsőfajú hiba esélyének csökkentése érdekében kontrolláltuk a hibarátát (family-wise error). Ezzel kapcsolatban a Benjamini és Yekutieli-féle módszert választottuk (Benjamini és Yekutieli, 2001).

3.3.3. E3 statisztikai elemzése

A 3. elemzés adatain végzett statisztikai elemzések az R program (3.5.1. verzió, R Foundation for Statistical Computing, Bécs, Ausztria) alkalmazásával történtek.

Első körben a kiugró (outlier) értékeket detektáltuk a kétszeri mérés (pre- és poszt-intervenciós) adatait tartalmazó adatbázison. A khi-négyzet eloszláson alapuló Mahalanobis távolság (Mahalanobis distance, MD) demonstrálta, hogy mely esetekben található multivariáns kiugró érték.

Másodszor, minden csoport-intervenció kombináció esetében sűrűség függvényeket hoztunk létre az egyes függő változók eloszlásának vizsgálatára, majd elkészültek a leíró statisztikák. Folytonos változók (reakcióidő mediánja és szórása) kapcsán a modellben feltűnő nem-normális maradéktagok előfordulási valószínűségének csökkentése érdekében Tukey power transzformációt alkalmaztunk.

Harmadszor, kevert-hatású modellek becslését végeztük, mely magyarázza mind a személyek közti faktorokat (csoporttagság és intervenció típusa), mind a személyen belüli eltéréseket. Ez

utóbbi az egyes modellek esetében a mindegyik résztvevőkhöz számolt külön metszéspont (random intercept) hozzáadásával valósult meg. A reakcióidő mediánja és szórása esetén Gauss eloszlású kevert-hatású modellt alkalmaztunk. A diagnosztikák során vizuális szemrevételezéssel és szükség esetén Shapiro-Wilk és Levene-teszttel ellenőriztük a normalitást és heteroszkedaszticitást.

A kihagyások és hibázások számának elemzésére Poisson vagy negatív binomiális eloszlású generalizált lineáris kevert modelleket (generalized linear mixed model, GLMM) futtattunk le. A Poisson modellek megbecslését követően az esetleges túlszórás vagy zéró-infláció megállapításának tesztelését végeztük. Amennyiben a túlszórást vizsgáló teszt szignifikáns lett vagy a Poisson modell nem konvergált, úgy negatív binomiális modellt alkalmaztunk. Abban az esetben, ha a modell ezután is túlszórást mutatott, azt csoportonként modelleztük le (feltételezve, hogy a túlszórás nem azonos minden vizsgálati személy esetében, hanem a csoporttagság függvénye). Zéró-infláció modellben való jelenlétekor annak lemodellálása úgy történt, mintha az minden résztvevőnél azonos lenne. Másodsorban – amennyiben az első lépés nem vezetett elfogadható eredményre – a csoporttagság működésekként lett lemodellelve.

Negyedszer, a marginális átlagok Kenward-Roger-féle szabadságfok módszerrel becsültük meg a három független változó (csoport, intervenció és mérési időpontok) fő és interakciós hatásának vizsgálatára céljából.

Végül, Bonferroni korrekció alkalmazásával, összevetettük a két mérési időpontot annak a céljából, hogy a kétféle intervenció típus közti időbeli változás mindhárom csoport esetében történő összehasonlítása megvalósuljon.

4. Eredmények

4.1. E1 eredményei

4.1.1. Kérdőívek eredményei

Szülők által értékelt gyermeki életminőség, SDQ probléma pontszám és a szülők Önértékelés pontszáma (rendszeres aktivitást végző fiúk versus rendszeres aktivitást nem végzők)

Rendszeres sporttevékenységet végző fiúk esetében a szülők szignifikánsan jobb ($t(43)=-3,87$, $p<0,001$) gyermeki életminőségről ($N=24$; $M=2,02$, $SD=0,59$) számoltak be, mint azon szülők, akiknek fia nem edz rendszeresen ($N= 21$; $M=2,67$, $SD=0,53$). A Cohen d értéke 1,16, mely nagy hatásméretet jelez.

Szintén szignifikánsan alacsonyabb ($t(43)=-3,27$, $p=0,002$) volt az SDQ probléma pontszám azon gyermekek esetében, akik rendszeresen végeznek fizikai aktivitást ($M=16,38$, $SD= 4,84$),

szemben azokkal, akik inaktívak ($M=21,14$, $SD=4,93$). A 0,97-es értékű Cohen d szintén nagy hatásméretet implikál.

Azon szülők esetében volt szignifikánsan magasabb ($t(43)=-2,05$, $p=0,047$) Önértékelés pontszám kimutatható, akiknek a gyermeke rendszeresen vesz részt fizikai aktivitásban ($M=33,33$, $SD=4,78$) összehasonlítva azon szülőkkel, akiknek gyermeke nem edz rendszeresen ($M=29,62$, $SD=7,28$). A hatásméret közepesnek ítéltető a 0,60-os Cohen d értéknek megfelelően.

SDQ probléma pontszám, Hiperaktivitás pontszám és a szülő Önértékelés pontszáma, mint a gyermeki életminőség potenciális prediktora

Az alkalmazott többváltozós regressziós analízis (stepwise modell) alapján a potenciális prediktorok közül (SDQ probléma pontszám, Hiperaktivitás pontszám, szülői Önértékelés pontszám) az SDQ probléma pontszám lett az egyetlen szignifikáns független változó, mely alkalmasnak bizonyult a szülő által értékelt gyermeki életminőség bejósolására ($R^2=0,47$, $F(1,43)=37,71$, $p<0,001$, $\beta=0,68$, $p<0,001$). A Hiperaktivitás pontszám ($\beta=0,12$, $p=0,927$) és a szülői Önértékelés pontszám ($\beta=-0,99$, $p=0,394$) kizárásra kerültek a modellből.

Az SDQ probléma pontszám és rendszeres fizikai aktivitás hatása a szülő által értékelt gyermeki életminőségre

A többszemponos varianciaanalízis eredményének megfelelően mind a kovariánsként bevitt SDQ probléma pontszám ($F(1,42)=22,75$, $p<0,001$), mind a rendszeres sporttevékenység ($F(1,42)=4,50$, $p=0,04$), mint változó szignifikáns fő hatással bír a szülő által értékelt gyermeki életminőségre.

Alacsonyabb SDQ probléma pontszám jobb életminőséggel jár együtt, mint a magasabb pontszám ($r=0,68$, $p<0,001$). Hasonlóképpen, a rendszeres aktivitásban résztvevő fiúk szülei jobb életminőségről ($t(43)=-3,87$, $p<0,001$) számolnak be gyermekükre vonatkozóan, mint azon szülők esetében, akiknek gyermekei nem sportolnak aktívan.

Az aktuális sporttevékenység gyakorisága (heti óraszám) és a szülő által értékelt gyermeki életminőség vizsgálata

A rendszeresen végzett jelenlegi sporttevékenység (óraszám hetente) a lineáris regresszió eredménye alapján a szülők által pontozott gyermeki életminőség szignifikáns prediktorának ($R^2=0,16$, $F(1,43)=8,06$, $p=0,007$, $\beta=-0,397$, $p=0,007$) bizonyult.

4.2. E2 eredményei

4.2.1. KiTAP paraméterek

Az alábbiakban a különböző KiTAP szubtesztek vizsgált paramétereinek eredményeit mutatom be. A varianciaanalízis modelljeiben a csoport, mint változó mindig szignifikáns volt. Az életkor kontroll változója szignifikáns értéket ért el a felmért paraméterek többségében (14/15). A 15 vizsgált mutatóból a sportolással töltött hónapok száma három, az anya iskolai végzettsége kettő, míg az apa iskolai végzettsége egy mutató esetében lett szignifikáns prediktor a csoport és életkor változója mellett.

Éberség – reakcióidő mediánja és variabilitása (szórása)

A szubteszt esetén a reakcióidő mediánja és variabilitása (szórása) állt a fókuszban. A Tukey-féle korrekció elvégzését követően a páros összehasonlítások nem eredményeztek szignifikáns eredményt, ahogyan a gyógyszeres és kontroll csoport versus nem gyógyszeres csoport összehasonlítás sem lett szignifikáns.

A reakcióidő variabilitásának (szórásának) elemzésekor a korrigált kontraszt mérések szignifikáns különbséget eredményeztek a nem gyógyszeres és kontroll ($t(146)=3,66, p=0,001$), valamint a nem gyógyszeres és gyógyszeres csoport között ($t(146)=3,19, p=0,005$). Nem volt szignifikáns különbség mérhető a gyógyszeres és kontroll csoport között. Ezen eredményeken felül szignifikánsnak bizonyult a különbség a nem gyógyszeres és a gyógyszeres és kontroll csoport átlaga közti összehasonlítás során ($t(146)=-3,49, p<0,001$).

Elterelhetőség – kihagyás (összes, elterelő ingerrel és anélkül) és hibázás (összes, elterelő ingerrel és anélkül)

Az elterelhetőség szubteszt esetén a vizsgált paraméterek a következők voltak: összes kihagyás, kihagyás elterelő ingerrel és a nélkül, összes hiba, hiba elterelő ingerrel és a nélkül. Az elemzések mindegyike generalizált lineáris negatív binomiális modell alkalmazásával történt.

