

# **DOKTORI (PHD) DISSZERTÁCIÓ**

**Miklós Martina**

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

**2020**

**EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM  
PEDAGÓGIAI ÉS PSZICHOLÓGIAI KAR**

**Miklós Martina**

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

**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**

**A bírálóbizottság tagjai:**

**Dr. Demetrovics Zsolt, MTA doktora, egyetemi tanár, elnök**

**Dr. Hevesi Kriszta, PhD, egyetemi adjunktus, titkár**

**Dr. Koronczai Beatrix, PhD, egyetemi adjunktus, bíráló**

**Dr. Pulay Attila, PhD, egyetemi adjunktus, bíráló**

**Dr. Jekkel Éva, PhD, egyetemi adjunktus, tag**

**Pigniczkiné Dr. Rigó Adrien, PhD, habil, egyetemi docens, tag**

**Dr. Lajtai László, PhD, egyetemi adjunktus, tag**

**Budapest, 2020**

<sup>1</sup>ADATLAP  
a doktori értekezés nyilvánosságra hozatalához

I. A doktori értekezés adatai

A szerző neve: Miklós Martina

MTMT-azonosító: 10058671

A doktori értekezés címe és alcíme: A fizikai aktivitás szerepének vizsgálata  
figyelemhiányos/hiperaktivitás zavar diagnózisú gyermekek körében

DOI-azonosító<sup>2</sup>: 10.15476/ELTE.2020.081

A doktori iskola neve: Pszichológiai Doktori Iskola

A doktori iskolán belüli doktori program neve: Fejlődés- és klinikai gyermekpszichológia program

A témavezető neve és tudományos fokozata: Prof. Dr. Balázs Judit, PhD, DSc

A témavezető munkahelye: ELTE-PPK, Pszichológiai Intézet, Fejlődés- és Klinikai Gyermekpszichológia  
Tanszék

II. Nyilatkozatok

1. A doktori értekezés szerzőjeként<sup>3</sup>

a) hozzájárok, hogy a doktori fokozat megszerzését követően a doktori értekezésem és a tézisek nyilvánosságra kerüljenek az ELTE Digitális Intézményi Tudástárban. Felhatalmazom a Pszichológiai Doktori Iskola hivatalának ügyintézőit, Barna Ildikót és Kulcsár Dánielt, hogy az értekezést és a téziseket feltöltse az ELTE Digitális Intézményi Tudástárba, és ennek során kitöltse a feltöltéshez szükséges nyilatkozatokat.

b) kérem, hogy a mellékelt kérelemben részletezett szabadalmi, illetőleg oltalmi bejelentés közzétételéig a doktori értekezést ne bocsássák nyilvánosságra az Egyetemi Könyvtárban és az ELTE Digitális Intézményi Tudástárban;<sup>4</sup>

c) kérem, hogy a nemzetbiztonsági okból minősített adatot tartalmazó doktori értekezést a minősítés (dátum)-ig tartó időtartama alatt ne bocsássák nyilvánosságra az Egyetemi Könyvtárban és az ELTE Digitális Intézményi Tudástárban;<sup>5</sup>

d) kérem, hogy a mű kiadására vonatkozó mellékelt kiadó szerződésre tekintettel a doktori értekezést a könyv megjelenéséig ne bocsássák nyilvánosságra az Egyetemi Könyvtárban, és az ELTE Digitális Intézményi Tudástárban csak a könyv bibliográfiai adatait tegyék közzé. Ha a könyv a fokozatszerzést követően egy évig nem jelenik meg, hozzájárlok, hogy a doktori értekezésem és a tézisek nyilvánosságra kerüljenek az Egyetemi Könyvtárban és az ELTE Digitális Intézményi Tudástárban.<sup>6</sup>

2. A doktori értekezés szerzőjeként kijelentem, hogy

a) az ELTE Digitális Intézményi Tudástárba feltöltendő doktori értekezés és a tézisek saját eredeti, önálló szellemi munkám és legjobb tudomásom szerint nem sértem vele senki szerzői jogait;

b) a doktori értekezés és a tézisek nyomtatott változatai és az elektronikus adathordozón benyújtott tartalmak (szöveg és ábrák) mindenben megegyeznek.

3. A doktori értekezés szerzőjeként hozzájárlok a doktori értekezés és a tézisek szövegének plágiumkereső adatbázisba helyezéséhez és plágiumellenőrző vizsgálatok lefuttatásához.

Kelt: Budapest, 2020. június 15.



a doktori értekezés szerzőjének aláírása

<sup>1</sup> Beiktatta az Egyetemi Doktori Szabályzat módosításáról szóló CXXXIX/2014. (VI. 30.) Szen. sz. határozat. Hatályos: 2014. VII.1. napjától.

<sup>2</sup> A kari hivatal ügyintézője tölti ki.

<sup>3</sup> A megfelelő szöveg aláírandó.

<sup>4</sup> A doktori értekezés benyújtásával egyidejűleg be kell adni a tudományági doktori tanácshoz a szabadalmi, illetőleg oltalmi bejelentést tanúsító okiratot és a nyilvánosságra hozatal elhalasztása iránti kérelmet.

<sup>5</sup> A doktori értekezés benyújtásával egyidejűleg be kell nyújtani a minősített adatra vonatkozó közokiratot.

<sup>6</sup> A doktori értekezés benyújtásával egyidejűleg be kell nyújtani a mű kiadásáról szóló kiadói szerződést.

## Tartalomjegyzék

Rövidítések jegyzéke .....	6
Táblázatok jegyzéke .....	9
Ábrák jegyzéke .....	10
Előszó .....	13
<b>1. Bevezető .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1. Figyelemhiányos/hiperaktivitás zavar (Attention-Deficit Hyperactivity Disorder, ADHD) .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2. Fizikai aktivitás .....</b>	<b>16</b>
<b>1.3. Végrehajtó funkciók és a figyelmi teljesítmény egyéb mutatói .....</b>	<b>18</b>
1.3.1. Gátlás, mint végrehajtó funkció .....	19
1.3.2. Éberség, mint figyelmi teljesítmény paraméter .....	19
1.3.3. Elterelhetőség, mint figyelmi teljesítmény paraméter .....	19
1.3.4. Megosztott figyelem, mint figyelmi teljesítmény paraméter .....	20
1.3.5. Flexibilitás, mint végrehajtó funkció .....	20
<b>1.4. ADHD, végrehajtó funkciók és a figyelmi teljesítmény egyéb mutatói .....</b>	<b>21</b>
<b>1.5. ADHD és fizikai aktivitás .....</b>	<b>27</b>
<b>1.6. ADHD, életminőség és fizikai aktivitás összefüggései .....</b>	<b>30</b>
<b>1.7. ADHD, fizikai aktivitás és végrehajtó funkciók összefüggései .....</b>	<b>32</b>
1.7.1. Krónikus fizikai aktivitás és a figyelmi, valamint végrehajtó funkciók .....	32
1.7.2. Akut fizikai aktivitás és a figyelmi, valamint végrehajtó funkciók .....	49
<b>2. Célkitűzések .....</b>	<b>59</b>
<b>3. Hipotézisek .....</b>	<b>60</b>
<b>4. Módszer .....</b>	<b>63</b>
<b>4.1. Etikai engedély, tájékoztatás és beleegyeztetés .....</b>	<b>63</b>
<b>4.2. Minta .....</b>	<b>63</b>
4.2.1. A minta leírása E2 és E3 esetén .....	65
4.2.2. A minta leírása E1 esetén .....	66
<b>4.3. Mérőeszközök .....</b>	<b>67</b>
4.3.1. Gyermekek Mini Nemzetközi Neuropszichiátriai Interjú (MINI International Neuropsychiatric Interview Kid Version – Gyermekek M.I.N.I.) – E1, E2 és E3 esetén	67
4.3.2. Életminőség Kérdőív – Inventar zur Erfassung der Lebensqualität bei Kindern und Jugendlichen (ILK) – E1 esetén .....	68

4.3.3.	Gyermek Képességek és Nehézségek Kérdőív (Strength and Difficulty Questionnaire, SDQ) – E1 esetén.....	69
4.3.4.	Rosenberg Önértékelés Skála (Rosenberg Self-Esteem Scale, RSES) – E1 esetén	70
4.3.5.	Gyermek Hiperkinetikus Zavar Kérdőív (Attention Deficit Hpyeractivity Disorder, ADHD) – E1 esetén .....	70
4.3.6.	Demográfiai adatlap – E1, E2 és E3 esetén .....	71
4.3.7.	Gyermek Figyelmi Teljesítmény Teszt (Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung für Kinder / Test of Attentional Performance for Children, KITAP) – E2 és E3 esetén .....	72
4.3.8.	A fizikai aktivitás és kontroll intervenció esetében alkalmazott eszközök – E3 esetén .....	76
4.4.	Eljárás.....	76
4.5.	Statisztikai elemzések .....	79
4.5.1.	E1 statisztikai elemzése .....	79
4.5.2.	E2 statisztikai elemzése .....	80
4.5.3.	E3 statisztikai elemzése .....	81
5.	Eredmények.....	83
5.1.	E1 eredményei.....	83
5.1.1.	Kérdőívek eredményei .....	83
5.2.	E2 eredményei.....	84
5.2.1.	KiTAP paraméterek.....	84
5.3.	E3 eredményei.....	94
5.3.1.	KiTAP paraméterek.....	95
6.	Diszkusszió.....	115
6.1.	E1 diszkussziója .....	115
6.2.	E2 diszkussziója .....	118
6.3.	E3 diszkussziója .....	126
7.	Összefoglalás, új eredmények és kitekintés .....	137
	Irodalomjegyzék.....	140
	Melléletek.....	178

### **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, nyugalmaival és támogatásával segítette a munkám befejezését.

## **Rövidítések jegyzéke**

ADHD – figyelemhiányos/hiperaktivitás zavar, Attention-Deficit Hyperactivity Disorder

AIC – Akaike Information Criterion

ATP – adenzin-trifoszfát

BASC – Viselkedést Becslő Rendszer Gyermekek Részére, Behavior Assessment System for Children

BDNF – növekedési faktor, brain-derived neurotrophic factor

BMAT – Alap Motoros Készségek Tesztje, módosított változat, Basic Motor Ability Test, Revised

BOT-2 – Bruininks-Oseretsky Motoros Ügyesség Teszt, 2. kiadás, Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency second edition

CBCL – Gyermek Viselkedés Kérdőív, Child Behavior Checklist

CDI – Gyermek Depresszió Leltár, Children's Depression Inventory

CCPT II – Conners-féle Folyamatos Teljesítmény Teszt II, Conner's Continuous Performance Test II

CCT 1,2 – Children's Color Trails Test 1 and 2

CNV – kontingens negatív variáció, contingent negative variation

CPRS-R: L – Conners Szülői Értékelő Skála, módosított, hosszú változat, Conners' Teacher Rating Scale - Revised: Long

CTRS-R: L – Conners Tanári Értékelő Skála, módosított, hosszú változat, Conners' Teacher Rating Scale - Revised: Long

DSM-IV – Mentális Zavarok Diagnosztikai és Statisztikai Kézikönyvének 4. Kiadása, Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders fourth edition

DSM-5 – Mentális Zavarok Diagnosztikai és Statisztikai Kézikönyvének 5. Kiadása, Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders fifth edition

E1 – 1. elemzés (Miklós és mtsai, 2019a)

E2 – 2. elemzés (Miklós és mtsai, 2019b)

E3 – 3. elemzés (Miklós és mtsai, 2020)

EEG – elektroenkefalográfia

ERN – hiba-negativitás, error-related negativity

ERP – esemény kiváltotta potenciál, event-related potential

ETT-TUKEB – Egészségügyi Tudományos Tanács - Tudományos és Kutatásetikai Bizottsága

GLMM – generalizált lineáris kevert-hatású modell, generalized linear mixed model

GPLMA – Global Validation of Linear Model Assumptions

H – hipotézisek (számozva)

HAWIK-IV – Hamburg-Wechsler-intelligenciateszt gyerekeknek IV, Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder – IV

HR<sub>max</sub> – maximális pulzus, maximum heart rate

HRR – szívfrekvencia- vagy pulzustartalék, heart rate reserve

HSD – honestly significant difference

ILK – Intervertar Lebensqualität Kindern und Jugendlichen

K-ARS-PT – DuPaul ADHD Értékelő Skálája, DuPaul's ADHD Rating Scale

K-BIT IQ – Kaufman Rövid Intelligencia Teszt, Kaufman Brief Intelligence Test

KiTAP – Gyermek Figyelmi Teljesítmény Teszt, Test of Attentional Performance for Children

M-ABC 2 – Movement Assessment Battery for Children second edition

MASS – Modern Applied Statistics with S

MD – Mahalanobis távolság, Mahalanobis distance

M.I.N.I. – Gyermek M.I.N.I., Gyermek Mini Nemzetközi Neuropszichiátriai Interjú Gyermekeknek és Serdülőknek, MINI International Neuropsychiatric Interview

MVPA – moderate to vigorous physical activity



OTKA – Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok

rCBF – regionális cerebrális vérátáramlás, regional cerebral blood flow

RSES – Rosenberg Önértékelés Skála, Rosenberg Self-Esteem Scale

RSES-H – Rosenberg Önértékelés Skála alternatív magyar fordítású verziója

SDQ – Gyermek Képességek és Nehézségek Kérdőív, Strength and Difficulty Questionnaire

SSRS – Társas Készségek Értékelő Rendszere, Social Skills Rating System

TAP – Figyelmi Teljesítmény Tesztje, Test of Attentional Performance

Tea-Ch – Mindennapi Figyelem Teszt Gyerekek Számára, Test of Everyday Attention for Children

TGMD-2 – Nagymotoros Fejlődés Tesztje-2, Test of Gross Motor Development-2

TMT – Úttervezés Teszt, Trail Making Test

TOVA – Figyelem Változóinak Tesztjében, Test of Variables of Attention

WAIS-III – Wechsler Felnőtt Intelligenciaskála, harmadik kiadás; Wechsler Adult Intelligence Scale, Third Edition

WCST – Wisconsin Kártyaszortírozási Teszt, Wisconsin Card Sorting Test

WHO – Egészségügyi Világszervezet, World Health Organization

WISC-IV – Wechsler Gyermek Intelligenciateszt, negyedik kiadás; Wechsler Intelligence Scale for Children, Fourth Edition

WISC-R – Wechsler Intelligence Scale for Children-Revised

WRAML-2 – Wide Range Assessment of Memory and Learning second edition

WRAT-3 – Wide Range Achievement Test 3

## Táblázatok jegyzéke

1. táblázat: Krónikus fizikai aktivitást alkalmazó és a végrehajtó funkciókat vizsgáló kutatások (Miklós és mtsai, 2017) – 33. oldal
2. táblázat: További krónikus fizikai aktivitást alkalmazó, figyelmi, valamint végrehajtó funkciókat vizsgáló kutatások – 42. oldal
3. táblázat: Akut fizikai aktivitást alkalmazó és a végrehajtó funkciókat vizsgáló kutatások (Miklós és mtsai, 2017) – 50. oldal
4. táblázat: További akut fizikai aktivitást alkalmazó, figyelmi, valamint végrehajtó funkciókat vizsgáló kutatások – 54. oldal
5. táblázat: E2 és E3 vizsgálati mintájának jellemzői – 65. oldal
6. táblázat: Demográfiai adatlap részei – 71. oldal
7. táblázat: Post hoc tesztek és kovariánsok E2-ben – 89. oldal
8. táblázat: Nem gyógyszeres csoport összehasonlítása a gyógyszeres és kontroll csoport összesített átlagával E2-ben – 93. oldal
9. táblázat: A vizsgálati személyek eloszlása a csoportok és intervenciók szerint E3-ban – 94. oldal
10. táblázat: Az egyes KiTAP szubtesztek változóival kapcsolatos fő hatások és interakciók – 113. oldal
11. táblázat: Fizikai aktivitás és kontroll intervenció hatásai közti szignifikáns különbségek – 127. oldal
12. táblázat: E2 leíró statisztikái – 181. oldal
13. táblázat: E3 leíró statisztikája – 185. oldal
14. táblázat: Konfidencia intervallumok és post hoc tesztek E3-ban – 188. oldal

## Ábrák jegyzéke

1. ábra: Kutatási elrendezés – 76. oldal
2. ábra: Lineáris kevert modell predikciója – Éberség reakcióidő mediánja (Tukey transzformált adat) – 96. oldal
3. ábra: Időpont kontrasztok – Éberség reakcióidő mediánja (Bonferroni korrekció) – 97. oldal
4. ábra: Lineáris kevert modell predikciója – Éberség reakcióidő variabilitása (Tukey transzformált adat) – 98. oldal
5. ábra: Lineáris kevert modell predikciója – Elterelhetőség összes hiba (Negatív binomiális regresszió) – 100. oldal
6. ábra: Időpont kontrasztok – Elterelhetőség összes hiba (Bonferroni korrekció) – 101. oldal
7. ábra: Lineáris kevert modell predikciója – Elterelhetőség hibák elterelő ingerrel (Poisson regresszió zéró-inflációval) – 102. oldal
8. ábra: Időpont kontrasztok – Elterelhetőség hibák elterelő ingerrel (Bonferroni korrekció) – 103. oldal
9. ábra: Lineáris kevert modell predikciója – Elterelhetőség hibák elterelő inger nélkül (Poisson regresszió) – 104. oldal
10. ábra: Lineáris kevert modell predikciója – Megosztott figyelem összes kihagyás (Poisson regresszió) – 105. oldal
11. ábra: Időpont kontrasztok – Megosztott figyelem összes kihagyás (Bonferroni korrekció) – 106. oldal
12. ábra: Lineáris kevert modell predikciója – Megosztott figyelem összes hiba (Poisson regresszió) – 107. oldal
13. ábra: Időpont kontrasztok – Megosztott figyelem összes hiba (Bonferroni korrekció) – 108. oldal
14. ábra: Lineáris kevert modell predikciója – Flexibilitás reakcióidő mediánja (Tukey transzformált adatok) – 109. oldal

15. ábra: Lineáris kevert modell predikciója – Go/no-go reakcióidő mediánja (Tukey transzformált adat) – 110. oldal
16. ábra: Lineáris kevert modell predikciója – Go/no-go összes hiba (Negatív binomiális regresszió) – 111. oldal
17. ábra: Időpont kontrasztok – Go/no-go összes hiba (Bonferroni korrekció) – 112. oldal
18. ábra: Éberség szubteszt célingere – 178. oldal
19. ábra: Elterelhetőség szubteszt – hibázás elterelő ingerrel – 178. oldal
20. ábra: Elterelhetőség szubteszt – hibázás elterelő inger nélkül – 179. oldal
21. ábra: Megosztott figyelem szubteszt (vizuális) célingere – 179. oldal
22. ábra: Flexibilitás szubteszt illusztrációja – 180. oldal
23. ábra: Go/no-go szubteszt célingere – 180. oldal

**A disszertációmban felhasznált saját közlemények jegyzéke<sup>1</sup>:**

**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

**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.

---

<sup>1</sup> A felsorolt publikációk társszerzői hozzájárultak a közlemények disszertációmban való felhasználásához.

## **Előszó**

Doktori kutatásom fő témájának ötlete azon gyakorlati megfontolás alapján fogant meg, miszerint szülői és tanári „anekdoták” szólnak a fizikai aktivitás jótékony hatásáról az figyelemhiányos/hiperaktivitás zavar (Attention-Deficit Hyperactivity Disorder, ADHD) tüneteinek kezelésével kapcsolatban, valamint a kognitív és iskolai teljesítményre gyakorolt pozitív befolyásáról egyaránt. Ennek a témának tudományos módszerekkel történő vizsgálata tudomásom szerint számos kérdést nem válaszolt meg doktori munkám kezdetekor.

Doktori munkám középpontjában az egyszeri fizikai aktivitás figyelmi és végrehajtó funkciókra gyakorolt hatásának vizsgálata állt nem-gyógyszeres és gyógyszeresen kezelt, 6-12 év közötti ADHD diagnózissal, valamint tipikusan fejlődő gyermekek mintáján. Ennek kapcsán először kitérek a klinikai mintában szereplő gyógyszeres kezelés nélküli ADHD diagnózissal rendelkező gyermekek szülei által értékelt gyermeki életminőség és problémás viselkedés vizsgálatára rendszeresen sporttevékenység-végzéssel összefüggésben. Továbbá feltárási kerületek gyermekek életminőségének lehetséges prediktorai, valamint az ADHD diagnózissal rendelkező gyermekek szüleinek önértékelését is elemeztük a gyermekük által végzett sporttevékenység szempontjából.

Ezt követően az alap mérésakor adódó figyelmi és végrehajtófunkcióbeli különbségeket vizsgáltuk meg a három már említett vizsgálati csoport esetében.

Végezetül az akut, azaz egyszeri alkalommal végzett fizikai aktivitásnak a figyelmi és végrehajtó funkciókra gyakorolt potenciálisan pozitív hatását mutatom be e három vizsgálati csoport kapcsán.

Doktori munkámból négy feldolgozás született, a negyedik jelenleg megjelenés alatt áll. A négy feldolgozás közül az egyik egy nem szisztematikus áttekintő tanulmány (Miklós és mtsai, 2017), mely áttekintette doktori munkám fő fókuszát. A másik három feldolgozás egy-egy vizsgálati részt bemutató publikációként jelent meg (Miklós és mtsai, 2019a; Miklós és mtsai, 2019b; Miklós és mtsai, 2020). Lévén, hogy a három feldolgozás egy nagyobb ívű vizsgálat részeredményeit taglalja – illetve ezek közül a harmadik egyben doktori kutatásom fő témáját és annak eredményeit mutatja be –, disszertációmban a szakirodalmi bevezetést követően a három vizsgálat célkitűzéseit és módszertanát egy közös fejezet alatt tárgyalom, majd ezt követően az egyes vizsgálatok eredménye és diszkussziója külön-külön részként kerül bemutatásra. Disszertációm egy átfogó összefoglalás fejezet zárja. Átfedések esetén utalás történik a korábbi vizsgálat egyezőségeire.

A teljes vizsgálat során részt vettem a vizsgálati elrendezés tervezésében, a gyermekek esetében történő fizikai terhelés optimumának biztosítása érdekében a terhelés-élettani szakvélemény megszerzésében, az etikai kérelem benyújtásában, az adatfelvételben, adatbevitelben, statisztikai feldolgozásban, továbbá a kapott eredmények publikálásában.

Mindezek alapján remélem, hogy a doktori disszertációm tárgyául szolgáló kutatás eredményei segítik a pszichiátria és klinikai pszichológia területe mellett a pedagógiai szakszolgálatokban, valamint az óvodákban és iskolákban dolgozó kollégák gyakorlati tevékenységét az ADHD diagnózissal rendelkező gyermekek hatékony ellátása céljából.

## **1. Bevezető**

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

Az ADHD az egyik leggyakoribb gyermekpszichiátriai zavar, melynek 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. Három típusát különítjük el adott számú tünetek jelenléte alapján: túlnyomórészt figyelemhiányos (legalább 6 figyelemhiányos tünet a kilencből), túlnyomórészt hiperaktív/impulzív (legalább 6 hiperaktív/impulzív tünet a 17 éves kor alatt) és kombinált (legalább 6 figyelemhiányos és legalább ugyanennyi hiperaktív/impulzív tünet a kilencből 17 éves kor alatt) megjelenési forma (American Psychiatric Association, 2013). A diagnózis felállításához az elvart minőségű és számú tünetnek legalább 6 hónapon át folyamatosan fenn kell állnia, továbbá ezen tüneteknek legalább két különböző helyzetben (például otthon és az iskolában is) funkcióromlást kell okoznia. Hangsúlyos kritérium, hogy a tüneteknek súlyosabbnak kell lenniük, mint ami a gyermek fejlődési szintje szerint elvárható lenne. A felsoroltak mellett lényeges, hogy az említett funkciókárosodás mellett a tüneteknek 12 éves kor előtt meg kell jelenniük (American Psychiatric Association, 2013). Az ADHD gyermekkori előfordulása a fiú-lány arányt tekintve 3:1 az epidemiológiai vizsgálatok alapján (Gaub és Carlson, 1997), míg klinikai minta esetén ez az arány 6:1 (fiú:lány) (Costello és mtsai, 1997).

Kialakulásában bár számos faktor jelentőségét sikerült azonosítani, etiológiája mégsem teljesen feltérképezett. Korábbi kutatások a zavar okát az agy frontális régióhoz, specifikusan a prefrontális kéreg működéséhez kötik (Benton, 1991; Heilman és mtsai, 1991). Az agyi hálózatok ADHD esetében jelen levő (De La Fuente és mtsai, 2013) strukturális (Valera és mtsai, 2007; Frodl és Skokauskas, 2012; Gehricke és mtsai, 2017) és funkcionális (Rubia és mtsai, 2014; Arnsten és Rubia, 2012; Norman és mtsai, 2016) rendellenességeit számos tanulmány demonstrálta. Így például strukturális eltéréseket találtak a fronto-corticalis és fronto-striatalis területeknél (Cubillo és mtsai, 2012, review tanulmány), továbbá a parietális és temporális lebenynél, a striatumnál (subcorticalis basalis ganglion) és limbikus rendszerénél (Gehricke és mtsai, 2017), valamint a cerebellumnál (Castellanos és mtsai, 2002). Ezen strukturális és funkcionális abnormalitások feltételezhetően összefüggésben állnak az ADHD fennállása esetén megfigyelhető kognitív, affektív és motoros viselkedéssel (Bush és mtsai, 2005; Konrad és Eickhoff, 2010).



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).

Mindemellett 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, például rövidtávon azért, mert több 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 (review tanulmány, Danckaerts és mtsai, 2010), hosszútávon pedig azért, mert például számos komorbid kórkép ADHD melletti előfordulási gyakoriságának valószínűsége nő, amennyiben nem került időben az ADHD felismerésre és kezelésre (Jensen és mtsai, 1997).

## **1.2. Fizikai aktivitás**

Fizikai aktivitásnak minősül bármilyen testi mozdulat, melyet a vázizmok összehúzódása okoz, valamint ami a nyugalmi energiafelhasználáshoz viszonyítva jelentősen megnöveli a kalóriaigényt (Rochmis és Blackburn, 1971; Caspersen és mtsai, 1985). Két típusát különböztetik meg: az aerob és anaerob fizikai aktivitást (Verburgh és mtsai, 2014).

Aerob testgyakorlásnak minősül minden olyan aktivitás, amely nagy izomcsoportok működtetését igényli, folyamatosan fenntartható, egyben ritmikus jellegű, természetéből fakadóan (Patel és mtsai, 2017; American College of Sports Medicine, 2013). Ilyen jellegű mozgások kivitelezésekor az izomcsoportok aktivitása aerob metabolizmuson alapszik, melynek során energia termelődik adenzin-trifoszfát (ATP) formájában aminosavakból, szénhidrátokból és zsírsavakból (Patel és mtsai, 2017). Aerob testmozgásnak számít például a kerékpározás, a tánc, a túrázás, a kocogás vagy hosszútávú futás, az úszás és a séta. Ezen tevékenységek kivitelezéséhez kapcsolható az aerob kapacitás fogalma, mely a

kardiorespiratorikus rendszer oxigénellátási-, valamint a vázizmok oxigénfelhasználás képességének a mutatója (Patel és mtsai, 2017).

Az anaerob aktivitás ezzel szemben intenzív, nagyon rövid ideg tartó fizikai aktivitás, amelyet az összehúzó izmok energiaraktárai működtetnek, függetlenül a belélegzett oxigén mennyiségétől, mint energiaforrástól (American College of Sports Medicine, 2013; Patel és mtsai, 2017). Oxigén használata nélkül a sejtek az ATP képzését glikolízis és fermentáció útján nyerik vissza, mely folyamat szignifikánsabban kevesebb ATP termeléshez vezet, mint az aerob aktivitás esetében. Ennek következtében tejsav képződik. Tipikusan anaerob gyakorlatoknak számítanak a gyors és hirtelen jellegű izomösszehúzódásból álló mozgások, mint például a sprintelés, a magas intenzitású intervallum edzések és az erőemelés. A tartósan fennálló anaerob anyagcsere, ennek megfelelően pedig az ilyen jellegű testmozgás tartósan emeli a laktát- és metabolikus acidózist (Patel és mtsai, 2017). Ezt az átmeneti pontot anaerob küszöbértéknek nevezik (Wasserman, 1986).

A fizikai aktivitás intenzitását tekintve is különféle mértékű lehet, mely intenzitás fokok egyben megfeleltethetőek a fizikai aktivitás említett két típusának (aerob és anaerob) is (Swain és Leutholtz, 2007). Az intenzitás mértékét számos fizikális mutatóval meg lehet határozni. Ezek egyike a maximális szívfrekvencia (maximum heart rate,  $HR_{max}$ ), melynek határértéke az úgynevezett Karvonen-formulával ( $HR_{max} = 220 - \text{életkor}$ ) számolható ki (American College of Sports Medicine, 2017; She és mtsai, 2015). Az intenzitás foka a  $HR_{max}$  adott százalékán kivitelezett aktivitás alapján lehet nagyon könnyű (<57%  $HR_{max}$ ), könnyű (57-63%  $HR_{max}$ ), mérsékelt (64-76%  $HR_{max}$ ), élénk (77-95%  $HR_{max}$ ) vagy közel a maximálishoz/maximális ( $\geq 96$   $HR_{max}$ ) az American College of Sports Medicine (2017) ajánlása szerint.

Az eltérő típusú fizikai aktivitást alkalmazó kutatások különböznek továbbá abból a szempontból is, hogy akut (egy alkalommal végzett) vagy krónikus (több alkalommal végzett) fizikai aktivitást alkalmaznak kutatási elrendezésükben.

A rendszeres fizikai aktivitás mind a testi, mind a mentális egészségre jótékony hatást gyakorol gyerek és felnőtt populáció esetében is (Penedo és Dahn, 2005; Ahn és Fedewa, 2011). Ezen túlmenően kutatások, review tanulmányok és metaanalízisek a kognitív funkciókra gyakorolt bizonyos mértékű pozitív hatását is alátámasztották (Etnier és mtsai, 1997), akut fizikai aktivitás esetében is (Brisswalter és mtsai, 2002; Tomporowski, 2003; Chang és mtsai, 2012a). Sibley és Etnier (2003) review cikke gyermek populáció esetén is szignifikánsan pozitív kapcsolatot mutatott ki a fizikai aktivitás és kognitív működés között.

### **1.3. Végrehajtó funkciók és a figyelmi teljesítmény egyéb mutatói**

Doktori disszertációmban elemzéseinken belül a végrehajtó funkciókat is magukban foglaló figyelmi paramétereket vizsgáltam, így a következőkben kitérek mind a végrehajtó funkciók, mind a figyelmi teljesítmény egyéb vizsgált mutatóira (éberség, elterelhetőség, megosztott figyelem, flexibilitás, gátlás) is.

A végrehajtó funkciók olyan magasabb rendű kognitív folyamatok csoportját alkotják, melyek képessé teszik az egyént a jövőre irányuló vagy célorientált feladatok hatásos és hatékony kivitelezésére (Berlin és mtsai, 2003; Banich, 2009). Barkley (1997a) eredeti elmélete szerint a végrehajtó funkció fogalma alapján véve önszabályozást takar, melynek működésében a gátlás központi szerepet játszik. A gátlás az automatikus folyamatokat leállítva teret enged például a tervezésnek és a monitorozásnak, tehát a célirányos viselkedés irányításának. Más kutatók szerint a következő három alap végrehajtó funkció létezik: gátlás (prepotens válaszok gátlása), munkamemória (munkamemória tartalmának „frissítése” és monitorozása) és kognitív flexibilitás (más néven feladatváltás, mentális flexibilitás vagy mentális feladatváltás) (például Miyake és mtsai, 2000; Lehto és mtsai, 2003). Ezekre épülnek a magasabbrendű végrehajtó funkció működések, mint a következtetés, a problémamegoldás és a tervezés (Collins és Koechlin, 2012; Lunt és mtsai, 2012). Gyermekeknél ugyenezen alapkomponeensek meglétét bizonyították, feltételezhetően egy különálló gátló komponens nélkül (Huizinga és mtsai, 2006; Lehto és mtsai, 2003; van der Sluis és mtsai, 2007). Az egyes végrehajtó funkció komponensek meglétéről, illetve azok szerveződésével kapcsolatos egyetértés hiányának, valamint a különböző elnevezéseknek köszönhetően a kutatások jelentősen eltérnek egymástól célkitűzéseikben, illetve a vizsgált paraméterek számában.

A végrehajtó funkciók működésében kulcsterületnek számít a prefrontális kéreg (Funahashi és Andreau, 2013; Moriguchi és Hiraki, 2013). Ennek megfelelően a frontostriatális pálya régiói is fontos szerepet játszanak e tekintetben. A dorzolaterális prefrontális kéreg működését találták a munkamemória és kognitív flexibilitás feladatok során (Forbes és mtsai, 2014). Más kutatások szerint a szubkortikális területek régiói – mint a caudatus és a putamen, melyek összeköttetésben állnak a prefrontális kéreggel – a feladatváltást és tervezést igénylő feladatokban vesznek részt (Hanakawa és mtsai, 2017; Rubia, 2018).

Az alábbi alfejezetekben az általunk mért végrehajtó funkciók és figyelmi teljesítmény mutatók, mint vizsgálati paraméterek bemutatása olvasható.

### **1.3.1. Gátlás, mint végrehajtó funkció**

A gátlás (benne a gátlási kontroll, beleértve az önkontrollt [viselkedéses kontroll] és interferencia kontroll [szelektív figyelem és kognitív gátlás]) alapkomponeensnek számít a végrehajtó funkciók tekintetében (Lehto és mtsai, 2003; Miyake és mtsai, 2000). Az impulzív viselkedés kontrollja az egyik alapvető része a kontroll folyamatoknak, mely képessé teszi az egyént a nem megfelelő cselekvés megállítására (Zimmermann és mtsai, 2005) és a helyes válaszadásra a tervezett tevékenységgel összhangban, zavaró irreleváns ingerek jelenéte esetében is (Bedard és mtsai, 2002). Az impulzív reakciók tendenciáit az úgynevezett Go/no-go (vagy Go/Nogo) feladatokkal lehet a legegyszerűbben felmérni (Drewe, 1975; idézi Zimmermann és mtsai, 2005). Alaphelyzetben ez két ingert és egy egyszerű döntési helyzetet foglal magában. Az ilyen jellegű feladatokban a kontroll és döntéshozás képességének felmérése történik azáltal, hogy minél gyorsabb válaszadást várunk el egy bizonyos ingerre, míg egy másikra nem. Kiváltképpen fontos részét képezi a feladatnak a nem lényeges ingerre történő reakció gátlásának felmérése is.

### **1.3.2. Éberség, mint figyelmi teljesítmény paraméter**

Az éberség figyelem intenzitásának központi aspektusa, ahogy azt van Zomeren és Brouwer (1994; idézi Zimmermann és mtsai, 2005) modellje leírja. Egyszerű válaszadási feladat esetén a vizsgálati személy a lényeges jelzés vagy jel előzetes felbukkanására figyel, így ez a helyzet belső készültséget, feszültséget, intrinzik éberséget igényel annak érdekében, hogy a gyors válaszadásra való készséget a legmagasabb szinten tartsa. Ez eltér a vigilancia feladatoktól, mivel a figyelem fenntartásával kapcsolatos elvárás éberség esetén rövid időtartamokra vonatkozik, illetve minden ingerre reakciót kell adni (van Zomeren és Brouwer, 1994; idézi Zimmermann és mtsai, 2005). Az intrinzik éberség mérésére így egyszerű válaszadási feladathelyzetet alkalmazható. Egyes kutatók az intrinzik éberség működését képalkotó eljárásokkal feltérképezve a jobb agyfélteke működéséhez, specifikusan a frontális, parietális és thalamikus részéhez kapcsolják (Sturm és Willmes, 2001), míg mások specifikusan a dorzolaterális prefrontális kéreghez is kötik (Périn és mtsai, 2010).

### **1.3.3. Elterelhetőség, mint figyelmi teljesítmény paraméter**

A fókuszált figyelem egyik aspektusának számít azon képesség, hogy szándékosan fenntartsuk a koncentrált figyelem fókuszát bonyolult helyzetekben és zavaró ingerek esetén is (Zimmermann és mtsai, 2005). Kisebb gyerekek gyakran tűnnek ki magas fokú elterelhetőségük okán: céljaikat gyakran szem elől tévesztik egyik pillanatról a másikra, ha

valami megragadja a figyelmüket. Az elterelhetőség alacsony foka ennek következtében egy lényeges prediktora a koncentrált munkának, valamint különösen fontos iskoláskorú gyermekek esetében. Ezt a tényt támasztja alá részben Tsubomi és Watanabe (2017) kutatása is, melynek eredménye összefüggést mutatott 10-12 éves gyerekek esetében a jobb iskolai teljesítmény (matematika és tudomány területén) és az elterelő ingernek való ellenállás között, vizuális jellegű munkamemóra feladat végzése során.

A vizsgálatok során alkalmazott elterelő ingerek általában vizuálisak (például Ye és mtsai, 2018) és auditívek (például van Mourik és mtsai, 2007), illetve vannak kutatások, melyek mindkét típust alkalmazzák (Adams és mtsai, 2009; Tsubomi és Watanabe, 2017).

#### **1.3.4. Megosztott figyelem, mint figyelmi teljesítmény paraméter**

A megosztott figyelem a szelektív figyelem egyik olyan aspektusa, amely által képessé válunk egyidejűleg két esemény vagy események sorozatának követésére (Zimmermann és mtsai, 2005). A mindennapi életben betöltött jelentősége ellenére azonban kevés ismerettel rendelkezünk funkcionális alapjairól.

Iskolai környezetben tipikus megosztott figyelmet képező helyzet például a diktálás vagy tollbamondás, ahol a hallott szöveget egyidejűleg le is kell tudni írni (Zimmermann és mtsai, 2005). Könnyedén úgy érezheti a gyermek, hogy túlterhelődik, amennyiben nehézséget jelent számára a figyelem megosztása.

A megosztott figyelmet vizsgáló kutatásokat nehéz egymással összehasonlítani ezen a területen is – az elterelhetőséghez hasonlóan –, mivel a megosztott figyelem mérésére alkalmazott feladatok eltérnek egymástól. Általában az úgynevezett kettős feladat paradigmát alkalmazzák ezen képesség mérésére, azt a széleskörűen elterjedt kutatási módszer, amely a figyelmi források elosztását képes felmérni mind gyerekeknél, mind felnőtteknél (Irwin-Chase és Burns, 2000; Coomans és mtsai, 2014; Göthe és mtsai, 2007). Ennek során két egyforma mértékben fontos feladat közt kell megosztani a figyelmét a vizsgálati személynek (Berger és mtsai, 2018). Képző eljárás alkalmazva megosztott figyelmet igénylő feladat végrehajtása során a dorzolaterális prefrontális kéreg aktivitását mutatták ki (Loose és mtsai, 2000; Johnson és Zatorre, 2006).

#### **1.3.5. Flexibilitás, mint végrehajtó funkció**

A flexibilitás a figyelmi fókusz aktív irányítása saját viselkedésünkre vagy a helyzetek releváns aspektusára (Zimmermann és mtsai, 2005). A figyelem fókuszának kontrollja és átirányítása a szelektív figyelem egyik szintén meghatározó eleme. A mindennapi élet során

olyan helyzetekben jelenik meg, mikor a folyamatosan változó környezethez igazítjuk saját perspektívánkat annak érdekében, hogy elérjük a célunkat. Egy másik ilyen helyzet, amikor a kiválasztott cselekvés már nem vezet a korábban eltervezett célhoz, így változtatnunk kell ezen célunkon. Mindezekből következtethető, hogy a flexibilitás számos specifikus figyelmi funkciót és magasabbrendű kognitív működést igényel (Zimmermann és mtsai, 2005).

Mind felnőtt, mind gyermek populációt vizsgálva a dorzolaterális prefrontális kéreg működését detektálták kognitív flexibilitást vizsgáló kutatásokban (Bunge és Crone, 2009; Moriguchi és Hiraki, 2009; Morton és mtsai, 2009). A témakörben megjelenő tanulmányok nagyfokú változatosságot mutatnak például a célkitűzések, a vizsgálatba vont minta életkori csoportja, valamint a kutatási elrendezés mentén, így összehasonlításuk nehezített.

#### **1.4. ADHD, végrehajtó funkciók és a figyelmi teljesítmény egyéb mutatói**

Barkley (1997a) 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). Barkley (1997a) modelljében a gátlást négy további végrehajtó funkcióhoz kapcsolja: 1) a munkamemóriához, 2) az affektus, motiváció és arousal önszabályozásához, 3) a belső beszédhez és 4) az "újrarendezés"/helyreállítás (viselkedéses analízis és szintézis).

#### **Végrehajtó funkciók érintettségát alátámasztó kutatások ADHD esetén**

Az alábbi tanulmányok is alátámasztják a végrehajtó funkciók (például munkamemória, gátlási kontroll, belső beszéd, tervezés stratégia-alkotás és aktivitás-monitorozás) károsodását ADHD esetében.

Rapport és munkatársainak (2008) tanulmánya a munkamemóriával kapcsolatos mindhárom kognitív rendszer érintettségét (fonológiai [verbális], téri-vizuális [nem-verbális] és központi végrehajtó) találták ADHD diagnózisú gyermekeknél. Kofler és munkatársainak (2011) tanulmánya szintén a munkamemória károsodását feltételezik, ahogy arra rámutat Kasper és kollégáinak (2012) meta-analízise és Schreiber és munkatársainak (2014) kutatási eredménye is.

Sonuga-Barke és munkatársai (2002) a gátlás kontrolljának deficitjét hangsúlyozza ADHD diagnózissal rendelkező gyermekeknél, Barkley (1997a) elméletéhez hasonlóan. Alderson és kollégái (2007) meta-analízisükben viselkedési gátlást igénylő feladatban nyújtott reakcióidő

paraméterek gyengeségét találták tipikusan fejlődő gyermekek csoportjával összevetésben. Egy másik tanulmányban Oosterlaan és Sergeant 1996-os vizsgálatában az ADHD diagnózisú gyermekek csoportja (6-12 évesek) gyengébben teljesített a gátlási kontroll területén a kontroll csoporthoz viszonyítva. Ezen eredményeket támasztja alá Rahmi és Wimbarti (2018) vizsgálata is, amely különbséget mutatott a 6-9 éves, valamint 10-12 éves korosztályt tekintve is ADHD diagnózisú és ezen diagnózis nélküli gyermekek csoportja között. Hervey és munkatársainak (2004) meta-analízise a gátlási funkció mellett említi a munkamemória károsodását is ADHD diagnózisú személyeknél.

További kutatások a belső beszéd nehezítetté válását (például a belső beszéd fejlődésében történő késés, hatékonyságának csökkenése, kevesebb feladat-releváns belső beszéd, több feladat-releváns és -irreleváns külső beszéd) is jelzik ADHD diagnózisú gyermekeknél (például Berk és Potts, 1991; Corkum és mtsai, 2008).

A tervezés és stratégia-alkotás, valamint a folyamatban lévő aktivitás monitorozás nehézségeit találták Clark és kollégái (2000).

### **Végrehajtó funkciók érintettségét cáfoló kutatások ADHD kapcsán**

A fenti eredményekkel ellentétben számos kutató kétségbe vonja a végrehajtó funkciók károsodásának központi szerepét a zavarban (Doyle és mtsai, 2000; Boonstra és mtsai, 2005; Nigg és mtsai, 2005; Willcutt és mtsai, 2005; Di Trani és mtsai, 2011; Coghill és mtsai, 2014a; Cheung és mtsai, 2016).

A végrehajtó és figyelmi funkciókkal összefüggő neuropszichológiai tesztek diszkriminatív képességét vizsgálva Doyle és munkatársai (2000) az egyedüli tesztek alacsony szenzitivitását és korlátozott diszkriminációs képességét mutatták ki, míg több tesztet nézve kismértékben növekedett a vizsgált diagnosztikus hatékonyság. Így a tanulmányban prezentált, alkalmazott végrehajtó funkciókat mérő tesztek, vagy teszt battériák korlátozott mértékben voltak képesek különbséget tenni ADHD diagnózisú és ADHD diagnózis nélküli személyek között.

Boonstra és munkatársai (2005) által készített meta-analízis szerint a neuropszichológiai károsodások nem korlátozódnak a végrehajtó funkciókra – az általuk mért verbális fluenciára, gátlásra és feladatváltásra – ADHD diagnózisú felnőtt személyek esetében. Cheung és kollégáinak (2016) vizsgálata sem talált összefüggést a gátlási funkciók, valamint a munkamemória és az ADHD-val kapcsolatos tünetek fennállása vagy annak remissziója között.

Egy másik tanulmány szerint az említett neuropszichológiai problémák (mint például a végrehajtó funkciók gyengesége) az ADHD diagnózissal rendelkező gyermekek egy részét

érintik csupán (Nigg és mtsai, 2005). Számításaik szerint 35%-tól 50%-ig terjed azon kombinált típusú ADHD diagnózisú esetek száma, akiknek gátlási kapcsolatos teljesítményromlásuk van, míg a hátramaradó százalék feltehetően más etiológiával rendelkezik.

Egy másik meta-analízis szerint annak ellenére, hogy az ADHD szignifikánsan összefügg a végrehajtó funkciók károsodásával, a hatás erőssége csupán mérsékelt (Willcutt és mtsai, 2005). A szerzők szerint mind a mérsékelt hatásméret, mind az ADHD diagnózissal rendelkező egyének között tapasztalható végrehajtó funkció károsodás egyetemes hiánya implikálhatja, hogy az ezen a területen tapasztalható gyengeségek nem szükséges és egyben nem elégséges okok az ADHD diagnózisok esetében.