A kihagyások számának vizsgálata során a korrigált kontraszt szignifikáns különbséget mutatott a nem gyógyszeres és kontroll ($z=2,75, p=0,02$), továbbá a gyógyszeres és kontroll csoport tagjai között ($z=2,51, p=0,03$). A nem gyógyszeres és gyógyszeres csoport között nem volt szignifikáns a különbség. Marginálisan szignifikáns különbség volt mérhető a nem gyógyszeres csoport és gyógyszeres, valamint kontroll csoport átlagának összevetése során.

Az elterelő inger jelenlétében történő kihagyások számával kapcsolatban a korrigált csoportonkénti összehasonlítás során szignifikáns különbség volt található a nem gyógyszeres

és kontroll ($z=2,47$, $p=0,04$), továbbá a gyógyszeres és kontroll csoportok között ($z=2,42$, $p=0,04$), míg a nem gyógyszeres és kontroll csoport közti összehasonlítás nem eredményezett szignifikáns eltérést. Összevetve a nem gyógyszeres csoportot a gyógyszeres és kontroll csoport átlagával, a különbség nem volt szignifikáns.

Az elterelő inger hiányában elkövetett kihagyások száma esetében a korrigált összehasonlítások során a nem gyógyszeres és kontroll csoport közt mutatkozott szignifikáns különbség ($z=3,03$, $p=0,007$). Marginális különbség volt kimutatható a gyógyszeres és kontroll csoport között. Nem jelentkezett szignifikáns eltérés a nem gyógyszeres és gyógyszeres csoport között. A nem gyógyszeres csoport tagjai szignifikánsan rosszabb teljesítményt értek el azonban a másik két csoport átlaghoz képest ($z=-2,92$, $p=0,02$).

Az összes elkövetett hibák vizsgálata során a kontroll csoporttól mind a nem gyógyszeres ($z=3,04$, $p=0,007$), mind a gyógyszeres csoport ($z=2,46$, $p=0,04$) szignifikánsan különbözött. Ellenben nem tért el egymástól a nem gyógyszeres és gyógyszeres csoport teljesítménye. Szignifikáns különbség mutatkozott továbbá a gyógyszeres és kontroll csoport átlaga és a nem gyógyszeres csoport közti összevetésben ($z=-2,00$, $p=0,05$).

Az elterelő inger jelenlétében vétett hibák tekintetében a Tukey-féle korrigált csoportonkénti összehasonlítás eredménye során csak a nem gyógyszeres és kontroll csoport között jelentkezett szignifikáns különbség ($z=3,20$, $p=0,004$). Ezen túlmenően, összetéve a gyógyszeres és kontroll átlagát, a nem gyógyszeres csoporttal összevetésben szignifikáns különbség volt található ($z=-2,59$, $p=0,01$).

Az elterelő inger hiányában elvétett hibák elemzésekor a post hoc tesztelést követően szignifikáns eltérés a nem gyógyszeres és kontroll ($z=2,59$, $p=0,03$), valamint a gyógyszeres és kontroll csoport között ($z=2,68$, $p=0,02$) volt mérhető, míg a nem gyógyszeres és gyógyszeres csoport összehasonlításakor nem volt szignifikáns a különbség. A nem gyógyszeres csoport gyógyszeres, valamint kontroll csoporttal történő összehasonlítása nem eredményezett szignifikáns differenciát.

Megosztott figyelem – reakcióidő mediánja, kihagyások és hibázások összes száma

A megosztott figyelem szubteszt során vizsgálat tárgyát képezte az összes kihagyás és az összes hibázás, valamint a reakcióidő mediánja.

A kihagyott célingerek száma esetében szignifikáns kontraszt volt detektálható a nem gyógyszeres és gyógyszeres ($z=3,56$, $p=0,001$), továbbá nem gyógyszeres és kontroll csoportok tagjai között ($z=5,99$, $p<0,001$). Marginális differencia volt mérhető a gyógyszeres és kontroll

csoport tagjai között. A gyógyszeres és kontroll csoporthoz átlagához képest a nem gyógyszeres csoport szignifikánsan eltérően teljesített ($z=-5,66, p<0,001$).

Az összes elkövetett hiba vizsgálatokor a post hoc tesztelés során mind a nem gyógyszeres és gyógyszeres ($z=3,40, p=0,002$), mind a nem gyógyszeres és kontroll csoport között ($z=4,82, p<0,001$) szignifikáns eltérés volt mérhető. Nem volt ellenben szignifikáns a különbség a gyógyszeres és kontroll csoport között. A nem gyógyszeres csoport átlagának a gyógyszeres és kontroll csoport átlagával történő összevetése során azonban szintén szignifikáns differencia volt detektálható ($z=-4,86, p<0,001$).

A reakcióidő mediánjának nyers adatain végzett Tukey-féle korrigált kontraszt szignifikáns különbözőséget mutatott a nem gyógyszeres és gyógyszeres ($t(146)=2,51, p=0,01$), valamint nem gyógyszeres és kontroll csoportok között ($t(146)=2,48, p=0,01$). Ilyen jellegű differencia nem volt a gyógyszeres és kontroll csoport teljesítménye között. A gyógyszeres és kontroll csoportok közös átlagának a nem gyógyszeres csoporttal való összevetése szignifikáns eltérést eredményezett ($t(146)=-2,52, p=0,01$).

Flexibilitás – reakcióidő mediánja és hibázások száma

A szubteszt paraméterei közül az összes hibázások száma és a reakcióidő mediánja szerepelt az elemzésekben.

A csoportonkénti korrigált összehasonlítás csak a nem gyógyszeres és kontroll csoport között bizonyult szignifikánsnak ($z=3,95, p<0,001$) az összes elvett hiba paramétere esetén. Csupán marginális eltérés volt detektálható a nem gyógyszeres és gyógyszeres csoport tagjai között, míg a gyógyszeres és kontroll csoport eredménye nem különbözött szignifikánsan egymástól. Szignifikáns differencia volt mérhető továbbá a nem gyógyszeres csoport átlagának a gyógyszeres és kontroll csoport átlagához való viszonyításkor ($z=-3,64, p<0,001$).

A reakcióidő mediánjának transzformált adatain végzett Bartlett teszt (variációk homogenitásának tesztelésére) szignifikáns lett (Bartlett's K-squared=10,59, df=2, $p=0,005$). A vizsgált személyek életkorának, mint változónak bevonásakor a heteroszkedaszticitás kikerült a hiba szakaszból, így a rendes standard hibák alkalmazása valósult meg. Csupán a gyógyszeres és kontroll csoport között adódott szignifikáns különbség ($t(146)=2,37, p=0,05$) a post hoc tesztelés során. Továbbá marginális eltérés volt található a nem gyógyszeres és kontroll csoport között. A nem gyógyszeres csoport átlagának összevetése a másik két csoportéval nem eredményezett szignifikáns differenciát.

Go/no-go – reakcióidő mediánja és hibázások száma

A vizsgált paraméterek között szerepelt a hibás reakciók száma és a reakcióidő mediánja. A hibázások számát tekintve Tukey-féle korrigált kontraszt elemzés során szignifikáns különbség keletkezett a nem gyógyszeres és gyógyszeres ($z=2,43$, $p=0,04$), valamint a nem gyógyszeres és kontroll csoport ($z=3,61$, $p<0,001$) között is. A gyógyszeres és kontroll csoport esetében történő összehasonlítás nem volt szignifikáns. Ezen felül a gyógyszer nélküli csoport átlagának másik két csoport átlagával való összehasonlítása szignifikáns eltérést jelzett ($z=-3,56$, $p<0,001$).

A reakcióidő mediánjának transzformált adatain végzett korrigált kontraszt összehasonlítások egyike sem lett szignifikáns ($p>0,05$), ahogyan a nem gyógyszeres csoport átlagának gyógyszeres és kontroll csoport átlagával történő összemérése sem eredményezett szignifikáns különbséget.