Di Trani és munkatársainak (2011) vizsgálata nem talált végrehajtó funkcióbeli különbséget különböző típusú ADHD diagnózisok között, gyermekek és serdülők mintájában. Ellenben szignifikáns különbség mutatkozott e funkciók esetén a zavar mellé társuló különféle komorbiditásokat (internalizáló vagy externalizáló zavarok) tekintve. Specifikusan, az externalizáló komorbiditású zavarokkal küzdő gyermekek szignifikánsan alacsonyabb pontszámot értek el (rosszabb teljesítményt nyújtottak) a különféle végrehajtó funkciókat mérő feladatokban (például verbális memória, kategoriális fluencia területein), mint az internalizáló komorbiditással rendelkező gyermekek. Ezen különbségekre az intelligencia szintje is hatást gyakorolt (Di Trani és mtsai, 2011).

Egy ADHD diagnózissal rendelkező gyermekeket vizsgáló longitudinális kutatás rámutatott továbbá – több eredményük mellett –, hogy az eltelt idő során bekövetkező végrehajtó funkcióbeli változások nem álltak összefüggésben a klinikai tünetekben történő változásokkal (Coghill és mtsai, 2014a).

A bemutatott kutatások jól 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 vizsgálata céljából (például verbális munkamemória mérésére egyik tanulmányban WISC-IV-féle [Wechsler Intelligence Scale for Children] Betű-szám szekvencia [Rapport és mtsai, 2008], míg a másikban WAIS-III-féle [Wechsler Adult Intelligence Scale] számterjedelem előre és hátra feladat [Cheung és mtsai, 2016]) és az eltérő kutatási elrendezések használata. Ennek megfelelően a vizsgálatok nem egyformák a bevont minta jellemzői esetében, például a minta elemszámát, a vizsgált korosztályt, az ADHD típusát, a felmért vagy jelen levő komorbiditásokat, a beállított gyógyszerelést, illetve az összehasonlítások alapjául szolgáló



egyéb csoportokat (tipikusan fejlődő kontroll csoport, komorbiditással rendelkező vagy a nélküli ADHD diagnózisú csoport) tekintve. Megkérdőjeleződik továbbá a felhasznált mérőeszközök (végrehajtó funkciókat mérő feladatok) reliabilitása is (mivel ezekről nem mindegyik cikk számol be), valamint a végrehajtó funkciókat mérő tesztek alacsony szenzitivitására és limitált diszkriminációs képességére is (Doyle és mtsai, 2000). Rapport és munkatársainak (2008) kutatása esetében adott végrehajtó funkciót mérő feladatról például semmilyen szakirodalmi hivatkozás nem történt, így annak alkalmazhatósága kétséges lehet. Az egyetlen primer neuropszichológiai ok kiemelésének nehézsége nem egyedi az ADHD-t tekintve, mivel feltételezhető, hogy a legtöbb fejlődési pszichopatológia neuropszichológiáját tekintve összetett és sok tényező által befolyásolt (Sergeant és mtsai, 2003).

A végrehajtó funkciók mellett a kutatók más kognitív képességek érintettségére is találtak bizonyítékot ADHD-val kapcsolatban. Ezek közül az éberséggel, elterelhetőséggel, megosztott figyelemmel és kognitív flexibilitással/gátlással foglalkozó kutatások kerülnek alább bemutatásra.

### **Éberség és ADHD**

Korlátozottabb számú kutatási eredmény áll rendelkezésre az éberségi figyelmi képességre vonatkozóan, melyek eredményei nem bizonyultak egybehangzónak. Neuropszichológiai tanulmányok az éberség károsodását találták ADHD-val összefüggésben (Cao és mtsai, 2008; Abramov és mtsai, 2019). Longitudinális kutatási elrendezést alkalmazva Drechsler és munkatársai (2005) a reakcióidő nagyobbfokú variabilitását figyelték meg éberség feladat teljesítésekor ADHD diagnózisú gyermekeknél, mely paraméter értéke szignifikánsan eltért a kontroll csoporttól a kezdeti méréskor, valamint 1 évvel később is. Tucha és munkatársai (2006) eredményei szerint azonban ADHD diagnózis nélküli kontroll csoporttal összehasonlítva nem volt szignifikáns károsodás kimutatható az éberséget mérő feladatok paramétereiben ADHD diagnózisú gyermekek mintájában.

### **Elterelhetőség és ADHD**

A DSM-5 kritériumai között szereplő nagyobb fokú elterelhetőség az ADHD egyik fontos jellemzője (American Psychiatric Association, 2013). Esemény kiváltotta agyi potenciálok vizsgálata során Gumenyuk és munkatársai (2005) nagyobb mértékű elterelhetőséget mértek ADHD diagnózissal rendelkező gyermekek mintáján egy vizuális diszkriminációs feladat közben adott elterelő hangingerek adásának következtében. Fassbender és munkatársai (2009)

szerint az emelkedett szintű elterelhetőség oka az alapvető figyelmi hálózat aktivitásának hatástalan elnyomása a nehezedő feladatok esetében. Egy másik kutatás a diszkrimináció nehézségének, valamint a kiugró és kevésbé kiugró elterelő ingerek interakcióját vizsgálta ADHD diagnózissal és ADHD diagnózis nélküli gyermek és felnőtt résztvevőjű kontroll csoportok esetében (Friedman-Hill és mtsai, 2010). Eredményeik szerint ADHD diagnózissal rendelkező gyermekek magasfokú feladatkövetelmények esetén ugyanolyan sikeresek voltak a figyelem általi szűrésben, mint a normál kontroll csoportba tartozó gyerekek és felnőttek. Ebben az esetben mindhárom csoport tagjai lassabb reakcióidővel válaszoltak a kiugró ingert alkalmazó próbákban, mint a kevésbé kiugró ingert tartalmazó elrendezésben. Ellenben alacsony szintű követelmények esetén az ADHD diagnózissal rendelkező csoport tagjai többet hibáztak és lassabb reakcióidővel válaszoltak a kevésbé kiugró ingerek alkalmazásakor, mint a kiugróbbak esetében, míg a kontroll csoportok résztvevői ebben az elrendezésben mindkét típusú elterelő ingert ugyanolyan sikerességgel szűrték ki. Ezen eredmények implikálják, hogy a zavar esetében jelentkező figyelmi problémák vélhetően inkább a top-down folyamatok hatástalan vezérléséből fakadnak, mint a szenzoros folyamatokat végző régiók szűrési műveleteinek nehézségeiből (Friedman-Hill és mtsai, 2010). Mivel a legtöbb elterelhetőséget – és egyéb kognitív funkciókat – vizsgáló kutatások leginkább laboratóriumi körülmények között zajlanak, az ökológiai szempontból validabb tanulmányok születése érdekében Adams és munkatársai (2009) például virtuális valóságon alapuló osztálytermi helyzetet alkalmaztak vizsgálatukban, melyben “valóságos” auditoros és vizuális modalitású elterelést is szerepelt. Cassuto és kollégái (2013) kutatásukban tisztán auditoros, tisztán vizuális, illetve kombinált környezeti elterelést is alkalmazott a disztrakciós ingerek nélküli elrendezés mellett. Mindkét említett tanulmány a rosszabb teljesítményt emelte ki az ADHD diagnózissal rendelkező csoport esetében az elterelések hatása által (Adams és mtsai, 2009; Cassuto és mtsai, 2013), illetve azok nélkül is (Cassuto és mtsai, 2013).

### **Megosztott figyelem és ADHD**

Kevesebb számú kutatás foglalkozik a megosztott figyelem területével ADHD diagnózissal rendelkező gyermekek esetében, melyek eredményei ellentmondóak. A megosztott figyelmi teljesítmény érinettségéről számol be például Karatekin (2004) kutatása, aki a munkamemória funkciókkal kapcsolatban vizsgált klinikai (ADHD diagnózissal) és kontroll csoportú gyermekeket. A központi végrehajtó károsodását találta az előbbi (azaz klinikai) csoport esetében, mely munkamemória összetevőről feltételezi, hogy szerepet játszik a megosztott figyelem szabályozásában. Ezen jellegű figyelem mérésére a kettős feladat paradigmát

használta vizsgálatában Fuggetta (2006), mely két, választ igénylő feladat összehangolását igényelte ADHD diagnózisú gyermekektől. A kétféle feladatra adott válaszok koordinálása szignifikánsan több időt vett igénybe a klinikai csoport tagjaitól, mint a tipikusan fejlődő gyermek csoportjától. Ezen eredményekkel ellentétben egy másik kutatás meglepő módon az ADHD diagnózisú gyermekek kevésbé érintett megosztott figyelmi teljesítményéről számolt be, összehasonlítva a tipikusan fejlődő csoporttal (Elosúa és mtsai, 2017). Hasonlóképpen Linterman és Weyandt (2001) sem talált vizsgálatukban szignifikáns különbséget főiskolás korosztályú ADHD diagnózisú személyek és a kontroll csoportba tartozó résztvevők között a megosztott figyelem felmért paramétereiben.

### **Kognitív flexibilitás/váltás és ADHD**

Meta-analízisek is megerősítik ADHD kapcsán a kognitív flexibilitás (más néven “váltás”, melyet a feladatváltást igénylő tesztek mérnek) képességének károsodását (Hervey és mtsai, 2004; Boonstra és mtsai, 2005). A mentális feladatváltásban jelentkező problémát jelezte ADHD diagnózisú gyermekeknél az alkalmazott Wisconsin Kártyaszortírozási Teszt (Wisconsin Card Sorting Test, WCST) Lawrence és munkatársainak (2004) kutatásában. ADHD diagnózissal rendelkező serdülők teljesítmény-alapú végrehajtó funkciót mérő tesztek mindegyikében rosszabbul teljesítettek – köztük a feladatváltást vizsgáló feladatban is – az illesztett kontroll csoport tagjaihoz képest (Toplak és mtsai, 2009). Ugyanezen eredményt találta O’Brien és munkatársainak (2010) vizsgálata is 8-13 éves ADHD diagnózisú gyermekek esetében többek között a tervezés/váltás feladatnál is. Más kutatások ellenben nem találtak szignifikáns gyengeséget feladatváltás esetén ADHD diagnózissal rendelkező gyermekeknél és serdülőknél (Goldberg és mtsai, 2005; Biederman és mtsai, 2008). A kognitív flexibilitás szignifikáns és negatív irányú összefüggését mutatták ki ezen felül tipikusan fejlődő gyermekek hiperaktivitás/figyelemhiány szintjével egy longitudinális kutatásban (Farrant és mtsai, 2014). Irwin és munkatársainak (2019) tanulmánya szintén feltételezi, hogy nincs feladatváltási érintettség ADHD kapcsán.

Összefoglalóan elmondható tehát, hogy a bemutatott kutatások többsége alátámasztotta az éberség érintettségét bizonyos mutatók tekintetében ADHD esetén. Más kutatások eredményei jelentősebb egyezést mutattak a nagyobb fokú elterelhetőség tekintetében ADHD fennállásakor. A megosztott figyelem és flexibilitás érintettsége ADHD kapcsán további vizsgálatokat igényel az ellentmondásos eredmények kiküszöbölésének érdekében.

Az ADHD és egyéb kognitív képességek összefüggéseit vizsgáló kutatások esetenként egymásnak ellentmondó eredményeinek háttérében szintén a módszertani heterogenitás (eltérő életkorú csoportok, mérőeszközök) állhat éppúgy, ahogy a végrehajtott funkciókat elemző vizsgálatok esetében is.

### **1.5. ADHD és fizikai aktivitás**

Az alfejezet célja az ADHD és fizikai aktivitás biológiai és kognitív összefüggéseinek áttekintése.

A fizikai aktivitás köztudottan fokozza a fizikai fittséget, csökkenti a túlsúlyt és az elhízást, növeli a csontok ásványianyag-tartalmát, segíti a növekedést, autoimmun kórképekkel összefüggésben csökkenti a gyulladást, továbbá mérsékli a depressziós és szorongásos tüneteket (Field, 2012, review tanulmány). 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 (Jørgensen 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 molekuláris szintű működési mechanizmusai) kapcsolatban állnak a tanulóval, 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). A kísérleti és klinikai vizsgálatok szerint számos kedvező biológiai és pszichológiai hatás azon agyban végbemenő strukturális és funkcionális módosulások következtében jön létre, melyeket a fizikai aktivitás generál.

Az ADHD diagnózissal rendelkező személyekre jellemző a fent említett biológiai folyamatok eltérő működése, illetve a katekolaminok és a BDNF nem megfelelő szintje. Számos kutatás támasztja alá a prefrontális kéreg szerepét az ADHD kialakulásában (Durstun és Konrad, 2007; Arnsten, 2009; Berridge és Devilbiss, 2011). Choi és munkatársai (2015) gyógyszeresen kezelt ADHD diagnózissal rendelkező serdülőknél krónikus fizikai aktivitási elrendezést alkalmazva a jobboldali prefrontális, valamint a temporalis kéreg megnövekedett aktivitását

regisztrálták a WCST során 6 hét elteltével.

Lee és munkatársai (2005) kutatásában a regionális cerebrális vérátáramlás (regional cerebral blood flow, rCBF) alacsonyabbnak mutatkozott az orbitofrontális kéregben és a középső temporális gyrusban, míg abnormálisan emelkedettebbnek a dorzomediális prefrontális és szomatoszenzoros területen. A dorzolaterális prefrontális kéreg csökkent vérátáramlását detektálták Spalletta és munkatársai (2001) gyógyszeresen nem kezelt ADHD diagnózisú gyermekeknél, akiknél strukturális abnormalitás alapvetően nem találtak. A katekolaminok szerepét is bizonyítottan találták ADHD kapcsán (Pliszka, 2005; Sharma és Couture, 2014). Fizikai aktivitással összefüggésben egy tanulmány vizsgálta az erre a tevékenységre adott dopaminerg választ ADHD diagnózissal rendelkező gyermekeknél (Wigal és mtsai, 2003). Kezdeti mérés során a dopamin és epinephrine szintje a normál tartományba esett mind az ADHD diagnózisú, mind az ADHD nélküli kontrollcsoportban, míg a nyugalmi norepinephrine szintje szignifikánsan alacsonyabb volt az ADHD diagnózisú csoportnál. Akut fizikai aktivitást követően, eredményeik szerint, gyenge növekedés volt tapasztalható a norepinephrine és epinephrine szintjében a kontroll csoportéhoz képest (ahol szintén emelkedést figyeltek meg), ellenben a dopamin szint tekintetében nem történt változás.

Egyes kutatások továbbá a BDNF szintjének érintettségét mutatták ki ADHD-val összefüggésben (Tsai, 2007). Ezzel ellentétben Gapin és munkatársainak (2015) kutatása egyetemi hallgatók mintáját vizsgálva már a fizikai aktivitást megelőzően sem találtak különbséget az ADHD diagnózisú és a kontroll csoport tagjai között a szérumban lévő BDNF szintjében. Továbbá akut, mérsékelt intenzitású fizikai aktivitást követően a szérumban lévő BDNF változatlan szintjét regisztrálták az ADHD diagnózisú és az egészséges kontroll személyek esetében is a kezdeti méréshez képest. Egy másik kutatásban egyszeri vérvizsgálatot követően a plazmában lévő BDNF szintje szignifikánsan emelkedett volt ADHD diagnózisú gyermekeknél az egészséges kontrollhoz képest (Shim és mtsai, 2008). A BDNF átjut a vér-agy gáton, így a vérben keringő BDNF feltehetően az agyi neuronoktól és gliasejtjeiktől származik (Pan és mtsai, 1998), ennek megfelelően a plazmában levő BDNF a keringésben jelen levő szintről ad tájékoztatást (Shim és mtsai, 2008).

A fizikai aktivitás az általa indukált fiziológiai változások alapján mérsékelheti az ADHD tüneteit, mivel hatásmechanizmusa azonos a stimuláns gyógyszerek 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 gyógyszereszedésük 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). A fizikai aktivitás ADHD-ra gyakorolt hatásával kapcsolatban nagy számban megjelenő review tanulmány és meta-analízis mutatja a téma iránti fokozott szakmai érdeklődést (Best, 2010; Gapin és mtsai, 2011; Halperin és Healey, 2011; Berwid és Halperin, 2012; Halperin és mtsai, 2014; Kamp és mtsai, 2014; Reeves és Bailey, 2014; Cerrillo-Urbina és mtsai, 2015; Hoza és mtsai, 2016; Song és mtsai, 2016; Cornelius és mtsai, 2017; Den Heijer és mtsai, 2017; Grassman és mtsai, 2017; Ng és mtsai, 2017; Suarez-Manzano és mtsai, 2018; Christiansen és mtsai, 2019; Neudecker és mtsai, 2019; S és mtsai, 2019; Zang, 2019; Klil-Drori és Hechtman, 2020; Villa-González és mtsai, 2020; Vysniauske és mtsai, 2020).

Klinikai mintát is vizsgálva, krónikus fizikai aktivitást követően annak pozitív hatását regisztrálták például gyermekek és serdülők esetében az ADHD tünetei (Banaschewski és mtsai, 2001; Hernandez-Reif és mtsai, 2001; McKune és mtsai, 2003; Jensen és Kenny, 2004; Haffner és mtsai, 2006; Ahmed és Mohamed, 2011; Kang és mtsai, 2011; Lufi és Parish-Plass, 2011; Smith és mtsai, 2013; Choi és mtsai, 2015; Hoza és mtsai, 2015; Taylor és mtsai, 2019), a motoros képességek (Banaschewski és mtsai, 2001; Smith és mtsai, 2013; Chang és mtsai, 2014; Pan és mtsai, 2017; Meßler és mtsai, 2018; Torabi és mtsai, 2018; Pan és mtsai, 2019; Silva és mtsai, 2019), az érzelmi- és/vagy viselkedéses problémák (Banaschewski és mtsai, 2001; Lufi és Parish-Plass, 2011; Verret és mtsai, 2012; Silva és mtsai, 2019) és a társas viselkedés (Kang és mtsai, 2011) kapcsán. Nem mutatott ki hatást az iskolai viselkedéssel kapcsolatosan Katz és munkatársainak (2010) kutatása, ahol egy 6 hónapos, osztálytermi fizikai aktivitási programban vettek részt gyógyszeresen kezelt, 2-4 osztályos ADHD diagnózisú tanulók. Számos kutatás mutatott pozitív változást egyes végrehajtó funkciók és figyelmi paraméterek tekintetében krónikus fizikai aktivitást követően ADHD diagnózissal rendelkező gyermekek csoportjainál (Gapin és Etnier, 2010; Verret és mtsai, 2012; Chang és mtsai, 2014; Ziereis és Jansen, 2015; Memarmoghaddam és mtsai, 2016; Chou és Huang, 2017; Pan és mtsai, 2019; Silva és mtsai, 2019, bővebben kifejtve lentebb). Ezen kutatások eredményeivel ellentétben nem volt szignifikáns hatással a figyelmi teljesítményre egy 20 alkalmasra (60 perc/hét) tervezett jóga program ADHD diagnózisú gyermekek esetében, ellenben a jóga gyakorlásával töltött otthoni idő pozitív irányban szignifikánsan függött össze a válaszidő variabilitásával (Jensen és Kenny, 2004).

Akut fizikai aktivitást alkalmazó kutatások vizsgálták többek között az aktivitásra adott fiziológiai reakciókat (Wigal és mtsai, 2003), leginkább kutatott területek azonban a figyelmi és végrehajtó funkciók (Craft, 1983; Medina és mtsai, 2010; Chang és mtsai, 2012b; Mahon

és mtsai, 2013; Pontifex és mtsai, 2013; Chuang és mtsai, 2015; Piepmeier és mtsai, 2015; Gawrilow és mtsai, 2016; Hung és mtsai, 2016; Ludyga és mtsai, 2017; Benzing és mtsai, 2018; Ludyga és mtsai, 2020; bővebben lásd lentebb) ADHD diagnózisú gyermekek mintáján.

### **1.6. ADHD, életminőség és fizikai aktivitás összefüggései**

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). Ezen élethelyzettel kapcsolatos észlelet kapcsolatban áll továbbá az egyén céljaival, sztenderdjeivel, elvárásaival és aggodalmaival. Az életminőségnek azonban más megfogalmazásai is léteznek (például Leidy és mtsai, 1999; Agarwal és mtsai, 2012). A definíciók számossága ellenére általában közös vonásként megjelennek bennük a fizikai, társas és pszichológiai területek, bár olykor eltérő elnevezésekkel (Danckaerts és mtsai, 2010). A fogalom orvosi szakirodalomban történő első megjelenése 1966-ra tehető (Elkinton, 1966). Ezt követően az életminőséggel összefüggő orvosi cikkek megjelenése lassú ütemben növekedett tovább (Katschnig, 2006). Számos cikk számol be a fizikális betegségek különböző életminőség területekre gyakorolt negatív hatásáról (van Es és mtsai, 2013; Jiang és mtsai, 2016; McIntyre és mtsai, 2018; Khemakhem és mtsai, 2020; Cepeda Marte és mtsai, 2019). Ebből következik, hogy maga a betegség is életminőséget befolyásoló faktorként tartható számon (Megari, 2013). Később azonban a testi betegségeken túl hangsúly került az életminőség területeinek pszichés zavarokkal való bizonyítottan negatív kapcsolatára is (Barrera és Norton, 2009; Fontenelle és mtsai, 2010; Wong és mtsai, 2012). 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. A kutatások kitérnek emellett a klinikai tünetek súlyosságának és az életminőség szintjének pozitív irányú összefüggésére is (Danckaerts és mtsai, 2010). 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 területek illetve egyetértés mértékét szülők és ADHD diagnózisú gyermekek 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). Továbbá jelentős szerepe lehet a pozitív illuzórikus torzításnak is, amely jellemzője az ADHD diagnózisú gyermekeknek (Evangelista és mtsai, 2008; Volz-Sidiropoulou és mtsai, 2016). Mindezek mellett fontos hangsúlyozni, hogy a zavar nem csak a gyermek, hanem szüleinek és testvéreinek életminőségére is hatással lehet (Harpin, 2005).

Az ADHD tünetei és a sportolási aktivitások lehetséges kapcsolatát vizsgáló tanulmányok kiemelik például a sport tevékenységek számának összefüggését a szorongás és depresszió tüneteivel, szülők általi értékelés alapján (Kiluk és mtsai, 2009). Eredményeik szerint a három vagy annál több sportaktivásban résztvevő ADHD diagnózisú gyermekek szignifikánsan kevesebb szorongásos és depresszív tünetet mutatnak szüleik megítélése alapján, mint az ennél kevesebb sporttevékenységben résztvevő gyermekek. A tevékenység időtartamát vizsgáló kutatások a kevesebb fizikai aktivitással vagy sportolással töltött időt mutatták ki ADHD diagnózisú gyerekek mintáin (Johnson és Rosén, 2000; Harvey és mtsai, 2009; Shimoni és mtsai, 2010; Tandon és mtsai, 2019). Ezen túlmenően egy meta-analízis kimutatta, hogy ADHD diagnózisú gyermekeknél és serdülőknél a lemorzsolódás nem ugyanolyan mértékű a különféle típusú aktivitások tekintetében: jellemzőbb strukturált aerob aktivitás vagy jóga, mint sport intervenció kapcsán (Vancampfort és mtsai, 2016). A nemeket tekintve leginkább a fiú résztvevők lemorzsolódása volt jelentősebb.

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. A gyógyszeres kezelés befolyásán túlmenően a viselkedéses tünetek fontos moderátoraként határozták meg a fizikai aktivitást. 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, s amely a doktori munkám során végzett kutatások lezárulta és eredményeink közzéje után jelent meg: Gallego-Méndez és kollégáinak 2020-as vizsgálata az egészséggel kapcsolatos életminőség fizikai aktivitással (annak intenzitásával) való kapcsolatát mutatta be ADHD diagnózisú gyermekeknél, szüleinek 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. A kutatók feltételezése szerint a fizikai aktivitás jobb egészséggel



kapcsolatos életminőséghez való hozzájárulása különböző okoknak köszönhető, melyek a következők: az ADHD tüneteire gyakorolt előnyös hatás, a komorbiditások csökkenése, a javuló kognitív képességek, gátlási kontroll és végrehajtó funkciók, növekvő társas kompetencia, továbbá fejlődés a motoros kontrollt illetően, mely tényezők mind potenciálisan hatás gyakorolhatnak az életminőségre (Gallego-Méndez és mtsai, 2020).

### **1.7. ADHD, fizikai aktivitás és végrehajtó funkciók összefüggései**

Saját nem szisztematikus review tanulmányunkban korábban kitértünk azon krónikus és akut fizikai aktivitást alkalmazó kutatásokra, melyek specifikusan ADHD diagnózisú gyermekek mintáján vizsgálták a végrehajtó funkciókat (Miklós és mtsai, 2017). Ezen tanulmányunkban bemutatott vizsgálatok eredményeit krónikus és akut bontásban az 1. és 3. táblázat tartalmazza, míg a további még be nem mutatott vizsgálatokét a 2. és 4. táblázat. Ennek megfelelően a kétféle fizikai aktivitással összefüggő kutatásokat két külön fejezetben prezentálom.

#### **1.7.1. Krónikus fizikai aktivitás és a figyelmi, valamint végrehajtó funkciók**

Krónikus fizikai aktivitás alatt a több alkalommal, hosszabb időn át folyó aktivitást értik a szakirodalmak (Verburgh és mtsai, 2014). A Psychiatria Hungarica-ban megjelent nem szisztematikus tanulmányunkban 7 krónikus aktivitást alkalmazó tanulmányt mutattunk be (Miklós és mtsai, 2017). Ezen vizsgálatok paramétereit jelen disszertációmban a 1. táblázat tartalmazza. További krónikus fizikai aktivitási elrendezéssel dolgozó kutatásokat, azok jellemzőit a 2. táblázat demonstrálja.

1. táblázat: Krónikus fizikai aktivitást alkalmazó és a végrehajtó funkciókat vizsgáló kutatások (Miklós és mtsai, 2017)

Vizsgálati személyek	Intervenció és elrendezés	Mérőeszközök	Eredmények
<b>Gapin és Etnier, 2010</b>			
<p>18 ADHD diagnózisú (18 fiú)</p> <p>8-12 éves kor (10,61 átlagéletkor)</p> <p>gyógyszerszedés (tesztelés során is): amfetamin vagy methylphenidate 6 hónapja vagy régebben</p>	<p><u>sporteszköz:</u> accelerometer (legalább 5 napi adat, legalább 1000 lépés/nap) napi fizikai aktivitás napló írása (pl. gördeszkázás, úszás)</p> <p><u>intenzitás:</u> mérsékelt-élénk aktivitás regisztrálása</p> <p><u>időtartam:</u> 7 napon át</p> <p><i>kontroll</i> intervenció nincs</p>	<p><b>Conners-féle Folyamatos Teljesítmény Teszt II (CCPT-II)</b> – omission (megfelelő ingerre nem nyom) és commission (nem megfelelő ingerre nyom) gátlás mérésére</p> <p><b>London torony</b> – Total Move Score (össz elvégzett mozdulatok pontszáma), Total Correct Score (összes korrekt pontszám), Total Execution Time (össz teljesítési idő pontszám) tervezés mérésére</p> <p><b>Digit Span (WISC-IV altesztje)</b> – DS Forward (előre számterjedelem) és Backward (fordított számterjedelem), teljes skála pontszám munkamemória mérésére</p> <p><b>Children's Color Trails Test 1 és 2 (CCTT 1,2)</b> – teljesítéshez szükséges idő teljesítési sebesség mérésére</p>	<p><b>London torony</b> össz elvégzett mozdulatok pontszáma és teljesítési idő pontszámainak előrejelzője volt az MVPA (moderate to vigorous physical activity)</p> <p>Magasabb fizikai aktivitás alacsony összmozgás pontszámmal és gyorsabb végrehajtási idővel járt együtt</p> <p>Egyéb 5 végrehajtó funkcióval kapcsolatos eredmény az MVPA-val nem szignifikánsan ugyan, de az elvárt irányba korrelált – magasabb MVPA együtt járt jobb végrehajtó funkcióbeli teljesítménnyel</p> <p>Összességében MVPA, mint a tervezés előrejelzője (London torony összmozgás pontszám és teljesítési idő pontszám)</p>

1. táblázat folyt.: Krónikus fizikai aktivitást alkalmazó és a végrehajtó funkciókat vizsgáló kutatások (Miklós és mtsai, 2017)

Vizsgálati személyek	Intervenció és elrendezés	Mérőeszközök	Eredmények
<b>Chang és mtsai, 2014</b>			
<p>27 ADHD diagnózisú (23 fiú, 4 lány)</p> <p>5-10 éves kor</p> <p>gyógyszerszedés: 27 főből 13 methylphenidate legalább 24 órával a vizsgálat előtt</p> <p>gyógyszerszedés abbahagyása</p>	<p><u>sporteszköz:</u> medencében történő fizikai aktivitás végzése</p> <p><u>intenzitás:</u> mérsékelt intenzitású aktivitás</p> <p><u>időtartam:</u> 8 héten át, 2 alkalom/hét (összesen 16 alkalom) 1 alkalom 90 perc: 5 perc bemelegítés, 40 perces mérsékelt intenzitású vízi gyakorlatok, 40 perces perceptuális-motoros vízi gyakorlatok, 5 perc levezetés</p> <p><i>vízi csoport:</i> 14 fő (10 fiú, 4 lány)</p> <p><i>várólistás kontroll intervenció:</i> normál aktivitás folytatása 13 fő (13 fiú)</p>	<p><i>Alap Motoros Készségek Tesztje, módosított) (Basic Motor Ability Test, Revised, BMAT) –</i> motoros képességek koordinációs aspektusa</p> <p><i>Go/Nogo Feladat –</i> reakcióidő és válaszpontosság gátlás mérésére</p>	<p><b>BMAT</b></p> <p>vízi csoport magasabb célbadobási valamint gyöngy-mozgatás pontszámot ért el a poszt-tesztelés során a várólistás kontroll csoporthoz képest</p> <p><b>Go/Nogo</b></p> <p>Go stimulus: vízi csoport nagyobb mértékű reakcióideje, valamint alacsonyabb válaszpontossága a várólistás kontroll csoporthoz képest</p> <p>Nogo stimulus: vízi csoport szignifikánsan pontosabb válaszokat adott a poszt-tesztben a várólistás kontroll csoporthoz képest (a 2 csoport között nem volt különbség a pre-tesztben válaszpontosság tekintetében)</p>

1. táblázat folyt.: Krónikus fizikai aktivitást alkalmazó és a végrehajtó funkciókat vizsgáló kutatások (Miklós és mtsai, 2017)

Vizsgálati személyek	Intervenció és elrendezés	Mérőeszközök	Eredmények
<b>Chang és mtsai, 2014 folyt.</b>			
	<i>pre-teszt:</i> első nap <i>poszt-teszt:</i> program befejeződése előtti utolsó héten		
<b>Kang és mtsai, 2011</b>			
28 ADHD diagnózisú gyógyszereszedés: minden vizsgálati személy gyógyszer szedése a program alatt is	<u>sporteszköz:</u> különféle sporteszközök (ugrálókötél, labda, darts tábla, stb.)  <u>intenzitás:</u> nincs egzaktan megadva  <u>időtartam:</u> 6 hét, 2 alkalm/hét, összesen 12 alkalom oktatás/sport + gyógyszeres kezelés mindkét feltétel esetén <i>sport:</i> 90 perc – 5 perc üdvözlés, 15 perc aerob gyakorlatok, 10 perc szünet, 20 perc célorientált gyakorlat, 10 perc szünet, 20 perc ugrókötelezés, 10 perces feedback	<b>DuPaul ADHD Értékelő Skálája (DuPaul's ADHD Rating Scale, K-ARS-PT)</b> – ADHD tüneteinek súlyossága  <b>Digit Symbol Teszt</b> – végrehajtó funkciók mérése  <b>Trail Making Teszt</b> – B rész, végrehajtó funkciók mérése  <b>Társas Készségek Értékelő Rendszere (Social Skills Rating System, SSRS)</b> – önkontroll, interperszonális készségek és verbális asszertáció szociális kompetencia és adaptív működés mérése	Nagyobb javulás a 6 hét folyamán a <b>K-ARS-PT</b> pontszámaiban a sport csoportnál összehasonlítva az oktatást kapó csoporttal. Ugyanígy nagyobb javulás a K-ARS-PT <b>figyelmetlenség alskáláján</b> a sport csoportnál.  Szignifikánsan nagyobb javulás a <b>digit symbol</b> pontszámaiban a sport csoportnál csoportnál összehasonlítva az oktatást kapó csoporttal.  A <b>TMT-B</b> részben mutatott teljesítési idő nagymértékben javult a sport csoportnál összehasonlítva az oktatást kapó csoporttal.  <b>SSRS kooperativitás alskáláján</b> nagyobb pontszámnövekedés a sport csoportnál összehasonlítva az oktatást kapó csoporttal.

1. táblázat folyt.: Krónikus fizikai aktivitást alkalmazó és a végrehajtó funkciókat vizsgáló kutatások (Miklós és mtsai, 2017)

Vizsgálati személyek	Intervenció és elrendezés	Mérőeszközök	Eredmények
<b>Kang és mtsai, 2011 folyt.</b>			
	<p><i>sport csoport gyógyszeres kezeléssel: 13 fő</i></p> <p><i>viselkedés kontroll intervenció gyógyszeres kezeléssel és oktatással: 15 fő</i></p> <p>mérések kezdéskor és a 6 hetes program végén</p>		
<b>Ziereis és Jansen, 2015</b>			
<p>43 ADHD diagnózisú (32 fiú, 11 lány)</p> <p>7-12 éves kor (9,45 átlagéletkor)</p> <p>a vizsgálat ideje alatt a személyek nem álltak stimuláns gyógyszeres kezelés alatt</p>	<p><u>sporteszköz:</u> labda, stb.</p> <p><u>intenzitás:</u> nem volt egzakt mérés</p> <p><u>időtartam:</u> 12 hét</p> <p>60 perces alkalmak/hét</p> <p>rövid- és hosszútávú hatás felmérése</p> <p><i>sport1 csoport:</i> elkapás és célzás, egyensúlyozás és kézügyesség gyakorlása – specifikus követelmények 13 fő</p>	<p><b>Digit Span</b> – Digit Span Forward (előre számterjedelem) és Backward (fordított számterjedelem), életkornak megfelelő index pontszám munkamemória mérése</p> <p><b>Betű-szám sorrendezés</b> (HAWIK-IV alteszt) – standardizált index pontszám munkamemória mérése</p> <p><b>Corsi kockák teszt</b> – vizuális-téri munkamemória mérése</p>	<p><b>Rövid távú hatás:</b> idő szignifikáns hatása az elkapásra és célzásra</p> <p><b>Hosszú távú hatás:</b> idő szignifikáns hatása a <b>munkamemória index</b> pontjában, a <b>digit span előre számterjedelem</b> és a <b>betű-szám sorrendezés feladat</b> pontszámaiban</p> <p>szignifikáns csoport x idő interakció a <b>munkamemória index</b> pontjainál, a <b>digit span fordított számterjedelem</b> és a <b>betű-szám sorrendezés feladat</b> pontszámaiban a sport 1 és sport 2 csoportban a kontroll csoporthoz hasonlítva</p>

1. táblázat folyt.: Krónikus fizikai aktivitást alkalmazó és a végrehajtó funkciókat vizsgáló kutatások (Miklós és mtsai, 2017)

Vizsgálati személyek	Intervenció és elrendezés	Mérőeszközök	Eredmények
<b>Ziereis és Jansen, 2015 folyt.</b>			
	<p><i>sport2 csoport:</i> nem specifikus követelmények 14 fő</p> <p><i>kontroll intervenció:</i> 16 fő</p> <p>kezdés előtt egy héttel felmérés, valamint 1 héttel a befejezést követően mindhárom csoportnál (2 sport és egy kontroll csoport) a 2 sport csoportnál felmérés az első alkalmat követően is</p>	<p><b>Movement Assessment Battery for Children second edition (M-ABC 2)</b></p> <p>– motoros teljesítmény mérése, össz motoros pontszám, külön pontszámok a kézügyesség, elkapás, célzás, statikus és dinamikus egyensúly területén</p>	<p><b>Hosszú távú hatás folyt.:</b> szignifikáns csoport x idő interakció az <b>elkapás és célzás</b>, valamint az <b>össz M-ABC 2</b> pontszámaiban a sport 1 és sport 2 csoportnál, a kontroll csoporthoz hasonlítva</p>
<b>Jensen és Kenny, 2004</b>			
<p>19 ADHD diagnózisú (19 fiú)</p> <p>8-13 éves kor</p> <p>gyógyszeres kezelés (mind a 19 fő): dexamfetamin és/vagy methylphenidate</p>	<p><u>sporteszköz:</u> -</p> <p><u>intenzitás:</u> -</p> <p><u>időtartam:</u> 20 hét</p> <p>1 óra jóga</p> <p><i>jóga csoport:</i> 11 fő</p> <p>20 alkalom (átlagban 13,9 alkalmon történő megjelenés)</p>	<p><b>Conners Tanári Értékelő Skála, módosított, hosszú változat (Conners' Teacher Rating Scale – Revised: Long, CTRS-R: L), Conners Szülői Értékelő Skála, módosított, hosszú változat (Conners' Teacher Rating Scale – Revised: Long, CPRS-R: L)</b></p> <p>– ADHD és kapcsolódó viselkedési problémák</p>	<p><b>Jóga csoport:</b> CPRS 5 alskálján szignifikáns változás: oppozíciós, Emocionális Labilitás Globális Indexe, Össz Globális Index, Nyugtalanság/Impulzivitás- és ADHD Index</p> <p>szignifikáns változás a hozzáadott 3 alskálán: Perfekcionizmus, DSM-IV Hiperaktív/Impulzív, Össz DSM-IV</p>

1. táblázat folyt.: Krónikus fizikai aktivitást alkalmazó és a végrehajtó funkciókat vizsgáló kutatások (Miklós és mtsai, 2017)

Vizsgálati személyek	Intervenció és elrendezés	Mérőeszközök	Eredmények
<b>Jensen és Kenny, 2004 folyt.</b>			
	<p><i>kontroll intervenció:</i> 8 fő 1 hónapban egyszer 1 óra kooperatív játék, beszélgetés és hallgatás 5 alkalom (átlagban 3 alkalmon való megjelenés)</p> <p><i>pre- és poszt- teszt:</i> gyógyszeres állapot nélkül</p>	<p><b>Figyelem Változóinak Tesztje (Test of Variables of Attention, TOVA)</b> – folyamatos teljesítmény teszt figyelem és impulzivitás mérése</p> <p><b>Actigraph</b> – hordozható elektronikus aktivitás monitor természetes mozgások rögzítése iskolában, otthon és hétvégén általános motoros aktivitás rögzítése, gyógyszeres és nem gyógyszeres állapotok közti differenciálás</p>	<p><b>Jóga csoport folyt.:</b> több alkalmon való részvétel szignifikánsan korrelált a CTRS Hiperaktív-Impulzív alskálán elért pontszámok nagyobb redukciójával</p> <p>otthoni gyakorlás pozitívan kapcsolódott 3 faktorhoz: TOVA Válaszidő Variabilitás, TOVA/ADHD pontszám, CTRS Globális Emocionális Labilitás</p> <p><b>Kontroll csoport:</b> CPRS 3 alskáláján szignifikáns változás: Hiperaktivitás, Szorongás/Szégyenlősség, Szociális Problémák</p> <p>szignifikáns változás a hozzáadott 3 alskálán: Perfekcionizmus, DSM-IV Hiperaktív/Impulzív, Össz DSM-IV</p> <p><b>TOVA:</b> nem volt szignifikáns különbség a két csoport között</p>
<b>Verret és mtsai, 2012</b>			
<p>21 ADHD diagnózisú (19 fiú, 2 lány)</p> <p>gyógyszeresen és anélkül is (vizsgálat alatt is ugyanígy)</p> <p>7-12 éves kor (átlagéletkor 9,1)</p>	<p><u>sporteszköz:</u> kosár-, focilabda</p> <p><u>intenzitás:</u> mérsékelt- magas aktivitás 154 bpm átlagosan (HR<sub>átlag</sub>) 77% HR<sub>max</sub></p>	<p><b>Nagymotoros Fejlődés Tesztje-2 (Test of Gross Motor Development-2, TGMD-2)</b> – lokomotoros és tárgy-kezelés fejlődése, alap mozgásos készségek, nyers</p>	<p><b>Fitness eredmények:</b> fizikai aktivitásos csoport a program végén több fekvőtámaszt végzett (növekvő izomkapacitás)</p> <p><b>Motoros teljesítmény:</b> szignifikáns különbség a fizikai aktivitásos és kontroll csoport között a lokomotoros- és össz nyers</p>

1. táblázat folyt.: Krónikus fizikai aktivitást alkalmazó és a végrehajtó funkciókat vizsgáló kutatások (Miklós és mtsai, 2017)

Vizsgálati személyek	Intervenció és elrendezés	Mérőeszközök	Eredmények
<b>Verret és mtsai, 2012 folyt.</b>			
	<p><u>időtartam:</u> 10 hét 3 alkalom/hét 45 perc/alkalom</p> <p><i>fizikai aktivitásos csoport:</i> 10 fő 30%-uk gyógyszeresen</p> <p><i>kontroll intervenció:</i> 11 fő gyógyszeresen</p> <p>vizsgálatok a tréning program előtt és azt követően</p>	<p>pontszámok kinyerése</p> <p><b><i>Gyermek Viselkedés Kérdőív (Child Behavior Checklist, CBCL)</i></b> – viselkedéses problémák és szociális kompetencia 39percentile pontszámok kinyerése</p> <p><b><i>Mindennapi Figyelem Teszt Gyerekek Számára (Test of Everyday Attention for Children, Tea-Ch)</i></b> – figyelmi funkciók és válaszgátlás vizuális keresési készségek (sky search) hallásos fenntartott figyelem (score rész) megosztott figyelem (Sky Search DT, Tea-Ch) válaszgátlás (walk/don't walk rész)</p>	<p>motoros-készség pontszám tekintetében</p> <p><b><i>Viselkedés:</i></b> Szigifikáns poszt-teszt eredmények a két csoport között az össz probléma pontszám és 3 alszála értékei között (társas problémák, gondolati problémák, figyelmi problémák). Figyelmi skála impulzivitás komponensén szignifikáns pontszámcsökkenés.</p> <p>Fizikai aktivitásos csoport tagjainál szignifikánsan alacsonyabb szorongás-depresszió pontszám és kevesebb társas probléma</p> <p><b><i>Neuropszichológiai eredmények:</i></b> Szigifikáns poszt-teszt eredmények: 1. fizikai aktivitásos csoportnál magasabb szintű információfeldolgozás – vizuális keresés során nagyobb fokú gyorsaság 2. magasabb fokú auditoros fenntartott figyelem</p>
<b>Smith és mtsai, 2013</b>			
<p>14 ADHD diagnózisú (6 fiú, 8 lány)</p> <p>átlagéletkor 6,7 év</p>	<p><u>sporteszköz:</u> -</p> <p><u>intenzitás:</u> mérsékelt-élénk aktivitás</p>	<p><b><u>Pre-poszt mérés</u></b></p> <p><b><i>Bruininks-Oseretsky Motoros Ügyesség Teszt, 2. kiadás (Bruininks-Oseretsky Test of</i></b></p>	<p>Szigifikáns változások a pre-poszt mérésekhez képest a következő területeken: BOT-2, Forma Iskola B rész, Piros lámpa/Zöld lámpa, Rövidített Conners, Iowa Conners (mindkettőben</p>



1. táblázat folyt.: Krónikus fizikai aktivitást alkalmazó és a végrehajtó funkciókat vizsgáló kutatások (Miklós és mtsai, 2017)

Vizsgálati személyek	Intervenció és elrendezés	Mérőeszközök	Eredmények
<b>Smith és mtsai, 2013 folyt.</b>			
gyógyszer nélkül	<p><u>időtartam:</u> 9 hét (8 hét fizikai aktivitás) mindennap 30 perces alkalmak (átlagosan 26 percesek)</p> <p>pre-teszt program kezdeti előtti héten heti és napi megfigyelések, értékelések, mérések</p> <p>poszt-teszt: program befejeztét követően azonnal</p> <p>nincs <i>kontroll</i> intervenció</p>	<p><b><i>Motor Proficiency, 2<sup>nd</sup> edition, BOT-2</i></b> – gyerekek motoros ügyessége nagymotoros és finommotoros feladatok</p> <p><b><i>Motoros időzítés feladat (motor timing task)</i></b> – cerebelláris funkciók</p> <p><b><i>Forma Iskola (Shape School)</i></b> – A, B, C és D rész feladatváltás és válaszgátlás mérése</p> <p><b><i>Labirintusok (Mazes – Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligen- Revised, Wechsler Intelligence Scale for Children-III)</i></b> – tervezési és perceptuális-szervezési készségek mérése</p> <p><b><i>Ujj ablak (Finger Window, Wide Range Assasment of Memory and Learning – 2<sup>nd</sup> edition)</i></b> – téri munkamemória mérése</p>	<p>figyelmetlenség/túlzott aktivitás, oppozíciós/ellenszegülő viselkedés alszkálákon), félbeszakítás (viselkedéses) pontszámok – elvárt irányba történő szignifikáns változás</p> <p>Bekövetkező jelentős pozitív változások leginkább a <b><i>válaszgátlás</i></b> területén.</p>

1. táblázat folyt.: Krónikus fizikai aktivitást alkalmazó és a végrehajtó funkciókat vizsgáló kutatások (Miklós és mtsai, 2017)

Vizsgálati személyek	Intervenció és elrendezés	Mérőeszközök	Eredmények
<b>Smith és mtsai, 2013 folyt.</b>			
		<p><b><i>Mondat Memória (Sentence Memory; Wide Range Assessment of Memory and Learning-second edition, WRAML-2)</i></b> – verbális munkamemória</p> <p><b><i>Számok Hátrafelé (Numbers Reversed, Woodcock-Johnson III Tests of Cognitive Abilities)</i></b> – munkamemória készségek, mentális manipuláció és tervezés</p> <p style="text-align: center;"><b><u>Heti mérések</u></b></p> <p><b><i>Simon mondja (Simon Says)</i></b> – válaszgátlás mérése</p> <p><b><i>Piros lámpa/Zöld lámpa (Red Light/Green Light)</i></b> – válaszgátlás mérése</p> <p><b><i>Pittsburgh Módosított Connors Tanári Értékelő Skála (Pittsburgh Modified Connors Teacher Rating Scale, benne Rövidített Connors és Iowa Connors)</i></b> –</p>	

1. táblázat folyt.: Krónikus fizikai aktivitást alkalmazó és a végrehajtó funkciókat vizsgáló kutatások (Miklós és mtsai, 2017)

Vizsgálati személyek	Intervenció és elrendezés	Mérőeszközök	Eredmények
<b>Smith és mtsai, 2013 folyt.</b>			
		problémás viselkedés felmérése  <u><i>Napi megfigyelések</i></u>  Viselkedés megfigyelése, negatív viselkedések gyakoriságának felmérése	

2. táblázat: További krónikus fizikai aktivitást alkalmazó, figyelmi, valamint végrehajtó funkciókat vizsgáló kutatások

Vizsgálati személyek	Intervenció és elrendezés	Mérőeszközök	Eredmények
<b>Memarmoghaddam és mtsai, 2016</b>			
36 ADHD diagnózisú (csak fiúk)  7-11 éves kor  senkinél nem volt gyógyszerszedés	<u>sporteszköz:</u> -  <u>intenzitás:</u> mérsékelt-élénk aktivitás, 65%-80% HRR  <u>időtartam:</u> 8 hét, 3 alkalom/hét (90 perc/alkalom)  pre- és poszt tesztelés  <i>kontroll intervenció:</i> beavatkozás nélkül	<i>Stroop teszt</i> – kognitív gátlás mérése  <i>Go-No-Go teszt</i> – viselkedéses kontroll mérése	Fizikai aktivitást követően javuló kognitív- és viselkedéses kontroll paraméterek a kontroll feltételhez képest.
<b>Chou és Huang, 2017</b>			
49 ADHD diagnózisú (11 lány, 38 fiú)  átlagéletkor: 10,50 (SD=1,05)	<u>sporteszköz:</u> -  <u>intenzitás:</u> mérsékelt aktivitás, 50%-60% HR <sub>max</sub>	<i>Vizuális Keresés Teszt</i> – szelektív és fenntartott figyelem mérése  <i>Determinációs Teszt</i> – diszkriminációs képesség mérése	<i>Vizuális Keresés Teszt:</i> Nagyobb pontosság ráta jóga aktivitást követően a poszt-tesztben, összevetve a kontroll csoporttal. Pre-tesztben szignifikáns különbség hiánya a két csoport

2. táblázat folyt.: További krónikus fizikai aktivitást alkalmazó, figyelmi, valamint végrehajtó funkciókat vizsgáló kutatások

Vizsgálati személyek	Intervenció és elrendezés	Mérőeszközök	Eredmények
<b>Chou és Huang, 2017 folyt.</b>			
<p>8-12 éves kor</p> <p>22 fő</p> <p>gyógyszeresen</p>	<p><u>időtartam:</u> 8 hét jóga, 2 alkalom/hét (40 perc/alkalom) 24 fő</p> <p><i>kontroll intervenció:</i> beavatkozás nélkül; 25 fő</p> <p>pre- és poszt tesztelés</p> <p>gyógyszervisszatartás legalább 24 órával a tesztelés előtt</p>		<p>között.</p> <p>Megnövekedett pontosság jóga aktivitást követően, míg a kontroll csoportban nem történt szignifikáns változás a pontosságot tekintve.</p> <p>Gyorsabb reakcióidő a poszt-tesztelés során a jóga aktivitást végzőknél, mint a kontroll csoportnál. Pre-tesztben szignifikáns különbség hiánya a két csoport között.</p> <p><b><i>Vizuális Keresés Teszt folyt.:</i></b></p> <p>Reakcióidő csökkenése jógázást követően, míg reakcióidő változás hiánya a kontroll csoportban.</p> <p><b><i>Determinációs teszt:</i></b></p> <p>Nagyobb mértékű válaszpontosság jóga aktivitást követően a poszt-tesztben, mint a kontroll csoportnál. Pre-tesztben szignifikáns különbség hiánya a két csoport között.</p> <p>Jóga intervenciót követő megnövekedett válaszpontosság, míg változás hiánya a kontroll csoport tagjainál.</p>

2. táblázat folyt.: További krónikus fizikai aktivitást alkalmazó, figyelmi, valamint végrehajtó funkciókat vizsgáló kutatások

Vizsgálati személyek	Intervenció és elrendezés	Mérőeszközök	Eredmények
<b>Chou és Huang, 2017 folyt.</b>			
			<p><b><i>Determinációs teszt folyt.:</i></b> Gyorsabb reakcióidő poszt-tesztben jóga aktivitást követően, összevetve a kontroll csoporttal. Pre-tesztben szignifikáns különbség hiánya a két csoport között.</p> <p>Reakcióidő-csökkenés jóga intervenciót követően, míg változás hiánya a kontroll csoport résztvevőinél.</p> <p>Javuló teljesítmény <b><i>szelektív és fenntartott figyelem</i></b>, valamint <b><i>diszkriminációs képesség</i></b> tekintetében.</p>
<b>Pan és mtsai, 2019</b>			
<p>30 ADHD diagnózisú (csak fiúk) 30 nem-ADHD diagnózisú (csak fiúk) 7-12 évesek ADHD diagnózisú gyerekek esetén 18 főnél gyógyszerszedés</p>	<p><u>sporteszköz:</u> asztalitenisz</p> <p><u>intenzitás:</u> nincs megadva</p> <p><u>időtartam:</u> 12 hét, 2 alkalom/hét (70 perc/alkalom) 15 ADHD diagnózisú fő</p> <p><i>kontroll intervenció:</i> beavatkozás nélkül; 15 ADHD diagnózisú fő és 30 ADHD diagnózis nélküli fő</p> <p>pre- és poszt tesztelés</p>	<p><b><i>Test of Gross Motor Development-2 (TGMD-2)</i></b> – nagymotoros képességek mérése, specifikusan lokomotoros és tárgy-kezelési képességek</p> <p><b><i>Stroop Szín és Szó Teszt</i></b> – válaszgátlás mérése, Szín-Szó feladat nyerspontjai</p> <p><b><i>Wisconsin kártyaszortírozás teszt (Wisconsin Card Sorting Test, WCST)</i></b></p>	<p><b><i>TGMD-2:</i></b> Fizikai aktivitásban résztvevő ADHD diagnózisú gyermekeknél nagyobb mértékű javulás a lokomotoros és tárgy-kezelési képességekben, mint az ADHD diagnózisú kontroll csoportnál</p> <p>Az ADHD diagnózisú kontroll csoporthoz mérve az ADHD diagnózis nélküli kontroll csoport tagjai szintén javuló lokomotoros és tárgy-kezelési teljesítményt nyújtottak.</p>

2. táblázat folyt.: További krónikus fizikai aktivitást alkalmazó, figyelmi, valamint végrehajtó funkciókat vizsgáló kutatások

Vizsgálati személyek	Intervenció és elrendezés	Mérőeszközök	Eredmények
<b>Pan és mtsai, 2019 folyt.</b>			
		<p><i>komputerizált változata</i> – végrehajtó funkciók mérése</p>	<p><b>TGMD-2 folyt.:</b> Pre-teszt során nem mutatkozott különbség e képességek tekintetében a csoportok között.</p> <p>ADHD diagnózisú kontroll csoportnál nagyobb mértékű javulás a lokomotoros képességekben az intervenció után, míg mindkét képesség javult mind az ADHD diagnózisú fizikai aktivitásos és az ADHD diagnózis nélküli kontroll csoport esetében az intervenciókat követően.</p> <p><b>Stroop teszt:</b> Intervenció előtt nem volt szignifikáns különbség a csoportok között.</p> <p>A fizikai aktivitást végző ADHD diagnózisú csoport és az ADHD diagnózis nélküli kontroll csoport tagjainál jobb teljesítmény poszt-méréskor, mint az ADHD diagnózisú kontroll csoportnál. Az ADHD diagnózisú kontroll csoport hasonlóan teljesített az intervenció előtt és után is.</p>

2. táblázat folyt.: További krónikus fizikai aktivitást alkalmazó, figyelmi, valamint végrehajtó funkciókat vizsgáló kutatások

Vizsgálati személyek	Intervenció és elrendezés	Mérőeszközök	Eredmények
<b>Pan és mtsai, 2019 folyt.</b>			
			<p><b>WCST:</b> Nem volt szignifikáns különbség az intervenció előtt a következő paraméterekben: összes helyes válasz, perszeveratív hibák, teljesített kategóriák.</p> <p>Intervenciót követően a fizikai aktivitást végző ADHD diagnózisú csoport tagjai jobban teljesítettek az össz helyes teljesítményt illetően, mint a kontroll ADHD diagnózisú csoport tagjai. A kontroll ADHD diagnózisú és az ADHD diagnózis nélküli kontroll csoport tagjai hasonlóan teljesítettek az intervenció előtt és után.</p> <p>Kevesebb perszeveratív hibát vétettek a fizikai aktivitás feltételben szereplő ADHD diagnózisú és ADHD diagnózis nélküli kontroll személyek az intervenciót követően, a poszt-mérés alkalmával.</p> <p>A teljesített kategóriák esetében mindhárom csoport nagyobb mértékben javult az intervenció előtt és után.</p>

2. táblázat folyt.: További krónikus fizikai aktivitást alkalmazó, figyelmi, valamint végrehajtó funkciókat vizsgáló kutatások

Vizsgálati személyek	Intervenció és elrendezés	Mérőeszközök	Eredmények
<b>Pan és mtsai, 2019 folyt.</b>			
			<b>WCST folyt.:</b> Jobb <i>lokomotoros és tárgy-kezelési képességek</i> , valamint javuló <i>válaszgátlás</i> és <i>váltás</i> fizikai aktivitást követően ADHD diagnózisú gyermekeknél.
<b>Silva és mtsai, 2019</b>			
20 ADHD diagnózisú (6 lány és 14 fiú)  11-14 éves kor	<u>sporteszköz:</u> medence, úszó leckék  <u>intenzitás:</u> nincs megadva  <u>időtartam:</u> 8 hét, 2 alkalom/hét (45 perc/alkalom) 10 fő  <i>kontroll intervenció:</i> 10 fő  pre- és poszt tesztelés	<b>Gyermek Depresszió Leltár (Children's Depression Inventory, CDI)</b> – depresszió szintjének mérése  <b>Test of trail</b> – kognitív flexibilitás mérése  <b>TAC Cancellation Attention Test</b> – szelektív figyelem és figyelem váltásának mérése  <b>Testi koordinációs mérések</b> – egyensúly, koordináció, sebesség mérése  <b>Fizikai állóképesség felmérése</b> – flexibilitás és abdominális rezisztencia mérése	<b>Gyermek Depresszió Leltár:</b> Pre-teszt eredményeihez képest csökkenés a depresszió és stressz szintjében fizikai aktivitást követően. Kontroll feltételben résztvevőknél nem volt mérhető változás pre-tesztről poszt-tesztre. Szorongás szintjében egyik csoportnál sem történt változás pre-mérésről poszt-mérésre.  <b>Test of trail:</b> Megnövekedett kognitív flexibilitás a fizikai aktivitásos csoportnál a pre-méréshez képest.  Jobb szelektív figyelmi képesség a fizikai aktivitásos csoportnál a pre-teszthez képest.  Kontroll feltételben résztvevőknél nem volt mérhető változás pre-tesztről poszt-tesztre.



2. táblázat folyt.: További krónikus fizikai aktivitást alkalmazó, figyelmi, valamint végrehajtó funkciókat vizsgáló kutatások

Vizsgálati személyek	Intervenció és elrendezés	Mérőeszközök	Eredmények
<b>Silva és mtsai, 2019 folyt.</b>			
			<p><b><i>Testi koordinációs mérések:</i></b>  Fizikai aktivitásban résztvevőknél jobb alsóvégtag koordináció és lateralitás a pre-méréshez képest.  Kontroll feltételben résztvevőknél ezen mért paraméterekben nem volt mérhető változás pre-tesztről poszt-tesztre.</p> <p>Pre-tesztről poszt-tesztre történő változás hiánya volt megfigyelhető mindkét csoportnál az egyensúlyt és gyorsaságot mérő tesztekben.</p> <p><b><i>Fizikai állóképesség:</i></b>  Fizikai aktivitásos csoport tagjainál flexibilitás és abdominális rezisztencia jobb teljesítménye a pre-méréshez képest.</p> <p>Kontroll feltételben résztvevőknél nem volt mérhető változás pre-tesztről poszt-tesztre.</p> <p>Figyelmi paraméterek tekintetében javulás a kognitív flexibilitás és szelektív figyelem területén.</p>

A krónikus aktivitás figyelmi, valamint végrehajtó funkciókra gyakorolt hatását vizsgáló tanulmányok rendkívül változatosak többek között az alkalmazott aktivitások formájának,

azok időtartamának, intenzitásának tekintetében. További eltérések találhatóak a szakirodalmak között a vizsgálati csoportok, továbbá a vizsgálati elrendezés tekintetében is. Ennek megfelelően összehasonlításuk a nagymértékű módszertani heterogenitás okán nehezített. Összességében azonban elmondható, hogy a fent megjelenített 11 krónikus fizikai aktivitást alkalmazó kutatásból egy kivételével (Jensen és Kenny, 2004) mindegyik 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. Az 1. és 2. táblázatból megállapítható továbbá, hogy a kutatások többsége egynél több végrehajtó funkció területet mért fel.

### **1.7.2. Akut fizikai aktivitás és a figyelmi, valamint végrehajtó funkciók**

A mindössze egyetlen alkalmat magában foglaló akut fizikai aktivitás valójában egy egyszeri, rövid időtartamú aktivitás, mely leggyakrabban 10 és 40 perc közötti (Verburgh és mtsai, 2014). Alább saját, nem szisztematikus tanulmányunkban közölt vizsgálatok (3. táblázat; Miklós és mtsai, 2017) mellett további akut fizikai elrendezésű vizsgálat (főbb jellemzők a 4. táblázatban) is bemutatásra kerül, melyek mindegyik a figyelmi és/vagy végrehajtó funkciókat mérte óvodástól serdülőkorú résztvevők mintáján.

3. táblázat: Akut fizikai aktivitást alkalmazó és a végrehajtó funkciókat vizsgáló kutatások (Miklós és mtsai, 2017)

Vizsgálati személyek	Intervenció és elrendezés	Mérőeszközök	Eredmények
<b>Craft, 1983</b>			
31 hiperaktív (31 fiú, gyógyszer nélkül)	<u>sporteszköz:</u> kerékpár ergometer	<i>Wechsler Intelligencia Skála Gyerekeknek</i> – módosított	nem volt hatása a fizikai aktivitásnak a kognitív teljesítményre
31 nem hiperaktív (31 fiú)	<u>intenzitás:</u> 170 bpm	<i>Digit Span Wechsler Intelligence Scale for Children-Revised (WISC-R) Coding-B</i>	szignifikánsan jobb eredmények a kontrollcsoportnál a hiperaktívakhoz képest
7-10 éves kor	<u>időtartam:</u> 0, 1, 5 és 10 perc  nincs kontroll intervenció	<i>Illinois Teszt a Pszicholingvisztikai Képességek</i> mérésére; vizuális szekvenciális memória feladat (rövid távú memória feladatok)	
<b>Chang és mtsai, 2012b</b>			
összesen 40 ADHD diagnózisú (3 lány, 37 fiú)	<u>sporteszköz:</u> futópád	<i>Stroop-teszt</i> – végrehajtó funkciók	<i>ADHD fizikai aktivitásos csoport:</i>
20 gyerek gyógyszeresen, 20 gyerek gyógyszer nélkül	<u>intenzitás:</u> 50%-70% HRR – mérsékelt intenzitás	<i>Stroop Szín-Szó:</i> szelektív figyelem, kognitív gátlás, domináns válasz gátlása	<i>Stroop Color-Word:</i> rövidebb idő a poszt-tesztelés során a kontroll csoporthoz képest
8-13 éves kor	<u>időtartam:</u> 30 perc (5 perc bemelegítés, 20 perc futás, 5 perc levezetés)	<i>Wisconsin kártyaszortírozás tesz (WCST)</i> – stratégiai tervezés, perszeveráció, felülírás, kognitív váltás/flexibilitás, szabályozott-impulzív válaszadás, válaszfenntartás, gátlás, feladatváltás, konceptuális problémamegoldó képesség	<i>WCST nem-perszeveratív hibák és Teljesített Kategóriák:</i> poszt-teszt eredményei javultak a pre-teszt eredményeihez képest
	<i>kontroll</i> intervenció: 30 perc futás-edzés videó nézése		<u><i>gátlást- és részben a feladatváltást mérő feladatokban javulás</i></u>
			<i>ADHD kontroll intervenció csoport:</i> nem volt befolyással a teljesítményre

3. táblázat folyt.: Akut fizikai aktivitást alkalmazó és a végrehajtó funkciókat vizsgáló kutatások (Miklós és mtsai, 2017)

Vizsgálati személyek	Intervenció és elrendezés	Mérőeszközök	Eredmények
<b>Medina és mtsai, 2010</b>			
25 ADHD diagnózisú (25 fiú)  9 fő nem-gyógyszeres  16 fő methylphenidate (MTP), diagnózist követően 1 hónapon át gyógyszeresedés  7-15 éves kor	<u>sporteszköz:</u> futópad  <u>intenzitás:</u> magas intenzitás; anaerob küszöb és a VO <sub>2max</sub> különbségének 50%-án  <u>időtartam:</u> 30 perc; 10x2 perc, 1 perces szünetekkel  MTP visszatartás 48 órával a vizsgálat előtt  <i>kontroll</i> intervenció: 1 perces nyújtás	<i>Conners-féle Folyamatos Teljesítmény Teszt II (CCPT II)</i> – fenntartott figyelem (3x: diagnóziskor, edzés után és 1 perces nyújtás után)	<i>ADHD fizikai aktivitás intervenciót követően:</i> CCPT II-n edzést követően javuló teljesítmény a vigilancia, reakcióidő, impulzivitás és konfidencia index tekintetében a nyújtáshoz képest  gyógyszerszedésnek nem volt módosító/befolyásoló hatása
<b>Mahon és mtsai, 2013</b>			
21 ADHD diagnózisú (11,3 ± 1,8 év)  21 nem ADHD diagnózisú (10 fiú, 11 lány, 11,6 ± 1,9 év)  <i>gyógyszeresen is és anélkül is</i> mérve (gyógyszer: állandó stimuláns gyógyszer dózis 6 hónapja vagy régebb óta)  12 gyerek (ADHD) methylphenidate	<u>sporteszköz:</u> kerékpár ergometer  <u>intenzitás:</u> 90% csúcs aerob teljesítmény – magas intenzitás  <u>időtartam:</u> 20 perc, ebből intenzíven 10 perc  <b>ADHD:</b> 1. próba: 18-24 óra gyógyszer nélkül 2. próba: 1-2 órával a gyógyszer bevitelét követően  nincs <i>kontroll</i> intervenció	<i>Kaufman Rövid Intelligencia Teszt (Kaufman Brief Intelligence Test, K-BIT IQ)</i> – szókincs alteszt, betűanyag alteszt  <i>Viselkedést Becslő Rendszer Gyermek Részére (Behavior Assessment System for Children, BASC)</i> – Szülői Értékelő Skála, externalizáló problémák, internalizáló problémák, adaptív skálák	<i>csoport x próba:</i> a reakcióidő t-pontjai magasabbak voltak az ADHD diagnózisú csoportban mindkét próbában (azaz gyógyszerrel és gyógyszer nélkül is), mint a nem ADHD diagnózisú csoportban  <i>csoport x idő:</i> reakcióidő t-pontjai magasabbak voltak az ADHD diagnózisú csoportban a nem ADHD diagnózisú csoporthoz képest mind edzés előtt (pre), mind edzés után (post). Ez a t-pont az idővel (pre -> post) növekedett az ADHD diagnózisú csoportban, de a nem ADHD diagnózisú

3. táblázat folyt.: Akut fizikai aktivitást alkalmazó és a végrehajtó funkciókat vizsgáló kutatások (Miklós és mtsai, 2017)

Vizsgálati személyek	Intervenció és elrendezés	Mérőeszközök	Eredmények
<b>Mahon és mtsai, 2013 folyt.</b>			
9 gyerek (ADHD) amfetamin		<i>Conners-féle Folyamatos Teljesítmény Teszt II (CCPT II)</i> – fenntartott figyelem, impulzivitás	csoportban nem  <b>ADHD diagnózisú személyek:</b> a reakcióidő t-pontjai csökkentek az első próbáról (gyógyszer nélkül) a második próbára (gyógyszerrel). Szignifikánsan rosszabbodó reakcióidő a pre-aktivitásról a post-aktivitásra
<b>Pontifex és mtsai, 2013</b>			
20 ADHD diagnózisú (14 fiú, 6 lány) gyógyszer nélkül  20 nem ADHD diagnózisú (14 fiú, 6 lány)  8-10 éves kor	<u>sporteszköz:</u> futópad  <u>intenzitás</u> : Hrmax 65%-75%-a – mérsékelt intenzitás  <u>időtartam:</u> 20 perc  <u>kontroll</u> intervenció: 20 perc olvasás  1. nap: kérdőívek kitöltés  Majd mindkét csoport (ADHD és kontroll) beosztva:  <i>1. csoport:</i> 2. nap: olvasás, 3. nap: fizikai aktivitás  <i>2. csoport:</i> 2. nap fizikai aktivitás, 3. nap: olvasás	<i>Eriksen Flanker feladat, módosított</i> – gátlási kontroll feladat  <i>Esemény kiváltott akciós potenciál</i> (Eriksen Flanker feladat közben) – P3, ERN (hiba-negativitás, error-related negativity)  <i>WRAT-3 (Wide Range Achievement Test 3)</i> – tanulmányi teljesítmény mérése; olvasás, szótagolás, számtan	<b>ADHD diagnózisú csoport:</b> alapvetően csökkenő válaszpontosság a nem ADHD diagnózisú személyekhez képest (Eriksen Flanker feladat). ADHD diagnózisú személyeknél nagyobb hibát követő sebességbeli lassulás edzést követően, mint olvasást követően  <b>ADHD diagnózisú és nem ADHD diagnózisú csoport:</b> edzés után nagyobb válaszpontosság mindkét csoportnál, mint olvasás után, nagyobb P3 amplitúdó és rövidebb P3 latencia edzést követően, mint olvasást követően, valamint jobb teljesítmény edzést követően olvasásban és számtanban (WRAT-3), mint olvasást követően

3. táblázat folyt.: Akut fizikai aktivitást alkalmazó és a végrehajtó funkciókat vizsgáló kutatások (Miklós és mtsai, 2017)

Vizsgálati személyek	Intervenció és elrendezés	Mérőeszközök	Eredmények
<b>Piepmeier és mtsai, 2015</b>			
<p>14 ADHD diagnózisú (9 fiú, 5 lány)</p> <p>18 nem ADHD diagnózisú (11 fiú, 7 lány)</p> <p>átlagéletkor: 10,7 ± 2,27 év</p> <p>4 ADHD diagnózisú személy kivételével gyógyszeres kezelés alatt álltak</p>	<p><u>sporteszköz:</u> kerékpár ergometer</p> <p><u>intenzitás:</u> Hrmax 62%-72%-a – mérsékelt intenzitás</p> <p><u>időtartam:</u> 30 perc 5 perc bemelegítés, 20 perc edzés, 5 perc levezetés</p> <p><i>kontroll</i> intervenció: 30 perc természetfilm nézés</p> <p>Mindkét csoport tagjai (ADHD és nem-ADHD) részt vettek az fizikai aktivitásos és kontrollos feltételben.</p>	<p><b>Stroop-teszt</b> – <i>A rész:</i> szín, <i>B rész:</i> szó, <i>C rész:</i> szín/szó teljesítmény: teljes idő, mely az egyes részek teljesítéséhez szükséges (A, B, C) <i>A és B rész:</i> információfeldolgozási sebesség <i>C rész:</i> gátlási kontroll</p> <p><b>London torony</b> – teljesítmény: összlépésszám a próbák során – tervezés mérése tervezés és problémamegoldás</p> <p><b>Trail Making Teszt (TMT)</b> – <i>A rész:</i> számok, <i>B rész:</i> számok és betűk teljesítmény: teljes idő, mely az egyes próbák teljesítéséhez szükséges TMT A: feldolgozási sebesség TMT B: feladatváltás</p>	<p><b>Stroop:</b> fizikai aktivitásos csoportban szignifikánsan kevesebb idő kellett a teljesítéshez, valamint szignifikánsan kevesebb idő volt szükséges az A és B részek teljesítéséhez, mint a C részhez</p> <p><b>London torony:</b> nem volt szignifikáns eredmény</p> <p><b>TMT:</b> szignifikánsan kevesebb időre volt szükség a TMT A részének teljesítéséhez, mint a TMT B részéhez</p> <p>Összességében azonos hatást gyakorolt a kognitív teljesítményre a fizikai aktivitás mind az ADHD diagnózisúaknál, mind a nem ADHD diagnózisúaknál.</p>

4. táblázat: További akut fizikai aktivitást alkalmazó, figyelmi, valamint végrehajtó funkciókat vizsgáló kutatások

Vizsgálati személyek	Intervenció és elrendezés	Mérőeszközök	Eredmények
<b>Chuang és mtsai, 2015</b>			
<p>19 ADHD diagnózisú (3 lány, 16 fiú)</p> <p>átlagéletkor: 9,42 (SD= 1,38)</p> <p>8-12 éves kor között</p> <p>9 fő gyógyszeresen (Ritalin, Concerta, Strattera vagy Ritalin és Concerta) kezelve, 10 fő gyógyszer nélkül</p>	<p><u>sporteszköz</u>: futópad</p> <p><u>intenzitás</u>: mérsékelt, 60% HRR</p> <p><u>időtartam</u>: 30 perc (5 perc bemelegítés, 20 perc fő aktivitás, 5 perc levezetés)</p> <p><i>kontroll intervenció</i>: videónézés</p> <p>Mindkét intervencióban szerepeltek a résztvevők</p> <p>Gyógyszer visszatartása a vizsgálatot megelőzően 24 órával.</p>	<p><i>Go/No Go feladat módosított verziója</i> – motoros gátlás mérése</p> <p><i>Elektroencefalografikus (EEG) mérés</i> – kontingens negatív variáció (contingent negative variation, CNV), specifikusan CNV 1 és CNV 2 mérése – előkészítő aktivitás EEG markere</p>	<p>Videónézéshez képest rövidebb reakcióidő a Go ingerre futást követően – meggyorsított válaszadás</p> <p>Kisebb frontális CNV 2 amplitúdó a No Go ingerre futást követően – motoros előkészületi stratégia alkalmazhatósága</p> <p>Futást követően szignifikáns különbség hiánya Go és No Go ingerek között – nagyobb mértékű kognitív kontroll kiosztása, tartós motoros előkészület fenntartása, állandó mentális forrás kiosztásának lehetősége</p>
<b>Gawrilow és mtsai, 2016</b>			
<p>47 ADHD diagnózisú (csak fiú)</p> <p>8,3 és 13,6 év között</p> <p>33 fő gyógyszeresen kezelt</p>	<p><u>sporteszköz</u>: trambulin</p> <p><u>intenzitás</u>: élénk</p> <p><u>időtartam</u>: 5 perc</p> <p><i>kontroll intervenció</i>: tevékenységeket ábrázoló képek színezése 5 percen át</p> <p>gyógyszer végig a vizsgálat folyamatai alatt is</p>	<p><i>Klasszifikációs feladat go/NoGo feladattal kombinálva</i> – gátlás mérése</p>	<p>Fizikai aktivitást követően szignifikánsan több sikeres válaszgátlás, mint a kontroll tevékenység esetén.</p> <p>Szignifikánsan kevesebb hiba a Go feladatrésznél fizikai aktivitást követően, mint a kontroll tevékenység után.</p>

4. táblázat folyt.: További akut fizikai aktivitást alkalmazó, figyelmi, valamint végrehajtó funkciókat vizsgáló kutatások

Vizsgálati személyek	Intervenció és elrendezés	Mérőeszközök	Eredmények
<b>Gawrilow és mtsai, 2016 folyt.</b>			
			<b>Gátlás funkció</b> paramétereiben jobb teljesítmény
<b>Hung és mtsai, 2016</b>			
<p>34 ADHD diagnózisú (33 fiú, 1 lány)</p> <p>átlagéletkor: 10,16 (SD=1,74)</p> <p>14 fő gyógyszeresen</p>	<p><u>sporteszköz</u>: futópad</p> <p><u>intenzitás</u>: mérsékelt, 50%-70% HRR</p> <p><u>időtartam</u>: 30 perc (5 perc bemelegítés, 20 perc aktivitás, 5 perc levezetés)</p> <p><i>kontroll intervenció</i>: 30 percig videó nézése</p> <p>mindkét intervencióban szerepeltek a résztvevők</p>	<p><b>Feladatváltás paradigma</b>: tiszta és kevert feladatelrendezés</p> <p><b>Esemény kiváltotta potenciál (event-related potential, ERP)</b> rögzítése – P3 amplitúdó és latencia</p>	<p><b>Globális váltás (global switch)</b>: Mind futást, mind filmnézést követően gyorsabb válaszadás a tiszta elrendezésben a kevert elrendezéshez képest</p> <p>Nagyobb válaszponosság a tiszta, mint a kevert elrendezésben mindkét intervenciónál.</p> <p>Futást követően nagyobb P3 amplitúdó a kevert elrendezésben, mint a tiszta elrendezésnél – <b>munkamemória</b> folyamatainak hangsúlyossá válása</p> <p><b>Helyi váltás (local switch)</b>: A vizsgálati személyek gyorsabban válaszoltak a nem-váltásos, mint a váltásos feladatokban, mindkét intervenció esetében.</p> <p><b>Globális és helyi váltásköltségek (global and local switch cost)</b>: <i>Globális váltásköltség</i>: futás és filmnézés</p>



4. táblázat folyt.: További akut fizikai aktivitást alkalmazó, figyelmi, valamint végrehajtó funkciókat vizsgáló kutatások

Vizsgálati személyek	Intervenció és elrendezés	Mérőeszközök	Eredmények
<b>Hung és mtsai, 2016 folyt.</b>			
			között szignifikáns különbség, azaz specifikusan a reakcióidő kapcsán alacsonyabb globális váltásköltség futást követően – <b>munkamemória</b> szelektív javulása
<b>Ludya és mtsai, 2017</b>			
<p>18 ADHD diagnózisú (7 lány, 11 fiú)</p> <p>18 nem ADHD diagnózisú (8 lány, 10 fiú)</p> <p>végleges mintában 16 ADHD diagnózisú és 17 nem ADHD diagnózisú</p> <p>11-16 éves kor</p> <p>minden ADHD diagnózisú gyógyszeresen kezelt</p>	<p>Két fizikai aktivitásos elrendezés:</p> <p>1. <u>sporteszköz</u>: kerékpár ergométer <u>intenzitás</u>: mérsékelt, 65%-70% HR<sub>max</sub> <u>időtartam</u>: 20 perc</p> <p>2. koordinációs gyakorlatok <u>időtartam</u>: 20 perc</p> <p><i>kontroll intervenció</i>: 20 percig videó nézése</p> <p>mindhárom intervencióban szerepeltek a résztvevők</p> <p>vizsgálat alatt is gyógyszerhasználat ADHD diagnózisúaknál</p>	<p><b>Módosított Flanker feladat</b> – információfeldolgozás és gátlási kontroll</p> <p><b>Elektroencefalografikus (EEG)</b> mérés – P300 komponens amplitúdója és latenciája</p>	<p><b>Módosított Flanker feladat</b></p> <p><i>Fizikai aktivitás hatása versus kontroll feltétel</i>: Mindkét csoportnál (ADHD és nem-ADHD) nagyobb reakcióidőcsökkenés fizikai aktivitást követően a kontroll intervencióhoz képest – jobb <b>gátlási kontroll</b></p> <p>Nagyobb P300 amplitúdó növekedés fizikai aktivitást követően a kontroll feltételhez képest – <b>figyelmi források megosztása</b> megfelelőbb</p> <p><i>Aerob aktivitás hatása versus koordinációs gyakorlatok</i>: ADHD diagnózisú csoportnál nagyobb mértékű reakcióidő csökkenés az aerob aktivitás hatására a koordinációs gyakorlatokéhoz</p>

4. táblázat folyt.: További akut fizikai aktivitást alkalmazó, figyelmi, valamint végrehajtó funkciókat vizsgáló kutatások

Vizsgálati személyek	Intervenció és elrendezés	Mérőeszközök	Eredmények
<b>Ludya és mtsai, 2017 folyt.</b>			
			<p>képest – jobb <i>gátlási kontroll</i></p> <p>Nagyobb mértékű P300 amplitúdó növekedés aerob aktivitást követően, mint koordinációs gyakorlatok után – <i>figyelmi források megosztása</i> megfelelőbb</p>
<b>Benzing és mtsai, 2018</b>			
<p>46 ADHD diagnózisú</p> <p>8-12 éves kor</p> <p>a legtöbb gyermek gyógyszeres kezelés alatt</p>	<p><i>exergamer intervenció:</i> 24 fő, 83,3% fiú 79,2% gyógyszeresen <u>intenzitás:</u> mérsékelt-magas, 55%-90% HR<sub>max</sub> <u>időtartam:</u> 15 perc</p> <p><i>kontroll intervenció:</i> 22 fő 81,8% fiú 77,3% gyógyszeresen videónézés <u>időtartam:</u> 15 perc</p>	<p><i>Módosított Flanker feladat</i> – gátlás és váltás mérése</p> <p><i>Módosított Fordított Szín Span feladat</i> – vizuális munkamemória mérése</p>	<p><i>Módosított Flanker feladat:</i> A gátlás és váltási reakcióidők szignifikánsan csökkentek az exergaming intervenciónál a kontroll csoporthoz képest. Pontosság tekintetében nem mutatkozott szignifikáns különbség a két intervenció között.</p> <p><i>Módosított Fordított Szín Span feladat:</i> Nem volt szignifikáns különbség a két intervenció között a vizuális munkamemória kapcsán.</p>
<b>Ludya és mtsai, 2020</b>			
<p>16 ADHD diagnózisú (5 lány, 11 fiú)</p>	<p><u>sporteszköz:</u> kerékpár ergométer</p>	<p><i>Alternatív Használat feladat</i> – kognitív flexibilitás mérése</p>	<p>Mind az ADHD diagnózisú, mind az egészséges kontroll személyeknél</p>

4. táblázat folyt.: További akut fizikai aktivitást alkalmazó, figyelmi, valamint végrehajtó funkciókat vizsgáló kutatások

Vizsgálati személyek	Intervenció és elrendezés	Mérőeszközök	Eredmények
<b>Ludyga és mtsai, 2020 folyt.</b>			
18 nem ADHD diagnózisú (7 lány, 11 fiú)  11-16 éves kor  minden ADHD diagnózisú gyógyszeresen kezelt	<u>intenzitás</u> : mérsékelt, 65%-70% HR <sub>max</sub>  <u>időtartam</u> : 20 perc  <i>kontroll intervenció</i> : 20 percig videó nézése  mindkét intervencióban szerepeltek a résztvevők  vizsgálat alatt is gyógyszerhasználat ADHD diagnózisúaknál	<b>Szívfrekvencia variabilitás</b> mérése	magasabb kategória, fluencia és eredetiség pontszám az Alternatív Használat feladatban fizikai aktivitást követően a kontroll intervencióhoz képest – <b>kognitív flexibilitás</b>

A krónikus fizikai aktivitást alkalmazó kutatásoknál leírtak ebben az esetben is helytállóak: jellemző a választott alkalmazott aktivitások formájának, időtartamának, intenzitásának változatossága, valamint a vizsgálati csoportok és vizsgálati elrendezés különbözősége is. Összefoglalóan elmondható, hogy a bemutatott vizsgálatokból származó eredmények nem egyöntetűek. A prezentált tizenkét kutatásból tíznél kimutatható volt legalább egy figyelmi vagy végrehajtó funkció területen bekövetkező javulás (Medina és mtsai, 2010; Chang és mtsai, 2012b; 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, 2012b; 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

A Bevezetőben leírtak alapján doktori munkám során céлом volt első körben megvizsgálni gyógyszeres kezelés alatt nem álló, ADHD diagnózissal rendelkező fiúgyermek esetében végzett rendszeres fizikai aktivitás feltételezeten pozitív kapcsolatát az életminőséggel. Mivel a rendszeresen végzett sporttevékenységek életminőségre gyakorolt hatását ADHD diagnózisú gyermekek körében vizsgáló kutatások száma rendkívül elenyésző, így ezen szakirodalmi hiányt a két téma (életminőség és rendszeres fizikai aktivitás) kapcsolatának klinikai mintán történő vizsgálatával terveztem kiküszöbölni. Elemzésünk tárgyát képezték továbbá azon tényezők, melyek feltételezett prediktorai lehetnek az életminőség konstruktumának. Mindezek keretén belül megvizsgáltuk az ADHD diagnózisú gyermekek szüleinek önértékelését is a gyermekek által rendszeresen végzett sporttevékenység tükrében. Tudomásom szerint nincs olyan hazai mintán végzett kutatás, mely összehasonlította volna a gyógyszer nélküli és gyógyszeres kezelésben részesülő ADHD diagnózisú, valamint tipikusan fejlődő gyermekek csoportjait figyelmi és végrehajtó funkciók paraméterei mentén. Ebből következően doktori kutatásomban további célkitűzésem volt a potenciális különbségek feltérképezése a három vizsgálati csoport között az említett funkciók mentén. Így a vizsgálat választ adhat arra a kérdésre, hogy valóban beszélhetünk-e magyar minta kapcsán a figyelmi és végrehajtó funkcióbeli érintettségéről ADHD fennállása esetén, mivel a nemzetközi szakirodalom eredményei ellentmondásosak az ADHD végrehajtó funkciókkal kapcsolatos deficitjét illetően.

Nemzetközi kutatásokat tekintve még mindig kevés az olyan jellegű vizsgálatok száma, melyek az akutan végzett intenzív fizikai aktivitás – mint potenciális kiegészítő terápia – hatását tanulmányoznák az említett funkciók teljesítményszintje kapcsán mindhárom (nem gyógyszeres ADHD diagnózisú, gyógyszeres ADHD diagnózisú és tipikusan fejlődő) vizsgálati mintát elemezve. Ezért doktori munkám fő célkitűzése az akut fizikai aktivitás hatására bekövetkező változások megvizsgálása volt a figyelem és végrehajtó funkciókat mérő tesztfeladatok alapján, mindhárom vizsgálati csoport esetén. Doktori disszertációm ezen kutatása így a korábbi vizsgálatokhoz képest bővített kutatási elrendezést alkalmazott a vizsgálati csoportok kiterjesztése, valamint a figyelmi és végrehajtó funkciók szélesebb körének vizsgálata által. E mellett a hazai pszichológiai témájú kutatások közül először, egyedülálló módon alkalmaztuk a futópádon – mint intervenciós eszközön – végzett fizikai aktivitást, gyermekek vizsgálata során.

### 3. Hipotézisek

Ennek megfelelően a három doktori témát érintő feldolgozás hipotézisei sorrendben a következők:

3.1. 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, ahogyan feltárásra kerültek az életminőség feltételezett előrejelző tényezői is. Vizsgálódásunk tárgyát képezte továbbá a szülői önértékelés a gyermek által végzett rendszeres sporttevékenység szemszögéből (Miklós és mtsai, 2019a).

E1-H1: Azon szülők, akiknek gyógyszeres kezelés alatt nem álló ADHD diagnózisú fiúgyermek rendszeres sporttevékenységben vesznek részt, gyermekük jobb életminőségéről számolnak be, mint azon szülők, akiknek gyógyszeres kezelésben nem részesülő ADHD diagnózisú fiúgyermek nem végeznek rendszeres sport aktivitást.

E1-H2: Azok a szülők, akiknek gyógyszeres kezelést nem kapó ADHD diagnózisú fiúgyermek rendszeres sporttevékenységet végeznek, kevesebb problémás viselkedést jeleznek, mint azok a szülők, akiknek gyógyszeres kezelés alatt nem álló ADHD diagnózisú fiúgyermek nem sportolnak rendszeresen.

E1-H3: 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.

E1-H4: 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.

E1-H5: A sport aktivitás aktuális gyakorisága (sporttal töltött órák száma hetente) bejósolja a szülő által értékelt gyermeki életminőséget.

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

E2-H1: A nem gyógyszeresen kezelt ADHD diagnózisú gyermekek csoportja gyengébben teljesít az éberséget mérő összes releváns paraméter (reakcióidő mediánja és variabilitása) tekintetében, mint a gyógyszeres ADHD diagnózisú és tipikusan

fejlődő gyermekek csoportja. Specifikusan a gyógyszer nélküli csoport esetében lassabb (nagyobb mediánú) és instabilabb (nagyobb szórású) reakcióidő értékek mérhetők, mint a másik két csoport esetében.

E2-H2: A gyógyszeres csoport teljesítménye nem különbözik a tipikusan fejlődők csoportjától az éberség reakcióidejének és variabilitásának változóinak tekintetében.

E2-H3: Gyengébb teljesítmény mérhető az elterelhetőség vizsgált paramétereiben (összes kihagyás, kihagyások elterelő ingerrel, kihagyások elterelő inger nélkül, összes hiba, hibák elterelő ingerrel és hibák elterelő inger nélkül) a gyógyszer nélküli ADHD diagnózisú csoport tagjainál, összehasonlítva a gyógyszerrel kezelt és tipikusan fejlődő csoportokkal. Tehát a nem gyógyszeres ADHD diagnózisú csoportban szereplő gyerekeknek több kihagyásuk és hibázásuk van összességében, valamint elterelő inger jelenlétében és annak hiányában is a másik két csoporthoz képest.

E2-H4: A gyógyszeresen kezelt ADHD diagnózissal rendelkező csoport teljesítménye nem különbözik a tipikusan fejlődők csoportjától a kihagyások és hibázások számában, továbbá elterelő inger jelenlétében és annak hiányakor sem, azaz az elterelhetőség mért változói esetében.

E2-H5: A megosztott figyelem feladat releváns paramétereiben (kihagyások száma, hibázások száma, reakcióidő mediánja) szintén gyengébb teljesítményt produkálnak a nem gyógyszeres ADHD diagnózisú csoport résztvevői a gyógyszeres és tipikusan fejlődő csoport tagjaihoz képest. Azaz több kihagyás és hibázás, valamint nagyobb reakcióidő mérhető ezen ADHD diagnózisú csoport esetében a másik két csoporthoz mérten.

E2-H6: Nincs különbség a gyógyszert szedő ADHD diagnózisú csoport és tipikusan fejlődő gyermekek csoportja között a kihagyások és hibázások mérőszámában, ahogyan a reakcióidő felmért változójában sem, megosztott figyelmi feladat kapcsán.

E2-H7: Szintén eltérés detektálható a flexibilitás feladat meghatározó paramétereiben (hibák száma és reakcióidő mediánja) a gyógyszer nélküli csoport tagjainál a gyógyszerrel kezelt és tipikusan fejlődő csoportban résztvevőkhöz képest. Ennek megfelelően magasabb hibázási szám és reakcióidő érték mérhető ezen csoport esetében a másik két csoporttal összevetésben.

E2-H8: A gyógyszeresen kezelt ADHD diagnózisú csoport teljesítménye nem tér el a hibázások számában és reakcióidő tekintetében a tipikusan fejlődők csoportjának teljesítményétől a flexibilitás feladat végrehajtása során.

E2-H9: Diszkrepancia detektálható a gyógyszert nem szedő ADHD diagnózisú csoport tagjai esetében a Go/no-go feladat lényeges változóiban (hibák, reakcióidő mediánja) a gyógyszeres és tipikusan fejlődő csoport tagjaival összehasonlítva. Így az előbbi csoport tagjai több hibát vétnek és lassabb reakcióidőt (magasabb számérték) produkálnak, mint a másik két csoport tagjai.

E2-H10: Nincs eltérés a gyógyszerrel kezelt ADHD diagnózisú és tipikusan fejlődő csoport teljesítménye között a hibázásokkal és reakcióidővel összefüggésben Go/no-go feladat teljesítésekor.

3.3. Végezetül 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 (3. elemzés: E3, 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 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 (lásd “ADHD és fizikai aktivitás” című fejezet). Ennek megfelelően hipotéziseim a következők:

E3-H1: Mindhárom vizsgálati csoport tagjai jobban teljesítenek fizikai aktivitást követően a mesenéző kontroll intervencióhoz képest az éberség mért változói esetében, azaz reakcióidejük és annak variabilitása csökken a kezdeti méréshez képest fizikai aktivitás esetén.

E3-H2: A kontroll intervencióval összevetve fizikai aktivitást követően mind a három vizsgálati csoport jobban teljesít az elterelhetőség vizsgált változói esetében. Tehát kevesebb kihagyást és hibázást vétnek összességében, valamint elterelő inger jelenlétében és annak hiányában a kezdeti méréshez képest akut fizikai intervenciót követően.

E3-H3: Fizikai aktivitást követően mindegyik csoport jobban teljesít a megosztott figyelem feladat releváns változói esetén a kontroll intervencióhoz képest. Következésképp kevesebb kihagyást és hibázást követnek el, valamint reakcióidejük is gyorsabb a kezdeti méréshez képest akut aktivitás után.

E3-H4: A flexibilitás képességét vizsgáló feladat meghatározó változói esetén is jobban teljesít mindhárom vizsgálatba vont csoport a kontroll intervencióval összevetésben. Így a kezdeti méréshez képest a második mérési időpontban kevesebb hibát vétének gyorsabb reakcióidő mellett az aktivitást követően.

E3-H5: A Go/no-go két releváns változója kapcsán jobb teljesítmény mérhető az aktivitást követően mindhárom csoport esetében a kontroll intervencióval összevetésben. Ennek értelmében az első mérést követő második méréskor alacsonyabb hibaszám és gyorsabb reakcióidő figyelhető meg egyszeri futást követően.