4.3. E3 eredményei

4.3.1. KiTAP paraméterek

Szignifikáns eltérés a két intervenciós csoport között az első mérési időpont alkalmával csupán a Go/no-go feladat összes hibaszámában adódott (Wilcoxon $W=2141$, $p=0,02$; fizikai aktivitás feltétele: $M=2,17$, kontroll feltétel: $M=3,26$). A lényeges eredményeket (releváns fő hatásokat és interakciókat) összefoglalóan az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: Az egyes KiTAP szubtesztek változóival kapcsolatos fő hatások és interakciók

KiTAP szubtesztek	Fő hatások és interakciók	Df	F/χ^2 érték	p érték
Éberség	Reakcióidő mediánja			
	csoport	2	3,76	$p<0,05$
	mérési időpont	1	94,29	$p<0,001$
	intervenció: mérési időpont	1	3,51	$p>0,05$ (marginális)
	Reakcióidő variabilitása			
	csoport	2	14,17	$p<0,001$
	mérési időpont	1	84,42	$p<0,001$
Elterelhetőség	Összes kihagyás			
	csoport	2	20,03	$p<0,001$
	Kihagyások elterelő ingerrel			
	csoport	2	15,17	$p<0,001$
	intervenció	1	3,66	$p>0,05$ (marginális)
	Kihagyások elterelő inger nélkül			
	csoport	2	16,88	$p<0,001$
	Összes hiba			
csoport	2	20,86	$p<0,001$	

1. táblázat folyt.: Az egyes KiTAP szubtesztek változóival kapcsolatos fő hatások és interakciók

KiTAP szubtesztek	Fő hatások és interakciók	Df	F/χ^2 érték	p érték
Elterelhetőség folyt.	Összes hiba folyt.			
	mérési időpont	1	69,31	$p < 0,001$
	csoport: mérési időpont	2	8,87	$p < 0,05$
	Hibák elterelő ingerrel			
	csoport	2	10,64	$p < 0,01$
	mérési időpont	1	10,79	$p < 0,01$
	csoport: mérési időpont	2	5,97	$p > 0,05$ (marginális)
	csoport: intervenció: mérési időpont	2	5,18	$p > 0,05$ (marginális)
	Hibák elterelő inger nélkül			
	csoport	2	17,85	$p < 0,001$
	mérési időpont	1	33,62	$p < 0,001$
	csoport: mérési időpont	2	11,33	$p < 0,01$
	Megosztott figyelem	Reakcióidő mediánja		
csoport		2	12,80	$p < 0,001$
mérési időpont		1	28,88	$p < 0,001$
Összes kihagyás				
csoport		2	40,02	$p < 0,001$
intervenció		1	6,34	$p < 0,05$
mérési időpont		1	3,63	$p > 0,05$ (marginális)
intervenció: mérési időpont		1	8,91	$p < 0,01$
Összes hiba				
csoport		2	14,37	$p < 0,001$
csoport: mérési időpont		2	10,07	$p < 0,01$
csoport: intervenció: mérési időpont	2	9	$p < 0,05$	
Flexibilitás	Reakcióidő mediánja			
	csoport	2	4,56	$p < 0,05$
	mérési időpont	1	89,32	$p < 0,001$
	csoport: intervenció	2	2,93	$p > 0,05$ (marginális)
	Összes hiba			
	csoport	2	8,62	$p < 0,05$
mérési időpont	1	16,50	$p < 0,001$	
Go/no-go	Reakcióidő mediánja			
	csoport	2	2,73	$p > 0,05$ (marginális)
	mérési időpont	1	6,06	$p < 0,05$

1. táblázat folyt.: Az egyes KiTAP szubtesztek változóival kapcsolatos fő hatások és interakciók

KiTAP szubtesztek	Fő hatások és interakciók	Df	F/ χ^2 érték	p érték
Go/no-go folyt.	Reakcióidő mediánja folyt.			
	csoport: mérési időpont	2	3,26	<i>p</i> <0,05
	intervenció: mérési időpont	1	3,86	<i>p</i> >0,05 (marginális)
	Összes hiba			
	csoport	2	25,49	<i>p</i> <0,001
	intervenció	1	4,98	<i>p</i> <0,05
	mérési időpont	1	3,99	<i>p</i> <0,05
	intervenció: mérési időpont	1	3,60	<i>p</i> >0,05 (marginális)

A 2. táblázat mutatja a két intervenció közti szignifikáns és nem szignifikáns eltéréseket.

2. táblázat: Fizikai aktivitás és kontroll intervenció hatásai közti szignifikáns különbségek („+”= van releváns különbség, „-”= nincs releváns különbség)

	Nem gyógyszeres csoport	Gyógyszeres csoport	Kontroll csoport
<i>Éberség</i>			
Reakcióidő mediánja	-	+	-
Reakcióidő variabilitás	-	-	-
<i>Elterelhetőség</i>			
Összes kihagyás	-	-	-
Kihagyások elterelő ingerrel	-	-	-
Kihagyások elterelő inger nélkül	-	-	-
Összes hiba	+	-	-
Hibák elterelő ingerrel	+	-	-
Hibák elterelő inger nélkül	-	-	-
<i>Megosztott figyelem</i>			
Reakcióidő mediánja	-	-	-
Összes kihagyás	+/-	-	-
Összes hiba	-	+	-
<i>Flexibilitás</i>			
Reakcióidő mediánja	-	-	-

2. táblázat folyt.: Fizikai aktivitás és kontroll intervenció hatásai közti szignifikáns különbségek („+”= van releváns különbség, „-”= nincs releváns különbség)

	Nem gyógyszeres csoport	Gyógyszeres csoport	Kontroll csoport
<i>Flexibilitás folyt.</i>			
Összes hiba	-	-	-
<i>Go/no-go</i>			
Reakcióidő mediánja	-	-	-
Összes hiba	-	-	-

5. Diskusszió

5.1. E1 diskussziója

Eredményeink hipotézisünk teljesülését mutatták, melyek szerint a rendszeres sporttevékenységben részt vevő gyógyszeres ellátást nem kapó ADHD diagnózissal rendelkező gyermekek szülei gyermekük jobb életminőségéről, kevesebb érzelmi és viselkedési problémájáról, valamint saját önértékelésük magasabb szintjéről fognak beszámolni, mint azon szülők, akiknek ADHD diagnózisú gyermekei nem végeznek rendszeres sport aktivitást. Ezen eredmények következtében feltételezhető egyrészt, hogy a rendszeres sporttevékenység potenciálisan csökkenti a problémás viselkedések gyakoriságát, ezáltal növelve a gyermek életminőségének jobb megítélését, illetve a szülői önértékelést. Másrészt lehetséges, hogy a magasabb önértékelésű szülő inkább segíti és támogatja gyermeke fizikai aktivitásban való részvételét, vagy kevésbé látja negatívnak gyermeke életminőségét vagy problémásnak viselkedését.

Mindehhez hozzáadódik azon eredményünk, miszerint a rendszeresen sportoló ADHD diagnózisú gyermekek szüleinek magasabb önértékelése összehasonlítva azon szülőkkel, akiknek a gyermeke nem végez rendszeres fizikai aktivitást. Alizadeh és munkatársai (2007) tanulmányukban alacsonyabb önbizalomról, kevesebb melegségről és gyermekük felé irányuló bevonódásról számoltak be ADHD diagnózissal rendelkező gyermekek szülei. A gyermek által végzett rendszeres aktivitásnak szülői önértékelésre gyakorolt pozitív hatása tehát védheti a szülőt a zavarból fakadó negatív következményektől.

Az alkalmazott változók közül csak az SDQ érzelmi és viselkedési összpontszáma bizonyult alkalmas bejósoló tényezőnek a szülő által pontozott gyermeki életminőségre vonatkozóan. Az SDQ probléma pontszám mellett a rendszeres sporttevékenységben való részvétellel vagy annak hiányával kapcsolatos változó is szignifikáns főhatást gyakorolt a gyermek szülő által értékelt életminőségére. Ezen eredményünk azt sugallja, hogy a rendszeres aktivitásban való

részvétel segítheti a gyermeket viselkedési problémáinak kezelésében és jobb életminőséggel hozható összefüggésbe, a szülő megítélését alapul véve. A fizikai aktivitás az általa indukált fiziológiai változások okán mérsékelheti az ADHD tüneteit, mivel hatásmechanizmusa megegyezik a stimuláns gyógyszer hatásával (Wigal és mtsai, 2013). Kérdéses azonban, hogy vajon a gyógyszeresen nem kezelt ADHD diagnózisú gyermekek mérsékelt szintű problémás viselkedésük miatt tudnak-e részt venni rendszeres sporttevékenységekben, vagy ellenkezőleg: éppen a sport hatására csökkennek-e viselkedéses tüneteik. Feltételezhető, hogy rendszeres sportaktivitás esetén kevesebb ADHD-val kapcsolatos viselkedéses probléma áll fenn, mely szintén összefüggésben állhat az életminőség magasabb szintjével.

Fókuszba került még a fentiek mellett a rendszeres fizikai aktivitással töltött heti órák száma, mely szintén a gyermek szülő által pontozott életminőségének szignifikáns prediktorának tűnik. Elképzelhető, hogy a magasabb óraszámban végzett fizikai aktivitás növeli a gyermek szülő által értékelt életminőségét. Ebben fontos szerepet játszhat az ADHD-val kapcsolatos laikus, köztudatban lévő ismeret, miszerint a mozgás levezeti a felgyülemlett, felesleges energiákat, ezzel pozitív hatást gyakorolva a hiperaktív gyerekekre. A szülőknél pozitív érzést kelthet a tudat, hogy ADHD-val diagnosztizált gyermekük nemcsak egészséges testmozgást végez, hanem egyúttal a zavarral járó tünetei is „kezelve” vannak.

Lényeges lenne feltérképezni a jövőben, a gyermek fizikai aktivitás iránt való elköteleződésének előmozdító és ezen elköteleződésnek a fenntartásában szerepet játszó motivációs tényezőket, mivel eredményem szerint a rendszeres sportaktivitás – a viselkedéses nehézségek mellett – hangsúlyos tényezője ezen gyermekek életminőségének.