## **4. Módszer**

### **4.1. 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.

### **4.2. 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 mintavéltelt alkalmaztunk.

A klinikai mintában résztvevő gyermekek toborzása a Vadaskert Gyermekek- és Ifjúságpszichiátriai Kórház és Szakambulancián történt, Budapesten. A kórház komplex gyermek- és ifjúságpszichiátriai ellátást nyújt az ország számos térségéből származó, 18 éven aluli korosztálya számára. 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 szülőkkel és gyermekeikkel Vadaskert Gyermekek- és Ifjúságpszichiátriai Kórház és Szakambulancián léptünk kapcsolatba, miután a rutin gyermekpszichiátriai kivizsgálásuk során az ADHD diagnózisa is megállapításra került. Ekkor kaptak tájékoztatást a kutatási tervről, annak menetéről. 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 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; retrospektíven felállítható értelmi fejlődési zavar vagy autizmus spektrumzavar; 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.

#### 4.2.1. 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 ( $F(2, 147)=11,29$ ,  $p<0,001$ ), az apa iskolai végzettsége (Fischer-féle egzakt próba= $26,02$ ,  $p<0,001$ ) és az anya iskolai végzettsége (Fischer-féle egzakt próba= $20,29$ ,  $p<0,01$ ) esetén. Nem mutatkozott szignifikáns különbség a gyermekek nemét, családi elrendezését és a sportolással töltött hónapok számát tekintve. Az 5. táblázat a vizsgálati csoportok jellemzőit mutatja be.

5. táblázat: E2 és E3 vizsgálati mintájának jellemzői

	Nem gyógyszeres csoport N=50	Gyógyszeres csoport N=50	Kontroll csoport N=50
<b>Életkor</b> átlaga szórás (SD)	8,26 1,47	9,70 1,78	8,68 1,41
<b>Nem</b>	45 fiú, 5 lány	47 fiú, 3 lány	43 fiú, 7 lány
<b>Gyermek családi elrendezése</b> (fő)			
Családban él	46	47	50
Örökbefogadott	3	3	0
Nevelőszülőknél	1	0	0
<b>Apa iskolai végzettsége</b> (fő)			
Alapfokú	7	9	1
Középfokú	25	25	14
Felsőfokú	16	13	35
Nem ismert	2	3	0
<b>Anya iskolai végzettsége</b> (fő)			
Alapfokú	8	3	0
Középfokú	15	24	11
Felsőfokú	26	22	39
Nem ismert	1	1	0
<b>Sporttal töltött hónapok száma</b> átlag szórás (SD)	24,36 23,14	33,16 31,99	35,28 27,15

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.

#### **4.2.2. 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 vizsgálati személyek toborzása ezen vizsgálat esetében így 2016 februárja és novembere között zajlott Budapesten a Vadaskert Gyermekek- és Ifjúságpszichiátriai Kórház és Szakambulancián.

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 ( $U=249,50, Z=-0,06, p=0,95$ ).

### **4.3. MÉRŐESZKÖZÖK**

#### **4.3.1. 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 Gyermek M.I.N.I. egy rövid, strukturált diagnosztikus interjú, mely a Mentális Zavarok Diagnosztikai és Statisztikai Kézikönyvének 4. Kiadása (DSM-IV, American Psychiatric Association, 1994) alapján 25 gyermekpszichiátriai zavart mér, beleértve az ADHD-t is. 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 kutatás indulásakor a DSM-5 magyar verziója még nem volt elérhető, az azóta eltelt időben került kifejlesztésre.

A kérdőív felépítésének köszönhetően gyors felvételt tesz lehetővé, mivel a kórképek külön egységekbe vannak felosztva. Legelőször az adott kórkép felállításához szükséges alapvető kritériumokkal kapcsolatos kérdések szerepelnek, melyek vonatkoznak a tünetekre, azok időtartamára, a funkciókárosodásra, illetve bizonyos zavarok esetén a tünetek megjelenési idejére. Az „elágazó fa” struktúrából következik, hogy amennyiben a megadott időintervallumon belül az aktuális kórkép mag tünetei nem állnak fenn, úgy az adott zavar kizárható és rá lehet térni a következő kórkép felmérésére. Abban az esetben, ha a DSM-IV (American Psychiatric Association, 1994) megszabott feltételek alapján megfelelő számú kérdésre „Igen” választunk kaptunk, akként a diagnózis felállítható (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.

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.

#### **4.3.2. 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. A mérőeszköz egészséges és klinikai minta esetén is megfelelő az életminőség mérésére, mivel a szerzők célkitűzése volt egy olyan kérdőív kialakítása, amely a DSM-IV (American Psychiatric Association, 1994) ötödik tengelyének, a funkcionalitásnak mérését teszi könnyűvé, gyorsá, egyben betegségsspecifikusságot nélkülözővé. Az ILK magyar verziójának validálásának eredményeként a belső megbízhatóság megfelelő Cronbach  $\alpha$  értékét találták mindhárom verzió (gyermek, serdülő, szülő) esetén, ahogyan elfogadható volt a mérőeszköz teszt-reteszt reliabilitása is (Kiss és mtsai, 2007). Ebből következik, hogy az ILK jól alkalmazható a magyar gyermekpopuláció életminőségének felmérésére.

A kérdőív gyermekek számára készült változata 6-12 éveseknél használható és 7 megválaszolható kérdést tartalmaz (Kiss és mtsai, 2007). A szülői változatnál a gondviselők töltik ki a kérdőívet gyermekük életminőségére vonatkoztatva. Az értékelést megelőzően a kérdőíven a kitöltő személyét jelölni kell (anya, apa vagy más gondviselő).

Mindkét (gyermekeknek szóló és szülői) verzió esetén 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 két kiegészítő területre történő mérésre is sor kerül a gyermeki és szülői változatnál egyaránt: a probléma/zavar mennyire érinti a gyermeket, illetve mennyire terhelhetik meg a gyermeket a probléma/zavar kapcsán alkalmazott vizsgálatok és kezelések. Ezen kívül klinikai populáció vizsgálatokor a szülők arra a két kérdésre is választ adnak, melyek hivatottak mérni a szülői érintettséget gyermeke problémájával/zavarával és az azzal kapcsolatos vizsgálatokkal és kezelésekkkel összefüggésben.

Az értékelés tekintetében a gyermeki változatnál a kitöltők válaszadását mosolygóból szomorúra váltó arcok segítik: mosolygó arc jelzi a legjobb (1-es értéknek megfelelő), szomorú pedig a legrosszabb (5-ös értéknek megfelelő) életminőséget (Kiss és mtsai, 2007). Szülői verzió esetében az 1-es érték jelzi a legjobb életminőséget, az 5-ös pedig a

legrosszabbat. Mindezeknek megfelelően mindkét verziónál az alacsonyabb érték jelez jobb életminőséget, szemben a magasabb értékkel, mely rosszabb életminőséget jelöl.

Az ILK kérdőív előnyei közé tartozik, hogy rövid, könnyen érthető mérőeszköz, kitöltése mindössze körülbelül 5-10 percet vesz igénybe.

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  $\alpha$  értéke jelzi a kérdőív megfelelő szintű megbízhatóságát.

### **4.3.3. 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 3-4 éveseknek szóló változatot a szülő vagy gondozó tölti ki, a 4-16 éves korosztály számára szülői és tanári változat áll rendelkezésre, míg egy önkitöltős verzió készült a 11-16 évesek részére. Mindegyik változat esetében utánkötő mérőeszköz is elérhető. Kutatásunkban csak a szülői változatot alkalmaztuk.

A kérdőív mindegyik változata 25 tételt foglal magában, melyek 5 alskálára oszthatók: Hiperaktivitás, Érzelmi tünetek, Viselkedésbeli problémák, Kortárskapcsolat nehézségei, Proszociális magatartás (Goodman, 2001). A válaszadás 3-fokú Likert-skálán valósul meg (0= Nem igaz, 1= Valamennyire igaz, 2= Határozottan igaz). Az SDQ probléma pontszám a skálapontszámok összege által képezhető, a proszociális alskála kivételével. A magasabb pontszám jelzi a problémás viselkedés nagyobb mértékét.

A kérdőív magyar változatának alkalmazhatósága, valamint a Gyermek Viselkedés Kérdőív (Child Behavior Checklist, CBCL) magyar skáláival való összevetésének érdekében a két kérdőívet 156 hatéves gyermek szülei töltötték ki (Birkás és mtsai, 2008). A magyar SDQ változat skáláinak belső konzisztenciája mérsékelt-kielégítő volt az eredmények szerint, tovább a kérdőív hasonlóan érzékeny a problémákra való hasonló érzékenységét mutatták ki a Gyermek Viselkedés Kérdőív releváns magyar skáláihoz hasonlóan.

A magyar változat validálását Turi és munkatársai (2013) az önkitöltős és szülő változat alapján végezték el 716 serdülő klinikai mintáján, 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 összehasonlításakor, így a kérdőív alkalmasnak minősül a klinikai mintán való használat esetén is.

Elemzésünkben a mérőeszköz 0,73-as Cronbach  $\alpha$  értéket mutatott, alátámasztva a kérdőív reliabilitását.

#### **4.3.4. 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) faktor struktúráját, strukturális állandóságát és egyéb pszichometriai vizsgálatát Sallay és munkatársai (2014) végezték. Ennek során négy, felnőttek mintáját alkalmazó kérdőíves keresztmetszeti vizsgálat (N=1702) adatait tanulmányozták. Az eredmények szerint a belső konzisztenciával kapcsolatos mérések megfelelőnek bizonyultak. Kortól, nemtől és iskolai végzettségtől (azaz a szociodemográfiai változóktól) nagy mértékben függetlennek mutatkozott az önértékelés szintje. Így a RSES-H a globális önértékelés mérésének szempontjából érvényes és megbízható mérőeszköznek minősül (Sallay és mtsai, 2014). A kérdőív 10 állítást tartalmaz, melyekre négyfokú Likert-skála alapján szükséges választ adni (1= egyáltalán nem értek egyet, 4= teljesen egyetértek), aminek következtében gyors kitöltést tesz lehetővé. A pozitív és negatív megfogalmazású tételek egymást kiegészítik, így nyújt egy kiegyensúlyozott képet a válaszadó önértékelésével kapcsolatban. A fordított tételek megfelelő átponozását követően a tételekre adott pontszámok összeadásával kapjuk meg a globális önértékelés mértékét. A magasabb pontszám magasabb fokú önértékelést mutat.

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

#### **4.3.5. 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 kérdőívben szereplő tételek megfeleltethetőek a DSM-IV (American Psychiatric Association, 1994) diagnosztikus kritériumainak. A benne felsorolt 18 tétel két alszállagra bontható: Figyelemhiány és Hiperaktivitás/Impulzivitás. Minden tétel egy 4-pontos Likert-skálán értékelendő, melyek mellett a „Soha, Ritkán”, „Néha”, „Gyakran”, és „Nagyon gyakran” válaszok szerepelnek.

Súlyosabb fokú tünetek fennállását jelzi a minél magasabb összpontszám, alsókálánként 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 újratesteléses reliabilitást, belső konzisztenciát, konvergens és diszkriminációs validitást és érzékenységet eredményezett. Bár a kérdőív Magyarországon nincs standardizálva, rendszeresen alkalmazzák klinikai területen, mindemellett a mérőeszközzel történt felmérések alapján a nemek és korosztályok szerinti aktuálisan elérhető átlagok is a rendelkezésre állnak.

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

#### 4.3.6. Demográfiai adatlap – E1, E2 és E3 esetén

A vizsgálatban résztvevők demográfiai jellemzőinek felmérésére a kutatás számára egyedi demográfiai adatlapot szerkesztettünk. Az 6. táblázat szemlélteti az adatlapban érintett területeket.

6. táblázat: Demográfiai adatlap részei

<b>Szocioökonómiai státuszra vonatkozó információk</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Apa és anya végzettsége, gazdasági aktivitása</li> <li>○ Család anyagi helyzete</li> </ul>
<b>Anamnesztikus adatok</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Gyermek neme, életkora</li> <li>○ Család összetétele, testvérek száma</li> <li>○ Gyermek elhelyezése</li> <li>○ Perinatális adatok</li> <li>○ Kezesség</li> <li>○ Gyermek iskola típusa/munkahelye</li> <li>○ Pszichiátriai betegség, öngyilkos magatartás a családban</li> <li>○ Pszichiátriai és krónikus betegségek a gyermeknél</li> <li>○ Rendszeres gyógyszeres kezelés a gyermeknél</li> <li>○ Gyermek mozgásfejlődési problémája, annak fejlesztése</li> </ul>



## 6. táblázat folyt.: Demográfiai adatlap részei

<b>Anamnesztikus adatok</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Gyermek által végzett sporttevékenység</li><li>○ Gyermek által beszélt nyelvek (egynyelvűség, kétnyelvűség, többnyelvűség)</li><li>○ Utolsó féléves iskolai érdemjegyek a különböző tantárgyakból</li></ul>
-----------------------------	---

### **4.3.7. Gyermek Figyelmi Teljesítmény Teszt (Testatterie 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). Eredeti változatát, a Figyelmi Teljesítmény Tesztjét (Test of Attentional Performance, TAP) eredetileg agyi sérülést szenvedett felnőttek figyelmi és végrehajtó funkció szintjének vizsgálata céljából készítette 1995-ben Zimmermann és Fimm (idézi Zimmermann és mtsai, 2005). Gyermekpopuláción történő alkalmazása során azonban megfigyelték a gyermekek motivátlanságát a feladatok elvégzése során, mivel azokat a vizsgálandó fiatalok túl monotonnak és unalmasnak ítélték, így a teszt keretei közé illeszkedő történetekkel próbálták rávenni őket a feladatvégzésre (Zimmermann és mtsai, 2005). Az iskoláskorú gyermekek figyelmének felmérése kétségkívül fontos a legkülönbébb diagnosztikai kérdések eldöntése okán. Ennek ellenére hiány mutatkozik azon mérőeszközökben, melyek ezen korosztály figyelmi működésének differenciálását céloznák meg. A Gyermek Figyelmi Teljesítmény Teszt ugyanazon megfontolásból került kifejlesztésre, mint a felnőttek számára készült verzió, így ez az eredeti tesztbatteria gyermek változatának feleltethető meg. A motivációs nehézségeket kiküszöbölendő a feladatokat egy elvarázsolt kastély kerettörténetébe helyezték bele, meseszerű instrukcióadással egybekötve. 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.

### **Éberség (Alertness) – „A boszorkány”**

Az intrinzik éberség mérése egy egyszerű válaszadási feladattal történt („A boszorkány”) (Zimmermann és mtsai, 2005). Az instrukció szerint a képernyőn megjelenő boszorkányt olyan gyorsan kell elüldözni, amennyire csak lehetséges, mielőtt esélye lenne kimondani varázsigéjét. A feladat kimeneti változói közül a reakcióidő és annak variabilitása számít leginkább az elemzés fókuszának. A reakcióidő mediánja (és átlaga) az általános feldolgozási sebességről, illetve bármilyen esetleges sebességcsökkenésről nyújt információt. Bár a paraméterben történő növekedés fáradtságra utalhat, emellett azonban Zimmermann és munkatársai (2005) arra hívják fel a figyelmet, hogy kihívást jelentő feladatot követően az éberség feladat másodjára történő felmérésekor a reakcióidő emelkedhet, annak első felmérésekor nyújtott értékéhez képest. A reakcióidő variabilitásának mutatója a paraméter szórása, mely mutatja a teljesítmény szintjének stabilitását vagy annak változékonyságát, instabilitását. Lényegében az intrinzik éberség fenntarthatóságának stabilitásának indexe. Zimmermann és kollégái (2005) ezen éberség kapcsán a reakcióidő mediánját és szórását javasolja az elemzés tárgyának. A reakcióidő csak a helyes reakciók esetében kerül rögzítésre a program által. A feladat hossza előtesztelési szakasz nélkül körülbelül 1 perc 50 másodperc. A feladat képi illusztrációját 18. ábra szemlélteti (lásd Mellékletek).

### **Elterelhetőség (Distractibility) – „A szomorú és a vidám szellem”**

Az elterelhetőség szintjének mérésére egy a képernyő közepén megjelenített döntési feladat („A szomorú és a vidám szellem”) szolgált, melynek során a próbák felében egy elterelő inger jelenik meg a vizuális mező perifériáján (Zimmermann és mtsai, 2005). A középpontban megjelenő inger egy szomorú vagy vidám arckifejezésű szellemalak, melyek csak szájvonaluk görbülési irányában különböznek egymástól, így megkülönböztetésük kizárólag vizuális fókuszálás alapján lehetséges. Az instrukció ez esetben a következő: „Időről időre egy szellem tűnik fel az ajtóban. Néha ez a szellem vidám, máskor viszont szomorú. A szomorú szellemet fel kell vidítani, úgy, hogy a gombot olyan gyorsan megnyomod, amilyen hamar csak tudod. De vigyázz! Ne hagyd, hogy eltereljen bármilyen más szellem, ami időről időre hirtelen felbukkan.” (Zimmermann és mtsai, 2005, 14. oldal)

Az elterelő inger rövidebbel (400 ms-mal korábban) a középpontban prezentált inger felbukkanása előtt jelenik meg, így csupán egyetlen szakkád jöhet létre az elterelő ingerre, mielőtt a megkülönböztetést igénylő inger feltűnik a képernyőn. E mellett maga a központi inger láthatósága is mindössze körülbelül 200 ms, így általában a rá történő fixálás lehetősége

előtt eltűnik. Mindebből következik, hogy az elterelő ingerre történő figyelemváltás következménye lehet a kulcsinger kihagyása vagy a hibás válaszadás.

Az elterelhetőség megítélése szempontjából legfontosabb paraméterek az elterelő inger jelenlétében és annak hiányában elkövetett kihagyások száma. Nagyobb elterelhetőség esetén a kihagyott kulcsingerek száma nagyobb mértékű az elterelő inger jelenlétében, mint az annak hiányakor vétett kihagyásoké. Az elterelés hatásaként értékelhető a hibás válaszok száma is, mivel ebben az esetben feltételezhető, hogy a vizsgálati személy nem azonosította megfelelően a kulcsingert, így csupán saját feltételezése alapján cselekszik. Tipikusan fejlődő gyermekek esetében ritkán fordul elő magas szintű elterelhetőség, bár Zimmermann és munkatársai (2005) leírása szerint azért előfordulhat ilyen eset. A feladat hossza az előtesztelési szakaszt mellőzve 3 perc 10 másodperc.

A feladat képi illusztrációját 19. és 20. ábra mutatja be (lásd Mellékletek).

### **Megosztott figyelem (Divided attention) – „A baglyok”**

A megosztott figyelmi képesség kettős feladat által lett felmérve („A baglyok”), melynek során auditív és vizuális jellegű ingerek sorozatait kell egyidejűleg megfigyelni annak érdekében, hogy a lényeges auditív vagy vizuális ingerrel kapcsolatos válaszadás megtörténhessen a reakciógomb megnyomása által (Zimmermann és mtsai, 2005). Az instrukció a következőképpen hangzik: „A baglyok végig figyelnek, hogy senki ne léphessen be, míg a szellemek a kastélyban bolyonganak. Az egyik bagoly egy ablakban ül és figyel arra, hogy senki se jöjjön, míg kettő másik a kastélyon kívül repked és egymásnak jeleznek. Olykor azonban az ablakban ülő bagoly elfárad és ilyenkor lecsukódik a mindkét szeme. Ha ez megtörténik, ébreszd fel olyan hamar, amilyen gyorsan csak tudod, a gomb megnyomásával. Akkor is meg kell nyomnod a gombot, ha a két kastélyon kívül repkedő bagoly közül az egyik egymás után kétszer jelez a másiknak ugyanazon a huhogó hangon.” (Zimmermann és mtsai, 2005, 15. oldal)

A megosztott figyelem indikátorai a kihagyott és hibás válaszok; a reakcióidő paramétere ezen esetben másodlagos. A szubteszt felvételének időtartama az előtesztelési fázist nélkülözve 4 perc 30 másodperc.

A feladat képi illusztrációját 21. ábra szemlélteti (lásd Mellékletek).

### **Flexibilitás (Flexibility) – „A sárkányok háza”**

A flexibilitás képessége az új helyzethez történő gyors alkalmazkodást igényli, amelynek felmérése jelen feladat esetében egy folyamatosan változó célingerre való reagálás alapján

történik („A sárkányok háza”) (Zimmermann és mtsai, 2005). A vizsgálati személy előtt két reakciógomb kerül elhelyezésre a feladat megkezdése előtt. A teszhelyzet során a képernyő két oldalán, jobb és baloldalt egy kék és egy zöld színű sárkány tűnik fel egyidejűleg. A célinger a feladat folyamán permanensen váltakozik: először azon oldali reakciógombot kell megnyomni, amelyiken a zöld sárkány tűnik fel, majd ezt követően azon az oldalt levő gombot, ahol a kék színű sárkány bukkan fel. Hibázás esetén akusztikus visszajelzés történik a program részéről, és a következő megjelenéskor egy fehér négyzet jelzi a helyes célingert. Az instrukció szerint: „Két sárkány a kapu előtt áll. Ezen sárkányok más-más sárkány családhoz tartoznak, nevezetesen a kék sárkányok és zöld sárkányok családjába. A sárkányok éhesek, így olyan gyorsan kéne őket beengedni a házba, amilyen gyorsan csak lehet, hogy enni tudjanak. De a sárkányok csak felváltva mehetnek be: először a zöld, aztán a kék, majd újra a zöld és így tovább, különben vita lesz!” (Zimmermann és mtsai, 2005, 16. oldal)

A program a hibás választ követő válaszadást nem veszi számításba, mivel a helytelen választ követő célinger kijelölésre kerül, így a helyes és helytelen válaszok összesített száma kevesebb lehet, mint a próbák száma.

A legfontosabb kimeneti változók jelen feladat esetén a hibázások száma, valamint a reakcióidő mediánja. A szubteszt hossza előzetes tesztelés nélkül 6-7 éves korosztály esetén 1 perc 40 másodperc (minimum 55 másodperc, maximum 3 perc 10 másodperc), 8 éves kortól fölfelé pedig 1 perc 25 másodperc (minimum 55 másodperc, maximum 2 perc 30 másodperc). A feladatban történő előrehaladás a válaszadástól függ, így a feladat időtartama esetenként hosszabb lehet.

A feladat képi illusztrációját 22. ábra mutatja be (lásd Mellékletek).

### **Válaszgátlás (Go/no-go) – „A denevér”**

A kontroll és döntéshozás képességét „A denevér” szubteszt azáltal méri, hogy az egyik inger esetében elvállalja a lehető leggyorsabb válaszadást, míg semmilyen reakciót nem kér egy másik jelenlétekor (Zimmermann és mtsai, 2005). A feladathelyzet sajátos követelményeket támaszt a nem célingerre történő válaszadás legátlására. Az instrukció a következő: „Ahogy azt látod, a macska fél a vámpír denevértől. Ezért amikor a denevér feltűnik, üzd el olyan gyorsan, amilyen gyorsan csak tudod, mielőtt ártana a macskának. De vigyázz! A macskát ne hajtsd el!” (Zimmermann és mtsai, 2005, 18. oldal)

A feladat lényeges paraméterei a hibázások száma és reakcióidő mediánja. A válaszgátlás deficitjének mutatója a hibázások magas száma, míg a csökkent sebességű döntéshozatali folyamaté az emelkedett reakcióidő. Előtesztelés hiányában a szubteszt időtartama 3 perc.

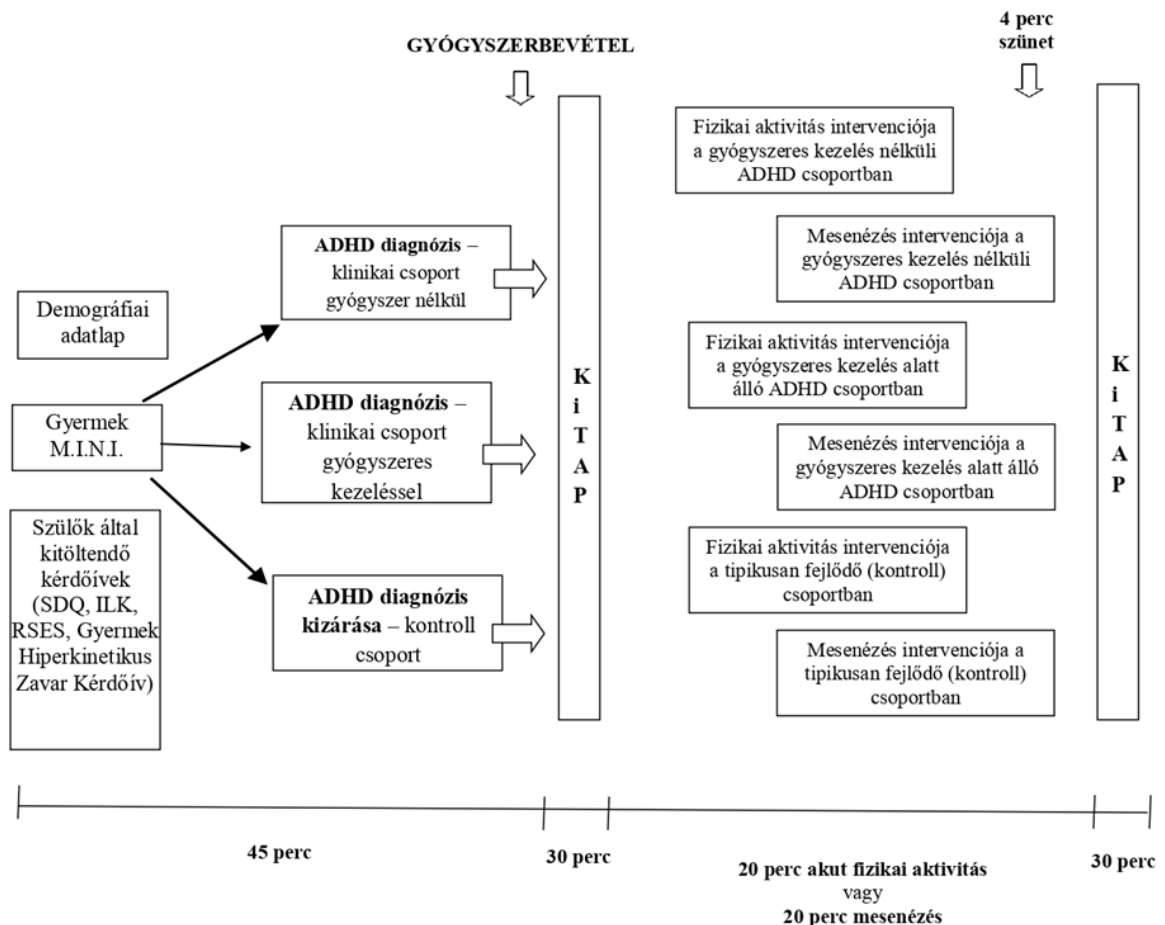
A feladat képi illusztrációját 23. ábra szemlélteti (lásd Mellékletek).

#### 4.3.8. 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.

#### 4.4. Eljárás

A kutatási elrendezést az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra: Kutatási elrendezés

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 vizsgálatba vont gyógyszeres kezelés nélküli klinikai mintát alkotó gyermekeket és szüleiket a Vadaskert Gyermek- és Ifjúságpszichiátriai Kórház és Szakambulancián kerestük fel, miközben osztályos felvételük és ADHD irányában kivizsgálásuk elkezdődött. Ez az osztályos kivizsgálás az intézmény szakmai protokollja szerint történt, amelyben az osztályos felvétel a pontosabb megfigyelések miatt történt (tehát nem veszélyeztető állapot miatt). A szülők és gyermekeik előzetes szóbeli és írásbeli tájékoztatását, majd a vizsgálatban való szívesen vállalt, önkéntes részvétel kinyilvánítását követően a szülő és gyermek írásos beleegyezését kértük. A kórházban töltött első nap folyamán a vizsgálatunk kezdeti szűrés céljából a Gyermek M.I.N.I. felvételére került sor a szülő-gyermek diádokkal. Amennyiben a strukturált diagnosztikus interjú alapján felállíthatónak bizonyult az ADHD diagnózis, és ezt a gyermek osztályos pszichiáttere is megerősítette, úgy további kérdőívek kitöltésére kértük a szülőket (demográfiai adatlap, SDQ, ILK, RSES, Gyermek Hiperkinetikus Zavar Kérdőív).

A gyógyszeres kezelés alatt álló csoport vizsgálata szintén a Vadaskert Gyermek- és Ifjúságpszichiátriai Kórház és Szakambulancián történt. A vizsgálat szakaszai megegyeztek a fent leírtakkal azzal a különbséggel, hogy az ezen csoportba sorolt gyermekeket nem első kórházi napjukon kerestük fel, hanem a legtöbb esetben gyermekpszichiáter szakorvosuk tett javaslatot részükre a vizsgálatban való részvétel kapcsán (kontroll vizsgálatkor való megjelenés vagy terápia héten való részvétel alkalmával), majd szóbeli beleegyezést követően megtörtént az első kapcsolatfelvétel a szülővel a vizsgálati időpont egyeztetése okán. Ezt követően ugyanazok a fázisok következtek, mint a gyógyszeres kezelés alatt nem álló csoportban résztvevő gyermekek és szüleik esetében.

Kontroll csoport kapcsán a szülővel lefolytatott időpontegyeztetést követően a gyermekkel együtt történő megjelenés alkalmával legelőször a személyes tájékoztatás, majd írásos beleegyezés fázisa valósult meg. Ezt követően szintén a Gyermek M.I.N.I. került felvételre a szülő-gyermek párosok részvételével, az ADHD diagnózisának kizárása céljából. Amennyiben ennek kizárhatósága megállapításra került, úgy a szülő kézhez kapta ugyanazon kitöltést igénylő kérdőíveket, mint a két klinikai minta esetében.

E2-ben és E3-ban ezután mindhárom csoport esetén a gyermekek figyelem és végrehajtó funkcióinak első körös felmérését végeztük a KiTAP által. Ezen első vizsgálati időpontot megelőzően minden gyógyszeresen kezelt ADHD diagnózisú gyermek megkapta aznap a számára előírt mennyiségű és típusú gyógyszert. Methylphenidate hatóanyagtartalmú gyógyszer esetén annak bevétele 1-1,5 órával az első körös KiTAP tesztelés előtt történt meg, míg atomoxetine esetén, mivel annak hatása folyamatosan biztosított, így a megszokott időben történő szedése folytatódott a vizsgálat ideje alatt is.

A KiTAP 5 feladatának végrehajtása az előtesztekkel együtt körülbelül 30 percet vett igénybe. A szubtesztek kvázi randomizált sorrendben kerültek felvételre. A tesztelés során minden egyes szubteszt előtt a feladat céljának elmagyarázása történt, majd elhangzott az instrukció. Ezt követően futattuk le a rövid előteszteket a feladat valódi megértésének ellenőrzése céljából (E2-ben és E3-ban). A második neuropszichológiai vizsgálati alkalomkor már nem történt előtesztelés (E3 esetén).

Ezt követően a gyermekek randomizált módon kerültek be és vettek részt a fizikai aktivitás (kísérleti) vagy mesenézés (kontroll) feltételében. E3-ban az 50 nem gyógyszeres, 50 gyógyszeres és 50 kontroll csoportból 25 gyerek vett részt a mesenézés közbeni fizikai aktivitás feltételében minden egyes csoport esetében, míg 25 másik gyermek a kontroll feltételben (csak mesenézés) szerepelt, szintén minden egyes csoport tekintetében.

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 futópadon kivitelezett futás intervallum tréning formájában valósult meg az ajánlás alapján. Következésképp a maximális 20 perces időtartam 4x4-es periódusokra osztódott, 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. Egy 5 perces tartó bemelegítési fázis volt bevezetve az aktivitást megelőzően, majd annak befejezését egy 4 perces pihenéssel töltött szünet követte a második körös KiTAP tesztfelvétel megkezdése előtt.

A kontroll intervenció vizsgálati személyei ugyanazon két mesesorozat 20 perces tartó részeit nézték végig ülő helyzetben, mint a fizikai aktivitás feltételében szereplők.

Az egyes intervenciókat tehát egy második alkalmas neuropszichológiai tesztfelvétel követte ugyanazon 5 KiTAP szubteszt használatával.

A kutatásban szereplő gyermekek nem kaptak motivációs ajándékot, továbbá nem részesültek semmilyen előnyben a vizsgálatban való részvételért. A teljes vizsgálat befejeztével névre szóló Oklevél került átadásra kitartásuk elismeréseként.

## **4.5. Statisztikai elemzések**

### **4.5.1. 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 viselkedéses 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 többletől 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.

#### **4.5.2. 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) javaslatára alapján. A reakcióidő mediánjának és szórásának nyers adatain 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. A szülők iskolai végzettségének foka azon okból került a kontroll változók közé, mivel hatást gyakorolhat a gyermek kognitív működésére (González és mtsai, 2018) és végrehajtó funkcióira (Ardila és mtsai, 2005). Több tanulmány szerint a fizikai aktivitás is befolyásolja a gyermekek kognitív működését tipikusan fejlődő (például Hillman és mtsai, 2008; Tomporowski és mtsai, 2008; Best, 2010) és ADHD diagnózissal rendelkező gyermekek (Berwid és Halperin, 2012; Halperin és mtsai, 2014; Neudecker és mtsai, 2019) mintáján egyaránt, így az elemzésbe került kontroll változóként a korábban sportolással töltött hónapok száma is. 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 feltételesen 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 (a variancia túlszórása az átlagok lineáris versus négyzetes függvényében modelleződik) 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 modellből 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).

### **4.5.3. 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. Ebben az esetben a gyakran alkalmazott  $p < 0,001$  kritériumot használtuk (Tabachnick és Fidell, 1996). A kritikus khi-négyzet  $df=k$  (a modellben szereplő prediktor változók száma) értékénél nagyobb MD egy vagy több multivariáns kiugró értéket jelez 0,001-es szignifikancia szinten.

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 működéseként lett lemodellezve. Az empirikus kvantilisok elméletivel történő összevetése érdekében a diagnosztikák során a modellen alapuló szimulált reziduálisok segítségével teszteltük a túlszórást és a zéró-inflációt.

Negyedszer, a marginális átlagok Kenward-Roger-féle szabadságfok módszerrel becsültük meg a három független változó (csoport, intervenció és mérési időpontok) fő és interakciós hatásának vizsgálata 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. Ezen időbeli kontrasztokat tekintve a könnyebb átláthatóság érdekében a pozitív számok jelölik az első mérési időpontról a másodikra történő javulást. Következésképpen a pozitív számok jelentik például a reakcióidő, a kihagyások és hibázások számának, illetve egyéb paramétereknek a csökkenését.

## **5. Eredmények**

### **5.1. E1 eredményei**

#### **5.1.1. 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.

## **5.2. E2 eredményei**

### **5.2.1. KiTAP paraméterek**

Az alábbiakban a különböző KiTAP szubtesztek vizsgált paramétereinek eredményeit mutatom be. A varianciaanalízis modelljeiben a csoport, mint változó mindig szignifikáns volt. A zéró-infláció jelenlétének tesztelése nem mutatott szignifikanciát a 15 modell egyikénél sem. A post hoc tesztek és releváns kovariánsok statisztikai eredményeit a 7. táblázat, a nem gyógyszeres csoport átlagának gyógyszeres és kontroll csoporttal összesített átlagával való összehasonlítását pedig a 8. táblázat foglalja magában, melyek az eredmények szöveges bemutatása után találhatóak. Az elemzések leíró statisztikájáról szóló 12. táblázatot a Mellékletek tartalmazzák.

### **Éberség – reakcióidő mediánja és variabilitása (szórása)**

A szubteszt esetén a reakcióidő mediánja és variabilitása (szórása) állt a fókuszban, melyeket ANCOVA-val vizsgáltunk. A reakcióidő mediánja esetében az életkor mutatkozott szignifikáns kontroll változónak. E mellett a csoporttagságnak is szignifikáns hatása volt mérhető, a hibaráta kontrollálást követően is ( $p=0,04$ ). Ennek ellenére a Tukey-féle korrekció elvégzését követően a páros összehasonlítások nem eredményeztek szignifikáns eredményt ( $p>0,05$ ), ahogyan a gyógyszeres és kontroll csoport versus nem gyógyszeres csoport összehasonlítás sem lett szignifikáns (7. és 8. táblázat).

A reakcióidő variabilitásának (szórásának) elemzésekor az életkor bizonyult szignifikánsnak a további változók közül. A csoporttagság szintén szignifikánsnak bizonyult és maradt a hibaráta kontrollálása után is ( $p<0,001$ ). A korrigált kontraszt mérések szignifikáns különbséget eredményeztek a nem gyógyszeres és kontroll, valamint a nem gyógyszeres és gyógyszeres csoport között (7. táblázat). Nem volt azonban 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 (8. táblázat).

### **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 szignifikáns változónak bizonyult az életkor, az anya iskolai végzettsége, míg a sporttal töltött hónapok száma marginálisan lett szignifikáns. A csoport hatása szintén szignifikánsnak mutatkozott, még a Benjamini és Yekutieli tesztet követően is ( $p=0,005$ ). A korrigált kontraszt szignifikáns különbséget mutatott a nem gyógyszeres és kontroll, továbbá a gyógyszeres és kontroll csoport tagjai között (7. táblázat). 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 (8. táblázat).

Az elterelő inger jelenlétében történő kihagyások számával kapcsolatban az életkor és az anya iskolai végzettsége mutatott szignifikáns eredményt. A csoportnak szintén szignifikáns hatása

volt mérhető a hibaráta kontrollálását követően is ( $p=0,02$ ). A korrigált csoportonkénti összehasonlítás során szignifikáns különbség volt található a nem gyógyszeres és kontroll, továbbá a gyógyszeres és kontroll csoportok között, míg a nem gyógyszeres és kontroll csoport közti összehasonlítás nem eredményezett szignifikáns eltérést. (7. táblázat). Összevetve a nem gyógyszeres csoportot a gyógyszeres és kontroll csoport átlagával, a különbség nem volt szignifikáns (8. táblázat).

Az elterelő inger hiányában elkövetett kihagyások száma esetében csak a csoport változója lett szignifikáns (Benjamini és Yekutieli teszt  $p=0,02$ ). A csoportok közti szignifikáns életkorbeli különbségek kontrollálása érdekében az életkor változója is hozzá lett adva a modellhez. A korrigált összehasonlítások során a nem gyógyszeres és kontroll csoport közt mutatkozott szignifikáns különbség (7. táblázat). 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 (8. táblázat).

Az összes elkövetett hibák vizsgálata során szignifikáns kovariánsnak minősült a vizsgálat személyek életkora és az általuk sporttal töltött hónapok száma. A csoport hatása szintén szignifikánsnak minősült a hibaráta kontrollálása után is ( $p<0,001$ ). A kontroll csoporttól mind a nem gyógyszeres, mind a gyógyszeres csoport szignifikánsan különbözött (7. táblázat). 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 (8. táblázat).

Az életkor, valamint a sporttal töltött hónapok száma mutatkozott szignifikáns kontroll változónak az elterelő inger jelenlétében vétett hibák tekintetében. E mellett a csoport hatása is szignifikánsnak bizonyult a Benjamini és Yekutieli tesztet követően is ( $p<0,001$ ). A Tukey-féle korrigált csoportonkénti összehasonlítás eredménye során csak a nem gyógyszeres és kontroll csoport között jelentkezett szignifikáns különbség (7. táblázat). Ezen túlmenően, összetéve a gyógyszeres és kontroll átlagát, a nem gyógyszeres csoporttal összevetésben szignifikáns különbség volt található (8. táblázat).

Az elterelő inger hiányában elvétett hibák elemzésekor csak az életkor mutatott szignifikanciát a csoport szignifikáns hatása (hibaráta kontrollálása után  $p=0,01$ ) mellett. A post hoc tesztelést követően szignifikáns eltérés a nem gyógyszeres és kontroll, valamint a gyógyszeres és kontroll csoport között volt mérhető (7. táblázat), 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 (8. táblázat).

### **Megosztott figyelem – reakcióidő mediánja, kihagyások és hibázások összes száma**

A megosztott figyelem szubteszt során vizsgálat tárgyát képezte az összes kihagyás és az összes hibázás – melyek során generalizált lineáris negatív binomiális modellt használtunk –, valamint a reakcióidő mediánja, mely esetben ANCOVA-t futtattunk le.

A kihagyott célingerek száma esetében szignifikáns kontroll változónak bizonyult az életkor és a csoporttagság hatása (Benjamini és Yekutieli teszt során  $p < 0,001$ ) egyaránt. Szignifikáns kontraszt volt detektálható a nem gyógyszeres és gyógyszeres, továbbá nem gyógyszeres és kontroll csoportok tagjai között (7. táblázat). 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 (8. táblázat).

Az összes elkövetett hiba vizsgálatokor három kontroll változó bizonyult szignifikánsnak: az életkor, az apa iskolai végzettsége és a sporttal töltött hónapok száma. A csoport hatása szintén szignifikáns lett és maradt a hibaráta kontrollálást követően is ( $p < 0,001$ ). Post hoc tesztelés során mind a nem gyógyszeres és gyógyszeres, mind a nem gyógyszeres és kontroll csoport között szignifikáns eltérés volt mérhető (7. táblázat). 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 (8. táblázat).

ANCOVA használatakor a reakcióidő mediánjának nyers adatainak végzett elemzés a vizsgálatban résztvevők életkorának, valamint a csoporttagság hatásának (Benjamini és Yekutieli tesztet követően  $p < 0,001$ ) szignifikanciáját eredményezte. A Tukey-féle korrigált kontraszt szignifikáns különbséget mutatott a nem gyógyszeres és gyógyszeres, valamint nem gyógyszeres és kontroll csoportok között (7. táblázat). 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 (8. táblázat).

### **Flexibilitás – reakcióidő mediánja és hibázások száma**

A szubteszt paramétereinek közül az összes hibázások száma és a reakcióidő mediánja szerepelt az elemzésekben. A generalizált lineáris negatív binomiális modellben szereplő kovariánsok közül az életkor és a csoporttagság hatása (hibaráta kontrollálása után  $p < 0,001$ ) bizonyult



szignifikánsnak az összes elvétett hiba paramétere esetén. A csoportonkénti korrigált összehasonlítás csak a nem gyógyszeres és kontroll csoport között bizonyult szignifikánsnak (7. táblázat). 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 (8. táblázat).

A reakcióidő mediánjának transzformált adatain végzett Bartlett teszt (varianciák homogenitásának tesztelésére) szignifikáns lett (Bartlett's K-squared=10,59, df=2,  $p=0,005$ ). Az ANCOVA által tartalmazott kontroll változók közül az életkor és a csoport hatása (Benjamini és Yekutieli teszt alapján  $p=0,02$ ) bizonyult szignifikánsnak. 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 a post hoc tesztelés során (7. táblázat). 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 (8. táblázat).

### **Go/no-go – reakcióidő mediánja és hibázások száma**

A vizsgált paraméterek között szerepelt a hibás reakciók száma és a reakcióidő mediánja. Előbbi esetében generalizált lineáris negatív binomiális modellt, utóbbi esetében ANCOVA-t alkalmaztunk.

A kovariánsok közül a vizsgálatban résztvevők életkora, valamint a csoport hatása (hibarátá kontrollálása során  $p<0,001$ ) esetében jelentkezett szignifikancia a hibázások számát tekintve. Tukey-féle korrigált kontraszt elemzés során szignifikáns különbség keletkezett a nem gyógyszeres és gyógyszeres, valamint a nem gyógyszeres és kontroll csoport között is (7. táblázat). 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 (8. táblázat).

A reakcióidő mediánjának transzformált adatain végzett ANCOVA során szignifikáns kontroll változónak mutatkozott a vizsgálati személyek életkora és a csoport változó hatása (hibarátá kontrollálását követően  $p=0,04$ ). A korrigált kontraszt összehasonlítások egyike sem lett szignifikáns (7. táblázat), ahogyan a nem gyógyszeres csoport átlagának gyógyszeres és

kontroll csoport átlagával történő összemérése sem eredményezett szignifikáns különbséget (8. táblázat).