5.2. E2 diszkusziója

A 2. elemzés célja volt a kezelés nélküli ADHD diagnózis és a figyelmi, valamint végrehajtó funkciók érintettségének kimutatása szemben a tipikusan fejlődők csoportjával, valamint a gyógyszer teljesítményromlást csökkentő hatásával. A mért figyelmi és végrehajtó funkciókkal a legerősebb kapcsolatot az ADHD diagnózisának fennállása, a résztvevők életkora, fizikai aktivitása (azzal töltött hónapok száma), valamint szüleik iskolai végzettsége mutatta. Az alábbiakban az egyes paraméterek mentén kapott eredmények szummázása olvasható a széleskörben felvett mutatók során nyújtott teljesítmények összetettsége okán.

Általánosságban véve elmondható, hogy a gyógyszeres kezelésben nem részesülő ADHD diagnózisú gyermekek rosszabbul teljesítettek a különféle figyelmi és végrehajtó funkciókat mérő feladatok során (12/15), mint a gyógyszeres és tipikusan fejlődő csoport tagjai. A legtöbb

paraméter esetében (10/15) nem volt szignifikáns különbség detektálható a gyógyszeres és kontroll csoport között.

A gyógyszeres csoport által elért átlagok a legtöbb esetben közelebb álltak a kontroll csoportéhoz, mint a nem gyógyszeres csoportéhoz, kivéve az elterelhetőség feladat elterelő inger nélküli kihagyásait és a Go/no-go feladat reakcióidő mediánját. A gyógyszeres kezelés legerősebb pozitív hatását az éberség, a megosztott figyelem és a Go/no-go feladatban nyújtott teljesítmény alapján lehetett kimutatni.

A nem gyógyszeres csoport tagjai szignifikánsan rosszabb teljesítményt produkáltak tehát a gyógyszeres és kontroll csoport résztvevőikéhez képest, majdnem minden paraméter esetén, mely összességében az ADHD figyelmi és végrehajtó funkcióbeli károsodását jelzi kezelés nélküli ADHD esetén.

5.3. E3 diszkussziója

Tudomásom szerint aktuálisan ez az első olyan vizsgálat, mely az akut fizikai aktivitás hatását vizsgálná a figyelmi és végrehajtó funkciók változatos aspektusain gyógyszeres kezelés alatt nem álló és gyógyszeresen kezelt ADHD diagnózisú, valamint tipikusan fejlődő gyermekek csoportjainál egyazon vizsgálati elrendezés keretein belül. A csoport főhatása 15 paraméter esetén 14-ben volt szignifikáns mindkét intervenció és mindkét mérési időpont tekintetében, a nem gyógyszeres csoport szignifikánsan rosszabb teljesítményét implikálva.

Összességében megállapítható, hogy 20 perces akut fizikai aktivitás pozitív és szignifikánsan eltérő hatást gyakorolt gyógyszeres kezelés alatt állók esetében a felmért 15 paraméter közül 2 esetében: az éberség szubteszt reakcióidő mediánjánál, illetve a megosztott figyelmi feladat hibázási számánál. További két paraméter esetén is a pozitív hatás volt mérhető a vizsgált 15 paraméter közül a gyógyszeres kezelés nélküli csoport kapcsán: elterelhetőség feladat összesített hibázása esetén, valamint ugyanezen szubteszt elterelési inger jelenlétében vétett hibázásánál. Megosztott figyelem kapcsán a kihagyások száma bár nem változott fizikai aktivitást követően a nem gyógyszeres csoportnál, a kontroll feltételt követően azonban szignifikánsan több kihagyás volt mérhető. Eredményeink csak részben támasztják alá azon hipotézist, miszerint az akut fizikai aktivitás jótékony hatást gyakorol a figyelmi és végrehajtó funkciókra, mivel nem minden vizsgált paraméterrel kapcsolatban volt erős szignifikáns különbség a két intervenció közt.

Véleményem szerint az általunk alkalmazott intervenció jellege (típusa, formája, intenzitása, időtartama) hozzájárulhatott a kevés számú szignifikáns javulást eredményező paraméterek kimutatásához. A hasonló elrendezést alkalmazó kutatások (20 percig mérsékelt intenzitáson

végzett akut fizikai aktivitás) többsége sem igazolta a javulást valamennyi végrehajtó funkció területén a fizikai aktivitást követően (lásd “1.5.” sorszámú alfejezet).

Limitációk E1 esetén

A vizsgálat során kapott eredmények csupán a limitációk fényében értelmezhetők. Először is, a kutatás keresztmetszeti elrendezéséből fakadóan nem vonható le oksági következtetés vagy kapcsolat a zavar tünetei, a sportolásban való aktív részvétel és a szülő által értékelt gyermeki életminőség között. Másodszor, a vizsgálat eredményei nem általánosíthatóak a teljes ADHD diagnózisú populációra, mivel jelen vizsgálati minta csak nem gyógyszeres kezelés alatt álló fiúk adatait vizsgálta. Harmadszor, mivel a vizsgálat kizárólag klinikai mintát elemzett, a kapott eredmények nem általánosíthatóak a tipikusan fejlődő gyermekek csoportjára. Negyedszer, vizsgálatomban csak szülők által kitöltött mérőeszközök szerepeltek a gyermekek életminőségének, problémás viselkedésüknek és tüneteik súlyosságának mérésére.

Limitációk E2 és E3 esetén

Először is, a három vizsgálati csoport közti szignifikáns különbség volt a szülők iskolai végzettségét illetően. Ennek háttérében az általunk alkalmazott kényelmi mintavétel (mely önmagában is limitációként említhető) állhat.

Másodszor, a gyógyszeres ADHD diagnózisú csoport tagjai szignifikánsan idősebbek voltak, mint a nem gyógyszeres ADHD diagnózissal rendelkező, illetve tipikusan fejlődő kontroll csoport résztvevői. E2 és E3 esetében ez potenciálisan befolyásolhatta volna az eredményeket. Ezt figyelembe véve az életkor változóját E2-ben minden regressziós elemzés során kontrolláltuk, így az elvárt irányú szignifikáns különbségek megjelentek az első körben végzett neuropszichológiai tesztek teljesítmény-mutatóiban. E3 esetében a csoportok életkorbeli szignifikáns különbségének hatása nem volt detektálható számottevő mértékben, mivel az elvárt szignifikáns eredmények száma alacsony. Harmadszor, a kontroll csoportba tartozó gyermekeknek főként délután, napi iskolai kötelezettségüket követően tudták teljesíteni a vizsgálatot. Az ebből fakadó leterheltségük, fáradtságuk feltehetően negatív befolyással lehetett teljesítményükre. Negyedszer, a kontroll csoportból kizárásra kerültek azon gyermekek, akiknél az anamnesztikus előzmények között fel volt tüntetve az értelmi fejlődés zavara vagy az autizmus spektrumzavar, és/vagy korábbi pszichológiai vagy pszichiátriai kezelés alatt álltak, továbbá akiknél a strukturális diagnosztikus interjú nem zárta ki az ADHD diagnózisát. Azonban nem kerültek ki a vizsgálatból azok a gyerekek, akik a Gyermek M.I.N.I. felvétele során bármilyen más pszichiátriai zavar kritériumait vagy annak küszöbét elérték. Ötödször,

hogy mindhárom csoport esetében a vizsgálatból való kizárást vonta maga után amennyiben az értelmi fejlődés zavar szerepelt az anamnesztikus előzményekben. A kutatási folyamat során ennek ellenére az intelligencia vizsgálat az egyes vizsgálati személyek esetében nem történt meg. Hatodszor, a vizsgálat ideje alatt a gyógyszeres csoport résztvevői a számukra korábban előírt és beállított gyógyszeres kezelés alatt álltak, mely kezelés vagy methylphenidate vagy atomoxetine hatóanyagot tartalmazott. Ennek megfelelően a tünetek súlyosságával kapcsolatos mérés a gyógyszeres kezelés hiányában nem történt, mivel a vizsgálat érdekében történő atomoxetine visszatartás etikai kérdéseket vetett volna fel. Hetedszer, a két klinikai csoport közt szignifikáns különbség adódott a kombinált ADHD diagnózis esetén. Az eredmény azonban bizonyos szempontból nem meglepő, mivel a feltételezhetően a legtöbb számú, azaz „legsúlyosabb” tünetekkel rendelkező gyermekek (kombinált típusú ADHD diagnózis) állnak gyógyszeres kezelés alatt (a diagnózis felállítása során felvett Gyermek M.I.N.I. retrospektíven, a gyógyszereszedést megelőző tünetekre kérdezett rá), míg a „kevésbé súlyos” esetek (túlnyomórészt figyelemhiányos vagy hiperaktív/impulzív típus) pedig nem részesültek gyógyszeres kezelésben, így a nem gyógyszeres ADHD diagnózisú csoport tagjait alkotják. Nyolcadszor, a vizsgálat koordinátora és a vizsgálatot végző szerepét egy személy töltötte be (én). Ebből kifolyólag a vak elrendezés nem valósulhatott meg. Végezetül, bár mindhárom vizsgálati csoportban 50 fő szerepelt, elegendő erőt biztosítva a vizsgálat számára. A szignifikáns kutatási eredmények megerősítése és a feltételezett, de nem kimutatott hatások, eredmények bebizonyítása érdekében szükséges és indokolt jelen vizsgálat nagyobb elemszámú mintán történő megismétlése.