7. táblázat: Post hoc tesztek és kovariánsok E2-ben

<i>KiTAP szubtesztek és paraméterek</i>	<b>Nem gyógyszeres – gyógyszeres</b>	<b>Nem-gyógyszeres – kontroll</b>	<b>Gyógyszeres – kontroll</b>	<b>Prediktorok</b>
<b>Éberség – Reakcióidő mediánja</b>				
Beclés:	0,00	0,00	-0,00	Csoport: $F(2, 146)=4,66$ , <b><math>p&lt;0,05</math></b> Életkor: $F(1, 146)=17,25$ , <b><math>p&lt;0,001</math></b>
Standard hiba:	0,00	0,00	0,00	
t-érték:	$t(146)=1,37$	$t(146)=1,20$	$t(146)=-0,25$	
p-érték:	$p>0,05$	$p>0,05$	$p>0,05$	
<b>Éberség – Reakcióidő variabilitása</b>				
Beclés:	0,01	0,01	0,00	Csoport: $F(2, 146)=12,22$ , <b><math>p&lt;0,001</math></b> Életkor: $F(1, 146)=8,43$ , <b><math>p&lt;0,01</math></b>
Standard hiba:	0,00	0,00	0,00	
t-érték:	$t(146)=3,19$	$t(146)=3,66$	$t(146)=0,26$	
p-érték:	<b><math>p&lt;0,01</math></b>	<b><math>p&lt;0,01</math></b>	$p>0,05$	
<b>Elterelhetőség – Összes kihagyás</b>				
Beclés:	0,03	0,72	0,69	Csoport: $\chi^2(2)=14,23$ , <b><math>p&lt;0,001</math></b> Életkor: $\chi^2(1)=6,37$ , <b><math>p&lt;0,05</math></b> Sporttal töltött hónapok: $\chi^2(1)=2,98$ , $p>0,05$
Standard hiba:	0,26	0,26	0,27	
z-érték:	$z=0,13$	$z=2,75$	$z=2,51$	
p-érték:	$p>0,05$	<b><math>p&lt;0,05</math></b>	<b><math>p&lt;0,05</math></b>	

7. táblázat folyt.: Post hoc tesztek és kovariánsok E2-ben

<i>KiTAP</i> szubtesztek és paraméterek	Nem gyógyszeres – gyógyszeres	Nem- gyógyszeres – kontroll	Gyógyszeres – kontroll	Prediktorok
<b>Elterelhetőség – Összes kihagyás folyt.</b>				
				Anya iskolai végzettsége: $\chi^2(3)= 9,25,$ <b><math>p&lt;0,05</math></b>
<b>Elterelhetőség – Kihagyások elterelő ingerrel</b>				
Becslés:	-0,03	0,67	0,70	Csoport: $\chi^2(2)=$
Standard hiba:	0,26	0,27	0,29	10,71, <b><math>p&lt;0,01</math></b>
z-érték:	$z=-0,10$	$z=2,47$	$z=2,42$	Életkor: $\chi^2(1)=$
p-érték:	$p>0,05$	<b><math>p&lt;0,05</math></b>	<b><math>p&lt;0,05</math></b>	9,41, <b><math>p&lt;0,01</math></b>
				Sporttal töltött hónapok: $\chi^2(1)=$
				1,73, $p>0,05$
				Anya iskolai végzettsége: $\chi^2(3)= 14,73,$ <b><math>p&lt;0,01</math></b>
<b>Elterelhetőség – Kihagyások elterelő inger nélkül</b>				
Becslés:	0,32	1,05	0,73	Csoport: $\chi^2(2)=$
Standard hiba:	0,31	0,35	0,35	10,78, <b><math>p&lt;0,01</math></b>
z-érték:	$z=1,03$	$z=3,03$	$z=2,07$	Életkor: $\chi^2(1)=$
p-érték:	$p>0,05$	<b><math>p&lt;0,01</math></b>	$p>0,05$ (marginális)	0,89, $p>0,05$
				Sporttal töltött hónapok: $\chi^2(1)=$
				1,99, $p>0,05$

7. táblázat folyt.: Post hoc tesztek és kovariánsok E2-ben

<i>KiTAP szubtesztek és paraméterek</i>	<b>Nem gyógyszeres – gyógyszeres</b>	<b>Nem- gyógyszeres – kontroll</b>	<b>Gyógyszeres – kontroll</b>	<b>Prediktorok</b>
<b>Elterelhetőség – Összes hiba</b>				
Beclés:	0,05	0,33	0,28	Csoport: $\chi^2(2)=$
Standard hiba:	0,11	0,11	0,11	18,30, <b><math>p&lt;0,001</math></b>
z-érték:	$z=0,46$	$z=3,04$	$z=2,46$	Életkor: $\chi^2(1)=$
p-érték:	$p>0,05$	<b><math>p&lt;0,01</math></b>	<b><math>p&lt;0,05</math></b>	38,70, <b><math>p&lt;0,001</math></b>
				Sporttal töltött hónapok: $\chi^2(1)=$ 5,70, <b><math>p&lt;0,05</math></b>
<b>Elterelhetőség – Hibák elterelő ingerrel</b>				
Beclés:	0,14	0,35	0,21	Csoport: $\chi^2(2)=$
Standard hiba:	0,11	0,11	0,12	21,50, <b><math>p&lt;0,001</math></b>
z-érték:	$z=1,25$	$z=3,2$	$z=1,79$	Életkor: $\chi^2(1)=$
p-érték:	$p>0,05$	<b><math>p&lt;0,01</math></b>	$p>0,05$	31,90, <b><math>p&lt;0,001</math></b>
				Sporttal töltött hónapok: $\chi^2(1)=$ 8, <b><math>p&lt;0,01</math></b>
<b>Elterelhetőség – Hibák elterelő inger nélkül</b>				
Beclés:	-0,03	0,32	0,35	Csoport: $\chi^2(2)=$
Standard hiba:	0,13	0,13	0,13	12,60, <b><math>p&lt;0,01</math></b>
z-érték:	$z=-0,21$	$z=2,59$	$z=2,68$	Életkor: $\chi^2(1)=$
p-érték:	$p>0,05$	<b><math>p&lt;0,05</math></b>	<b><math>p&lt;0,05</math></b>	35,20, <b><math>p&lt;0,001</math></b>
				Sporttal töltött hónapok: $\chi^2(1)=$ 2,20, $p>0,05$
<b>Megosztott figyelem – Összes kihagyás</b>				
Beclés:	0,74	1,23	0,49	Csoport: $\chi^2(2)=$
Standard hiba:	0,21	0,21	0,22	45,60, <b><math>p&lt;0,001</math></b>
z-érték:	$z=3,56$	$z=5,99$	$z=2,17$	Életkor: $\chi^2(1)=$
p-érték:	<b><math>p&lt;0,01</math></b>	<b><math>p&lt;0,001</math></b>	$p>0,05$	14,10, <b><math>p&lt;0,001</math></b>
			(marginális)	

7. táblázat folyt.: Post hoc tesztek és kovariánsok E2-ben

<i>KiTAP szubtesztek és paraméterek</i>	<b>Nem gyógyszeres – gyógyszeres</b>	<b>Nem-gyógyszeres – kontroll</b>	<b>Gyógyszeres – kontroll</b>	<b>Prediktorok</b>
<b>Megosztott figyelem – Összes hiba</b>				
Beclés:	0,63	0,91	0,28	Csoport: $\chi^2(2)=$
Standard hiba:	0,19	0,19	0,20	52, <b><math>p&lt;0,001</math></b>
z-érték:	$z=3,40$	$z=4,82$	$z=1,38$	Életkor: $\chi^2(1)=$
p-érték:	<b><math>p&lt;0,01</math></b>	<b><math>p&lt;0,001</math></b>	$p>0,05$	19,50, <b><math>p&lt;0,001</math></b>
				Sporttal töltött hónapok: $\chi^2(1)=$
				5,70, <b><math>p&lt;0,05</math></b>
				Apa iskolai végzettsége: $\chi^2(3)=$
				9,40, <b><math>p&lt;0,05</math></b>
<b>Megosztott figyelem – Reakcióidő mediánja</b>				
Beclés:	65,80	49	-16,80	Csoport: $F(2,$
Standard hiba:	21,50	19,70	20,80	146)= 13,30,
t-érték:	$t(146)= 2,51$	$t(146)= 2,48$	$t(146)=-0,81$	<b><math>p&lt;0,001</math></b>
p-érték	<b><math>p&lt;0,05</math></b>	<b><math>p&lt;0,05</math></b>	$p>0,05$	Életkor: $F(1,$
				146)= 41,70,
				<b><math>p&lt;0,001</math></b>
<b>Flexibilitás – Összes hiba</b>				
Beclés:	0,32	0,54	0,22	Csoport: $\chi^2(2)=$
Standard hiba:	0,14	0,14	0,15	24,80, <b><math>p&lt;0,001</math></b>
z-érték:	$z=2,26$	$z=3,95$	$z=1,46$	Életkor: $\chi^2(1)=$
p-érték	$p>0,05$ (marginális)	<b><math>p&lt;0,001</math></b>	$p>0,05$	23,20, <b><math>p&lt;0,001</math></b>

7. táblázat folyt.: Post hoc tesztek és kovariánsok E2-ben

<i>KiTAP szubtesztek és paraméterek</i>	<b>Nem gyógyszeres – gyógyszeres</b>	<b>Nem-gyógyszeres – kontroll</b>	<b>Gyógyszeres – kontroll</b>	<b>Prediktorok</b>
<b>Flexibilitás – Reakcióidő mediánja</b>				
Becslés:	-0,00	0,00	0,00	Csoport: $F(2, 146)= 5,39,$
Standard hiba:	0,00	0,00	0,00	$p<0,01$
t-érték:	$t(146)= -0,10$	$t(146)= 2,33$	$t(146)= 2,37$	Életkor: $F(1, 146)= 46,11$
p-érték:	$p>0,05$	$p>0,05$ (marginális)	$p<0,05$	$p<0,001$
<b>Go/no-go – Összes hiba</b>				
Becslés:	0,48	0,68	0,20	Csoport: $\chi^2(2)= 21,90, p<0,001$
Standard hiba:	0,20	0,19	0,21	Életkor: $\chi^2(1)= 14, p<0,001$
z-érték:	$z=2,43$	$z=3,61$	$z=0,96$	
p-érték:	$p<0,05$	$p<0,001$	$p>0,05$	
<b>Go/no-go – Reakcióidő mediánja</b>				
Becslés:	0,00	-0,00	-0,00	Csoport: $F(2, 146)= 4,57,$
Standard hiba:	0,00	0,00	0,00	$p<0,05$
t-érték:	$t(146)= 0,36$	$t(146)=-1,20$	$t(146)=-1,54$	Életkor: $F(1, 146)= 23,04,$
p-érték:	$p>0,05$	$p>0,05$	$p>0,05$	$p<0,001$

8. táblázat: Nem gyógyszeres csoport összehasonlítása a gyógyszeres és kontroll csoport összesített átlagával E2-ben

<b>KiTAP paraméterek</b>	<b>Becslés</b>	<b>Szignifikancia</b>
<b>Éberség</b>		
Reakcióidő mediánja	-0,00	$t(146)=-1,49, p>0,05$
Reakcióidő variabilitása	-0,01	$t(146)=-3,94, p<0,001$
<b>Elterelhetőség</b>		
Összes kihagyás	-0,38	$z=-1,70, p>0,05$

8. táblázat folyt.: Nem gyógyszeres csoport összehasonlítása a gyógyszeres és kontroll csoport összesített átlagával E2-ben

<b>KiTAP paraméterek</b>	<b>Becslés</b>	<b>Szignifikancia</b>
<b>Elterelhetőség folyt.</b>		
Kihagyás elterelő ingerrel	-0,32	$z=-1,44, p>0,05$
Kihagyás elterelő inger nélkül	-0,65	$z=-2,29, p<0,05$
Összes hiba	-0,19	$z=-2,00, p<0,05$
Hibák elterelő ingerrel	-0,24	$z=-2,59, p<0,01$
Hibák elterelő inger nélkül	-0,15	$z=-1,37, p>0,05$
<b>Megosztott figyelem</b>		
Összes kihagyás	-0,99	$z=-5,66, p<0,001$
Összes hiba	-0,77	$z=-4,86, p<0,001$
Reakcióidő mediánja (nyers adat)	-45,6	$t(146)=-2,52, p<0,05$
<b>Flexibilitás</b>		
Összes hiba	-0,43	$z=-3,64, p<0,001$
Reakcióidő mediánja	-0,00	$t(146)=-1,24, p>0,05$
<b>Go/no-go</b>		
Összes hiba	-0,58	$z=-3,56, p<0,001$
Reakcióidő mediánja	0,00	$t(146)=0,46, p>0,05$

### 5.3. E3 eredményei

A gyermekek csoport és intervenció alapú eloszlását a 9. táblázat mutatja.

9. táblázat: A vizsgálati személyek eloszlása a csoportok és intervenciók szerint E3-ban

<b>Vizsgálati csoportok</b>	<b>Nem gyógyszeres csoport</b> (gyermekek száma)	<b>Gyógyszeres csoport</b> (gyermekek száma)	<b>Kontroll csoport</b> (gyermekek száma)
<b>Intervenciók</b>			
<b>Fizikai aktivitás (kísérleti)</b>	25	25	25
<b>Mesenézés (kontroll)</b>	25	25	25
<b>Összesen</b>	50	50	50

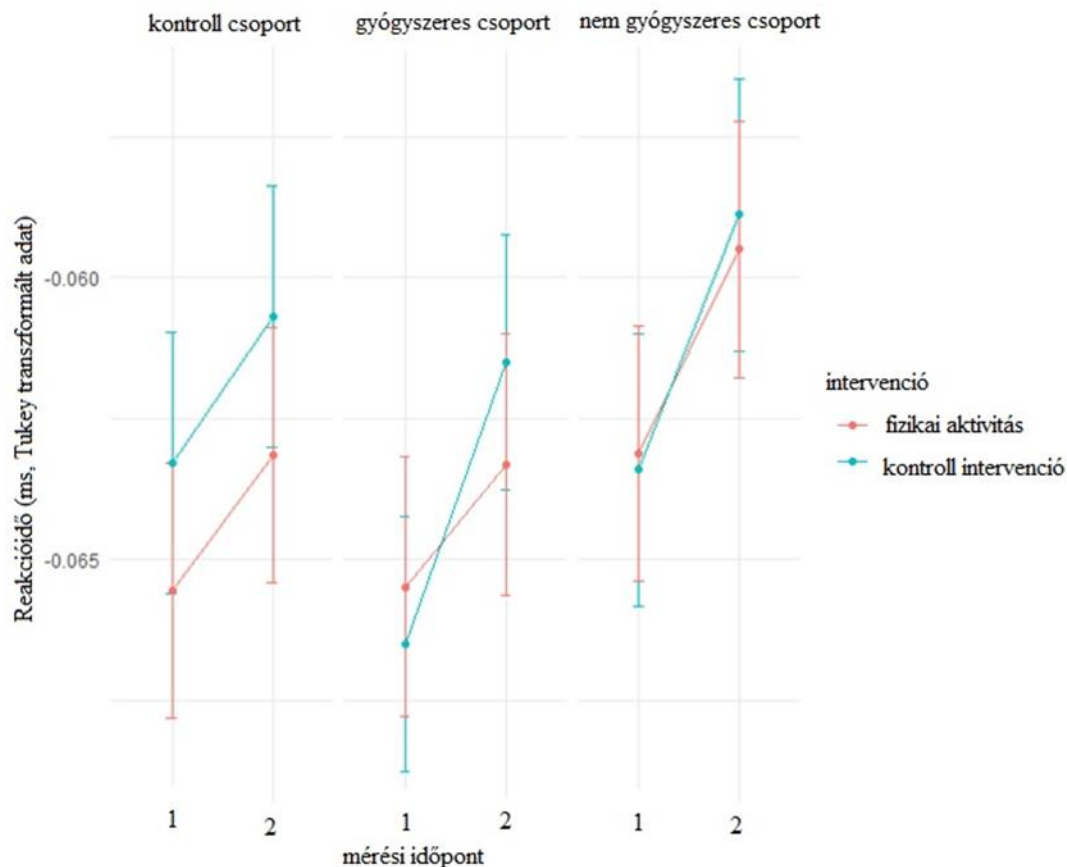
### **5.3.1. KiTAP paraméterek**

Szignifikáns eltérés a két intervenció 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 leíró statisztikákat, valamint a post hoc tesztek konfidencia intervallumait tartalmazó táblázatokat (13. és 14.) a Mellékletek tartalmazza. Az eredmények szövegesen történő bemutatását követően a 10. táblázat tartalmazza a releváns fő hatásokat és interakciókat.

### **Éberség – reakcióidő mediánja**

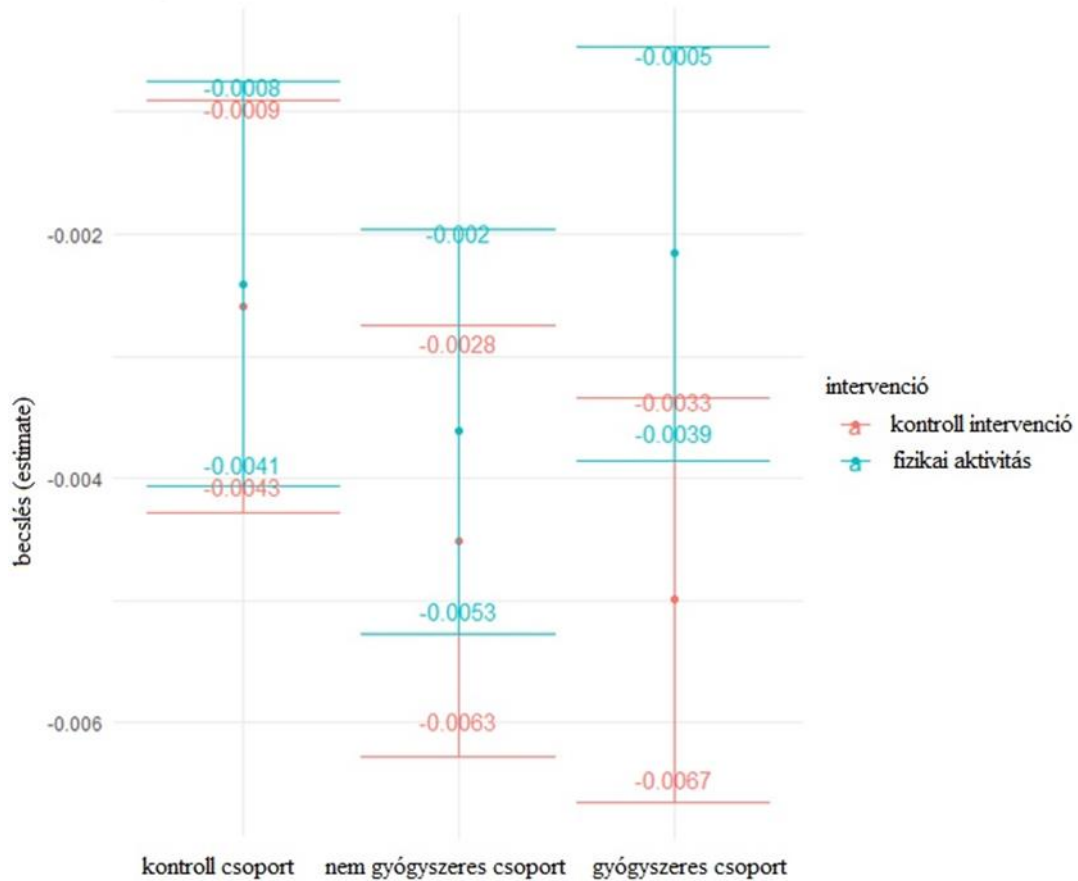
A reakcióidő mediánja esetében 5 kiugró értéket mértünk. Ahogyan az 2. ábrán látható, a reakcióidő mediánjának átlaga minden csoportnál mindkét intervenció esetében nőtt, így kérdés volt, hogy a fizikai aktivitás mérsékeltebb emelkedést tudott-e eredményezni a kontroll intervencióhoz képest. Gauss eloszlású lineáris kevert-hatású modellt alkalmaztunk a Tukey-transzformált adatok felhasználásával. Az intervenció típusa és a mérési időpontok közti interakció marginális szignifikanciát mutatott, mely a két intervenció hatása közti különbséget implikálja mindhárom csoport esetében (2. ábra; 10. táblázat).





2. ábra: Lineáris kevert modell predikciója – Éberség reakcióidő mediánja (Tukey transzformált adat)

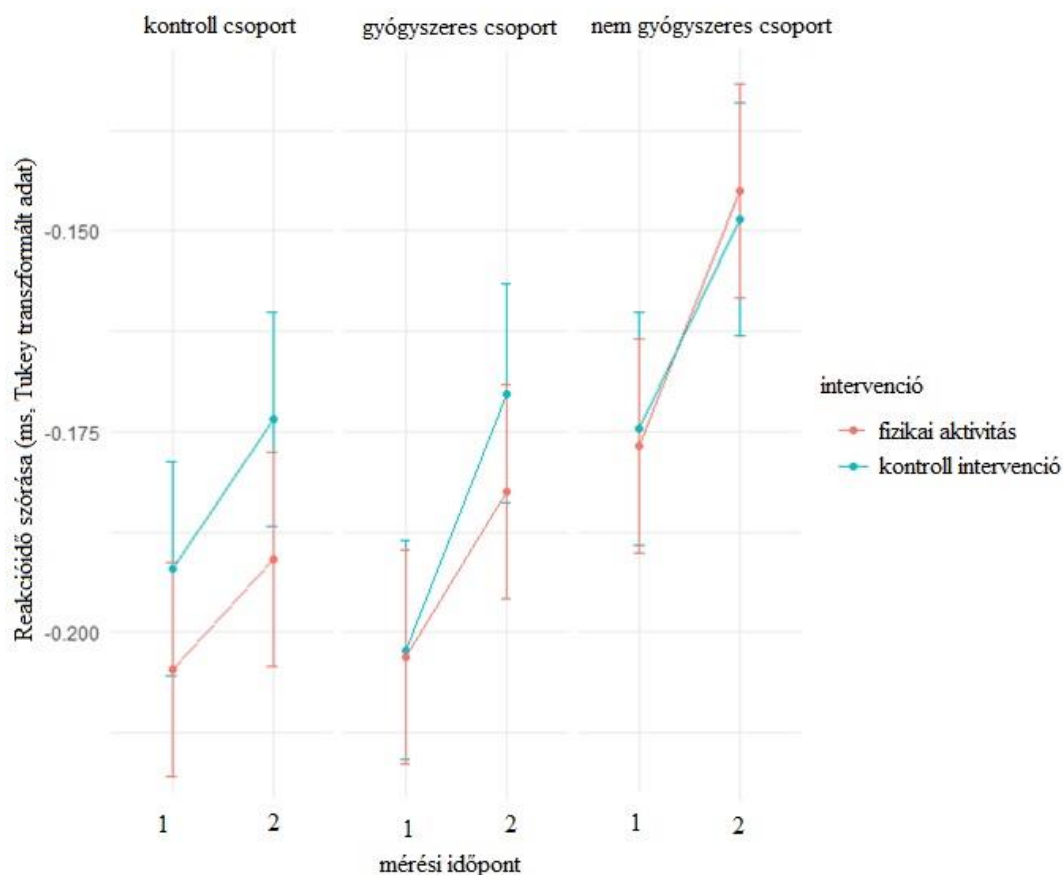
A teljesítmény minden intervenciót követően romlott, mindhárom csoportnál, továbbá a nem gyógyszeres és kontroll csoport esetében az intervenciók hatása nem különbözött egymástól szignifikáns mértékben. Ezzel ellentétben a két beavatkozás (fizikai aktivitás versus kontroll) közti legnagyobb eltérés (konfidencia intervallumok közti legkisebb átfedés) a gyógyszeres csoportnál volt megfigyelhető, ami egyben szignifikáns mértéket eredményezett az intervenciók típusok között a post hoc tesztelés folyamán. A reakcióidő mediánja szignifikánsan jobban növekedett ( $t(139)=2,37, p=0,02$ ) a kontroll feltételben (CI95: -0,0067; -0,0033) a fizikai aktivitás feltételéhez képest (CI95: -0,0039; -0,0005) (3. ábra). A nem gyógyszeres csoportnál a futás intervenciója némiképp kevésbé növelte a reakcióidőt, míg a kontroll csoport esetében a két intervenciónak gyakorlatilag hasonló hatása volt.



3. ábra: Időpont kontrasztok – Éberség reakcióidő mediánja (Bonferroni korrekció)

### Éberség – reakcióidő variabilitása (szórása)

Öt kiugró értéket találtunk a reakcióidő variabilitásának (szórásának) paraméterénél. Mindhárom csoport esetében ezen változó átlaga és szórása növekedett az első mérési időpontról a másodikra (4. ábra). Az intervenciók hatása nem különbözött szignifikánsan egymástól egyik csoport esetében sem, ahogy a regressziós elemzés sem eredményezett szignifikáns interakciókat.



4. ábra: Lineáris kevert modell predikciója – Éberség reakcióidő variabilitása (Tukey transzformált adat)

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

A kihagyások száma (összes, elterelő inger jelenlétében, illetve anélkül) meglehetősen alacsony volt a két mérési időpontban, továbbá az első időpontról másodikra történő változás nem volt számottevő. Az egyes kihagyás típusokkal kapcsolatos eredmények az alábbiakban kerülnek bemutatásra.

#### Elterelhetőség – összes kihagyás

Az összes kihagyások esetén 4 kiugró érték volt detektálható. A két intervenció hatása közt az idő elteltével bekövetkező változás különbözősége nem volt látható egyik csoport esetében sem, ahogy a regressziós analízis sem eredményezett szignifikáns interakciókat.

### **Elterelhetőség – kihagyások elterelő ingerrel**

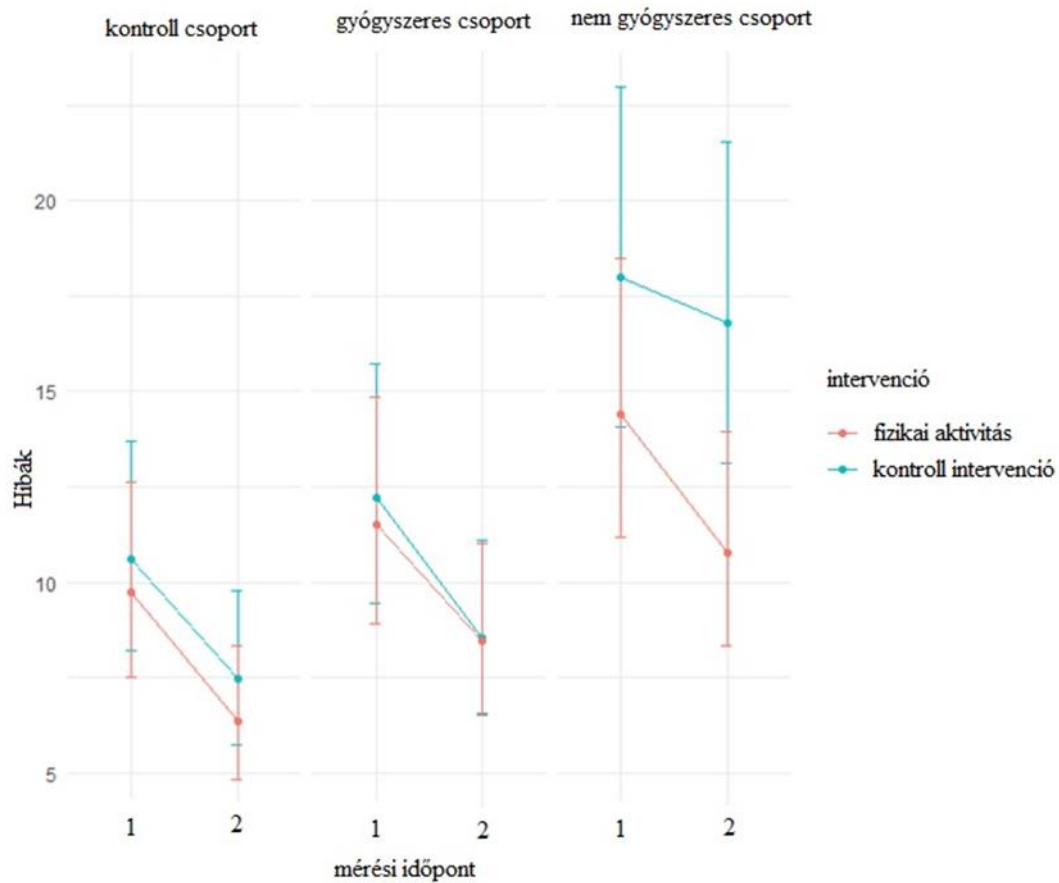
Hat kiugró értéket regisztráltunk az elterelő inger jelenlétében történő kihagyásokkal összefüggésben. Egyik csoport sem mutatott szignifikáns különbséget a két intervenció hatása közt sem a regressziós analízisben, sem a post hoc tesztelés során.

### **Elterelhetőség – kihagyások elterelő inger nélkül**

Az elterelő inger hiányában vétett kihagyások során 4 kiugró érték volt mérhető. Sem a regressziós analízis, sem a post hoc tesztek nem eredményeztek szignifikáns különbséget a két intervenció hatása közt.

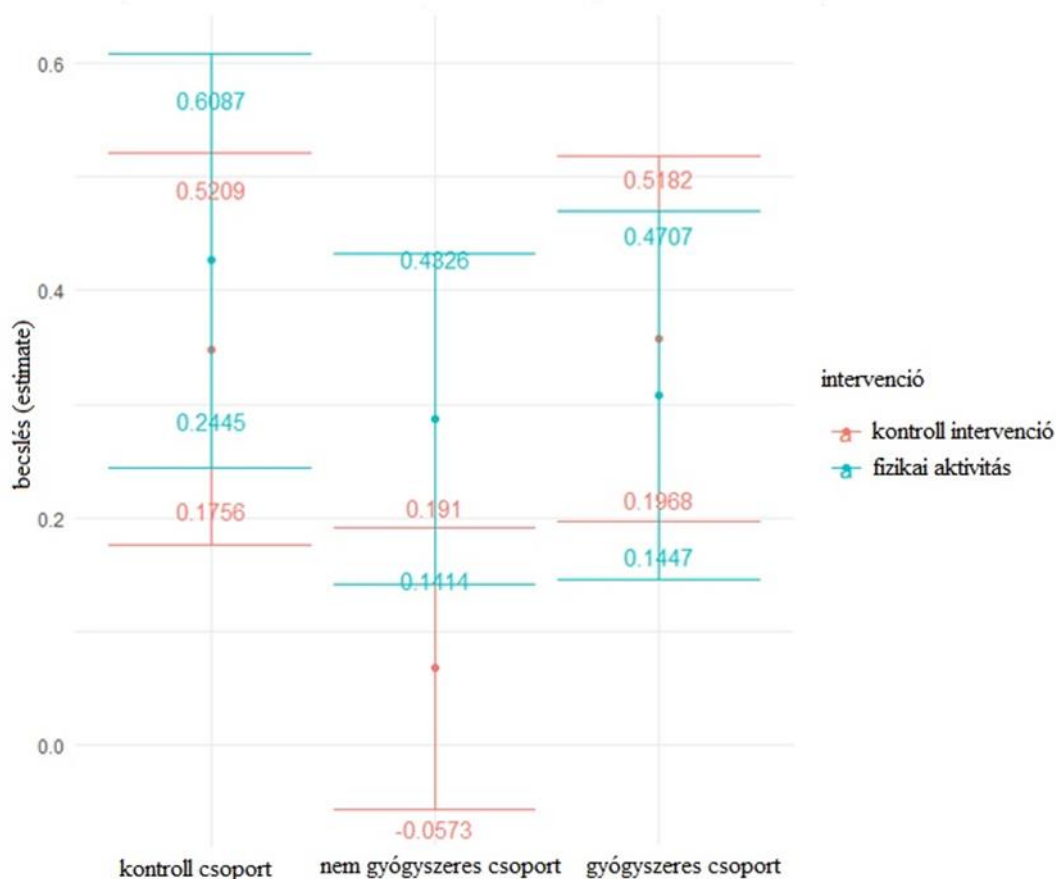
### **Elterelhetőség – összes hiba**

Mindkét intervenció esetében mindhárom vizsgálati csoportnál csökkent az összes hibák száma az első időpontban történt mérésről a másodikra (5. ábra). Kérdéses azonban, hogy vajon ez a csökkenés nagyobb mértékű-e a fizikai aktivitást követően a kontroll intervenció hatásához képest. Negatív binomiális regresszió a csoport és mérési időpont interakciójának szignifikanciáját mutatta, feltehetően a gyógyszeres és kontroll csoport általi nagyobb mértékű teljesítménynövekedés hatására, a nem gyógyszeres csoporthoz viszonyítva (5. ábra; 10. táblázat). Következésképp a gyógyszeres kezelés alatt nem álló csoport rosszabbul teljesített a másik két csoporthoz képest, mivel ez esetben a kontroll intervenció nem változtatott gyakorlatilag a teljesítményen a két mérési időpont között.



5. ábra: Lineáris kevert modell predikciója – Elterelhetőség összes hiba  
(Negatív binomiális regresszió)

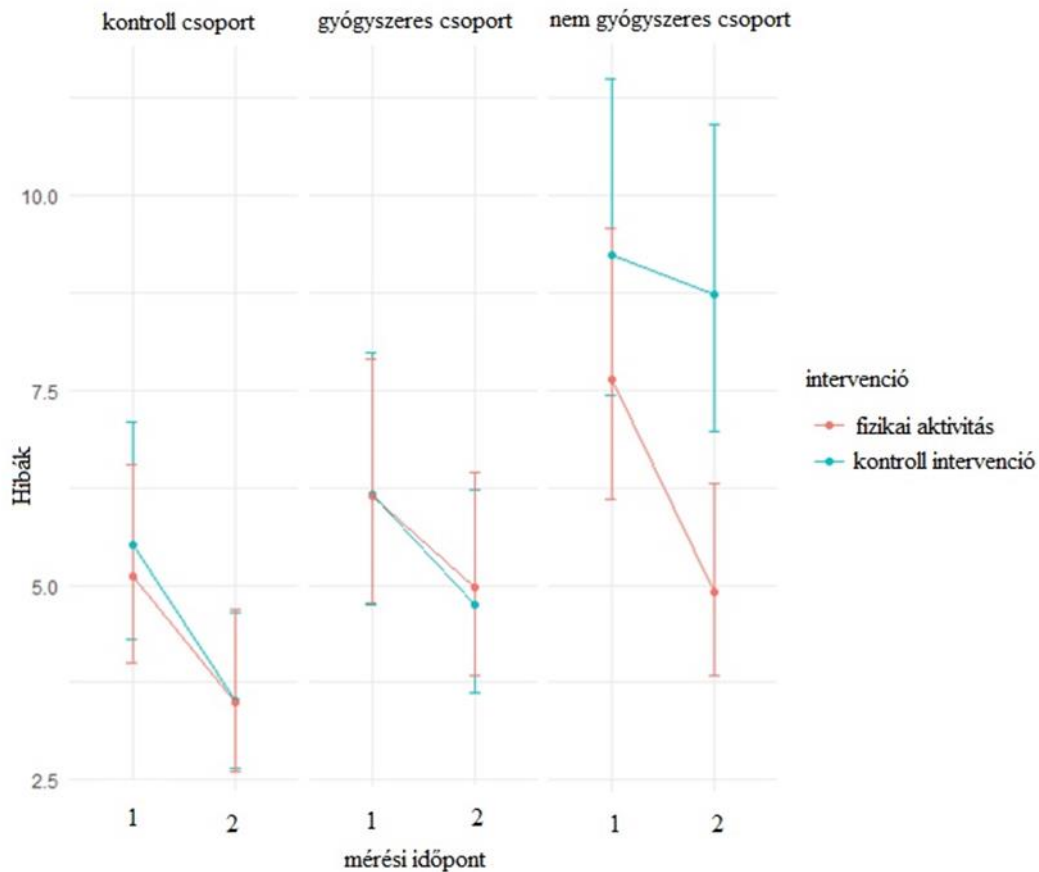
A két intervenció közti különbség szignifikáns eredményű lett ( $z=2,24$ ,  $p=0,03$ ) a nem gyógyszeres csoport esetében: míg a kontroll intervenció csupán mérésékelt hatású volt (CI95: -0,0573; 0,191) és nem különbözött szignifikánsan a nullától, addig a fizikai aktivitás hatására szignifikánsan nagyobb mértékű teljesítményjavulás következett be (CI95: 0,1414; 0,4826) (6. ábra).



6. ábra: Időpont kontrasztok – Elterelhetőség összes hiba (Bonferroni korrekció)

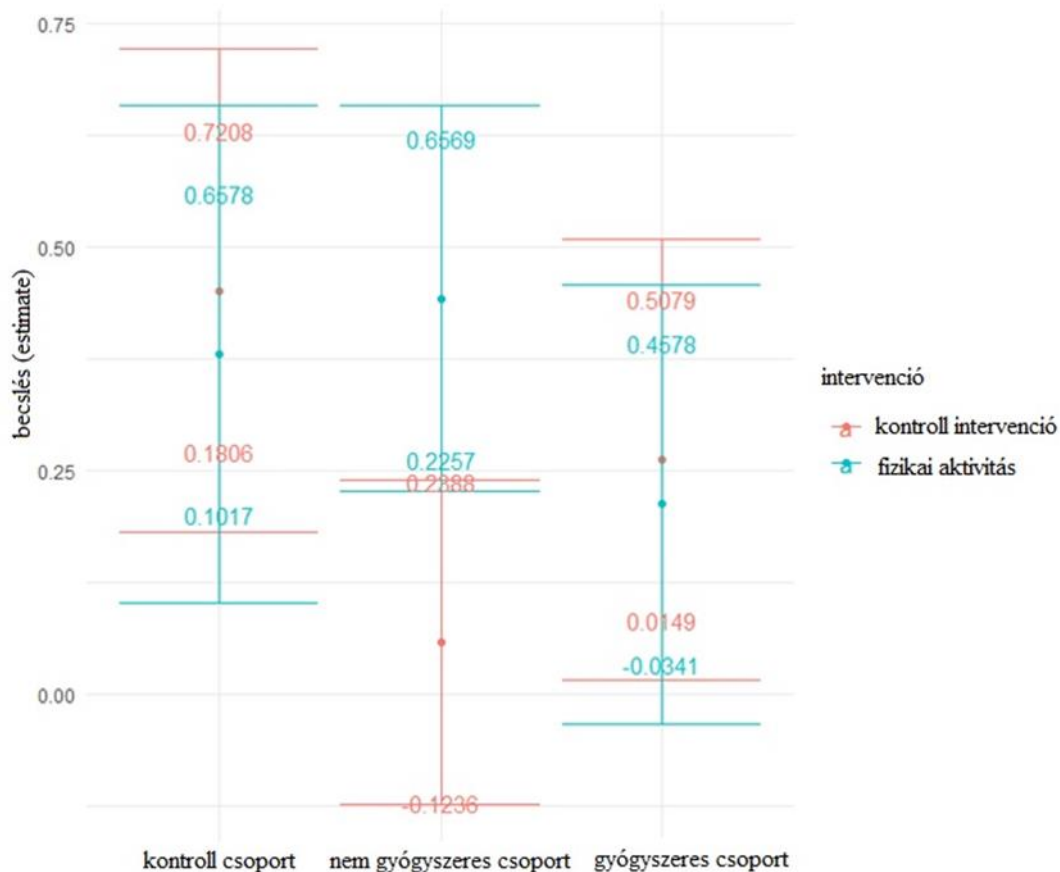
### Elterelhetőség – hibák elterelő ingerrel

Mindhárom csoport és mindkét intervenció kapcsán az elterelő inger jelenlétében vétett hibák száma csökkent az első mérési időpontról a második időpontra (7. ábra). A zéró-infláció paraméterével kiegészített Poisson GLMM modell marginálisan szignifikáns csoport és mérési időpont közti interakciót eredményezett (10. táblázat), mely az idő során bekövetkező teljesítményváltozás csoportok között megjelenő különbözősége irányába mutat tendenciát. Továbbá szintén marginális szignifikancia volt felfedezhető a csoport, intervenció és mérési időpont hármis interakciójában (10. táblázat), mely eredmény sugallja a két intervenció hatás eltérő mértékét a három csoport között a mérési időpont változásával (kettő időpont közti idő elteltével) (7. ábra).



7. ábra: Lineáris kevert modell predikciója – Elterelhetőség hibák elterelő ingerrel (Poisson regresszió zéró-inflációval)

Ezen eredményekhez kapcsolódva, az intervenciók hatása szignifikáns mértékben tért el egymástól a nem gyógyszeres csoport esetében ( $t(286)=2,68, p=0,008$ ). E szerint a fizikai aktivitás (CI95: 0,2257; 0,6569) szignifikánsan nagyobb mértékben csökkentette az elterelő inger jelenlétében vétett tévesztéseket, mint a kontroll intervenció (CI95: -0,1236; 0,2388), melynek nem volt szignifikáns hatása (8. ábra). Következésképp a második mérési időpontban szignifikánsan jobb teljesítményváltozás volt megfigyelhető fizikai aktivitás hatására a gyógyszeres kezelés alatt nem álló csoport tagjainál.

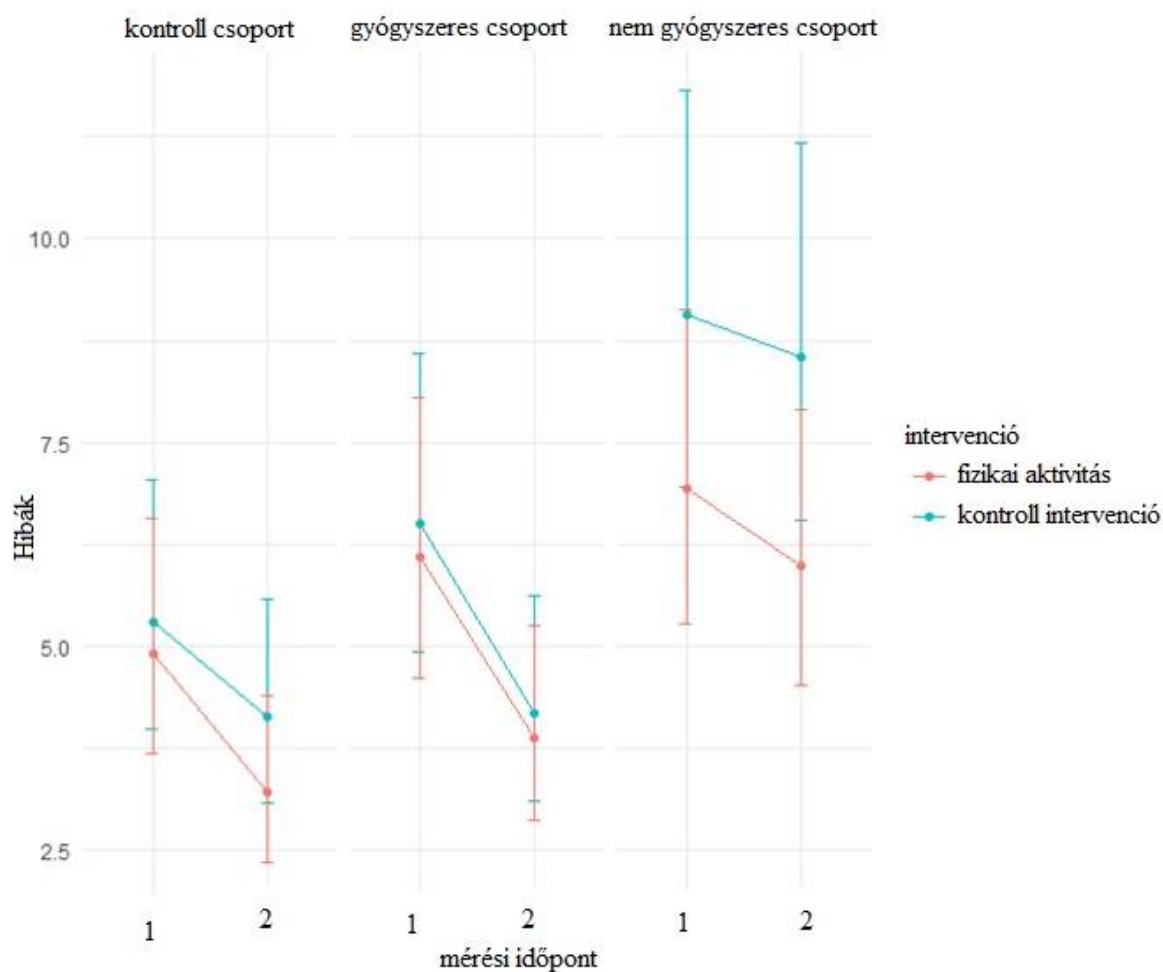


8. ábra: Időpont kontrasztok – Elterelhetőség hibák elterelő ingerrel (Bonferroni korrekció)

### Elterelhetőség – hibák elterelő inger nélkül

Az elterelő inger hiányában mutatott hibázások száma tekintetében minden csoportnál és intervenciónál a teljesítmény javulása volt megállapítható az idő elteltével. Az alkalmazott Poisson GLMM regresszió szignifikáns csoport és mérési időpont interakciót eredményezett (9. ábra; 10. táblázat). Ennek oka feltehetően a nem gyógyszeres csoport hibázások terén bekövetkező kisebb mértékű csökkenése a másik két csoporttal összevetésben. A post hoc tesztek nem mutattak szignifikáns különbséget a két intervenció hatása között.





9. ábra: Lineáris kevert modell predikciója – Elterelhetőség hibák elterelő inger nélkül (Poisson regresszió)

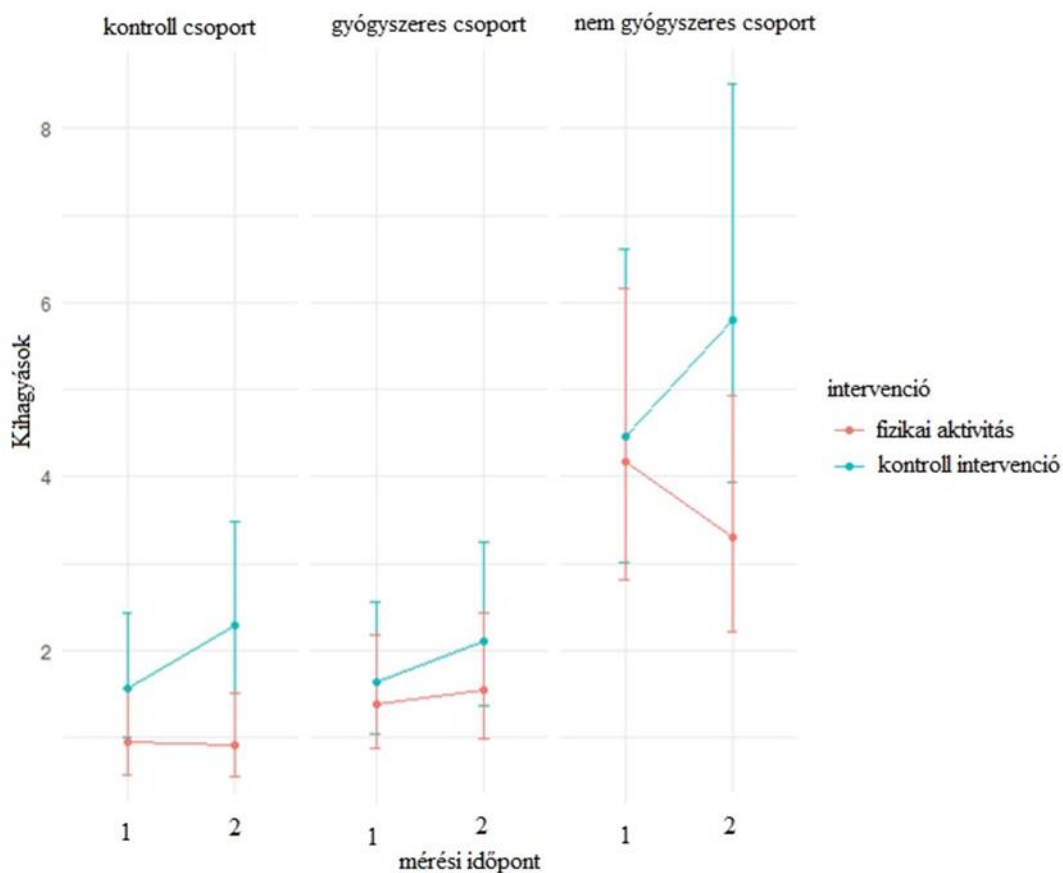
### Megosztott figyelem – reakcióidő mediánja

Minden csoport és intervenció esetén a reakcióidő mediánjának csökkenése volt megfigyelhető. Sem a regressziós analízis, sem a post hoc tesztelés nem eredményezett szignifikáns különbséget a két intervenció között.