6. Összefoglalás, új eredmények és kitekintés

Doktori munkám eredményei közül az alábbiak erősítik a korábbi vizsgálatok eredményeit:

- A nagyobb számú problémás viselkedések rosszabb életminőséggel járnak együtt ADHD diagnózisú gyermekek esetében.
- Gyógyszeres kezelés alatt nem álló ADHD diagnózissal rendelkező gyermekek gyengébb teljesítményt mutattak a legtöbb figyelmi és végrehajtó funkciót mérő feladatok paraméterében (tizenkettőben a tizenötből; 12/15) a gyógyszeres vagy tipikusan fejlődő gyermekek csoportjához képest, amely eredmény a figyelmi teljesítménnyel és végrehajtó funkciókkal kapcsolatos károsodásra hívja fel a figyelmet gyógyszeres kezelésben nem részesülő ADHD diagnózisú gyerekek esetén.
- A legtöbb figyelmi és végrehajtó funkciót vizsgáló szubteszt paraméter esetén (tízben a tizenötből; 10/15) a gyógyszeres kezelés alatt álló ADHD diagnózisú gyermekek

teljesítménye nem különbözött a tipikusan fejlődő gyerekek csoportjától, mely eredmény rávilágít a gyógyszeres kezelés fontosságára ADHD-val összefüggésben.

A korábbi vizsgálatok eredményeivel ellentétesnek minősülő, doktori munkám során kapott eredmények:

- Akut fizikai aktivitás szignifikáns pozitív hatást gyakorolt gyógyszeresen kezelt ADHD diagnózisú gyermekek esetében tizenötből két paraméterre (2/15) a kontroll intervencióval való összehasonlításakor: az éberség szubteszt medián reakcióidejére, valamint a megosztott figyelem hibázási rátájára.
- Kontroll intervencióval szemben gyógyszeres kezelés alatt nem álló ADHD diagnózisú gyermekek esetében az egyszeri fizikai aktivitás két változóra gyakorolt jótékony befolyást a felmért tizenötből (2/15): az elterelhetőség feladat esetén az összes hibázások számára, valamint ugyanezen feladattal kapcsolatban az elterelő inger jelenlétében vétett hibázások számára.
- Megosztott figyelmi feladat esetében az egyszeri fizikai aktivitás nem befolyásolta a kihagyások számát, azonban a kontroll intervenció releváns mértékben növelte azokat a gyógyszeres kezelésben nem részesülő ADHD diagnózisú gyermekek esetében.

Új eredmények:

- Rendszeres sporttevékenységben való részvétel összekapcsolható a jobb életminőséggel és kevesebb problémás viselkedéssel kezelés alatt még nem álló ADHD diagnózisú gyermekek esetében, továbbá szüleik magasabb önértékelésével.

A jövőbeni kutatásoknak szükséges lesz fókuszba emelniük a gyermeki életminőség mérését is a szülői értékelés mellett. Az életminőség kapcsán fontos lenne továbbá a nem klinikai mintával történő összehasonlítás, valamint a lány gyermekek mintájának bevonása is. Ezen kívül a longitudinális kutatási elrendezés is árnyaltabban és pontosabban rávilágíthat a gyermeki életminőség és rendszeres sporttevékenység kapcsolati összefüggésére.

Az elkövetkező vizsgálatok esetén fontos lenne a különböző ADHD diagnózis típusonkénti vizsgálata (kombinált típus, túlnyomórészt figyelemhiányos és túlnyomórészt hiperaktív/impulzív típus), ahogyan az ADHD-val együttjáró különböző komorbiditásoké is, azok végrehajtó funkcióra gyakorolt potenciális befolyásának elemzése céljából. E mellett a tünetek súlyosságának is hangsúlyt kell kapnia, ahogyan a különböző gyógyszerelés végrehajtó funkciókra gyakorolt esetlegesen eltérő hatásának is.

A továbbiakban fizikai aktivitást alkalmazó vizsgálatoknak az aktivitás optimális formáját, intenzitását és időtartamát kell tudniuk feltérképezni és meghatározni, hogy az esetlegesen kiegészítő terápiájává válhasson az ADHD diagnózisú gyermekek eddig bizonyított hatású kezelési formái mellett.

Irodalomjegyzék

Abramov, D. M., Cunha, C. Q., Galhanone, P. R., Alvim, R. J., de Oliveira, A. M., Lazarev, V. V. (2019). Neuropsychological and behavioral correlates of alertness impairment and compensatory processes in ADHD evidenced by the Attention Network Test. *PLoS One*, *14*(7), e0219472. doi: 10.1371/journal.pone.0219472

Alizadeh, H., Applequist, K. F., Coolidge, F. L. (2007). Parental self-confidence, parenting styles, and corporal punishment in families of ADHD children in Iran. *Child Abuse and Neglect*, *31*(5), 567-572. doi: 10.1016/j.chiabu.2006.12.005

American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (5th ed.). Arlington: APA, VA.

Arnsten, A. F. (2009). Toward a new understanding of attention-deficit hyperactivity disorder pathophysiology. *CNS Drugs*, *23*(1), 33–41. doi: 10.2165/00023210-200923000-00005

Balázs, J., Bíró, A., Dálnoki, D., Lefkovich, E., Tamás, Z., Nagy, P., Gádoros, J. (2004). A gyermek M.I.N.I kérdőív magyar nyelvű változatának ismertetése [Introduction of the Hungarian version of the M.I.N.I Kid]. *Psychiatria Hungarica*, *19*(4), 358-364.

Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive function: Constructing a unified theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, *121*(1), 65–94. doi: 10.1037/0033-2909.121.1.65

Barnett, R., Maruff, P., Vance, A., Luk, E. S., Costin, J., Wood, C., Pantelis, C. (2001). Abnormal Executive Function in Attention Deficit Hyperactivity Disorder: The Effect of Stimulant Medication and Age on Spatial Working Memory. *Psychological Medicine*, *31*(6), 1107-1115. doi: 10.1017/s0033291701004172

- Basso, J. C., Shang, A., Elman, M., Karmouta, R., Suzuki, W. A. (2015). Acute Exercise Improves Prefrontal Cortex but not Hippocampal Function in Healthy Adults. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 21(10), 791-801. doi: 10.1017/S135561771500106X
- Benjamini, W., Yekutieli, D. (2001). The Control of the False Discovery Rate in Multiple Testing under Dependency. *Annals of Statistics*, 29(4), 1165–1188. doi: 10.1214/aos/1013699998
- Benton, A. (1991). Prefrontal injury and behavior in children. *Developmental Neuropsychology*, 7(3), 275–281. doi: 10.1080/87565649109540495
- Benzing, V., Chang, Y. K., Schmidt, M. (2018). Acute Physical Activity Enhances Executive Functions in Children with ADHD. *Scientific Reports*, 8(1), 12382. doi: 10.1038/s41598-018-30067-8
- Best, J. R. (2010). Effects of Physical Activity on Children’s Executive Function: Contributions of Experimental Research on Aerobic Exercise. *Developmental Review*, 30(4), 331-551. doi: 10.1016/j.dr.2010.08.001
- Boonstra, A. M., Oosterlaan, J., Sergeant, J. A., Buitelaar, J. K. (2005). Executive functioning in adult ADHD: a meta-analytic review. *Psychological Medicine*, 35(8), 1097-1108. doi: 10.1017/s003329170500499x
- Brown, R. T., Freeman, W. S., Perrin, J. M., Stein, M. T., Amler, R. W., Feldman, H. M., Pierce, K., Wolraich, M. L. (2001). Prevalence and Assessment of Attention- Deficit/Hyperactivity Disorder in Primary Care Setting. *Pediatrics*, 107(3), E43. doi: 10.1542/peds.107.3.e43
- Brown, K. A., Samuel, S., Patel, D. R. (2018). Pharmacologic management of attention deficit hyperactivity disorder in children and adolescents: A review for practitioners. *Translational Pediatrics*, 7(1), 36–47. doi: 10.21037/tp.2017.08.02