### Megosztott figyelem – összes kihagyás

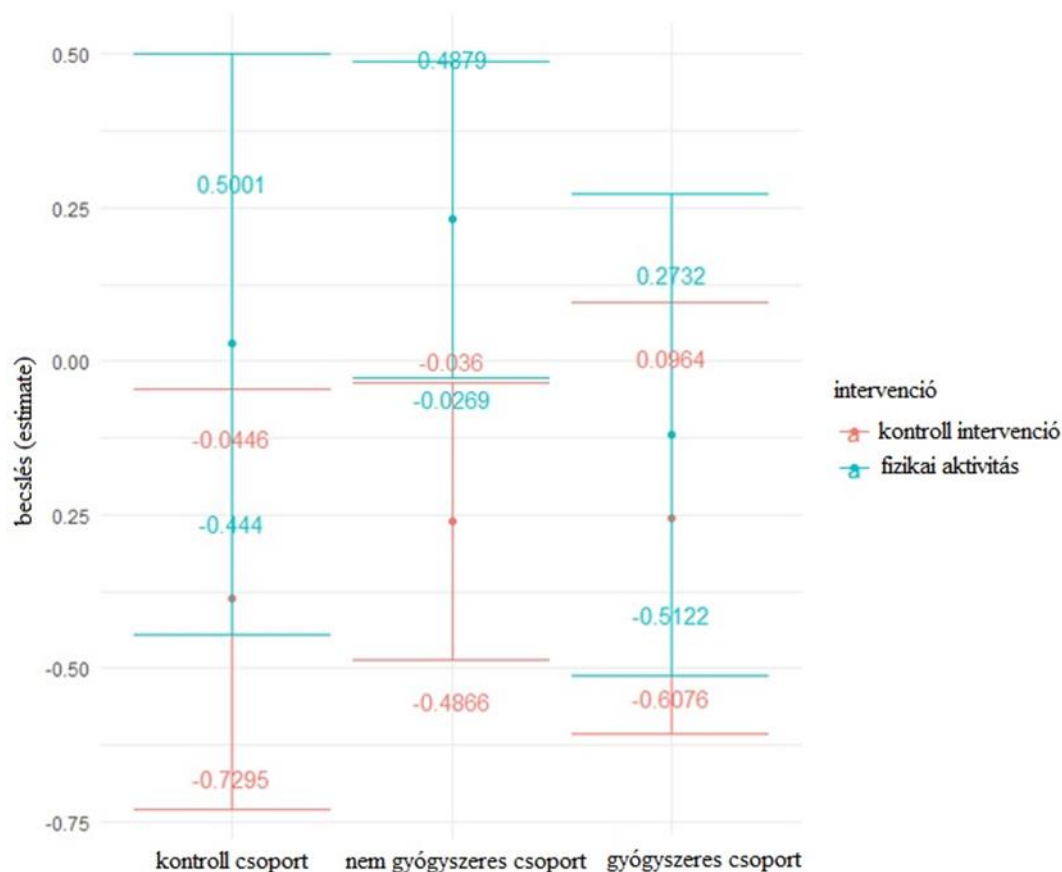
A kihagyások számának vizsgálatokor 4 kiugró érték volt rögzíthető. A leíró statisztikák alapján egyik intervenció hatására sem történt változás az említett paraméter értékében a gyógyszeres csoport tagjainál. A kihagyások számának átlaga kissé növekedett a kontroll intervenciót követően, míg futást követően az átlag változatlan maradt a kontroll csoport

esetében, bár összességében a két intervenció közt nem mutatkozott szignifikáns különbség. A nem gyógyszeres csoportnál kontroll intervenció hatására a célinger kihagyásának átlaga növekedett, fizikai aktivitás hatására azonban csökkent. A szignifikáns intervenció és mérési időpont interakció (10. táblázat) implikálja a két intervenció közti teljesítmény-változás eltérését az idő elteltével, nevezetesen a kontroll intrvenció kihagyási számokban történő növekedését a fizikai aktivitáshoz képest, így csökkentve a teljesítményt az alkalmazott Poission GLMM alapján (10. ábra).



10. ábra: Lineáris kevert modell predikciója – Megosztott figyelem összes kihagyás (Poisson regresszió)

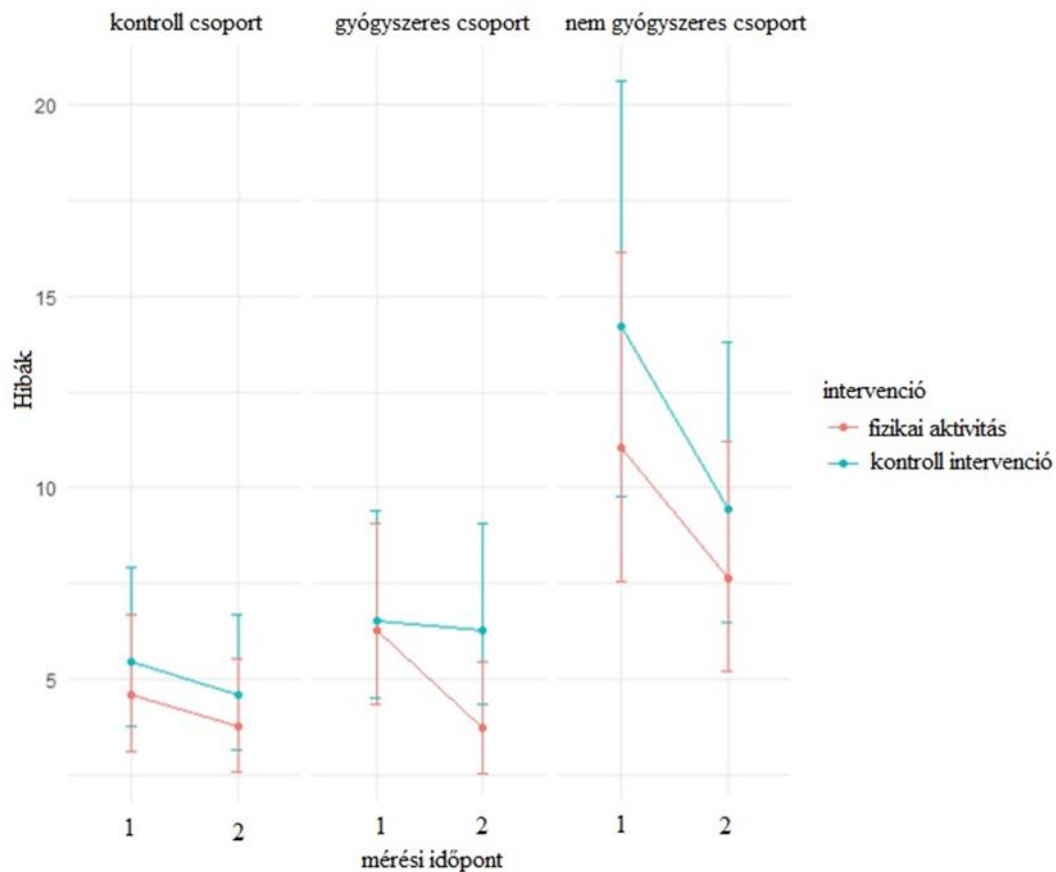
A nem gyógyszeres csoportban a két intervenció hatásának szignifikánssá váló különbsége volt detektálható ( $z=2,82$ ,  $p=0,005$ ): míg a kontroll intervenció (CI95: -0,4866; -0,036) szignifikánsan növelte a kihagyások számát, addig a fizikai aktivitást követően (CI95: -0,0269; 0,4879) nem változott a teljesítmény a két mérési időpont között (11. ábra).



11. ábra: Időpont kontrasztok – Megosztott figyelem összes kihagyás (Bonferroni korrekció)

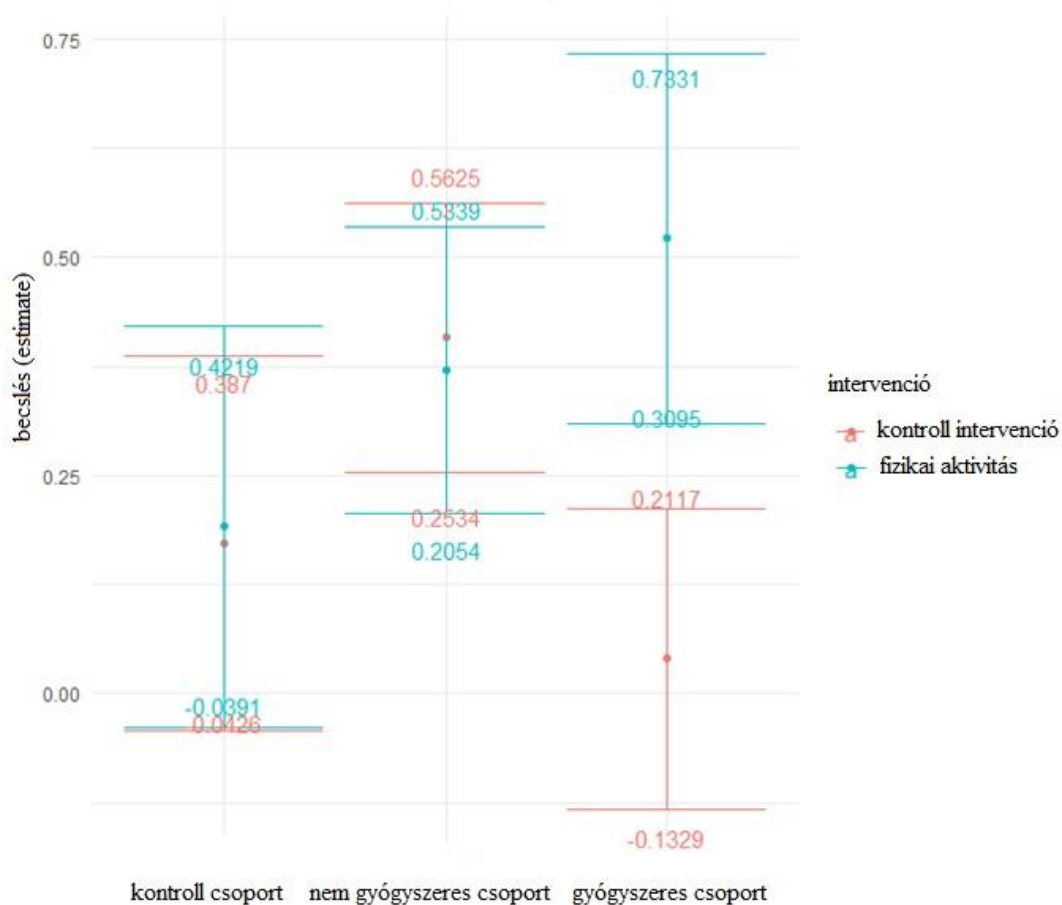
### Megosztott figyelem – összes hiba

Hat kiugró érték emelkedett ki a hibázások számának vizsgálatakor. Kismértékű javulás volt megfigyelhető a kontroll csoportban résztvevő gyermekeknél mindkét intervenció esetében a leíró statisztikák alapján. Poisson GLMM alkalmazása során szignifikáns csoport és mérési időpont közti interakció, valamint csoport, intervenció és mérési időpont közti hármas interakció volt az eredmény (10. táblázat). Ezen szignifikáns interakciók feltételezik a teljesítményváltozás eltérését a csoportok között a két mérési időpont során (valószínűsíthetően a nem gyógyszeres csoport nagyobb mértékű teljesítménynövekedése okán), ahogyan a fizikai aktivitás hatását a kontroll intervencióval szemben, mely nem gyakorolt ugyanolyan mértékű hatást az egyes csoportoknál a két mérési időpont között (12. ábra).



12. ábra: Lineáris kevert modell predikciója – Megosztott figyelem összes hiba (Poisson regresszió)

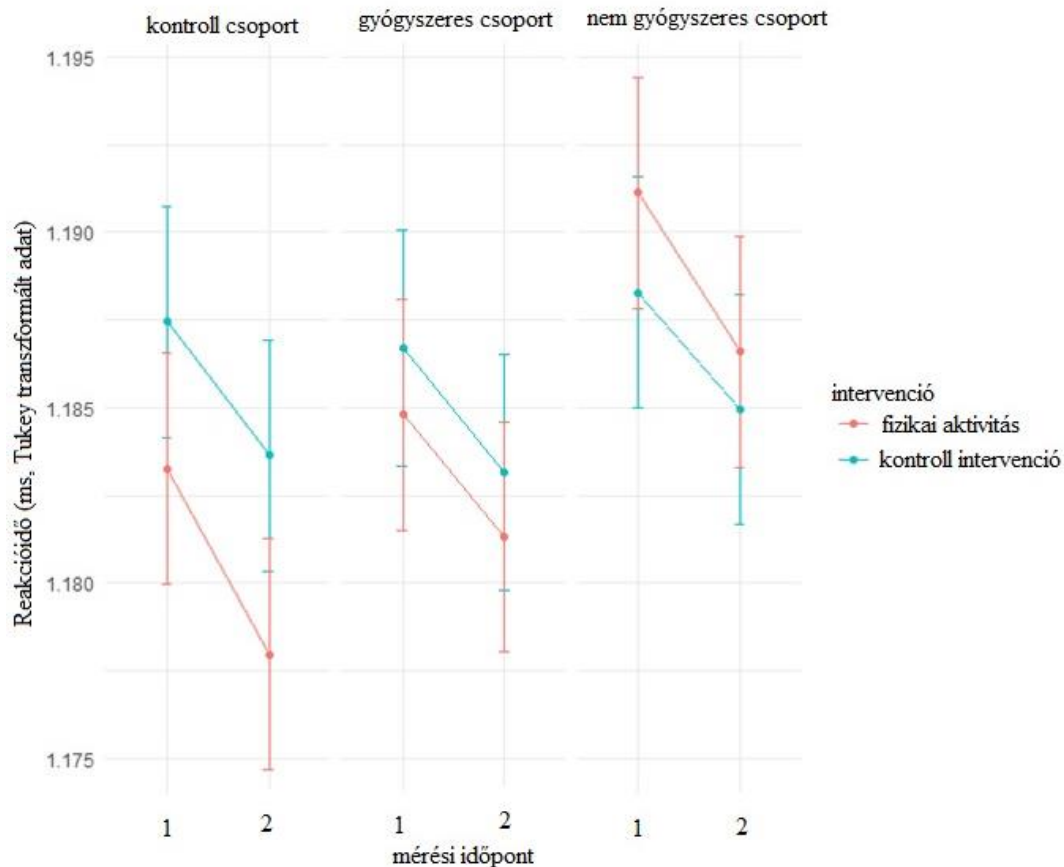
Ennek megfelelően a fizikai aktivitás feltétele után (CI95:0,3095; 0,7331) a teljesítmény szignifikánsan javult, míg a kontroll intervenció (CI95: -0,1329; 0,2177) nem változtatott szignifikánsan a hibázások számán, melynek következtében a két beavatkozás közötti kontraszt szignifikánssá vált ( $z=3,46$ ,  $p<0,001$ ) a gyógyszeres csoport esetében (13. ábra). Annak ellenére, hogy a gyógyszeres kezelésben nem részesülő csoport esetében mutatkozott a nagyobb teljesítményjavulás, a fizikai aktivitás hatása mégsem különbözött szignifikánsan a kontroll intervencióétól.



13. ábra: Időpont kontrasztok – Megosztott figyelem összes hiba (Bonferroni korrekció)

### Flexibilitás – reakcióidő mediánja

A reakcióidő mediánját tekintve egyetlen kiugró érték volt mérhető. Az átlag értéke minden csoport és beavatkozás esetében csökkent (14. ábra). A csoport és intervenció interakciója marginális szignifikanciát ért el a Tukey-transzformált adatokon végzett lineáris kevert hatású modellbecslés alapján (10. táblázat). A csoportok nagyon hasonló teljesítmény-mintázatot mutattak az idő során, és a két intervenció közti hatás nem különbözött egymástól szignifikánsan. Sem a regresszió analízis, sem a post hoc tesztelés nem mutatott ki szignifikáns eredményt.



14. ábra: Lineáris kevert modell predikciója – Flexibilitás reakcióidő mediánja (Tukey transzformált adatok)

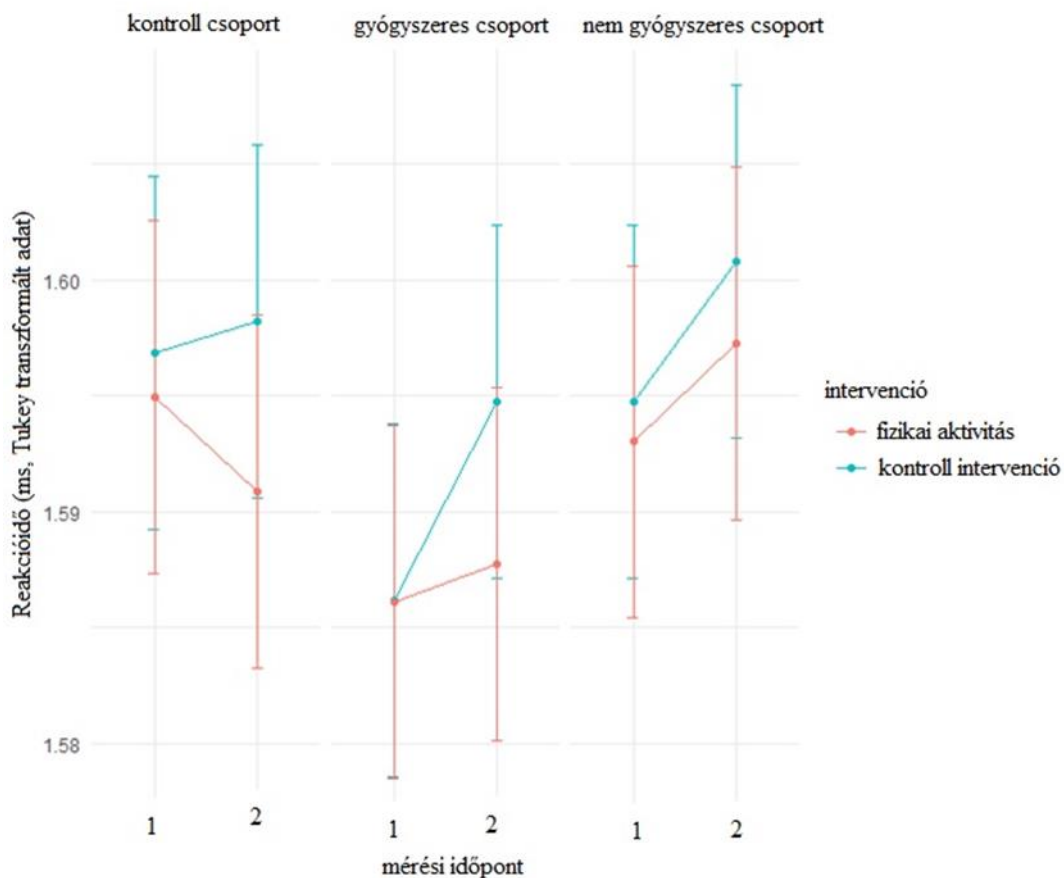
### Flexibilitás – összes hiba

A hibázások számát tekintve két kiugró érték volt felismerhető. A leíró statisztika az átlagok első mérési időpontról a másodikra történő csökkenését demonstrálta. Mindhárom csoport egymáshoz nagyon hasonló teljesítmény-mintázatot produkált az idő folyamán és a két intervenció hatása nem különbözött markánsan egymástól. A regresszió analízis, továbbá a post hoc tesztelés eredménye sem lett szignifikáns.

### Go/nogo – reakcióidő mediánja

A reakcióidő mediánjának tekintetében a kontroll intervenciót követően a teljesítmény romlott (nem gyógyszeres és gyógyszeres csoportnál) vagy stagnált (kontroll csoportnál) a három csoport esetében (15. ábra). A fizikai aktivitás feltétele kissé csökkentette a reakcióidőt a kontroll csoport tagjainál, növelte azonban a két klinikai minta résztvevőinél, közülük kisebb

mértékben a gyógyszeres csoport esetében. A csoport és mérési időpont interakciója szintén szignifikáns volt, míg az intervenció és mérési időpont interakciója marginális szignifikanciát ért el (10. táblázat). Egyrészt ezek az eredmények a különböző csoportok intervenciótól függetlenül eltérő időbeli trendjeit feltételezik. Másrészt valószínűsíthető, hogy a két intervenció egymástól eltérő teljesítményre gyakorolt hatással bírt az időpontok tekintetében (csoporttagságtól függetlenül), habár csak marginális szignifikanciával. A kontroll csoport résztvevőinél a fizikai aktivitás feltétele a reakcióidő csökkenését, míg a kontroll intervenció annak változatlanóságát eredményezte. A gyógyszeres csoporttal összefüggésben a kontroll intervenció nagyobb mértékben rontott a teljesítményen, mint a fizikai aktivitás. A nem gyógyszeres csoportnál a két intervenció hatása nagymértékben hasonlóan bizonyult.

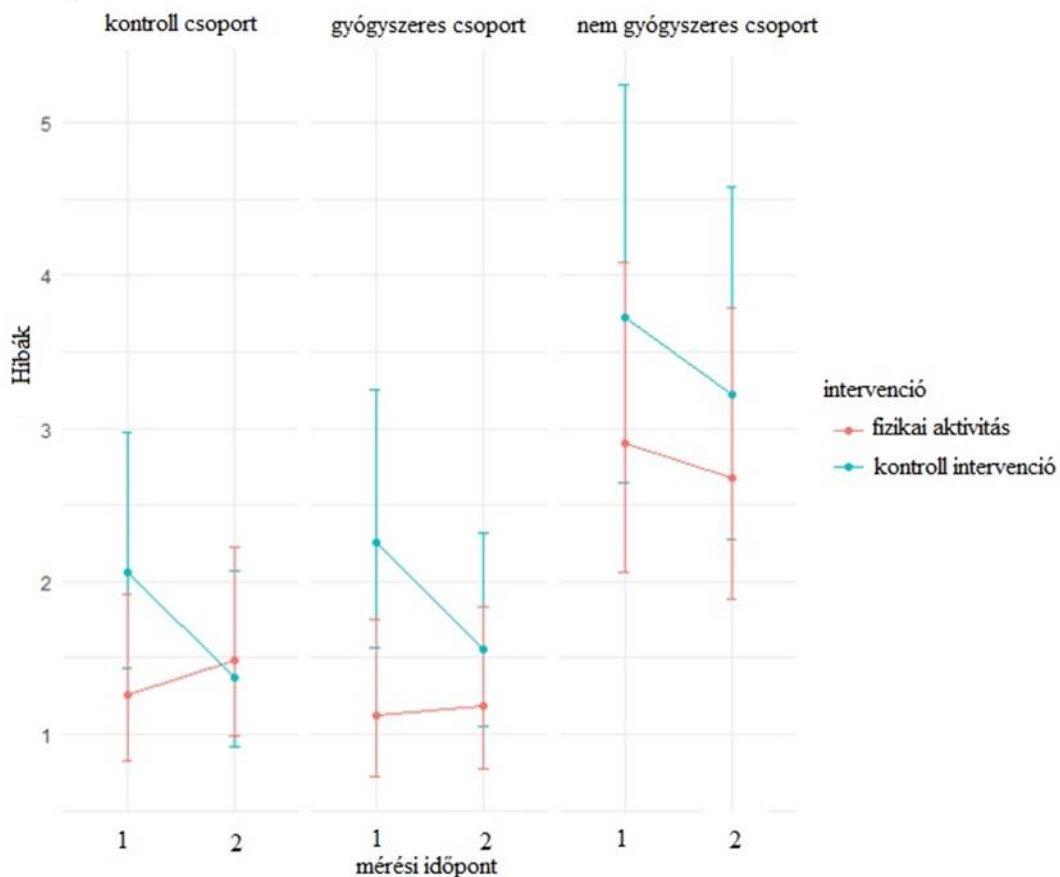


15. ábra: Lineáris kevert modell predikciója – Go/no-go reakcióidő mediánja (Tukey transzformált adat)

Az intervenciók közti időbeli kontraszt egyik csoport esetében sem lett szignifikáns.

### Go/no-go – összes hiba

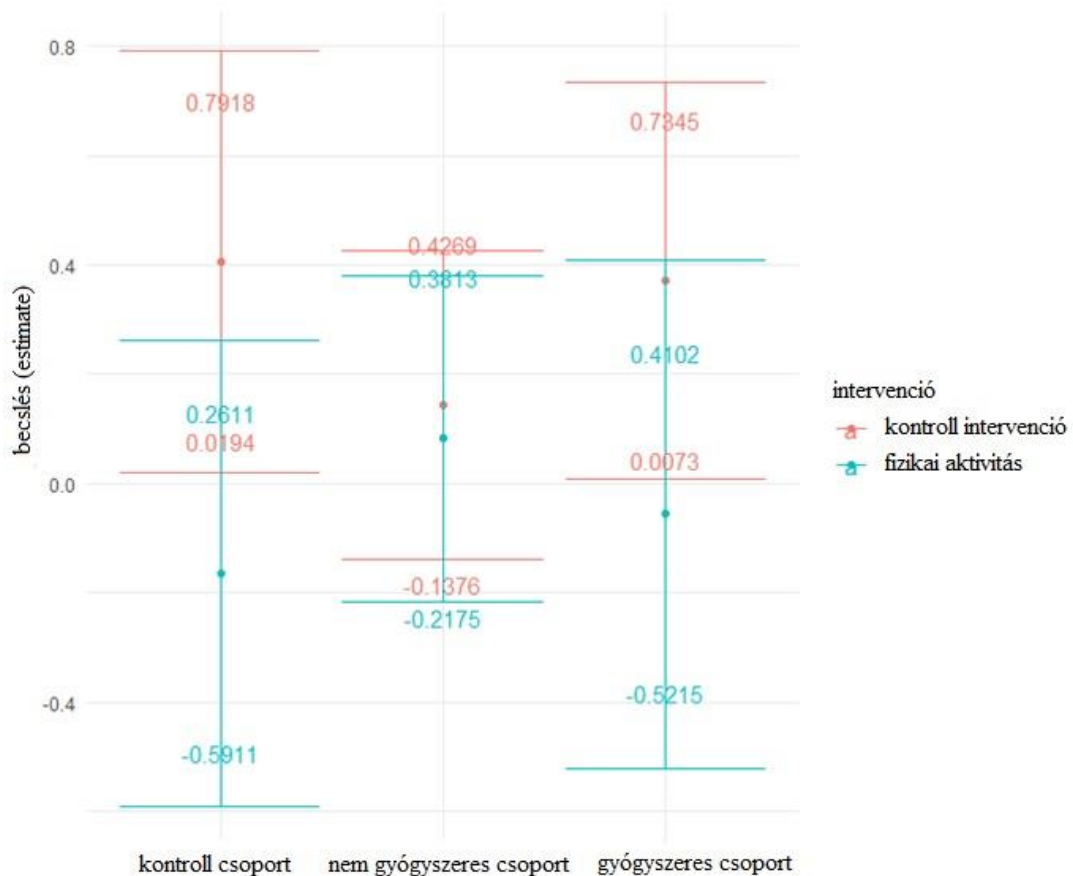
Két kiugró érték volt regisztrálható a hibázások számát tekintve. A kezdeti méréskor szignifikáns eltérés adódott a két intervenció között (Wilcoxon  $W=2141$ ,  $p=0,02$ , fizikai aktivitás feltétele:  $M=2,17$ , kontroll feltétel:  $M=3,26$ ), feltételezve, hogy a két vizsgálati feltételbe osztott résztvevők még az intervenciókat megelőzően eltérő teljesítményt mutattak. A kontroll intervenció minden csoport esetében csökkentette a hibázások számát, míg fizikai aktivitás hatására nem következett be jelentős változás: a tévesztések száma minimálisan növekedett a kontroll, kissé csökkent a gyógyszeres kezelés nélküli, míg stagnált a gyógyszeres csoport esetében. A negatív binomiális GLMM az intervenció és mérési időpont interakciójának marginális szignifikanciáját jelzette (10. táblázat). Meglepő módon ezen eredmények a nagyobb teljesítményváltozás (kevesebb hibaszám) tendenciáját jelzik a második mérési időpontban a kontroll intervenciót követően (16. ábra).



16. ábra: Lineáris kevert modell predikciója – Go/no-go összes hiba  
(Negatív binomiális regresszió)



A két intervenció időbeli kontrasztja esetén a legkisebb átfedés a kontroll csoport résztvevői esetében volt megfigyelhető, ami marginális szignifikanciájú eltérést mutatott a két beavatkozás között ( $z=-1,94$ ,  $p=0,053$ ) (17. ábra). Ezen eredmény a kontroll intervenciót követő hibaszám csökkenés tendenciáját sejteti, egyben a fizikai aktivitás releváns hatásának hiányával a kontroll csoport kapcsán.



17. ábra: Időpont kontrasztok – Go/no-go összes hiba (Bonferroni korrekció)

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

KiTAP szubtesztek	Fő hatások és interakciók	Df	$F/\chi^2$ érték	$p$ érték
Éberség	<b>Reakcióidő mediánja</b>			
	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)
	<b>Reakcióidő variabilitása</b>			
	csoport	2	14,17	$p < 0,001$
	mérési időpont	1	84,42	$p < 0,001$
Elterelhetőség	<b>Összes kihagyás</b>			
	csoport	2	20,03	$p < 0,001$
	<b>Kihagyások elterelő ingerrel</b>			
	csoport	2	15,17	$p < 0,001$
	intervenció	1	3,66	$p > 0,05$ (marginális)
	<b>Kihagyások elterelő inger nélkül</b>			
	csoport	2	16,88	$p < 0,001$
	<b>Összes hiba</b>			
	csoport	2	20,86	$p < 0,001$
	mérési időpont	1	69,31	$p < 0,001$
	csoport: mérési időpont	2	8,87	$p < 0,05$
	<b>Hibák elterelő ingerrel</b>			
	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)
	<b>Hibák elterelő inger nélkül</b>			
csoport	2	17,85	$p < 0,001$	

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

<b>KiTAP szubtesztek</b>	<b>Fő hatások és interakciók</b>	<b>Df</b>	<b><math>F/\chi^2</math> érték</b>	<b><math>p</math> érték</b>
<b>Elterelhetőség folyt.</b>	<b>Hibák elterelő inger nélkül folyt.</b>			
	mérési időpont	1	33,62	$p < 0,001$
	csoport: mérési időpont	2	11,33	$p < 0,01$
<b>Megosztott figyelem</b>	<b>Reakcióidő mediánja</b>			
	csoport	2	12,80	$p < 0,001$
	mérési időpont	1	28,88	$p < 0,001$
	<b>Összes kihagyás</b>			
	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	$p < 0,01$
	<b>Összes hiba</b>			
	csoport	2	14,37	$p < 0,001$
	csoport: mérési időpont	2	10,07	$p < 0,01$
	csoport: intervenció: mérési időpont	2	9	$p < 0,05$
	<b>Flexibilitás</b>	<b>Reakcióidő mediánja</b>		
csoport		2	4,56	$p < 0,05$
mérési időpont		1	89,32	$p < 0,001$
csoport: intervenció		2	2,93	$p > 0,05$ (marginális)
<b>Összes hiba</b>				
csoport		2	8,62	$p < 0,05$
mérési időpont		1	16,50	$p < 0,001$

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

KiTAP szubtesztek	Fő hatások és interakciók	Df	$F/\chi^2$ érték	$p$ érték
Go/no-go	<b>Reakcióidő mediánja</b>			
	csoport	2	2,73	$p>0,05$ (marginális)
	mérési időpont	1	6,06	$p<0,05$
	csoport: mérési időpont	2	3,26	$p<0,05$
	intervenció: mérési időpont	1	3,86	$p>0,05$ (marginális)
	<b>Összes hiba</b>			
	csoport	2	25,49	$p<0,001$
	intervenció	1	4,98	$p<0,05$
	mérési időpont	1	3,99	$p<0,05$
	intervenció: mérési időpont	1	3,60	$p>0,05$ (marginális)

## 6. Diskusszió

### 6.1. E1 diskussziója

Annak ellenére, hogy egyre nagyobb fókusz helyeződik a fizikai aktivitásra, mint potenciális intervencióra az ADHD tüneteinek kezelésében, a sporttevékenység és a gyógyszeres kezelésben nem részesülő ADHD diagnózissal rendelkező gyermekek életminőségre gyakorolt hatásával kapcsolatos tanulmányok száma nagyon csekély. Eredményeink hipotézisünk teljesülését mutatták, melyek szerint a rendszeres sporttevékenységben részt vevő gyógyszeres ellátást nem kapó ADHD diagnózissal rendelkező gyermekek szülei fiaik jobb életminőségéről, kevesebb érzelmi és viselkedési problémájáról, valamint saját önértékelésük magasabb szintjéről fognak beszámolni, mint azon szülők, akiknek ADHD diagnózissal rendelkező 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 aktivitásában való részvételét, vagy kevésbé látja

negatívnak gyermeke életminőségét vagy problémásnak viselkedését. Kiluk és munkatársainak (2009) kutatásának eredménye részben összecseng az általunk kapottakkal. Vizsgálatukban ugyanis azon ADHD diagnózisú gyermekek szülei, akiknek gyermeke három vagy több sporttevékenységet végez, kevesebb szorongásos és depressziós tünetről számoltak be, mint a két vagy annál kevesebb különböző sportágat végzők szülei. Az eredmények Gawrilow és munkatársainak (2016) kutatási eredményeihez szintén kapcsolhatók, akik a fizikai aktivitás hiányának összefüggését találták a depresszív hangulattal, leginkább azon gyermekek esetében, akiknek súlyos hiperaktív tünetei voltak. Szintén a szülők szignifikánsan nagyobb százaléka számolt be a rendszeres fizikai aktivitás gyermekeik ADHD jellegű tüneteire gyakorolt pozitív hatásáról Gapin és Etnier (2014) vizsgálatában. ADHD diagnózisú populációt vizsgáló több kutatás is a különböző formájú és intenzitású fizikai aktivitások tüneteire (impulzivitás, hiperaktivitás és figyelemhiány), társas készségekre, valamint a hangulatra gyakorolt kedvező hatásáról számol be (például Jensen és Kenny, 2004; Ahmed és Mohamed, 2011; Verret és mtsai, 2012; Zivkovic és mtsai, 2012). A rendszeresen végzett fizikai aktivitás így segítheti az ADHD diagnózisával rendelkező gyermekeket a jobb életminőség elérésében. 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. ADHD diagnózisú gyermekek szüleinek életminőségének érintettségét bizonyította Cappe és kollégáinak (2017) munkája, melyben főképp a szülő pszichológiai jólétére és személyes beteljesedésére volt ilyen irányú hatással a gyermek zavara. 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 viselkedéses összpontszáma bizonyult alkalmas bejósoló tényezőnek a szülő által pontozott gyermeki életminőségre vonatkozóan. A figyelemhiányos és hiperaktív/impulzív tünetek összpontszáma, valamint a szülői önértékelés kizárásra került a modellből. 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 révén

mérsékelheti az ADHD tüneteit, mivel hatásmechanizmusa megegyezik a stimuláns gyógyszer hatásával (Wigal és mtsai, 2013). Valószínűsíthető, hogy a sporttevékenység jellegétől (formájától, az alkalmazott mozgás fajtájától, az izomműködéstől és teljesítménytulajdonságoktól, valamint a kognitív szempontú kihívás jellegétől) függően eltérő mértékben segítheti elő a potenciálisan fennálló komorbiditások csökkenését, javíthat bizonyos kognitív képességeket, a gátlási kontrollt és végrehajtó funkciókat, növelheti a társas kompetenciát és fejlesztheti a motoros kontrollt. 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. Danckaerts és munkatársai (2010) szisztematikus áttekintő tanulmányukban az életminőség károsodására talált bizonyítékot ADHD esetén számos különböző mérőeszközt alkalmazva, a teljesítmény, a pszicho-szociális és önértékelés széles skáláján vizsgálódva. Sem az ADHD tüneteinek súlyossága, sem a szülői önértékelés nem tűnt a szülő általi gyermeki életminőséget befolyásoló tényezőnek. 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. Más kutatások a szervezett fizikai aktivitásban való részvétel alacsonyabb időtartamát találták ADHD diagnózisú fiúk esetében az ADHD diagnózis nélküli fiúkkal történő összehasonlítás alkalmával (Harvey és mtsai, 2009; Shimoni és mtsai, 2010; Kim és mtsai, 2011; Tandon és mtsai, 2019). Ezen eredmények az ADHD diagnózisú gyermekek sportolással kapcsolatos attitűdjének és jellemzőinek további, mélyebb vizsgálatát irányozza elő a megszokott kezelési előírások során, a fennálló viselkedés problémák mérséklésének és az életminőség szintjének emelésének céljából. Lényeges lenne feltérképezni, 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.

## **Limitációk E1 esetén**

A vizsgálat során kapott eredmények csupán a limitációk fényében értelmezhetők. Először is, – utalva a fentebb leírtakra – 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. Ennek feltérképezésére jövőbeli longitudinális kutatási elrendezés adhat választ. Másodsor, a vizsgálat eredményei nem általánosíthatóak a teljes ADHD diagnózisú populációra, mivel jelen vizsgálati minta csak nem gyógyszeres kezelés alatt álló fiúk adatait vizsgálta. További vizsgálatok szükségesek ezen kérdéskörrel kapcsolatban mind lányok, mind gyógyszeres kezelés alatt álló ADHD diagnózisú csoportok bevonásával. Harmadszor, mivel a vizsgálat kizárólag klinikai mintát elemzett, a kapott eredmények nem általánosíthatóak a tipikusan fejlődő gyermekek csoportjára, így indokolt az ezen gyermekekből álló kontroll csoport vizsgálata további kutatásokban. Negyedszer, vizsgálatomban csak szülők által kitöltött mérőeszközök szerepeltek a gyermekek életminőségének, problémás viselkedésüknek és tüneteik súlyosságának mérésére. A gyermek vélekedése saját életminőségéről, valamint az ADHD-ből fakadó nehézségeivel kapcsolatos percepciói eltérhetnek szüleik megítélésétől. Feltételezhető, hogy saját életminőségüket közel azonosan ítélnék meg a sportoló és a rendszeres sporttevékenységet nem végző, gyógyszeres kezelésben nem részesülő ADHD diagnózisú gyermekek.

## **6.2. E2 diszkussziója**

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 szubtesztekhez kapcsolódó eredmények értelmezése kerül bemutatásra.

### **Éberség: reakcióidő és ADHD**

Az egyszerű válaszadási feladat végrehajtását követően nem mutatkozott szignifikáns különbség a reakcióidő mediánját tekintve a vizsgálati csoportok között annak ellenére, hogy szignifikáns csoport hatás kimutatható volt. A leíró statisztikák alapján a legmagasabb átlagot

és szórást a nem gyógyszeres csoport produkálta a gyógyszeres és kontroll csoporthoz képest is. Ezen eredmény összhangban áll a Tucha és munkatársai (2006) által találtakkal, miszerint ADHD diagnózissal rendelkező gyermekek éberséget vizsgáló feladat esetén nem teljesítettek eltérően az ADHD diagnózissal nem rendelkező kontroll csoporthoz képest. Valószínűsíthető, hogy a várt szignifikáns különbségek hiánya egyrészt a vizsgálati csoportok eltérő napszakban történő vizsgálatából fakad. A kontroll csoportban szereplő gyermekeket ugyanis főként délután, tanítást követően volt lehetőség levizsgálni, mivel az iskolai tanórákról nem hiányozhattak. Emiatt elképzelhető, hogy az egész napos iskolai tevékenységeket követően bizonyos szintű fáradtsággal kezdték meg a vizsgálatot. Ezzel szemben a klinikai mintába tartozó gyerekek felmérése főként reggel vagy a délelőtt folyamán történt, a kórházi élet és egyéb, ott zajló kivizsgálások és kezelések miatt. Másrészt lehetséges, hogy a többi szubteszthez képest ez a feladat kisebb kihívást támasztott kognitívan, ezáltal mindhárom vizsgálati csoportnak közel azonos nehézségi szintet jelentett.

Más kutatások eredménye ellenben az éberség funkció károsodását mutatták ADHD diagnózisú gyermekek mintáján hozzájuk illesztett kontroll csoporttal összevetésben (Cao és mtsai, 2008; Mullane és mtsai, 2011), mely funkcióromlást összefüggésbe hozták a frontális és parietális régiók rendellenes aktivitásával (Cao és mtsai, 2008). A reakcióidő paraméterével kapcsolatosan Bolfer és munkatársai (2010) kontroll csoporttal történő összehasonlítás során szignifikánsan magasabb értéket regisztráltak 9-12 éves, ADHD diagnózisú gyermekeknél. A gyógyszeres, specifikusan methylphenidate kezelés hatásosságát vizsgálva annak placebón túli hatékonyságát mutatták be a reakcióidő mérséklésének tekintetében Coghill és kollégái (2014b). Ezzel szemben a methylphenidate reakcióidőre gyakorolt kismértékű hatását találta Epstein és munkatársainak (2011) vizsgálata, ahogyan Hellwig-Brida és kollégáinak (2011) kutatása is a methylphenidate tartalmú gyógyszeres kezelés hatástalanságát támasztotta alá ADHD diagnózisú gyermekek figyelmi komponenseivel kapcsolatosan. Ezen két utóbbi tanulmány eredményeivel pedig részben összecsengenek saját eredményeink a reakcióidő mediánjára vonatkoztatva.

A reakcióidő variabilitásának (szórásának) esetében feltételezett rész-hipotézisünk megerősítést nyert. Szignifikáns különbség volt található ugyanis a nem gyógyszeres és kontroll, valamint a nem gyógyszeres és gyógyszeres csoportok között. Mindemellert a gyógyszeres és kontroll csoport tagjai között nem volt szignifikáns teljesítménybeli különbség. Mindez mutatja a gyógyszeres csoport teljesítmény szintjének instabilitását, változékonyságát a gyógyszeres és kontroll csoporthoz képest. A kapott eredményhez hasonlóan Kofler és munkatársainak (2013) meta-analízise a reakcióidő megnövekedett



variabilitást állapította meg ADHD diagnózisú gyermekek, serdülők és felnőttek csoportjánál is a nem klinikai csoporthoz képest, melyet a pszichostimuláns gyógyszerelés képes volt mérsékelni (Epstein és mtsai, 2011; Kofler és mtsai, 2013). A gyógyszeres kezelés reakcióidő variabilitásra gyakorolt pozitív hatását számos kutatás alátámasztotta, különböző kognitív feladatok kapcsán (Kratz és mtsai, 2012; Tamm és mtsai, 2012; Güven és mtsai, 2019). Bár neuropszichológiai tanulmányok az alap figyelmi működések érintettségét mutatták ki ADHD esetén (Oberlin és mtsai, 2005; Johnson és mtsai, 2008), azonban a figyelemhiány kognitív jellegű megfogalmazása mégsem jelenik meg a DSM-5-ben (American Psychiatric Association, 2013).

### **Elterelhetőség: kihagyások és hibázások ADHD-ban**

Az elterelhetőség magas foka az egyik fontos eleme DSM-5 kritériumainak (American Psychiatric Association, 2013), mely fakadhat például a beérkező szenzoros ingerlés gátlásának hiányából (Barkley és mtsai, 1997b), az új ingerrel kapcsolatos orientáció magasabb fokából, továbbá az éppen folyamatban lévő feladatvégzéssel kapcsolatos fókusz fenntartásának nehézségéből (van Mourik és mtsai, 2007). Az elterelhetőség alacsony foka lényeges a koncentrált munkavégzés, ezzel összefüggésben a sikeres iskolai teljesítmény esetén is (Zimmermann és mtsai, 2005).

Mind az elterelő inger jelenlétében, mind annak hiányában az elkövetett kihagyások és hibázások legnagyobb számértéke a gyógyszeresen nem kezelt ADHD diagnózisú csoport tagjainál volt mérhető. Őket követték a gyógyszeres csoport tagjai, akik ennél kevesebb kihagyást és hibázást prezentáltak, míg a kontroll csoport tagjai hagytak ki és hibáztak a legkevesebbet. A különbség minden esetben (összes kihagyás és hibázás, valamint kihagyás és hibázás elterelő inger jelenlétében és annak hiányában) szignifikáns volt a nem gyógyszeres és kontroll csoport között, de sosem volt az a gyógyszer nélküli és a gyógyszeres csoport között.

Mindhárom csoport magas arányú zérus értéket produkált a kihagyások összes számának tekintetében, ennek ellenére a statisztikai elemzések nem mutattak zéró-inflációt. Ezen paraméter esetében elmondható, hogy a gyógyszeresen nem kezelt ADHD diagnózisú gyermekek szignifikánsan több célingert hagytak ki, mint a tipikusan fejlődő csoport tagjai. Ezen felül a gyógyszerelés sem segítette elő a jobb teljesítményt (kevesebb kihagyást), így adódott a szignifikáns különbség a gyógyszeres és kontroll csoport között. Ugyanezen mintázat volt megfigyelhető az elterelő inger jelenlétében vétett kihagyások esetén, ahol a gyógyszeres kezelés elterelő inger mellett tapasztalt alacsony hatékonyságát mutatta a

figyelem koncentrációjára. Az elterelő inger nélkül történt kihagyásokkal összefüggésben a nem gyógyszeres és kontroll csoport közti szignifikancia előbbi csoport rosszabb teljesítményét (több kihagyás) implikálja. Szintén a gyógyszer bizonyos fokú hatástalanságát sugallja ezen paraméter kapcsán a nem gyógyszeres és gyógyszeres csoport közti szignifikáns, valamint a gyógyszeres és kontroll csoport közti marginálisan szignifikáns eltérés is. Utólagos elemzéssel megvizsgálva, a csoport főhatása mellett az elterelő inger jelenlétének vagy hiányának változója is szignifikáns főhatást mutatott az alkalmazott generalizált lineáris kevert modell alapján, így az utóbbi kapcsán elmondható, hogy a kihagyások számát (csoporttagságtól függetlenül) szignifikánsan befolyásolta az elterelő inger. Nem volt szignifikáns az interakció azonban a csoporttagság és az elterelő inger változója között, így a csoportok között nem volt eltérés az elterelés jelenlétében vagy annak hiánya során vétett kihagyásokban. Így jelen minta esetén nem lehet kijelenteni, hogy a nem gyógyszeres csoport tagjai szignifikánsan rosszabbul teljesítenének (több kihagyást vétenének) elterelő inger jelenlétében, mint anélkül – ami mutatná a nagyobb mértékű elterelő fokát –, mint a gyógyszeres vagy kontroll csoport tagjai.

Az összes hibázás, valamint az elterelő inger hiányában elkövetett hibák számával kapcsolatban szignifikáns eltérés volt tapasztalható a gyógyszeres és kontroll csoport résztvevői között, így – figyelembe véve e mellett a nem szignifikáns különbséget a nem gyógyszeres-gyógyszeres csoport között ugyanezen paraméterek esetében – megállapítható a gyógyszer eredménytelensége. Ennek következtében több hibázás, valamint elterelő inger hiányában vétett mellényomást regisztráltunk a gyógyszeresen kezelt csoport esetében a kontroll csoporthoz viszonyítva. Az elterelés mellett jelentkező hibázások kapcsán nem volt azonban szignifikáns eltérés mérhető a teljesítményben a nem gyógyszeres és gyógyszeres, továbbá a gyógyszeres és kontroll csoport között sem, ami mutatja a kontroll csoport gyógyszereshez hasonlító teljesítményét elterelő inger jelenlétében vétett hibázások alapján.

Eredményeinkkel ellentétes Friedman-Hill és kollégái (2010) vizsgálatának kimenetele, mely szerint gyógyszeres kezelés alatt nem álló ADHD diagnózisú gyermekek magasfokú feladatkövetelmények esetén ugyanúgy teljesítenek a figyelem által végezett szűrés képességében, akár a kontroll csoportot alkotó gyerekek és felnőttek. Ezen utóbbi tanulmányhoz hasonlóan a kihagyási ráta csökkenését mérték ADHD diagnózisú gyermekek csoportjánál az új ingerrel kapcsolatos emelkedett orientációs reakció ellenére egy másik vizsgálatban (van Mourik és mtsai, 2007). Eredményeinkkel ellentétben a gyógyszeres kezelés végrehajtó funkciókra gyakorolt teljesítményjavító hatását más kutatások azonban alátámasztották (Kempton és mtsai, 1999; Mehta és mtsai, 2000).

Általánosságban megállapítható, hogy az elterelhetőség szubteszt egy kognitívan nagy erőfeszítést igénylő feladat. Elképzelhető, hogy a gyógyszer hatásfoka emiatt bizonyult alacsonyabbnak, nem eredményezve szignifikáns teljesítménybeli különbséget a gyógyszeres és nem gyógyszeres ADHD diagnózisú csoportok tagjainál a kihagyások (összes, elterelő inger jelenlétében és a nélkül) és hibázások (összes, elterelő inger nélkül) esetében.

Mivel iskolai helyzetben különösen lényeges az elterelhetőség minimalizálása a megfelelő feladatvégrehajtás érdekében, ennek vizsgálatát végezte hasonló körülményeket alkalmazva például Ross és Randolph (2014), valamint Adams és munkatársainak (2009) kutatása. Az eredmények szerint az ADHD diagnózisú gyermekeknek nehezebb esett elszakadni az alkalmazott eltereléstől (televíziós program) és visszatérni az éppen adott feladat elvégzéséhez (Ross és Randolph, 2014), továbbá az elterelés (valódi világhoz hasonlító auditív és vizuális elterelő ingerek) szignifikáns hatást gyakorolt az ADHD diagnózissal rendelkező gyermekekre, rosszabb teljesítményt eredményezve az ADHD diagnózis nélküli csoport teljesítményéhez képest (Adams és mtsai, 2009).

### **Megosztott figyelem: kihagyások, hibázások és reakcióidő ADHD-ban**

A mindennapi élet során elengedhetetlen a megosztott figyelem kielégítő működése, amely által teljesül az általában több forrásból és modalitásból egyidejűleg származó számos információ feldolgozása (Zimmermann és mtsai, 2005). A személyes tárgyak gyakori elhagyása, valamint az oda nem figyelés a másik általi beszédre a DSM-5-ben (American Psychiatric Association, 2013) leírt, megosztott figyelemhez kapcsolható kritériumok.

Elemzésünkben a szubteszt elemzett paramétereinek között szerepelt a kihagyások és hibázások száma, valamint a reakcióidő mediánja. Mind a kihagyott célingerek, mind a hibavetés esetén magas számú zérus értékeket regisztráltunk, ennek ellenére zéró-infláció nem volt mérhető. Az elterelhetőség feladathoz hasonlóan jelen feladat esetén is a nem gyógyszeres csoport tagjai hagyták ki a legtöbb célingert és nyomtak mellé, akiket a gyógyszeres csoport tagjainak kevesebb kihagyási és hibázási átlaga követett. A legkevesebb mellőzést és tévesztést a kontroll csoport tagjai produkálták. Mindkét paraméter esetén szignifikáns eltérést detektálhatunk a gyógyszer nélküli csoport és a gyógyszeres, valamint kontroll csoport tagjai között. Nem mutatkozott továbbá szignifikáns eltérés a gyógyszeres és kontroll csoport összehasonlításakor, csupán marginálisan a kihagyások számával összefüggésben. Mindezen eredmények a korábban felállított hipotézisünket igazolták, miszerint a gyógyszeres kezelés alatt nem álló ADHD diagnózissal rendelkező vizsgálati személyek szignifikánsan több célingert hagynak ki, illetve többet hibáznak, mint a gyógyszeres és kontroll csoport

résztevői. Az ADHD diagnózissal rendelkező gyermekek kevésbé érintett megosztott figyelmi teljesítményét bizonyította ezzel szemben Elosúa és munkatársainak (2017) kutatása, tipikusan fejlődő csoporttal való összehasonlításakor. Az általunk kapott eredményektől való különbözőség oka lehet a vizsgálati minták eltérő életkori sávja (9-10 év versus 6-12 év), valamint a megosztott figyelem mérésére alkalmazott számfelidézés (digit recall) és papírceruza alapú „box-crossing” feladat (Elosúa és mtsai, 2017).

A legjobb reakcióidőbeli teljesítményt a gyógyszeres csoport érte el a paraméter mediánjának elemzése során. A leíró statisztikák alapján a legmagasabb reakcióidő medián értéket a gyógyszeres kezelésben nem részesülő csoport produkálta, melyet a kontroll csoport teljesítménye követ. Két esetben mértünk szignifikáns különbséget: a nem gyógyszeres és gyógyszeres, valamint a nem gyógyszeres és kontroll csoport között. Így megerősítésre került a korábban feltételezett hipotézisünk, miszerint a gyógyszeres kezelés alatt nem álló ADHD diagnózisú csoport tagjai szignifikánsan lassabb reakcióidővel reagálnak, mint a gyógyszeres és kontroll csoport résztvevői. Továbbá ez alapján feltételezhető a gyógyszeres kezelés reakcióidőre gyakorolt pozitív hatása is. Eredményeinkkel részben összhangban egy kutatás a gyógyszeresen kezelt ADHD diagnózisú gyerekek lassú reakcióidő ellenében elért jobb pontossággal kivitelezett megosztott figyelmi feladat végrehajtását demonstrálták a nem gyógyszeres helyzethez viszonyítva (Lajoie és mtsai, 2005). A részleges eltérés egyik oka lehet a Lajoie és munkatársai tanulmányának alacsony mintaelemszáma (N=15), mely a gyógyszerelés feltételei közti kontraszt meghatározásához szükséges statisztikai erő korlátozottságára hívja fel a figyelmet. A vizsgálatba vont ADHD diagnózisú gyermekek legalább nyolc hónapja részesültek gyógyszeres kezelésben a vizsgálat megkezdése előtt, valamint placebo alkalmazásával vették részt a gyógyszeres kezelés nélküli mérésben (Lajoie és mtsai, 2005). Saját vizsgálatunkban gyógyszeres kezelés nélküli ADHD diagnózisú gyermekeket soha nem kezelték gyógyszerrel. Egy másik ok lehet a kutatók által használt eltérő tesztbattéria (Lajoie és mtsai, 2005).

A kontroll csoport enyhén emelkedettebb reakcióidő medián átlagértéke valószínűleg azon okból is magyarázható, miszerint ezen csoport tagjainak vizsgálatára leginkább délután, iskolát követően kerülhetett sor, így lehetséges, hogy már fáradtabbak voltak. A kapott eredményünkkel ellentétben Koschack és munkatársainak (2003) vizsgálata a szignifikánsan gyorsabb válaszadásra és kevesebb hibázásra mutatott rá ADHD diagnózissal rendelkező csoport tagjainál kontroll csoporthoz viszonyítva.

### **Flexibilitás: hibázások és reakcióidő ADHD-ban**

A figyelem fókuszának kontrollálásának és irányításának képessége a figyelmi teljesítmény egyik fontosabb összetevője (Zimmermann és mtsai, 2005).

A flexibilitás szubteszt által mért tényezők közül a hibázások száma és a reakcióidő elemzése valósult meg. A hibázások számát tekintve a legtöbb tévesztést a nem gyógyszeres csoport produkálta, melyet a gyógyszeres kezelés alatt álló résztvevők csoportja követett. A legkevesebb téves reakciót a kontroll csoportban szereplő gyerekek mutatták. Az egyetlen szignifikáns differencia a nem gyógyszeres és kontroll csoport között volt detektálható. Marginális különbség tűnt fel a nem gyógyszeres és gyógyszeres csoport között, míg ez utóbbi és a kontroll csoport közt nem volt szignifikáns az eltérés. Részben megerősítve ezen eredményeket, más kognitív területeket is vizsgálva Kempton és munkatársai (1999) a stimuláns gyógyszeres kezelés feladatváltással kapcsolatos pozitív befolyását találták. Egy másik vizsgálat megerősíti az általunk kapott nem gyógyszeres és kontroll csoport közt talált teljesítménybeli különbséget, melyben ADHD diagnózisú gyermekeknél többek között a tervezés/váltás feladat érintettségét mutatták ki az illesztett kontroll csoporthoz képest (O'Brien és mtsai, 2010). Hasonlóképpen a mentális feladatváltás nehezítettségét találta Lawrence és kollégáinak (2004) vizsgálata nem gyógyszeres ADHD diagnózisú gyermekeknél az alkalmazott WCST feladat esetében, tipikusan fejlődő fiúkkal összevetésben. A területen azonban találtak ennek ellentmondó eredményt is: például Goldberg és munkatársainak (2005) kutatása nem bizonyított feladatváltással kapcsolatos teljesítményromlást 8-12 éves ADHD diagnózisú gyermekeknél.

A reakcióidő mediánja kapcsán a legmagasabb átlagot itt is a nem gyógyszeres csoport tagjai érték el, akiket a gyógyszeres csoportot alkotó gyerekek teljesítménye követett. A legjobb, azaz leggyorsabb teljesítményt (legalacsonyabb átlagot) a kontroll csoport nyújtotta. A gyógyszeresen kezelt csoport teljesítménye nem érte el a kontroll csoportét, így a kettő között szignifikáns eltérés mutatkozott. Továbbá marginális szintű volt a nem gyógyszeres és tipikusan fejlődő csoport differenciája. Bár a gyógyszer nélküli csoport esetében volt látható a legnagyobb reakcióidő medián átlag, egyben a legkisebb szórás is ennél a csoportnál volt regisztrálva.

Összességében úgy tűnik, hogy annak ellenére, hogy a gyógyszeres kezelés alatt álló ADHD diagnózisú gyerekek hasonló mennyiségű hibát vétett, mint a kontroll csoport tagjai, emellett szignifikánsan több időre volt szükségük a reagáláshoz. A korábban említett, Epstein és kollégái (2011) féle kutatás a reakcióidőre gyakorolt csekély stimuláns gyógyszerelés általi hatást mutatta ki számos kognitív feladat esetében, placebóval való összehasonlítás alkalmával.

A mindennapi teljesítményt romlását is okozhatja a flexibilitás érintettsége (Zimmermann és mtsai, 2005). Ezen képesség olyan cselekvésekkel áll kapcsolatban, melyek során bizonyos cél elérésének érdekében az állandóan változó környezeti tényezőkhez való alkalmazkodás vagy magának a kitűzött célnak a módosítása szükséges. Mindennek fényében nem meglepő, hogy a végrehajtó funkciókkal kapcsolatos meta-analízisek eredménye a kognitív flexibilitást vagy feladatváltást az ADHD lehetséges bejósoló tényezőjének tekintik (Hervey és mtsai, 2004; Boonstra és mtsai, 2005).

### **Go/no-go: hibázások és reakcióidő ADHD-ban**

A szubteszt végrehajtását követően a vizsgált hibázások esetében a gyerekek jelentős része nem hibázott egyet sem vagy egy hibát vétett, de ez nem jelentett zéró-inflációt. Az eredmények a felállított hipotézisünket erősítette meg, mivel az elkövetett hibák átlaga hasonló volt a gyógyszeres és kontroll csoportot alkotó résztvevők között (szignifikáns különbség hiánya), míg a gyógyszeres kezelés nélküli gyerekek szignifikánsan többet tévesztettek, mint a gyógyszeres és a kontroll csoportban szereplők. Ezen eredményt támasztják alá Koschack és kollégáinak (2003), valamint Wodka és munkatársainak (2007) kutatás is, melynek eredménye alapján ADHD diagnózisú gyermekek szignifikánsan többet tévesztettek go/no-go feladat közben, mint a tipikusan fejlődő kontroll csoport. Ezen vizsgálat szerint a válaszgátlás érintettsége akkor jelenik meg ADHD-ban, amennyiben a végzett feladat általi követelmények alacsonyak. A megnövekedett munkamemória követelmények során bekövetkező válaszgátlási nehezítettség ugyanis eredményeik alapján hasonlóan befolyásolja mind az ADHD diagnózisú, mint a tipikusan fejlődő gyermekek csoportját (Wodka és mtsai, 2007). A szakirodalom bővelkedik a gátlás funkciójának ADHD-ban mutatott nehezítettsége kapcsán (Oosterlaan és Sergeant, 1996; Sonuga-Barke és mtsai, 2002; Skogan és mtsai, 2014; Rahmi és Wimbari, 2018). Ezen túlmenően más tanulmányok a gátlási kontroll vagy válaszgátlás javulását találták stimuláns alkalmazó gyógyszeres kezelés következtében (Semrud-Clikeman és mtsai, 2008; Coghill és mtsai, 2014b).

A másik két ADHD diagnózisú csoporttal összevetésben a kontroll csoport érte el a legmagasabb reakcióidő medián átlagot, bár nem szignifikáns mértékben. A két klinikai csoport közt szintén nem mutatkozott releváns mértékű differencia, azonban átlagot tekintve a gyógyszeres csoport jobban teljesített, mint a nem gyógyszeres csoport. A legmagasabb szórás a nem gyógyszeres csoport esetében volt mérhető, amelyet a gyógyszeres csoport követett, míg a legkisebb szórásérték a kontroll csoport esetében volt megfigyelhető. Ennek következtében, bár a csoport hatás szignifikánsnak bizonyult, a post hoc tesztelés nem

eredményezett szignifikáns eltérést egyik csoport között sem. Eredményünkkel ellentétben két korábban már megemlített tanulmány közül az egyik a reakcióidő sebességére a placebohoz képest csekély mértékben ható methylphenidate kezeléssel (Epstein és mtsai, 2011), míg a másik az ADHD diagnózisú gyermekek által produkált gyorsabb reakcióidőbeli teljesítményről számolt be go/no-go feladat esetében is, tipikusan fejlődő gyerekekkel való összevetés kapcsán (Koschack és mtsai, 2003). A kapott eredmények hátterében állhat a kontroll gyermekek jellemzően délutáni időpontban történő vizsgálata. Ez esetben a vizsgálati személyek az egész napos iskolai kötelezettséggel összefüggő bizonyos szintű fáradtsága lehet potenciális oka az általuk produkált magasabb reakcióidő mediánnak. Lehetséges, hogy például az elterelhetőség szubteszthez képest ez a feladat mérsékeltebb kognitív jellegű kihívást támasztott, melynek köszönhető a nem gyógyszeres csoport szignifikáns eltérés nélküli teljesítése mind a gyógyszeres, mind a kontroll csoporttal összevetésben a reakcióidő mediánjának és az alacsonyabb hibázási számok tekintetében. Barkley (1997a) elméletében a viselkedéses gátlás központi szerepét tételezte fel ADHD esetén. A DSM-5 (American Psychiatric Association, 2013) által leírt hipermotilitással (például fészkelődés, futkározás körbe-körbe, mindenre felmászás), félbeszakítással és a várakozás nehezítettségével kapcsolatos tünetek mind a gátlás deficitjére utalnak, így viselkedéses problémákkal küzdő gyermekek esetén ezek gyakran megfigyelhetők.

Általánosságban véve elmondható, hogy a gyógyszeres kezelésben nem részesülő ADHD diagnózisú gyermekek rosszabbul teljesítettek a különféle figyelmi és végrehajtó funkciókat mérő feladatok során, mint a tipikusan fejlődő csoport tagjai. 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 a gyógyszeres és kontroll csoport résztvevőihöz képest, majdnem minden paraméter esetén, mely ADHD figyelmi és végrehajtó funkcióbeli károsodását jelzi kezelés nélküli ADHD esetén.

### **6.3. 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. Általánosságban elmondható, hogy a legtöbb tünettől (kombinált típusú diagnózissal) rendelkező ADHD diagnózisú gyermekek álltak gyógyszeres kezelés alatt, míg „kevésbé súlyos” esetek (túlnyomórészt figyelemhiányos és túlnyomórészt hiperaktív/impulzív típus) nem részesültek gyógyszeres terápiában. Ezen megállapítás lehet az oka a kombinált típusú ADHD diagnózis szignifikánsan magasabb előfordulásáért a gyógyszeres kezelésben részesülő csoport kapcsán.

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.

Az alábbi 11. táblázat mutatja a két intervenció közti szignifikáns és nem szignifikáns eltéréseket.

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

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



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

	<b>Nem gyógyszeres csoport</b>	<b>Gyógyszeres csoport</b>	<b>Kontroll csoport</b>
<b><i>Megosztott figyelem</i></b>			
Reakcióidő mediánja	-	-	-
Összes kihagyás	+/-	-	-
Összes hiba	-	+	-
<b><i>Flexibilitás</i></b>			
Reakcióidő mediánja	-	-	-
Összes hiba	-	-	-
<b><i>Go/no-go</i></b>			
Reakcióidő mediánja	-	-	-
Összes hiba	-	-	-

### **Éberség, megosztott figyelem, flexibilitás és Go/no-go – reakcióidő paraméterei**

Az éberség szubteszt esetén vizsgált reakcióidő medián értéke szignifikánsan nőtt mindkét intervencióban, mindhárom csoportnál. Habár a GLMM regresszió analízis nem eredményezett szignifikáns interakciót, a post hoc tesztelés folyamán mégis szignifikáns különbség emelkedett ki a gyógyszeres csoport esetében a két intervenció közt, aminek következtében a reakcióidő nagyobb mértékű növekedése volt tapasztalható a kontroll intervenciót követően. Ezen túlmenően szignifikáns reakcióidőbeli variabilitás (szórás) volt mérhető az első mérési időponthoz képest a második mérési alkalommal mindhárom csoportnál. Szignifikáns interakciót nem eredményezett a GLMM regressziós analízis ez esetben sem. Más tanulmány ezen eredményekkel ellentétben a mérsékelt intenzitáson végzett akut fizikai aktivitás feldolgozási sebességre gyakorolt pozitív hatását emeli ki mind ADHD diagnózisú, mind ADHD diagnózis nélküli gyermekek esetében (Piepmeier és mtsai, 2015), továbbá Medina és munkatársainak (2010) vizsgálati eredménye a magas intenzitású futópados aktivitás szignifikánsan gyorsabb válaszadási sebességgel és alacsonyabb válaszadási sebességvariabilitással kapcsolatos hatását bizonyította ADHD diagnózisú fiúk mintáján, gyógyszereszedéstől függetlenül.

A reakcióidő mediánja mind a megosztott figyelem, mind a flexibilitás szubtesztje során szignifikánsan csökkent mindhárom csoport esetében mindkét intervenciónál az első mérési

időpontról a másodikra, melyek szintén ellentétben állnak a másik két vizsgálat (Piepmeyer és mtsai, 2015; Medina és mtsai, 2010) eredményével. Ezen feladatok esetében (megosztott figyelem és flexibilitás) egyik csoport esetében sem volt szignifikáns eltérés az intervenciók között a két mérési időpont során. Megosztott figyelem esetében mért reakcióidő paraméterrel kapcsolatos eredményemmel ellentétben egy másik kutatás a fizikai aktivitást követő reakcióidő növekedésről számolt be egyszeri élénk fizikai aktivitást követően fenntartott figyelmi feladat során ADHD diagnózisú gyermekek esetében az ADHD diagnózis nélküli kontroll mintával szemben (Mahon és mtsai, 2013). Azt az eredményt tekintve azonban mutatkozik egyezés Mahon és kollégáinak (2013) kutatási eredményével, miszerint az ADHD diagnózisú csoport tagjai mindkét mérési időpontban magasabb reakcióidővel kapcsolatos t-pontot értek el a kontroll csoporthoz képest, akárcsak saját elemzésünkben a reakcióidő mediánjának átlagát nézve a csoport főhatásának vonatkozásában az említett megosztott figyelem kapcsán.

A teljesítmény intervenciótól független csoportok közti különbsége mutatkozott a mérési időpontok között a Go/no-go feladatban, melyet a csoport és mérési időpont interakciója feltételez. Az intervenciók közti időbeli kontraszt egyik csoport esetében sem lett szignifikáns. A leíró statisztika alapján elmondható azonban, hogy ezen feladat során a kontroll gyermekeknél a fizikai aktivitás mérsékelte a reakcióidőt, míg a kontroll intervenció nem változtatott ezen teljesítményen. A gyógyszeres csoport esetében a kontroll intervenció jobban rontotta a teljesítményt a fizikai aktivitás feltételéhez viszonyítva (mindkettő növelte a reakcióidőt). A két beavatkozás hatása nagymértékben hasonlított egymásra a nem gyógyszeres csoportnál. Benzing és munkatársainak (2018) kutatása az exergaming aktivitás feladatváltással és gátlással kapcsolatos reakcióidőre gyakorolt pozitív hatást emeli ki, ellentétben az előző eredményemmel. Chang és munkatársainak (2012b) vizsgálati eredménye is a rövidebb idői faktort hangsúlyozta az egyszeri mérsékelt fizikai aktivitást követően a Stroop Szín-Szó feladat kapcsán ADHD diagnózisú gyermekeket vizsgálva, ahogy egy másik kutatásban is a kontroll intervencióhoz képest a Go ingerre történő gyorsabb válaszadás volt megfigyelhető szintén ADHD diagnózisú mintán (Chuang és mtsai, 2015).

### **Elterelhetőség - kihagyások (összes, elterelő ingerrel és anélkül) és hibázások (összes, elterelő ingerrel és anélkül)**

Az elterelhetőség feladatban a kihagyások összesített száma (elterelő ingerrel és anélkül) rendkívül alacsony volt mind az első, mind a második körös mérés alkalmával, így az ebben a számban történő változások a két mérési időpont között nem volt jelentős. A GLMM

regressziós analízis sem a kihagyások összes száma, sem az elterelő inger jelenlétében vagy anélkül vétett kihagyások esetén sem eredményezett szignifikáns interakciókat. A fizikai aktivitás és kontroll intervenció közti szignifikáns különbség sem volt kimutatható ezen paraméterek esetében. A marginális szignifikanciát elérő intervenció főhatás az elterelő inger jelenlétében elkövetett kihagyások kapcsán valószínűsíti, hogy a két beavatkozás eltérő teljesítményváltozást okozott mindhárom csoportnál, mindkét mérési időpontban.

Azon megállapítás, mely szerint az elterelhetőség magas foka az ADHD egyik lényeges jellemzője DSM-5 (American Psychiatric Association, 2013) alapján, megerősítést nyert a szignifikáns csoport főhatás által, mely mindhárom kihagyással összefüggő paraméter (összesített, elterelő inger jelenlétében és annak hiányában vétett kihagyások) esetén fennállt. Ezzel ellentétben van Mourik és munkatársainak (2007) tanulmánya szerint az elterelés jelenléte átmenetileg képes az ADHD diagnózisú gyermekek teljesítményét fokozni, aminek következtében a kihagyási ráta értéke csökkent.

Az intervenciók hatásától függetlenül mind a gyógyszeres ADHD diagnózisú, mind a kontroll csoportban résztvevők szignifikánsan jobban teljesítettek (kevesebbet hibáztak) az összes tévesztés kapcsán a nem gyógyszeres csoporthoz képest a második mérési időpontban. Ezen felül a nem gyógyszeres csoport esetében a két intervenció közti szignifikáns eltérés implicálja, hogy a fizikai aktivitás szignifikánsan csökkentette az összes hibázás számát, míg a kontroll intervenció nem változtatott azok számán.

Mind a csoport és mérési időpont és mind a csoport, intervenció és mérési időpont közti interakció marginális szignifikanciát eredményezett az elterelő inger jelenlétében vétett hibázások kapcsán. Ezek az eredmények csupán feltételezik, hogy egyrészt az intervenciók hatásától függetlenül a csoportok időbeli teljesítménye eltér egymástól, másrészt, hogy a két intervenció különböző hatást gyakorol a három csoportra az első mérési időpontról a másodikra. Ezen túlmenően az intervenciók közti szignifikáns különbség a nem gyógyszeres csoport kapcsán jelzi, hogy fizikai aktivitást követően az elterelés jelenlétében történő hibázások száma szignifikánsan csökkent, míg a kontroll intervenciónak nem volt mérhető hatása.

Az elterelő inger hiánya esetén vétett tévesztéseknél megjelenő szignifikáns csoport és idő interakció valószínűsíthető oka, hogy szignifikánsan kisebb teljesítményjavulás (kevesebb elterelés hiányában vétett tévesztés) volt tapasztalható gyógyszeres és kontroll csoporthoz képest a nem gyógyszeres csoport esetén. Továbbá ezen paraméter esetében mindhárom csoport mindkét intervenciót követően szignifikánsan kevesebbet hibázott a második körös felmérés alkalmával, mint az elsőben. Számos tanulmány megerősíti azon eredményünket,

miszerint a nem gyógyszeres csoport jelentős mértékben rosszabb teljesítményt nyújtott (több hibát vétett összességében, valamint elterelő inger jelenlétekor és annak hiányában is), mint a másik két csoport (Gumenyuk és mtsai, 2005; Adams és mtsai, 2009; Fassbender és mtsai, 2009; Ross és Randolph, 2014). Mindezek ellenére a nem gyógyszeres csoport esetében mind az összes hibaszám, mind az elterelés jelenlétében vétett hibázások kapcsán a fizikai aktivitás pozitív hatása emelhető ki a kontroll intervenció hatásának hiánya ellenében.

Összességében elmondható, hogy ADHD tekintetében az elterelhetőség és egyszeri fizikai aktivitás kapcsolatával kapcsolatos tanulmányok alapvetően hiányoznak.

### **Megosztott figyelem – kihagyások és hibázások**

A megosztott figyelemmel kapcsolatos károsodások szintén köthetők a DSM-5 által ADHD esetén fennálló tünetekhez (American Psychiatric Association, 2013). A kihagyásokkal összefüggésben kirajzolódó intervenció és mérési időpont közti szignifikáns interakció alapján feltételezhető, hogy csoporttagságtól függetlenül a kontroll intervenciót követően a teljesítmény rosszabbodott (kihagyások száma nőtt) a második mérési időpontban a fizikai aktivitás feltételéhez képest, mely során a teljesítmény javulása volt alapvetően mérhető. A nem gyógyszeres csoporttal összefüggésben a két intervenció közt szignifikáns különbség adódott: a kontroll feltételben résztvevők szignifikánsan többet hagytak ki, míg a fizikai aktivitást végző gyerekek teljesítménye nem változott a két mérési időpont között.

A hibázások kapcsán szignifikáns interakció mutatkozott mind a csoport és mérési időpont, mind a csoport, intervenció és mérési időpont között. Előbbi interakció a nem gyógyszeres csoport nagyobb mértékű teljesítményjavulását, utóbbi a fizikai aktivitás kontroll feltétellel szembeni eltérő teljesítményváltozást eredményező hatását feltételezi a különböző csoportok esetében a két mérési időpont közt. Ennek következtében a post hoc tesztelés eredményeképp kimutatható volt, hogy fizikai aktivitást követően szignifikáns teljesítményjavulás következett be a gyógyszeres csoportnál, míg a kontroll intervenció nem változtatott a hibázások számán. Így a két intervenció közti szignifikáns kontraszt bizonyíthatóvá vált az említett gyógyszeres kezelés alatt álló csoportnál. A csoport főhatását demonstráló eredményünkkel ellentétben – mely a nem gyógyszeres ADHD diagnózisú csoport intervencióktól és mérési időpontoktól független rosszabb teljesítményét mutatta a másik két csoporthoz képest – megosztott figyelmi feladat során kevesebb teljesítményromlást regisztráltak Elosúa és munkatársai (2017) ADHD diagnózisú gyermekeknél tipikusan fejlődőkkel való összevetésben, intervenciót nélkülöző kutatásukban. Az eredmények ellentétességének feltételes oka lehet a vizsgálatba vont idősebb életkori sáv (9-10 év közötti gyermekek), illetve a megosztott

figyelem felmérésére választott számfelidézés (digit recall) és papír-ceruza alapú „box-crossing” feladat (Elosúa és mtsai, 2017). Akut fizikai aktivitás megosztott figyelmi teljesítményre gyakorolt hatását vizsgáló tanulmányok – tudomásom szerint – napjainkig nem állnak rendelkezésre, így további kutatások szükségesek ennek vizsgálatára. Verret és munkatársainak krónikus fizikai aktivitást alkalmazó kutatásába (2012) bár beemelték a megosztott figyelem területét, eredményeik közül csupán a krónikus fizikai aktivitás csoport résztvevői esetén regisztrált magasabb szintű auditív fentartott figyelmet és információfeldolgozást emelték ki.

### **Flexibilitás – összes hiba és reakcióidő mediánja**

A flexibilitás szubtesztben elkövetett hibázások esetén adódott szignifikáns csoport főhatás alátámasztja azon tanulmányok megállapításait, melyek támogatják a kognitív flexibilitás/feladatváltás érintettségét ADHD-ban (Hervey és mtsai, 2004; Boonstra és mtsai, 2005). A hibázások számának átlaga azonban mindhárom csoport esetében, mindkét intervenció hatására csökkent az első körös mérési alkalomról a másodikra, ennek ellenére a három csoport a két időpont között hasonló teljesítmény-mintázatot produkált, továbbá a beavatkozások hatásai közt sem volt releváns különbség detektálható. Ennek megfelelően sem az interakciók, sem a post hoc tesztek eredményei nem hoztak szignifikáns eredményt. Ezzel ellentétben Ludyga és munkatársai (2020) vizsgálata esetében mind az ADHD diagnózisú, mind a tipikusan fejlődő gyermekek csoportjánál magasabb szintű kognitív flexibilitással kapcsolatos teljesítmény volt megfigyelhető akut mérsékelt fizikai aktivitást követően a kontroll intervencióhoz képest. Ezen vizsgálat és az általunk kapott eredmények közti különbség oka lehet a résztvevők idősebb életkora (11-16 év között), az alkalmazott kísérleti terv és eszközök különbsége (csak beavatkozásokat követő poszt-mérések; minden résztvevő részt vett mindkét intervencióban [fizikai aktivitás és kontroll]; bicikli ergométer), valamint az általunk alkalmazott verbális kognitív rugalmasság feladat (Ludyga és mtsai, 2020). Bár a reakcióidő mediánját tekintve nem mutatkozott szignifikáns különbség a két intervenció hatás között, mindkettőt (fizikai aktivitást és kontroll intervenciót) követően szignifikáns módon csökkent a reakcióidő mediánjának átlaga a két időpont között, mindhárom vizsgálati csoportnál. Hung és munkatársai (2016) ezzel ellentétben ADHD diagnózisú gyermekeknél fizikai aktivitást követően reakcióidő kapcsán alacsonyabb globális váltásköltséget mérteka kontroll aktivitáshoz képest, mely a munkamemória szelektív javulását implikálta. Ugyanazon okok említhetők saját eredményeinktől való különbözőség kapcsán, mint Ludyga és kollégáinak (2020) esetén: az életkori átlagok eltérése, az alkalmazott vizsgálati elrendezés

(kizárólag utótesztelés mindkét intervencióban való részvételt követően), továbbá a választott mérőeszköz a feladatváltás vizsgálatára. A WCST nem-perszeveratív hibáinak és Teljesített Kategóriáknak kapcsán fizikai aktivitást követően a poszt-teszt eredményekben bekövetkező javulást találtak Chang és munkatársai (2012b) a pre-teszt eredményekhez képest, 8-13 éves korú ADHD diagnózisú gyermekek körében. Továbbá Benzing és munkatársainak (2018) exergaminget követő feladatváltással kapcsolatos reakcióidő-csökkenést eredményező kutatása is alátámasztja az aktivitás váltásra gyakorolt szelektív pozitív hatását ADHD diagnózisú gyermekek esetén a kontroll intervencióval való összevetésben. Ezen említett kutatások eredményeinek a doktori disszertációmban bemutatott kutatásunkkal való ellentétének háttérében állhat a választott 8-13 és 8-12 éves életkori sáv, a feladatváltás mérése általuk választott mérőeszköz (Wisconsin kártyaszortírozás teszt, Módosított Flanker feladat), illetve az exergaming interakció, mint fizikai aktivitás alkalmazása (Chang és mtsai, 2012b; Benzing és mtsai, 2018).

### **Go/no-go – összes hiba**

A Barkley (1997a) által ADHD-ban feltételezett viselkedéses gátlás központi szerepe mellett számos kutatás alátámasztotta a gátlási kontroll érintettségét a zavar fennállásánál (Oosterlaan és Sergeant, 1996; Alderson és mtsai, 2007; Sonuga-Barke és mtsai, 2002; Skogan és mtsai, 2014; Rahmi és Wimbarti, 2018). Eredményeink szerint a hibázások száma a kontroll intervenció hatására csökkent, míg a fizikai aktivitás feltétele nem eredményezett számottevő változást, ahogy azt a leíró statisztikai adatokból látható. Akut fizikai aktivitást követően a hibák száma kontroll csoportnál minimálisan növekedett, kissé csökkent a nem gyógyszeres és stagnált a gyógyszeres csoport esetében. Meglepő eredményt feltételez a marginálisan szignifikáns intervenció és mérési időpont interakciója, mely alapján a teljesítményjavulás (kevesebb hibázás) tendenciája feltételezhető kontroll intervenciót követően a második mérési alkalommal. Ehhez adódik hozzá a kontroll csoport esetében talált marginális szignifikáns különbség a két intervenció között, mely a hibaszámok csökkenésének tendenciáját valószínűsíti a fizikai aktivitás releváns hatásának hiánya mellett a tipikusan fejlődő csoport résztvevőinél. A kapott eredmények számos másik tanulmányéval szemben állnak, melyek az akut fizikai aktivitás gátlásra gyakorolt pozitív hatását találták (Chang és mtsai, 2012b; Pontifex és mtsai, 2013; Piepmeier és mtsai, 2015; Ludyga és mtsai, 2017). Az eredmények közti különbség okai lehetnek a következők: a) a gátlást mérő különféle feladatok használata (például vita a Stroop-teszt felszíni érvényességéről [Chang és mtsai, 2012b]); b) csak poszt-tesztelés alkalmazása (Pontifex és mtsai, 2013; Piepmeier és mtsai,

2015); c) részvétel a fizikai aktivitásban és a kontroll feltételben egyaránt (Pontifex és mtsai, 2013; Piepmeier és mtsai, 2015; Ludyga és mtsai, 2017); d) olvasás alkalmazása kontroll intervencióként (Pontifex és mtsai, 2013); e) a fizikai aktivitás intervenció kivitelezése bicikli ergométeren (Piepmeier és mtsai, 2015; Ludyga és mtsai, 2017), valamint f) az idősebb korosztály körében történő toborzás (11-16 év között) (Ludyga és mtsai, 2017).

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 esetben: 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 területen a fizikai aktivitást követően (lásd az "1.7.2." számú alfejezetet).

A doktori munkám során végzett vizsgálat a fizikai aktivitások egyetlen formáját (futópadon végzett futás) alkalmazta egyszeri, kötött formában, objektíven meghatározott intenzitással, keresztmetszeti elrendezésben. Ezen tényezők bármelyikén vagy egészén történő változtatás nyilvánvalóan eltérő hatást eredményezhet az általam vizsgálat paraméterekre. Ebből kifolyólag szükségesnek és indokoltnak vélem további vizsgálatok kivitelezését egyéb típusú, jól mérhető mozgásformákkal, eltérő intenzitással, továbbá érdemes lenne ezen kutatások longitudinális elrendezése.

Ezen harmadik elemzés célja olyan információk gyűjtése volt, melyek alapul szolgálhatnak az ADHD-val küzdő gyermekek gyakorlati relevanciájú intervenciójának bevezetéséhez a figyelmi és végrehajtó funkciók nehézségeinek kezelése érdekében, különösen iskolai környezetben. A vizsgálat külső validitása magasnak mondható, amennyiben vizsgálati

elrendezésünkhöz hasonló intervenciókat alkalmazunk, például olyanokat, melyek az ADHD diagnózisú gyermekeket az iskolai órák közötti testmozgásra (kifejezetten mérsékelt intenzitású, legalább 20 percig tartó futásra) ösztönzik. Ezért megfontolandó az ADHD diagnózissal rendelkező gyermekek napközbeni mozgásának bevezetése a mindennapi, iskolai szokások felvétele közé.

### **Limitációk E2 és E3 esetén**

A három vizsgálati csoport közti szignifikáns különbség a szülők iskolai végzettségét illetően limitációt jelenthet. A kontroll csoportnál mind az anyai, mind az apai iskolai végzettség esetében nagyobb arányban szerepeltek a felsőfokú végzettséggel rendelkező szülők (70% apai felsőfokú végzettség, 78% anyai felsőfokú végzettség). Ennek háttérében az általunk alkalmazott kényelmi mintavétel (mely önmagában is limitációként említhető) állhat. Valószínűsíthető, hogy a szülők magasabb iskolai végzettsége pozitívabb hatást gyakorolhat gyermekük kognitív és végrehajtó funkcióbeli működésére.

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.

Limitációként tartható számon, hogy 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. Valószínűleg még jobb teljesítmény nyújtására lettek volna képesek, amennyiben a két klinikai mintához hasonlóan az ő vizsgálatuk is a reggeli/délelőtti napszakban történik.

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. Az eképpen felállított



diagnózisok által okozott tünetek visszafoghatták, mérsékelhették a kontroll csoportban résztvevők teljesítményét.

További limitáció, 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.

A tünetek súlyosságát érinti a következő limitáció. 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 fel. Feltételeztük, hogy a gyógyszeres kezelés határfoka optimális a tünetek kezelését (súlyosságuk csökkentését) illetően.

További limitáció a kombinált ADHD diagnózis két klinikai csoport közti szignifikáns különbségével kapcsolatos. 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. Ugyanazon feltételezéssel élünk, mint a tünetek súlyosságát érintő limitáció esetében: a gyógyszeres kezelés határfokát optimális szintűnek véltük a tünetek kezelését (súlyosságuk mérséklését) illetően. Ennek megfelelően a gyógyszeres kezelésben részesülő ADHD diagnózis csoportnak jobb figyelmi és végrehajtó funkcióbeli teljesítményt valószínűsítettünk a gyógyszeres kezelés alatt nem álló csoporthoz képest.

Limitáció az ADHD mellett fennálló egyéb komorbid kórképek megléte. Feltételezhető, hogy az ADHD diagnózis mellett meglévő komorbid kórképek típusa(i) negatív módon befolyásolhatták a figyelmi és végrehajtó funkciók területén mért teljesítményt, ráadásul az akut fizikai aktivitás jótékony hatását is mérsékelhették.

A limitációk közé sorolható a tény, miszerint a vizsgálatvezető szerepét egy személy töltötte be (Miklós Martina). 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.

## **7. Összefoglalás, új eredmények és kitekintés**

Doktori munkám feldolgozásai hangsúlyt helyeztek elsőként az ADHD diagnózisú gyermekek szülő által megítélt életminőségének és a gyermek által végzett rendszeres sporttevékenység kapcsolatára, valamint a szülő által értékelt gyermeki életminőség bejósoló faktoraira. A második feldolgozás gyógyszeres kezelés alatt nem álló ADHD diagnózisú gyermekek figyelmi és végrehajtó funkcióival kapcsolatos teljesítményét mérte össze gyógyszeres kezelésben részesülő ADHD diagnózissal rendelkező és tipikusan fejlődő gyerekek csoportjával. A harmadik feldolgozás az egyszeri fizikai aktivitás hatását volt hivatott felmérni a figyelmi teljesítménnyel és végrehajtó funkciókkal összefüggésben három vizsgálati csoport esetében, nevezetesen gyógyszeres kezelésben nem részesülő, gyógyszeres kezelést kapó ADHD diagnózisú és tipikusan fejlődő gyermekek mintáján.

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 egyszerű 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 egyszerű 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 kezelés alatt még nem álló ADHD diagnózisú gyermekek esetében:
- a jobb életminőséggel,
- kevesebb problémás viselkedéssel és
- szüleik magasabb önértékelésével.

A jövőbeni kutatásoknak szükséges lesz fókuszba emelniük a gyermeki életminőség mérését is a szülői értékelés mellett. Doktori munkám első feldolgozásában mindez a 6-12 éves korosztály életminőség értékelését követően a gyermek verziójú ILK skála reliabilitásának elégtelensége okán nem valósult meg. 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) a figyelmi és végrehajtófunkcióbeli teljesítménnyel összefüggésben, összevetve egymással és tipikusan fejlődő gyerekek csoportjával egyaránt. Fontos lesz a jövőbeni kutatásoknak figyelembe venni továbbá az ADHD-val együttjáró különböző komorbiditásokat, és azok végrehajtó funkcióra gyakorolt potenciális befolyását is. 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.

Összességében úgy vélem, hogy doktori munkám során azon gyakorlati tény maga is kiemelt jelentőséggel bír, miszerint a mindhárom vizsgálati csoportban résztvevő gyermekek 2,5-3 óra időtartamig együttműködtek és láthatóan a legjobbat igyekeztek kihozni magukból a vizsgálat teljesítésének érdekében, mely teljesítmény különösen elismerendő a kezelésben nem részesülő ADHD diagnózisú gyermekek esetében, természetesen a másik két csoportra is vonatkoztatva eme nagybecsülést.

## 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

Adams, R., Finn, P., Moes, E., Flannery, K., Rizzo, A. S. (2009). Distractibility in Attention/Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD): the virtual reality classroom. *Child Neuropsychology*, *15*(2), 120-135. doi: 10.1080/09297040802169077

Agarwal, R., Goldenberg, M., Perry, R., Ishak, W. W. (2012). The quality of life of adults with attention deficit hyperactivity disorder: a systematic review. *Innovations in Clinical Neuroscience*, *9*(5-6), 10-21.

Ahmed, G. M., Mohamed, S. (2011). Effect of regular aerobic exercises on behavioral, cognitive and psychological response in patients with attention deficit-hyperactivity disorder. *Life Science Journal*, *8*(2), 366-371.

Ahn, S., Fedewa, A. L. (2011). A meta-analysis of the relationship between children's physical activity and mental health. *Journal of Pediatric Psychology*, *36*(4), 385-397. doi: 10.1093/jpepsy/jsq107

Alderson, R. M., Rapport, M. D., Kofler, M. J. (2007). Attention-deficit/hyperactivity disorder and behavioral inhibition: a meta-analytic review of the stop-signal paradigm. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *35*(59), 745-758. doi: 10.1007/s10802-007-9131-6

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 College of Sports Medicine. (2013). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (9th ed.). USA: Lippincott Williams and Wilkins.

American College of Sports Medicine. (2017). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (10th ed.). Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams and Wilkins.

American Psychiatric Association. (1994). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders: DSM-IV-TR* (4th ed.). Washington, DC: APA.

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

Ardila, A., Rosselli, M., Matute, E., Guajardo, S. (2005). The influence of the parents' educational level on the development of executive functions. *Developmental Neuropsychology*, 28(1), 539–560. doi: 10.1207/s15326942dn2801\_5

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

Arnsten, A.F., Rubia, K. (2012). Neurobiological circuits regulating attention, cognitive control, motivation, and emotion: disruptions in neurodevelopmental psychiatric disorders. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 51(4), 356–367. doi: 10.1016/j.jaac.2012.01.008

Balázs, J., Bíró, A., Dálnoki, D., Lefkovich, E., Tamás, Z., Nagy, P., Gáboros, 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.