- Cao, Q., Zang, Y., Zhu, C., Cao, X., Sun, L., Zhou, X., Wang, Y. (2008). Alerting deficits in children with attention deficit/hyperactivity disorder: event-related fMRI evidence. *Brain Research*, 1219, 159-168. doi: 10.1016/j.brainres.2008.04.028
- Cassuto, H., Ben-Simon, A., Berger, I. (2013). Using environmental distractors in the diagnosis of ADHD. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 805. doi: 10.3389/fnhum.2013.00805
- Chang, Y. K., Hung, C. L., Huang, C. J., Hatfield, B. D., Hung, T. M. (2014). Effects of an aquatic exercise program in inhibitory control in children with ADHD: a preliminary study. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 29(3), 217-223. doi: 10.1093/arclin/acu003
- 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. doi: 10.1093/arclin/acr094
- Chou, C. C., Huang, C. J. (2017). Effects of an 8-week yoga program on sustained attention and discrimination function in children with attention deficit hyperactivity disorder. *PeerJ*, 5, e:2883. doi: 10.7717/peerj.2883
- Chronis, A. M., Jones, H. A., Raggi, V. L. (2006). Evidence-based psychosocial treatments for children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Clinical Psychology Review*, 26(4), 486–502. doi: 10.1016/j.cpr.2006.01.002
- Chuang, L. Y., Tsai, Y. J., Chang, Y. K., Huang, C. J., Hung, T. M. (2015). Effects of acute aerobic exercise on response preparation in a Go/No Go Task in children with ADHD: An ERP study. *Journal of Sport and Health Science*, 4(1), 82-88. doi: 10.1016/j.jshs.2014.11.002
- Clark, C., Prior, M., Kinsella, G. J. (2000). Do executive function deficits differentiate between adolescents with ADHD and oppositional defiant/conduct disorder? A neuropsychological study using the Six Elements Test and Hayling Sentence Completion Test. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 38(9), 1148-1155. doi: 10.1097/00004583-199909000-00020

Danckaerts, M., Sonuga-Barke, E. J., Banaschewski, T., Buitelaar, J., Döpfner, M., Hollis, C., Santosh, P., Rothenberger, A., Sergeant, J., Steinhausen, H. C., Taylor, E., Zuddas, A., Coghill, D. (2010). The quality of life of children with attention deficit/hyperactivity disorder: a systematic review. *European Child and Adolescent Psychiatry*, *19*(2), 83-105. doi: 10.1007/s00787-009-0046-3

Davis, E., Nicolas, C., Waters, E., Cook, K., Gibbs, L., Gosch, A., Ravens-Sieberer, U. (2007). Parent-proxy and child self-reported health-related quality of life: using qualitative methods to explain the discordance. *Quality of Life Research*, *16*(5), 863-871. doi: 10.1007/s11136-007-9187-3

Douglas, V. I. (1991). Cognitive control processes in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. In H. C. Quay & A. E. Hogan (Eds.), *Handbook of Disruptive Behavior Disorders* (pp. 105–138). Kluwer Academic/Plenum Publishers. doi: 10.1007/978-1-4615-4881-2_5

Doyle, A. E., Biederman, J., Seidman, L. J., Weber, W., Faraone, S.V. (2000). Diagnostic efficiency of neuropsychological test scores for discriminating boys with and without attention deficit-hyperactivity disorder. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *68*(3), 477-488. doi: 10.1037/0022-006X.68.3.477

DuPaul, G. J., Power, T. J., Anastopoulos, A. D., Reid, R. (1998). *ADHD Rating Scale—IV: Checklists, norms, and clinical interpretation*. New York: Guilford Press.

Durston, S., Konrad, K. (2007). Integrating genetic, psychopharmacological and neuroimaging studies: A converging methods approach to understanding the neurobiology of ADHD. *Developmental Review*, *27*(3), 374–395. doi: 10.1016/j.dr.2007.05.001

Elosúa, M. R., Del Olmo, S., Contreras, M. J. (2017). Differences in Executive Functioning in Children with Attention Deficit and Hyperactivity Disorder (ADHD). *Frontiers in Psychology*, *8*, 976. doi: 10.3389/fpsyg.2017.00976

Faries, D. E., Yalcin, Harder, D., Heiligenstein, J. H. (2001). Validation of the ADHD Rating Scale as a clinical administered and scored instrument. *Journal of Attention Disorders*, *5*(2), 107-115. doi: 10.1177/108705470100500204

Fuggetta, G. P. (2006). Impairment of executive functions in boys with attention deficit/hyperactivity disorder. *Child Neuropsychology*, 12(1), 1-21. doi: 10.1080/09297040500203418

Gallego-Méndez, J., Perez-Gomez, J., Calzada-Rodríguez, J. I., Denche-Zamorano, Á. M., Mendoza-Muñoz, Carlos-Vivas, J., Garcia-Gordillo, M. Á., Adsuar, J. C. (2020). Relationship Between Health-Related Quality of Life and Physical Activity in Children With Hyperactivity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8), 2804. doi: 10.3390/ijerph17082804

Gapin, J., Etnier, J. L. (2010). The relationship between physical activity and executive function performance in children with attention-deficit hyperactivity disorder. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 32(6), 753-763. doi: 10.1123/jsep.32.6.753

Gapin, J. I., Etnier, J. L. (2014). Parental perceptions of the effects of exercise on behavior in children and adolescents with ADHD. *Journal of Sport and Health Science*, 3(4), 320-325. doi: 10.1016/j.jshs.2013.03.002

Gawrilow, C., Stadler, G., Langguth, N., Naumann, A., Boeck, A. (2016). Physical Activity, Affect, and Cognition in Children With Symptoms of ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 20(2), 151-162. doi: 10.1177/1087054713493318

Glikoroska, P. J., Manchevska, S. (2012). The Effect of Physical Activity on Cognition – Physiological Mechanisms. *Materia Socio-Medica*, 24(3), 198-202. doi: 10.5455/msm.2012.24.198-202

Goldberg, M. C., Mostofsky, S. H., Cutting, L. E., Mahone, E. M., Astor, B. C., Denckla, M. B., Landa, R. J. (2005). Subtle executive impairment in children with autism and children with ADHD. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 35(3), 279-293. doi: 10.1007/s10803-005-3291-4

Goldman, L. S., Genel, M., Bezman, R. J., Slanetz, P. J. (1998). Diagnosis and treatment of attention-deficit/hyperactivity disorder in children and adolescents. Council on Scientific

Affairs, American Medical Association. *JAMA*, 279(14), 1100–1107. doi: 10.1001/jama.279.14.1100

Goodman, R. (2001). Psychometric properties of the Strengths and Difficulties Questionnaire. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 40(11), 1337-1345. doi: 10.1097/00004583-200111000-00015

Gumenyuk, V., Korzyukov, O., Escera, C., Hämäläinen, M., Huotilainen, M., Häyrynen, T., Oksanen, H., Näätänen, R., von Wendt, L., Alho, K. (2005). Electrophysiological evidence of enhanced distractibility in ADHD children. *Neuroscience Letters*, 374(3), 212-217. doi: 10.1016/j.neulet.2004.10.081

Harpin, V. A. (2005). The effect of ADHD on the life of an individual, their family, and community from preschool to adult life. *Archives of Disease in Childhood*, 90(1), i2-7. doi: 10.1136/adc.2004.059006

Hazell, P. L., Kohn, M. R., Dickson, R., Walton, R. J., Granger, R. E., van Wyk, G. W. (2011). Core ADHD Symptom Improvement With Atomoxetine Versus Methylphenidate: A Direct Comparison Meta-Analysis. *Journal of Attention Disorders*, 15(8), 674-683. doi: 10.1177/1087054710379737

Heilman, K. M., Voeller, K. K. S., Nadeau, S. E. (1991). A possible pathophysiologic substrate of attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Child Neurology*, 6(1), S76–81. doi: 10.1177/0883073891006001S09

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, 1589. doi: 10.3389/fpsyg.2016.01589

Jensen, P. S., Hinshaw, S. P., Swanson, J. M., Greenhill, L. L., Conners, C. K., Arnold, L. E., Abikoff, H. B., Elliott, G., Hechtman, L., Hoza, B., March, J. S., Newcorn, J. H., Severe, J. B., Vitiello, B., Wells, K., Wigal, T. (2001). Findings from the NIMH multimodal treatment study of ADHD (MTA): Implications and applications for primary care providers. *Journal of*

Developmental and Behavioral Pediatrics, 22(1), 60-73. doi: 10.1097/00004703-200102000-00008

Jensen, P. S., Kenny, D. T. (2004). The effects of yoga on the attention and behavior of boys with Attention-Deficit/hyperactivity Disorder (ADHD). *Journal of Attention Disorders*, 7(4), 205-216. doi: 10.1177/108705470400700403

Jones, H. A., Chronis-Tuscano, A. (2008). Efficacy of teacher in-service training for attention deficit/hyperactivity disorder. *Psychology in the Schools*, 45(10), 918–929. doi: 10.1002/pits.20342

Jørgensen, L. G., Perko G., Secher, N. H. (1992). Regional cerebral artery mean flow velocity and blood flow during dynamic exercise in humans. *Journal of Applied Physiology*, 73(5), 1825-1830. doi: 10.1152/jappl.1992.73.5.1825

Kang, K. D., Choi, J. W., Kang, S. G., Han, D. H. (2011). Sports therapy for attention, cognitions and sociality. *International Journal of Sports Medicine*, 32(12), 953-959. doi: 10.1055/s-0031-1283175

Karatekin, C. (2004). A test of the integrity of the components of Baddeley's model of working memory in attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45(5), 912-926. doi: 10.1111/j.1469-7610.2004.t01-1-00285.x

Kaufmann, L., Zieren, N., Zotter, S., Karall, D., Scholl-Burgi, S., Haberlandt, E., Fimm, B. (2010). Predictive validity of attentional functions in differentiating children with and without ADHD: A componential analysis. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 52(4), 371–378. doi: 10.1111/j.1469-8749.2009.03560.x

Kempton, S., Vance, A., Maruff, P., Luk, E., Costin, J., Pantelis, C. (1999). Executive function and attention deficit hyperactivity disorder: Stimulant medication and better executive function performance in children. *Psychological Medicine*, 29(3), 527-538. doi: 10.1017/s0033291799008338

Kiss, E., Baji, I., Mayer, L., Skultéti, D., Benák, I., Vetró, Á. (2007). Életminőség kérdőív validitása és pszichometriai jellemzői magyar gyermekpopuláción [Validity and psychometric

properties of a Quality of Life Questionnaire in a Hungarian child and adolescent population]. *Psychiatria Hungarica*, 22(1), 33-42.

Klassen, A. F., Miller, A., Fine, S. (2006). Agreement between parent and child report of quality of life in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Child: Care, Health and Development*, 32(4), 397-406. doi: 10.1111/j.1365-2214.2006.00609.x

Kofler, M. J., Rapport, M. D., Bolden, J., Sarver, D. E., Raiker, J. S., Alderson, R. M. (2011). Working memory deficits and social problems in children with ADHD. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 39(6), 805-817. doi: 10.1007/s10802-011-9492-8

Lawrence, V., Houghton, S., Douglas, G., Durkin, K., Whiting, K., Tannock, R. (2004). Executive function and ADHD: a comparison of children's performance during neuropsychological testing and real-world activities. *Journal of Attention Disorders*, 7(3), 137-149. doi: 10.1177/108705470400700302

Lecrubier, Y., Sheehan, D. V., Weiller, E., Amorim, P., Bonora, I., Sheehan, K. H., Janavs, J., Dunbar, G. C. (1997). The Mini International Neuropsychiatric Interview (MINI): A short diagnostic structured interview. Reliability and validity according to the CIDI. *European Psychiatry*, 12(5), 224–231, doi: 10.1016/S0924-9338(97)83296-8

Lee, J. S., Kim, B. N., Kang, E., Lee, D. S., Kim, Y. K., Chung, J. K., Lee, M. C., Cho, S. C. (2005). Regional cerebral blood flow in children with attention deficit hyperactivity disorder: comparison before and after methylphenidate treatment. *Human Brain Mapping*, 24(3), 157-164. doi: 10.1002/hbm.20067

Levy, F. (1991). The dopamine theory of attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). *Australian and New Zealand Journal of Psychiatry*, 25(2), 277-283. doi: 10.3109/00048679109077746

Ludyga, S., Brand, S., Gerber, M., Weber, P., Brotzmann, M., Habibifar, F., Pühse, U. (2017). An event-related potential investigation of the acute effects of aerobic and coordinative exercise on inhibitory control in children with ADHD. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 28, 21-28. doi: 10.1016/j.dcn.2017.10.007

- Ludyga, S., Gerber, M., Mücke, M., Brand, S., Weber, P., Brotzmann, M., Pühse, U. (2020). The Acute Effects of Aerobic Exercise on Cognitive Flexibility and Task-Related Heart Rate Variability in Children with ADHD and Healthy Controls. *Journal of Attention Disorders*, 24(5), 693-703. doi: 10.1177/1087054718757647
- Mandolesi, L., Polverino, A., Montuori, S., Foti, F., Ferraioli, G., Sorrentino, P., Sorrentino, G. (2018). Effects of Physical Exercise on Cognitive Functioning and Wellbeing: Biological and Psychological Benefits. *Frontiers in Psychology*, 9, 509. doi: 10.3389/fpsyg.2018.00509
- Marques, J. C., Oliveira, J. A., Goulardins, J. B., Nascimento, R. O., Lima, A. M., Casella, E. B. (2013). Comparison of child self-reports and parent proxy-reports on quality of life of children with attention deficit hyperactivity disorder. *Health and Quality of Life Outcomes*, 11, 186. doi: 10.1186/1477-7525-11-186
- Mattejat, F., Remschmidt, H. (1998). Zur erfassung der lebesqualität bei psychisch gestörten kindern und jugendlichen – eine übersicht. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*, 26(3), 183–196.
- Medina, J. A., Netto, T. L., Muszkat, M., Medina, A. C., Botter, D., Orbetelli R., Scaramuzza, L. F., Sinnes, E. G., Vilela, M., Miranda, M. C. (2010). Exercise impact on sustained attention of ADHD children, methylphenidate effects. *Attention Deficit and Hyperactivity Disorders*, 2(1), 49-58. doi: 10.1007/s12402-009-0018-y
- 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), 373-379.
- Miklós, M., Futó, J., Balázs, J. (2017). A fizikai aktivitás és a végrehajtó funkciók kapcsolata figyelemhiányos/hiperaktivitás zavar diagnózisú gyermekek körében. *Psychiatria Hungarica*, 32(1), 65-83.
- Miklós, M., Futó, J., Balázs, J. (2019a). How Do Parents See? The Relationship between Sport Participation and Quality of Life among Boys with ADHD: A Cross-Sectional Study. *Psychology and Behavioral Science International Journal*, 10(5), 555796. doi: 10.19080/PBSIJ.2019.10.555797

- Miklós, M., Futó, J., Komáromy, D. Balázs, J. (2019b). Executive function and Attention Performance in Children with ADHD: Effects of Medication and Comparison with Typically Developing Children. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(20), E3822. doi: 10.3390/ijerph16203822
- Miklós, M., Komáromy, D., Futó, J., Balázs, J. (2020). Acute Physical Activity, Executive Function, and Attention Performance in Children with Attention-Deficit Hyperactivity Disorder and Typically Developing Children: An Experimental Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(11), 4071. doi: 10.3390/ijerph17114071
- Mücke, M., Andrä, C., Gerber, M., Pühse, U., Ludyga, S. (2018). Moderate-to-vigorous physical activity, executive functions and prefrontal brain oxygenation in children: A functional near-infrared spectroscopy study. *Journal of Sports Sciences*, 36(6), 630-636. doi: 10.1080/02640414.2017.1326619
- Nigg, J. T., Willcutt, E. G., Doyle, A. E., Sonuga-Barke, E. J. (2005). Causal heterogeneity in attention-deficit/hyperactivity disorder: do we need neuropsychologically impaired subtypes? *Biological Psychiatry*, 57(11), 1224-1230. doi: 10.1016/j.biopsych.2004.08.025
- Oosterlaan, J., Sergeant, J. A. (1996). Inhibition in ADHD, aggressive, and anxious children: a biologically based model of child psychopathology. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 24(1), 19-36. doi: 10.1007/bf01448371
- 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. doi: 10.1177/1087054715569282
- Pedersen, B. K. (2019). Physical activity and muscle-brain crosstalk. *Nature Reviews Endocrinology*, 15(7), 383-392. doi: 10.1038/s41574-019-0174-x
- Pelham, W. E., Fabiano, G. A. (2008). Evidence-based psychosocial treatments for attention deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology*, 37(1), 184–214. doi: 10.1080/15374410701818681

Pena, E. A., Slate, E. H. (2019). *GVLMA: Global Validation of Linear Models Assumptions. R Package Version 1.0.0.3*. Online elérhető: <https://CRAN.R-project.org/package=gvlma>

Pennington, B. F., Ozonoff, S. (1996). Executive functions and developmental psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37(1), 51–87. doi: 10.1111/j.1469-7610.1996.tb01380.x

Piepmeyer, A. T., Shih, C. H., Whedon, M., Williams, L. M., Davis, M. E., Henning, D. A., Park, S., Calkins, S. D., 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. doi: 10.1016/j.jshs.2014.11.004

Pliszka, S. R. (2005). The neuropsychopharmacology of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological Psychiatry*, 57(11), 1385-1390. doi: 10.1016/j.biopsych.2004.08.026

Pontifex, M. B., Saliba, B. J., Raine, L. B., Picchietti D. L., Hillman C. H. (2013). Exercise improves behavioral, neurocognitive, and scholastic performance in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Pediatrics*, 162(3), 543-551. doi: 10.1016/j.jpeds.2012.08.036

Psychologische Testsysteme. (2011). *KiTAP Test of Attentional Performance for Children*. Online elérhető: <https://www.psytest.net/index.php?page=Kitap>

Rappaport, M. D., Alderson, R. M., Kofler, M. J., Sarver, D. E., Bolden, J., Sims, V. (2008). Working memory deficits in boys with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): the contribution of central executive and subsystem processes. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 36(6), 825-837. doi: 10.1007/s10802-008-9215-y

Rethorst, C. D., Wipfli, B. M., Landers, D. M. (2009). The antidepressive effects of exercise: a meta-analysis of randomized trials. *Sports Medicine*, 39(6), 491-511. doi: 10.2165/00007256-200939060-00004

Riebe, D., Ehrman, J. K., Liguori, G., and Magal, M. (2017). Chapter 6 General Principles of Exercise Prescription. In American College of Sports Medicine, *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (10th ed.) (pp. 143-179). Wolters Kluwer/Lippincott Williams and Wilkins.

Rosenberg, M. (1965). *Society and the adolescent child*. Princeton University Press: Princeton, New Jersey, USA.

Sallay, V., Martos, T., Földvári, M., Szabó, T., Ittész, A. (2014). A Rosenberg Önértékelés Skála (RSES-H): alternatív fordítás, strukturális invariancia és validitás. *Mentálhigiéne és Pszichoszomatika*, 13(3), 259-275. doi: 10.1556/Mental.15.2014.3.7

Schachar, R., Tannock, R., Marriott, M., Logan, G. (1995). Deficient inhibitory control in attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 23(4), 411-437. doi: 10.1007/bf01447206

Schmitt, D. P., Allik, J. (2005). Simultaneous administration of the Rosenberg Self-Esteem Scale in 53 nations: Exploring the universal and culture-specific features of global self-esteem. *Journal of Personality and Social Psychology*, 89(4), 623-642. doi: 10.1037/0022-3514.89.4.623

Sharma, A., Couture, J. (2014). A review of the pathophysiology, etiology, and treatment of attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD). *Annals of Pharmacotherapy*, 48(2), 209-225. doi: 10.1177/1060028013510699

She, J., Nakamura, H., Makino, K., Ohyama, Y., Hashimoto, H. (2015). Selection of Suitable Maximum-heart-rate Formulas for Use with Karvonen Formula to Calculate Exercise Intensity. *International Journal of Automation and Computing*, 12, 62-69. doi: 10.1007/s11633-014-0824-3

Sheehan, D. V., Lecrubier, Y., Sheehan, K. H., Amorim, P., Janavs, J., Weiller, E., Hergueta, T., Baker, R., Dunbar, G. C. (1998). The MINI-International Neuropsychiatric Interview (M.I.N.I.): the development and validation of a structured diagnostic psychiatric interview for DSM-IV and ICD-10. *The Journal of Clinical Psychiatry*, 59(20), 22-33.

Sheehan, D. V., Lecrubier, Y., Sheehan, K. H., Janavs, J., Weiller, E., Keskiner, A., Schinka, J., Knapp, E., Sheehan, M. F., Dunbar, G. C. (1997). The validity of the Mini International Neuropsychiatric Interview (MINI) according to the SCID-P and its reliability. *European Psychiatry*, 12(5), 232–241, doi: 10.1016/S0924-9338(97)83297-X

Sheehan, D. V., Sheehan, K. H., Shytle, R. D., Janavs, J., Bannon, Y., Rogers, J. E., Milo, K. M., Stock, S. L., Wilkinson, B. (2010). Reliability and validity of the Mini International Neuropsychiatric Interview for Children and Adolescents (MINI-KID). *The Journal of Clinical Psychiatry*, 71(3), 313–326, doi: 10.4088/JCP.09m05305whi

Silva, L. A. D., Doyenart, R., Henrique Salvan, P., Rodrigues, W., Felipe Lopes, J., Gomes, K., Thirupathi, A., Pinho, R. A., Silveira, P. C. (2019). Swimming training improves mental health parameters, cognition and motor coordination in children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *International Journal of Environmental Health Research*, 1-9. doi: 10.1080/09603123.2019.1612041

Sjöwall, D., Roth, L., Lindqvist, S., Thorell, L. B. (2013). Multiple deficits in ADHD: executive dysfunction, delay aversion, reaction time reaction time variability, and emotional deficits. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 54(6), 619-627. doi: 10.1111/jcpp.12006

Smith, A. L., Hoza, B., Linnea, K., McQuade, J. D., Tomb, M., Vaughn, A. J., Shoulberg, E. K., Hook, H. (2013). Pilot physical activity intervention reduces severity of ADHD symptoms in young children. *Journal of Attention Disorders*, 17(1), 70-82. doi: 10.1177/1087054711417395

Sonuga-Barke, E. J., Dalen, L., Daley, D., Remington, B. (2002). Are planning, working memory, and inhibition associated with individual differences in preschool ADHD symptoms? *Developmental Neuropsychology*, 21(3), 255-272. doi: 10.1207/S15326942DN2103_3

The World Health Organization Quality of Life (WHOQOL) Group. (1995). The World Health Organization Quality of Life assessment (WHOQOL): position paper from the World Health Organization. *Social Science and Medicine*, 41(10), 1403-1409. doi: 10.1016/0277-9536(95)00112-K

Toplak, M. E., Bucciarelli, S. M., Jain, U., Tannock, R. (2009). Executive functions: performance-based measures and the behavior rating inventory of executive function (BRIEF) in adolescents with attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Child Neuropsychology*, 15(1), 53-72. doi: 10.1080/09297040802070929

- Tsai, S. J. (2007). Attention-deficit hyperactivity disorder may be associated with decreased central brain-derived neurotrophic factor activity: clinical and therapeutic implications. *Medical Hypotheses*, 68(4), 869-899. doi: 10.1016/j.mehy.2006.06.025
- Tucha, O., Walitza, S., Mecklinger, L., Sontag, T. A., Küber, S., Linder, M., Lange, K. W. (2006). Attentional functioning in children with ADHD - predominantly hyperactive-impulsive type and children with ADHD - combined type. *Journal of Neural Transmission*, 113(12), 1943-1953. doi: 10.1007/s00702-006-0496-4
- Turi, E., Gervai, J., Áspán, N., Halász, J., Nagy, P., Gádoros, J. (2013). A Képességek és Nehézségek Kérdőív (SDQ-Magy) validálása serdülőkorú klinikai populációban [Validation of the Hungarian version of the Strengths and Difficulties Questionnaire in an adolescent clinical population]. *Psychiatria Hungarica*, 28(2), 165-179.
- Venables, W. N., Ripley, B. D. (2002). *Modern Applied Statistics with S* (4th ed.). New York, USA: Springer.
- Verburgh, L., Königs, M., Scherder, E. J., Oosterlaan, J. (2014). Physical exercise and executive functions in preadolescent children, adolescents and young adults: a meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 48(12), 973-979. doi: 10.1136/bjsports-2012-091441
- 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. doi: 10.1177/1087054710379735
- Walsh, J. J., Tschakovsky, M. E. (2018). Exercise and circulating BDNF: Mechanisms of release and implications for the design of exercise interventions. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 43(11), 1095-1104. doi: 10.1139/apnm-2018-0192
- Wernicke, J. F., Kratochvil, C. J. (2002). Safety profile of atomoxetine in the treatment of children and adolescents with ADHD. *Journal of Clinical Psychiatry*, 63 (suppl 12), 50-55.
- Wigal, S. B., Emmerson, N., Gehricke, J., Galassetti, P. (2013). Exercise: Applications to Childhood ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 17(4), 279-290. doi: 10.1177/1087054712454192

Willcutt, E. G., Doyle, A. E., Nigg, J. T., Faraone, S. V., Pennington, B. F. (2005). Validity of the executive function theory of attention-deficit/hyperactivity disorder: a meta-analytic review. *Biological Psychiatry*, 57(11), 1336-1346. doi: 10.1016/j.biopsych.2005.02.006

Winter, B., Breitenstein, C., Mooren, F. C., Voelker, K., Fobker, M., Lechtermann, A., Krueger, K., Fromme, A., Korsukewitz, C., Floel, A., Knecht, S. (2007). High impact running improves learning. *Neurobiology of Learning and Memory*, 87(4), 597-609. doi: 10.1016/j.nlm.2006.11.003

Yanagisawa, H., Dan, I., Tsuzuki, D., Kato, M., Okamoto, M., Kyutoku, Y., Soya, H. (2010). Acute moderate exercise elicits increased dorsolateral prefrontal activation and improves cognitive performance with Stroop test. *Neuroimage*, 50(4), 1702-1710. doi: 10.1016/j.neuroimage.2009.12.023

Young, S., Amarasinghe, J. M. (2010). Practitioner review: Non-pharmacological treatments for ADHD: A lifespan approach. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 51(2), 116–133. doi: 10.1111/j.1469-7610.2009.02191.x

Zimmermann, P., Gondan, M., Fimm, B. (2005). *Test of Attentional Performance for Children, Version 1.5; Part 1—Description*. Herzogenrath: Psychologische Testsysteme. Online: www.psytest.net

Zoladz, J. A., Pilc, A. (2010). The effect of physical activity on the brain derived neurotrophic factor: from animal to human studies. *Journal of Physiology and Pharmacology*, 61(5), 533-541.

Zouhal, H., Jacob, C., Delamarche, P., Gratas-Delamarche, A. (2008). Catecholamines and the effects of exercise, training and gender. *Sports Medicine*, 38(5), 401-432. doi: 10.2165/00007256-200838050-00004

Zuvekas, S. H., Vitiello, B., Norquist, G. S. (2006). Recent trends in stimulant medication use among U.S. children. *American Journal of Psychiatry*, 163(4), 579-585. doi: 10.1176/appi.ajp.163.4.579