Banaschewski, T., Bismans, F., Zieger, H., Rothenberger, A. (2001). Evaluation of sensorimotor training in children with ADHD. *Perceptual and Motor Skills*, 92(1), 137-149. doi: 10.2466/pms.2001.92.1.137

Banich, M. T. (2009). Executive function: The search for an integrated account. *Current Directions in Psychological Science*, 18(2), 89-94. doi: 10.1111/j.1467-8721.2009.01615.x

- Barkley, R. A. (1997a). 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
- Barkley, R. A., Koplowitz, S., Anderson, T., McMurray, M. B. (1997b). Sense of time in children with ADHD: Effects of duration, distraction, and stimulant medication. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *3*(4), 359-369.
- 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
- Barrera, T. L., Norton, P. J. (2009). Quality of life impairment in generalized anxiety disorder, social phobia, and panic disorder. *Journal of Anxiety Disorders*, *23*(8), 1086-1090. doi: 10.1016/j.janxdis.2009.07.011
- 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
- Bedard, A. C., Nichols, S., Barbosa, J. A., Schachar, R., Logan, G. D., Tannock, R. (2002). The development of selective inhibitory control across the life span. *Dev Neuropsychol*, *21*(1), 93-111. doi: 10.1207/S15326942DN2101\_5
- 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

Berger, S. E., Harbourne, R. T., Horger, M. N. (2018). Cognition-Action Trade-Offs Reflect Organization of Attention in Infancy. *Advances in Child Development and Behavior*, 54, 45-86. doi: 10.1016/bs.acdb.2017.11.001

Berk, L. E., Potts, M. K. (1991). Development and functional significance of private speech among attention-deficit hyperactivity disorder and normal boys. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 19(3), 357-377. doi: 10.1007/bf00911237

Berlin, L., Bohlin, G., Rydell, A. M. (2003). Relations between inhibition, executive functioning, and ADHD symptoms: A longitudinal study from age 5 to 8½ years. *Child Neuropsychology*, 9(4), 255-266. doi: 10.1076/chin.9.4.255.23519

Berridge, C. W., Devilbiss, D. M. (2011). Psychostimulants as cognitive enhancers: The prefrontal cortex, catecholamines, and attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological Psychiatry*, 69(12), e101–e111. doi: 10.1016/j.biopsych.2010.06.023

Berwid, O. G., Halperin, J. M. (2012). Emerging Support for a Role of Exercise in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Intervention Planning. *Current Psychiatry Reports*, 14(5), 543-551. doi: 10.1007/s11920-012-0297-4

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

Biederman, J., Petty, C. R., Doyle, A. E., Spencer, T., Henderson, C. S., Marion, B., Fried, R., Faraone, S. V. (2008). Stability of executive function deficits in girls with ADHD: a prospective longitudinal followup study into adolescence. *Developmental Neuropsychology*, 33(1), 44–61. doi: 10.1080/87565640701729755



- Birkás, E., Lakatos, K., Tóth, I., Gervai, J. (2008). Gyermekkori viselkedési problémák felismerésének lehetőségei rövid kérdőívekkel I: A Strengths and Difficulties Questionnaire magyar változata [Screening childhood behavior problems using short questionnaires I.: the Hungarian version of the Strengths and Difficulties Questionnaire]. *Psychiatria Hungarica*, 23(5), 358-365.
- Bolfer, C., Casella, E. B., Baldo, M. V. C., Mota, A. M., Tsunemi, M. H., Pacheco, S. P., Reed, U. C. (2010). Reaction time assessment in children with ADHD. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 68(2), 282–286. doi: 10.1590/s0004-282x2010000200025
- 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
- Brisswalter, J., Collardeau, M., René, A. (2002). Effects of acute physical exercise characteristics on cognitive performance. *Sports Medicine*, 32(9), 555-566. doi: 10.2165/00007256-200232090-00002
- 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
- Bunge, S. A., Crone, E. A. (2009). Neural correlates of the development of cognitive control. In J. M. Rumsey & M. Ernst (Eds.), *Neuroimaging in Developmental Clinical Neuroscience* (pp. 22-37). Cambridge University Press. doi: 10.1017/CBO9780511757402.005
- Bush, G., Valera, E. M., Seidman, L. J. (2005). Functional neuroimaging of attention attention-deficit/hyperactivity disorder: a review and suggested future directions. *Biological Psychiatry*, 57(11), 1273–1284. doi: 10.1016/j.biopsych.2005.01.034

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

Cappe, E., Bolduc, M., Rougé, M. C., Saiag, M. C., Delorme, R. (2017). Quality of life, psychological characteristics, and adjustment in parents of children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Quality of Life Research*, 26(5), 1283-1294. doi: 10.1007/s11136-016-1446-8

Caspersen, C. J., Powell, K. E., Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*, 100(2), 126-131.

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

Castellanos, F. X., Lee, P. P., Sharp, W., Jeffries, N. O., Greenstein, D. K., Clasen, L. S., Blumenthal, J. D., James, R. S., Ebens, C. L., Walter, J. M., Zijdenbos, A., Evans, A. C., Giedd, J. N., Rapoport, J. L. (2002). Developmental trajectories of brain volume abnormalities in children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *JAMA*, 288(14), 1740-1748. doi: 10.1001/jama.288.14.1740

Cepeda Marte, J. L., Ruiz-Matuk, C., Mota, M., Pérez, S., Recio, N., Hernández, D., Fernández, J., Porto, J., Ramos, A. (2019). Quality of life and metabolic control in type 2 diabetes mellitus diagnosed individuals. *Diabetes and Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews*, 13(5), 2827-2832. doi: 10.1016/j.dsx.2019.07.062

Cerrillo-Urbina, A. J., García-Hermoso, A., Sánchez-López, M., Pardo-Guijarro, M. J., Santos Gómez, J. L., Martínez-Vizcaíno, V. (2015). The effects of physical exercise in children with attention deficit hyperactivity disorder: a systematic review and meta-analysis of randomized control trials. *Child: Care, Health and Development*, 41(6), 779-788. doi: 10.1111/cch.12255

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., Labban, J. D., Gapin, J. I., Etnier, J. L. (2012a). The effects of acute exercise on cognitive performance: a meta-analysis. *Brain Research*, 1453, 87-101. doi: 10.1016/j.brainres.2012.02.068

Chang, Y. K., Liu, S., Yu, H. H., Lee, Y. H. (2012b). 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

Cheung, C. H., Rijdsdijk, F., McLoughlin, G., Brandeis, D., Banaschewski, T., Asherson, P., Kuntsi, J. (2016). Cognitive and neuropsychological markers of ADHD persistence and remission. *British Journal of Psychiatry*, 208(6), 548-555. doi: 10.1192/bjp.bp.114.145185

Choi, J. W., Han, D., H., Kang, K. D., Jung, H. Y., Renshaw, P. F. (2015). Aerobic exercise and attention deficit hyperactivity disorder: brain research. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(1), 33-39. doi: 10.1249/MSS.0000000000000373

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

Christiansen L., Beck, M. M., Bilenberg, N., Wienecke, J., Astrup, A., Lundbye-Jensen, J. (2019). Effects of Exercise on Cognitive Performance in Children and Adolescents with ADHD: Potential Mechanisms and Evidence-based Recommendations. *Journal of Clinical Medicine*, 8(6), E841. doi: 10.3390/jcm8060841

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

Coghill, D. R., Hayward, D., Rhodes, S. M., Grimmer, C., Matthews, K. (2014a). A longitudinal examination of neuropsychological and clinical functioning in boys with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD): improvements in executive functioning do not explain clinical improvement. *Psychological Medicine*, 44(5), 1087-1099. doi: 10.1017/S0033291713001761

Coghill, D. R., Seth, S., Pedroso, S., Usala, T., Currie, J., Gagliano, A. (2014b). Effects of methylphenidate on cognitive functions in children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder: Evidence from a systematic review and a meta-analysis. *Biological Psychiatry*, 76(8), 603–615. doi: 10.1016/j.biopsych.2013.10.005

Collins, A., Koechlin, E. (2012). Reasoning, learning, and creativity: frontal lobe function and human decision-making. *PLoS Biology*, 10(3), e1001293. doi: 10.1371/journal.pbio.1001293

Corkum, P., Humphries, K., Mullane, J. C., Theriault, F. (2008). Private speech in children with ADHD and their typically developing peers during problem-solving and inhibition tasks. *Contemporary Educational Psychology*, 33(1), 91-115. doi: 10.1016/j.cedpsych.2006.12.003

Coomans, D., Vandenbossche, J., Deroost, N. (2014). The effect of attentional load on implicit sequence learning in children and young adults. *Frontiers in Psychology*, 5, 465. doi: 10.3389/fpsyg.2014.00465

Cornelius, C., Fedewa, A. L., Ahn, S. (2017). The Effect of Physical Activity on Children With ADHD: A Quantitative Review of the Literature. *Journal of Applied School Psychology*, 33(2), 136-170. doi: 10.1080/15377903.2016.1265622

Costello, E. J., Farmer, E. M., Angold, A., Burns, B. J. Erkanli, A. (1997). Psychiatric disorders among American Indian and white youth in Appalachia: The Great Smoky Mountains Study. *American Journal of Public Health*, 87(5), 827-832. doi: 10.2105/ajph.87.5.827

Craft, D. H. (1983). Effect of prior exercise on cognitive performance tasks by hyperactive and normal young boys. *Perceptual and Motor Skills*, 56(3), 979-982. doi: 10.2466/pms.1983.56.3.979

Cubillo, A., Halari, R., Smith, A., Taylor, E. and Rubia, K. (2012). A review of fronto-striatal and fronto-cortical brain abnormalities in children and adults with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) and new evidence for dysfunction in adults with ADHD during motivation and attention. *Cortex*, 48(2), 194-215. doi: 10.1016/j.cortex.2011.04.007

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

De La Fuente, A., Xia, S., Branch, C., Li, X. (2013). A review of attention-deficit/hyperactivity disorder from the perspective of brain networks. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 192. doi: 10.3389/fnhum.2013.00192

Den Heijer, A. E., Groen, Y., Tucha, L., Fuermaier, A. B., Koerts, J., Lange, K. W., Thome, J., Tucha, O. (2017). Sweat it out? The effects of physical exercise on cognition and behavior in children and adults with ADHD: a systematic literature review. *Journal of Neural Transmission*, 124(1), 3-26. doi: 10.1007/s00702-016-1593-7

Di Trani, M., Casini, M. P., Capuzzo, F., Gentile, S., Bianco, G., Menghini, D., Vicari, S. (2011). Executive and intellectual functions in attention-deficit/hyperactivity disorder with and without comorbidity. *Brain and Development*, 33(6), 462-469. doi: 10.1016/j.braindev.2010.06.002

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

Drechsler, R., Brandeis, D., Földényi, M., Imhof, K., Steinhausen, H. C. (2005). The course of neuropsychological functions in children with attention deficit hyperactivity disorder from late childhood to early adolescence. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46(8), 824-836. doi: 10.1111/j.1469-7610.2004.00384.x

Drewe, E. A. (1975). Go-nogo learning after frontal lobe lesions in humans. *Cortex*, 11(1), 8-16. doi: 10.1016/s0010-9452(75)80015-3

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

Elkinton, J. R. (1966). Medicine and the quality of life. *Annals of Internal Medicine*, 64(3), 711-714. doi: 10.7326/0003-4819-64-3-711

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

Epstein, J. N., Brinkman, W. B., Froehlich, T., Langberg, J. M., Narad, M. E., Antonini, T. N., Shiels, K., Simon, J. O., Altaye, M. (2011). Effects of Stimulant Medication, Incentives, and Event Rate on Reaction Time Variability in Children With ADHD. *Neuropsychopharmacology*, 36(5), 1060–1072. doi: 10.1038/npp.2010.243

Etnier, J. L., Salazar, W., Landers, D. M., Petruzzello, S. J., Han, M., Nowell, P. (1997). The influence of physical fitness and exercise upon cognitive functioning: a meta-analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 19(3), 249-277.

Evangelista, N. M., Owens, J. S., Golden, C. M., Pelham, W. E. (2008). The positive illusory bias: do inflated self-perceptions in children with ADHD generalize to perceptions of others? *Journal of Abnormal Child Psychology*, 36(5), 779-791. doi: 10.1007/s10802-007-9210-8

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

Farrant, B. M., Fletcher, J., Maybery, M. T. (2014). Cognitive Flexibility, Theory of Mind, and Hyperactivity/Inattention. *Child Development Research*, Vol. 2014, 1-10. doi: 10.1155/2014/741543

Fassbender, C., Zhang, H., Buzy, W. M., Cortes, C. R., Mizuiri, D., Beckett, L., Schweitzer, J. B. (2009). A lack of default network suppression is linked to increased distractibility in ADHD. *Brain Research*, 1273, 114-128. doi: 10.1016/j.brainres.2009.02.070

Field, T. (2012). Exercise research on children and adolescents. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 18(1), 54-59. doi: 10.1016/j.ctcp.2011.04.002

Fontenelle, I. S., Fontenelle, L. F., Borges, M. C., Prazeres, A. M., Rangé, B. P., Mendlowicz, M. V., Versiani, M. (2010). Quality of life and symptom dimensions of patients with obsessive-compulsive disorder. *Psychiatry Research*, 179(2), 198-203. doi: 10.1016/j.psychres.2009.04.005

Forbes, C. E., Poore, J. C., Krueger, F., Barbey, A. K., Solomon, J., Grafman, J. (2014). The role of executive function and the dorsolateral prefrontal cortex in the expression of neuroticism and conscientiousness. *Social Neuroscience*, 9(2), 139–151. doi: 10.1080/17470919.2013.871333.

Friedman-Hill, S. R., Wagman, M. R., Gex, S. E., Pine, D. S., Leibenluft, E., Ungerleider, L. G. (2010). What does distractibility in ADHD reveal about mechanisms for top-down attentional control? *Cognition*, 115(1), 93-103. doi: 10.1016/j.cognition.2009.11.013

Frodl, T., Skokauskas, N. (2012). Meta-analysis of structural MRI studies in children and adults with attention deficit hyperactivity disorder indicates treatment effects. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 125(2), 114–126. doi: 10.1111/j.1600-0447.2011.01786.x

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

Funahashi, S., Andreau, J. M. (2013). Prefrontal cortex and neural mechanisms of executive function. *Journal of Physiology-Paris*, 107(6), 471-482. doi: 10.1016/j.jphysparis.2013.05.001

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

Gapin, J. I., Labban, J. D., Bohall, S. C., Wooten, J. S., Chang, Y. K. (2015). Acute exercise is associated with specific executive functions in college students with ADHD: A preliminary study. *Journal of Sport and Health Science*, 4(1), 89-96. doi: 10.1016/j.jshs.2014.11.003

Gapin, J. I., Labban, J. D., Etnier, J. L. (2011). The effects of physical activity on attention deficit hyperactivity disorder symptoms: The evidence. *Preventive Medicine*, 52(1), S70-S74. doi: 10.1016/j.ypmed.2011.01.022

Gaub, M., Carlson, C. L. (1997). Gender Differences in ADHD: A Meta-Analysis and Critical Review. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 36(8), 1036-1045. doi: 10.1097/00004583-199708000-00011

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

Gehricke, J. G., Kruggel, F., Thampipop, T., Alejo, S. D., Tatos, E., Fallon, J., Muftuler, L. T. (2017). The brain anatomy of attention-deficit/hyperactivity disorder in young adults – a magnetic resonance imaging study. *PLoS One*, 12(4), e0175433. doi: 10.1371/journal.pone.0175433

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

González, L., Cortés-Sancho, R., Murcia, M., Ballester, F., Rebagliato, M., Rodríguez-Bernal, C. L. (2018). The role of parental social class, education and unemployment on child cognitive development. *Gaceta Sanitaria*, 34(1), 51-60. doi: 10.1016/j.gaceta.2018.07.014

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

Göthe, K., Oberauer, K., Kliegl, R. (2007). Age differences in dual-task performance after practice. *Psychology and Aging*, 22(3), 596–606. doi: 10.1037/0882-7974.22.3.596

Grassman, V., Alves, M. V., Santos-Galduróz, R. F., Galduróz, J. C. F. (2017). Possible Cognitive Benefits of Acute Physical Exercise in Children With ADHD: A Systematic Review. *Journal of Attention Disorders*, 21(5), 367-371. doi: 10.1177/1087054714526041

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

Güven, A., Altinkaynak, M., Dolu, N., Demirci, E., Özmen, S., İzzetoğlu, M., Pektaş, F. (2019). Effects of Methylphenidate on Reaction Time in Children with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder. *Nöropsikiyatri Arşivi*, 56(1), 27-31. doi: 10.29399/npa.22873

Haffner, J., Roos, J., Goldstein, N., Parzer, P., Resch, F. (2006). The effectiveness of body-oriented methods of therapy in the treatment of attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD): results of a controlled pilot study. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*, 34(1), 37-47. doi: 10.1024/1422-4917.34.1.37

Halperin, J. M., Berwid, O. G., O'Neill, S. (2014). Healthy Body, Healthy Mind? The Effectiveness of Physical Activity to Treat ADHD in Children. *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America*, 23(4), 899-936. doi: 10.1016/j.chc.2014.05.005

Halperin, J. M., Healey, D. M. (2011). The influences of environmental enrichment, cognitive enhancement, and physical exercise on brain development: can we alter the developmental trajectory of ADHD? *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 35(3), 621-634. doi: 10.1016/j.neubiorev.2010.07.006

Hanakawa, T., Goldfine, A. M., Hallett, M. (2017). A common function of basal ganglia-cortical circuits subserving speed in both motor and cognitive domains. *eNeuro*, 4(6), ENEURO.0200-17.2017. doi: 10.1523/ENEURO.0200-17.2017

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

Harvey, W. J., Reid, G., Bloom, G. A., Staples, K., Grizenko, N., Mbekou, V., Ter-Stepanian, M., Joobar, R. (2009). Physical Activity Experiences of Boys With and Without ADHD. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 26(2), 131-150. doi: 10.1123/apaq.26.2.131

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

Hellwig-Brida, S., Daseking, M., Keller, F., Petermann, F., Goldbeck, L. (2011). Effects of methylphenidate on intelligence and attention components in boys with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Child and Adolescent Psychopharmacology*, 21(3), 245–253. doi: 10.1089/cap.2010.0041

Hernandez-Reif, M., Field, T. M., Thimas, E. (2001). Attention Deficit Hyperactivity Disorder: Benefits from Tai Chi. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 5(2), 120-123. doi: 10.1054/jbmt.2000.0219

Hervey, A. S., Epstein, J. N., Curry, J. F. (2004). Neuropsychology of adults with attention-deficit/hyperactivity disorder: a meta-analytic review. *Neuropsychology*, 18(3), 485-503. doi: 10.1037/0894-4105.18.3.485

Hillman, C. H., Erickson, K. I., Kramer, A. F. (2008). Be smart, exercise your heart: Exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(1), 58–65. doi: 10.1038/nrn2298

Hoza, B., Martin, C. P., Pirog, A., Shoulberg, E. K. (2016). Using Physical Activity to Manage ADHD Symptoms: The State of the Evidence. *Current Psychiatry Reports*, 18(12), 113. doi: 10.1007/s11920-016-0749-3

Hoza, B., Smith, A. L., Shoulberg, E. K., Linnea, K. S., Dorsch, T. E., Blazo, J. A., Alerding, C. M., McCabe, G. P. (2015). A randomized trial examining the effects of aerobic physical activity on attention-deficit/hyperactivity disorder symptoms in young children. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 43(4), 655-667. doi: 10.1007/s10802-014-9929-y

Huizinga, M., Dolan, C. V., van der Molen, M. W. (2006). Age-related change in executive function: developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*, 44(11), 2017-2036. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2006.01.010

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

Irwin-Chase, H., Burns, B. (2000). Developmental changes in children's abilities to share and allocate attention in a dual task. *Journal of Experimental Child Psychology*, 77(1), 61-85. doi: 10.1006/jecp.1999.2557

Irwin, L. N., Kofler, M. J., Soto, E. F., Groves, N. B. (2019). Do children with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) have set shifting deficits? *Neuropsychology*, 33(4), 470-481. doi: 10.1037/neu000054

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

Jensen, P. S., Martin, D., Cantwell, D. P. (1997). Comorbidity and ADHD: implications for research, practice, and DSM-V. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 36(8), 1065-1079. doi: 10.1097/00004583-199708000-00014

Jiang, B., Walstab, J., Reid, S. M., Davis, E., Reddihough, D. (2016). Quality of life in young adults with cerebral palsy. *Disability and Health Journal*, 9(4), 673-681. doi: 10.1016/j.dhjo.2016.04.006

Johnson, K. A., Robertson, I. H., Barry, E., Mulligan, A., Dáibhis, A., Daly, M., Watchorn, A., Gill, M., Bellgrove, M. A. (2008). Impaired conflict resolution and alerting in children with ADHD: evidence from the Attention Network Task (ANT). *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 49(12), 1339-1347. doi: 10.1111/j.1469-7610.2008.01936.x

Johnson, R. C., Rosén, L. A. (2000). Sports behavior of ADHD children. *Journal of Attention Disorders* 4(3), 150-160. doi: 10.1177/108705470000400302

Johnson, J. A., Zatorre, R. J. (2006). Neural substrates for dividing and focusing attention between simultaneous auditory and visual events. *Neuroimage*, 31(4), 1673-1681. doi: 10.1016/j.neuroimage.2006.02.026

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

Kamp, C. F., Sperlich, B., Holmberg, H. C. (2014). Exercise reduces the symptoms of attention-deficit hyperactivity disorder and improves social behaviour, motor skills, strength and neuropsychological parameters. *Acta Paediatrica*, 103(7), 709-714. doi: 10.1111/apa.12628

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

Kasper, L. J., Alderson, R. M., Hudec, K. L. (2012). Moderators of working memory deficits in children with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): a meta-analytic review. *Clinical Psychology Review*, 32(7), 605-617. doi: 10.1016/j.cpr.2012.07.001

Katschnig, H. (2006). Quality of life in mental disorders: challenges for research and clinical practice. *World Psychiatry*, 5(3), 139-145.

Katz, D. L., Cushman, D., Reynolds, J., Njike, V., Treu, J. A., Walker, J., Smith, E., Katz, C. (2010). Putting physical activity where it fits in the school day: preliminary results of the ABC (Activity Bursts in the Classroom) for fitness program. *Preventing Chronic Disease*, 7(4), A82.

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

Khemakhem, R., Dridi, Y., Hamza, M., Hamouda, A. B., Khlayfia, Z., Ouerda, H., Halioui, S., Siala, N., Belhadj, A., Maherzi, A. (2020). Living with type 1 diabetes mellitus: How does the condition affect children's and adolescents' quality of life? *Archives de Pédiatrie*, 27(1), 24-28. doi: 10.1016/j.arcped.2019.11.002

Kiluk, B. D., Weden, S., Culotta, V. P. (2009). Sport participation and anxiety in children with ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 12(6), 499-506. doi: 10.1177/1087054708320400

Kim, J., Mutyala, B., Agiovlasitis, S., Fernhall, B. (2011). Health behaviors and obesity among US children with attention deficit hyperactivity disorder by gender and medication use. *Preventive Medicine*, 52(3-4), 218-222. doi: 10.1016/j.ypmed.2011.01.003

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

Klil-Drori, Hechtman, L. (2020). Potential Social and Neurocognitive Benefits of Aerobic Exercise as Adjunct Treatment for Patients with ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 24(5), 795-809. doi: 10.1177/1087054716652617

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

Kofler, M. J., Rapport, M. D., Sarver, D. E., Raiker, J. S., Orban, S. A., Friedman, L. M., Kolomeyer, E. G. (2013). Reaction time variability in ADHD: a meta-analytic review of 319 studies. *Clinical Psychology Review*, 33(6), 795-811. doi: 10.1016/j.cpr.2013.06.001

Konrad, K., Eickhoff, S. B. (2010). Is the ADHD brain wired differently? A review on structural and functional connectivity in attention deficit hyperactivity disorder. *Human Brain Mapping*, 31(6), 904–916. doi: 10.1002/hbm.21058

Koschack, J., Kunert, H. J., Derichs, G., Weniger, G., Irle, E. (2003). Impaired and enhanced attentional function in children with attention deficit/hyperactivity disorder. *Psychological Medicine*, 33(3), 481–489. doi: 10.1017/s0033291702007067

Kratz, O., Studer, P., Baack, J., Malcherek, S., Erbe, K., Moll, G. H., Heinrich, H. (2012). Differential effects of methylphenidate and atomoxetine on attentional processes in children with ADHD: an event-related potential study using the Attention Network Test. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 37(1), 81-89. doi: 10.1016/j.pnpbp.2011.12.008



Lajoie, G., Anderson, V., Anderson, P., Tucker, A. R., Robertson, I. H., Manly, T. (2005). Effects of Methylphenidate on Attention Skills in Children with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder. *Brain Impairment*, 6(1), 21–32. doi: 10.1375/brim.6.1.21.65479

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

Lehto, J. E., Juujärvi, P., Kooistra, L., Pulkkinen, L. (2003). Dimensions of executive functioning: evidence from children. *British Journal of Developmental Psychology*, 21(1), 59–80. doi: 10.1348/026151003321164627

Leidy, N. K., Revicki, D. A., Genesté, B. (1999). Recommendations for evaluating the validity of quality of life claims for labeling and promotion. *Value in Health*, 2(2), 113-127. doi: 10.1046/j.1524-4733.1999.02210.x

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

Linterman, I., Weyandt, L. (2001). Divided Attention Skills in College Students with ADHD: Is it Advantageous to have ADHD? *The ADHD Report*, 9(5), 1-6. doi: 10.1521/adhd.9.5.1.19059

Loose, R., Kaufmann, C., Auer, D. P., Lange, K. W. (2000). Selective attention and divided attention. *Neuroimage*, 11(5), S34. doi: 10.1016/S1053-8119(00)90968-6

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

Lufi, D., Parish-Plass, J. (2011). Sport-based group therapy program for boys with ADHD or with other behavioral disorders. *Child and Family Behavior Therapy*, 33(3), 217-230. doi: 10.1080/07317107.2011.596000

Lunt, L., Bramham, J., Morris, R. G., Bullock, P. R., Selway, R.P., Xenitidis, K., David, A. S. (2012). Prefrontal cortex dysfunction and “jumping to conclusions”: bias or deficit? *Journal of Neuropsychology*, 6(1), 65–78. doi: 10.1111/j.1748-6653.2011.02005.x

Mahon, A. D., Dean, R. S., McIntosh, D. E., Marjerrison, A. D., Cole, A. S., Woodruff, M. E., Lee, M. P. (2013). Acute Exercise Effects on Measures of Attention and Impulsivity in Children with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of Educational and Developmental Psychology*, 3(2), 65-73. doi: 10.5539/jedp.v3n2p65

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.

McIntyre, C., Jacques, T., Palazzo, F., Farnell, K., Tolley, N. (2018). Quality of life in differentiated thyroid cancer. *International Journal of Surgery*, 50, 133-136. doi: 10.1016/j.ijssu.2017.12.014

McKune, A. J., Pautz, J., Lombard, J. (2003). Behavioural response to exercise in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *South African Sports Medicine Association*, 15(3), 17-21. doi: 10.17159/2413-3108/2003/v15i3a223

Mehta, M. A., Owen, A. M., Sahakian, B. J., Mavaddat, N., Pickard, J. D., Robbins, T. W. (2000). Methylphenidate Enhances Working Memory by Modulating Discrete Frontal and Parietal Lobe Regions in the Human Brain. *Journal of Neuroscience*, 20(6), RC65. doi: 10.1523/JNEUROSCI.20-06-j0004.2000

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

Megari, K. (2013). Quality of Life in Chronic Disease Patients. *Health Psychology Research*, 1(3), e27. doi: 10.4081/hpr.2013.e27

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.

Meßler, C. F., Holmberg, H. C., Sperlich, B. (2018). Multimodal Therapy Involving High-Intensity Interval Training Improves the Physical Fitness, Motor Skills, Social Behavior, and Quality of Life of Boys With ADHD: A Randomized Controlled Study. *Journal of Attention Disorders*, 22(8), 806-812. doi: 10.1177/1087054716636936

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

Miyake A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(8), 49-100. doi: 10.1006/cogp.1999.0734

Moriguchi, Y., Hiraki, K., (2009). Neural origin of cognitive shifting in young children. *Proceedings of the National Acadademy of Sciences of the United States of America*, 106(14), 6017–6021. 10.1073/pnas.0809747106

- Moriguchi, Y., Hiraki, K. (2013). Prefrontal cortex and executive function in young children: a review of NIRS studies. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 867. doi: 10.3389/fnhum.2013.00867
- Morton, J. B., Bosma, R., Ansari, D. (2009). Age-related changes in brain activation associated with dimensional shifts of attention: an fMRI study. *Neuroimage*, 46(1), 249-256. doi: 10.1016/j.neuroimage.2009.01.037
- Mullane, J. C., Corkum, P. V., Klein, R. M., McLaughlin, E. N., Lawrence, M. A. (2011). Alerting, orienting, and executive attention in children with ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 15(4), 310-320. doi: 10.1177/1087054710366384
- 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
- Neudecker, C., Mewes, N., Reimers A. K., and Woll, A. (2019). Exercise Interventions in Children and Adolescents With ADHD: A Systematic Review. *Journal of Attention Disorders*, 23(4), 307-324. doi: 10.1177/1087054715584053
- Ng, Q. X., Ho, C. Y. X., Chan, H. W., Yong, B. Z. J., Yeo, W. S. (2017). Managing childhood and adolescent attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) with exercise: A systematic review. *Complementary Therapies in Medicine*, 34, 123-128. doi: 10.1016/j.ctim.2017.08.018
- 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
- Norman, L. J., Carlisi, C., Lukito, S., Hart, H., Mataix-Cols, D., Radua, J., Rubia, K. (2016). Structural and Functional Brain Abnormalities in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder and Obsessive-Compulsive Disorder: A Comparative Meta-analysis. *JAMA Psychiatry*, 73(8), 815-825. doi: 10.1001/jamapsychiatry.2016.0700

Oberlin, B. G., Alford, J. L., Marrocco, R. T. (2005). Normal attention orienting but abnormal stimulus alerting and conflict effect in combined subtype of ADHD. *Behavioural Brain Research*, 165(1), 1–11. doi: 10.1016/j.bbr.2005.06.041

O'Brien, J. W., Dowell, L. R., Mostofsky, S. H., Denckla, M. B., Mahone, E. M. (2010). Neuropsychological profile of executive function in girls with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 25(7), 656-670. doi: 10.1093/arclin/acq050

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, W., Banks, W. A., Fasold, M. B., Bluth, J., Kastin, A. J. (1998). Transport of brain-derived neurotrophic factor across the blood-brain barrier. *Neuropharmacology*, 37(12), 1553-1561. doi: 10.1016/S0028-3908(98)00141-5

Pan, C. Y., Chang, Y. K., Tsai, C. L., Chu, C. H., Cheng, Y. W., Sung, M. C. (2017). Effects of Physical Activity Intervention on Motor Proficiency and Physical Fitness in Children With ADHD: An Exploratory Study. *Journal of Attention Disorders*, 21(9), 783-795. doi: 10.1177/1087054714533192

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

Patel, H., Alkhawam, H., Madanieh, R., Shah, N., Kosmas, C. E., Vittorio, T. J. (2017). Aerobic vs anaerobic exercise training effects on the cardiovascular system. *World Journal of Cardiology*, 9(2), 134-138. doi: 10.4330/wjc.v9.i2.134

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>

Penedo, F. J., Dahn, J. R. (2005). Exercise and well-being: a review of mental and physical health benefits associated with physical activity. *Current Opinion in Psychiatry*, 18(2), 189-193. doi: 10.1097/00001504-200503000-00013

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

Périn, B., Godefroy, O., Fall, S., de Marco, G. (2010). Alertness in young healthy subjects: an fMRI study of brain region interactivity enhanced by a warning signal. *Brain and Cognition*, 72(2), 271-281. doi: 10.1016/j.bandc.2009.09.010

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>

Rahmi, I., Wimbari, S. (2018). Inhibition in ADHD and non-ADHD children ages 6-12 years. *International Journal of Research Studies in Psychology*, 7(1), 73-85. doi: 10.5861/ijrsp.2018.2008

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

Reeves, M. J., Bailey, R. P. (2014). The effects of physical activity on children diagnosed with attention deficit hyperactivity disorder: a review. *Education 3-13*, 44(6), 591-603. doi: 10.1080/03004279.2014.918160

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.

Rochmis, P., Blackburn, H. (1971). Exercise tests. A survey of procedures, safety, and litigation experience in approximately 170,000 tests. *JAMA*, 217(8), 1061-1066.

Ross, P., Randolph, J. (2014). Differences between students with and without ADHD on task vigilance under conditions of distraction. *Journal of Educational Research and Practice*, 4(1), 1-10. doi: 10.5590/JERAP.2014.04.1.01

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



Rubia, K., Alegría, A. A., Brinson, H. (2014). Brain abnormalities in attention/deficit hyperactivity disorder: a review. *Revista de Neurologia*, 58(suppl 1), S3–S16.

Rubia, K. (2018). Cognitive neuroscience of attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) and its clinical translation. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12, 100. doi: 10.3389/fnhum.2018.00100

S, J., Arumugam, N., Parasher, R. K. (2019). Effect of physical exercises on attention, motor skill and physical fitness in children with attention deficit hyperactivity disorder: a systematic review. *Attention Deficit and Hyperactivity Disorders*, 11(2), 125-137. doi: 10.1007/s12402-018-0270-0

Sallay, V., Martos, T., Földvári, M., Szabó, T., Ittész, A. (2014). A Rosenberg Önértékelés Skála (RSES-H): alternatív fordítás, strukturális invariancia és validitás. *Mentálhigiéné 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

Schreiber, J. E., Possin, K. L., Girard, J. M., Rey-Casserly, C. (2014). Executive function in children with attention deficit/hyperactivity disorder: the NIH EXAMINER battery. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 20(1), 41-51. doi: 10.1017/S1355617713001100

Semrud-Clikeman, M., Pliszka, S., Liotti, M. (2008). Executive functioning in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: Combined type with and without a stimulant medication history. *Neuropsychology*, 22(3), 329–340. doi: 10.1037/0894-4105.22.3.329

Sergeant, J. A., Geurts, H., Huijbregts, S., Scheres, A., Oosterlaan, J. (2003). The top and bottom of ADHD: A neuropsychological perspective. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 27(7), 583–592. doi: 10.1016/j.neubiorev.2003.08.004

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

Shim, S. H., Hwangbo, Y., Kwon, Y. J., Jeong, H. Y., Lee, B. H., Lee, H. J., Kim, Y. K. (2008). Increased levels of plasma brain-derived neurotrophic factor (BDNF) in children with attention deficit-hyperactivity disorder (ADHD). *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 32(8), 1824-1828. doi: 10.1016/j.pnpbp.2008.08.005

Shimoni, M., Engel-Yeger, B., Tirosh, E. (2010). Participation in leisure activities among boys with attention deficit hyperactivity disorder. *Research in Developmental Disabilities, 31*(6), 1234-1239. doi: 10.1016/j.ridd.2010.07.022

Sibley, B. A., Etnier, J. L. (2003). The Relationship between Physical Activity and Cognition in Children: A Meta-Analysis. *Pediatric Exercise Science, 15*(3), 243-256. doi: 10.1515/ijsl.2000.143.183

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

Skogan, A. H., Zeiner, P., Egeland, J., Rohrer-Baumgartner, N., Urnes, A. G., Reichborn-Kjennerud, T., Aase, H. (2014). Inhibition and working memory in young preschool children with symptoms of ADHD and/or oppositional-defiant disorder. *Child Neuropsychology, 20*(5), 607-624. doi: 10.1080/09297049.2013.838213

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

Song, M., Lauseng, D., Lee, S., Nordstrom, M., Katch, V. (2016). Enhanced Physical Activity Improves Selected Outcomes in Children With ADHD: Systematic Review. *Western Journal of Nursing Research, 38*(9), 1155-1184. doi: 10.1177/0193945916649954

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

Spalletta, G., Pasini, A., Pau, F., Guido, G., Menghini, L., Caltagirone, C. (2001). Prefrontal blood flow dysregulation in drug naive ADHD children without structural abnormalities. *Journal of Neural Transmission*, 108(10), 1203-1216. doi: 10.1007/s007020170010

Sturm, W., Willmes, K. (2001). On the functional neuroanatomy of intrinsic and phasic alertness. *Neuroimage*, 14(1), S76-S84. doi: 10.1006/nimg.2001.0839

Suarez-Manzano, S., Ruiz-Ariza, A., De La Torre-Cruz, M., Martínez-López, E. J. (2018). Acute and chronic effect of physical activity on cognition and behaviour in young people with ADHD: A systematic review of intervention studies. *Research in Developmental Disabilities*, 77, 12-23. doi: 10.1016/j.ridd.2018.03.015

Swain, D. P., Leutholtz, B. C. (2007). *Exercise Prescription: A Case Study Approach to the ACSM Guidelines* (2nd ed.). Human Kinetics.

Tabachnick, B. G., Fidell, L. S. (1996). *Using multivariate statistics* (3rd ed.). New York: Harper Collins College Publishers.

Tamm, L., Narad, M.E., Antonini, T. N., O'Brien, K. M., Hawk Jr., L. W., Epstein, J. N. (2012). Reaction time variability in ADHD: A Review. *Neurotherapeutics*, 9, 500–508. doi: 10.1007/s13311-012-0138-5

Tandon, P. S., Sasser, T., Gonzalez, E. S., Whitlock, K. B., Christakis, D. A., Stein, M. A. (2019). Physical Activity, Screen Time, and Sleep in Children With ADHD. *Journal of Physical Activity and Health*, 16(6), 416-422. doi: 10.1123/jpah.2018-0215

Taylor, A., Novo, D., Foreman, D. (2019). An Exercise Program Designed for Children with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder for Use in School Physical Education: Feasibility and Utility. *Healthcare (Basel)*, 7(3), E102. doi: 10.3390/healthcare7030102

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

Tomporowski, P. D. (2003). Effects of acute bouts of exercise on cognition. *Acta Psychologica*, 112(3), 297-324. doi: 10.1016/S0001-6918(02)00134-8

Tomporowski, P. D., Davis, C. L., Miller, P. H., Naglieri, J. A. (2008). Exercise in Children's Intelligence, Cognition, and Academic Achievement. *Educational Psychology Review*, 20(2), 111–131. doi: 10.1007/s10648-007-9057-0

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

Torabi, F., Farahani, A., Safakish, S., Ramezankhani, A., Dehghan, F. (2018). Evaluation of motor proficiency and adiponectin in adolescent students with attention deficit hyperactivity disorder after high-intensity intermittent training. *Psychiatry Research*, 261, 40-44. doi: 10.1016/j.psychres.2017.12.053

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

Tsubomi, H., Watanabe, K. (2017). Development of visual working memory and distractor resistance in relation to academic performance. *Journal of Experimental Child Psychology*, 154, 98-112. doi: 10.1016/j.jecp.2016.10.005

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.

Valera, E. M., Faraone, S. V., Murray, K. E., Seidman, L. J. (2007). Meta-analysis of Structural Imaging Findings in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Biological Psychiatry*, 61(12), 1361–1369. doi: 10.1016/j.biopsych.2006.06.011

Vancampfort, D., Firth, J., Schuch, F. B., Rosenbaum, S., Probst, M., Ward, P. B., Van Damme, T., De Hert, M., Stubbs, B. (2016). Dropout from physical activity interventions in children and adolescents with attention deficit hyperactivity disorder: A systematic review and meta-analysis. *Mental Health and Physical Activity*, 11, 46-52. doi: 10.1016/j.mhpa.2016.09.002

van der Sluis, S., de Jong, P. F., van der Leij, A. (2007). Executive functioning in children, and its relations with reasoning, reading, and arithmetic. *Intelligence*, 35(5), 427–449. doi: 10.1016/j.intell.2006.09.001

van Es, J., den Exter, P. L., Kaptein, A. A., Andela, C. D., Erkens, P. M., Klok, F. A., Douma, R. A., Mos, I. C., Cohn, D. M., Kamphuisen, P. W., Huisman, M. V., Middeldorp, S. (2013). Quality of life after pulmonary embolism as assessed with SF-36 and PEmb-QoL. *Thrombosis Research*, 132(5), 500-505. doi: 10.1016/j.thromres.2013.06.016

van Mourik, R., Oosterlaan, J., Heslenfeld, D. J., Konig, C. E., Sergeant, J. A. (2007). When distractor is not distracting: a behavioral and ERP study on distraction in ADHD. *Clinical Neurophysiology*, 118(8), 1855-1865. doi: 10.1016/j.clinph.2007.05.007

van Zomeren, A. H., Brouwer, W. H. (1994). *Clinical Neuropsychology of Attention*. New York: Oxford University Press.

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

Villa-González, R., Villalba-Heredia, L., Crespo, I., Del Valle, M., Olmedillas, H. (2020). A systematic review of acute exercise as a coadjuvant treatment of ADHD in young people. *Psicothema*, 32(1), 67-74. doi: 10.7334/psicothema2019.211

Volz-Sidiropoulou, E., Boecker, M., Gauggel, S. (2016). The Positive Illusory Bias in Children and Adolescents With ADHD: Further Evidence. *Journal of Attentional Disorders*, 20(2), 178-186. doi: 10.1177/1087054713489849

Vysniauske, R., Verburgh, L., Oosterlaan, J., Molendijk, M. L. (2020). The Effects of Physical Exercise on Functional Outcomes in the Treatment of ADHD: A Meta-Analysis. *Journal of Attention Disorders*, 24(5), 644-654. doi: 10.1177/1087054715627489

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

Wasserman, K. (1986). The anaerobic threshold: definition, physiological significance and identification. *Advances in Cardiology*, 35, 1-23

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

Wigal, S. B., Nemet, D., Swanson, J. M., Regino, R., Trampush, J., Ziegler, M. G., Cooper, D. M. (2003). Catecholamine response to exercise in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Pediatric Research*, 53(5), 756-761. doi: 10.1203/01.PDR.0000061750.71168.23

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

Wodka, E. L., Mahone, E. M., Blankner, J. G., Larson, J. C., Fotedar, S., Denckla, M. B., Mostofsky, S. H. (2007). Evidence that response inhibition is a primary deficit in ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 29(4), 345–356. doi: 10.1080/13803390600678046

Wong, N., Sarver, D. E., Beidel, D. C. (2012). Quality of life impairments among adults with social phobia: the impact of subtype. *Journal of Anxiety Disorders*, 26(1), 50-57. doi: 10.1016/j.janxdis.2011.08.012

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



Ye, C., Xu, Q., Liu, Q., Cong, F., Saariluoma, P., Ristaniemi, T., Astikainen, P. (2018). The impact of visual working memory capacity on the filtering efficiency of emotional face distractors. *Biological Psychology*, 138, 63-72. doi: 10.1016/j.biopsycho.2018.08.009

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

Zang, Y. (2019). Impact of physical exercise on children with attention deficit hyperactivity disorders: Evidence through a meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*, 98(46), e:17980. doi: 10.1097/MD.00000000000017980

Ziereis, S., Jansen, P. (2015). Effects of physical activity on executive function and motor performance in children with ADHD. *Research in Developmental Disabilities*, 38, 189-191. doi: 10.1016/j.ridd.2014.12.005

Zimmermann, P., Fimm, B. (1995). *Test for Attentional Performance (TAP)*. Vera Fimm / PSYTEST: Würselen.

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](http://www.psytest.net)

Zivkovic, D., Zivanovic, N., Zivkovic, M., Milojkovic, O., Djordjevic, M. (2012). Physical activity in ADHD children treatment. *HealthMED*, 6(11), 3822-3825.

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

## Mellékletek



18. ábra: Éberség szubteszt célingere



19. ábra: Elterelhetőség szubteszt – hibázás elterelő ingerrel



20. ábra: Elterelhetőség szubteszt – hibázás elterelő inger nélkül



21. ábra: Megosztott figyelem szubteszt (vizuális) célingere





22. ábra: Flexibilitás szubteszt illusztrációja



23. ábra: Go/no-go szubteszt célingere

12. táblázat: E2 leíró statisztikái

	<b>Nem gyógyszeres csoport</b>	<b>Gyógyszeres csoport</b>	<b>Kontroll csoport</b>
<b>Éberség – Reakcióidő mediánja</b>			
Átlag	355,89	315,80	331,47
Medián	342	306	326
Szórás	82,01	57,36	62,29
Minimum	244,50	194	240
Maximum	602,50	521	491,50
<b>Éberség – Reakcióidő variabilitása</b>			
Átlag	125,02	62,76	62,90
Medián	86,71	57,54	60,84
Szórás	133,94	29,23	24,90
Minimum	32,47	25,85	27,72
Maximum	633,06	156,11	165,63
<b>Elterelhetőség – Összes kihagyás</b>			
Átlag	3,46	2,40	1,38
Medián	2	1	0,50
Szórás	3,47	3,96	2,07
Minimum	0	0	0
Maximum	17	18	10
<b>Elterelhetőség – Kihagyások elterelő ingerrel</b>			
Átlag	2,02	1,38	0,90
Medián	1	1	0
Szórás	2,13	2,28	1,50
Minimum	0	0	0
Maximum	9	10	8
<b>Elterelhetőség – Kihagyások elterelő inger nélkül</b>			
Átlag	1,44	1,02	0,48
Medián	1	0	0
Szórás	1,96	1,89	1,01
Minimum	0	0	0
Maximum	11	8	5

12. táblázat folyt.: E2 leíró statisztikái

	<b>Nem gyógyszeres csoport</b>	<b>Gyógyszeres csoport</b>	<b>Kontroll csoport</b>
<b>Elterelhetőség – Összes hiba</b>			
Átlag	18,54	13,84	11,88
Medián	19	11,50	10,50
Szórás	9,45	8,58	7,24
Minimum	1	1	1
Maximum	39	31	29
<b>Elterelhetőség – Hibák elterelő ingerrel</b>			
Átlag	9,24	6,44	5,84
Medián	9	6	5,50
Szórás	4,61	4,17	3,51
Minimum	1	0	0
Maximum	18	16	12
<b>Elterelhetőség – Hibák elterelő inger nélkül</b>			
Átlag	9,30	7,40	6,04
Medián	9	6	5
Szórás	5,30	4,97	4,34
Minimum	0	0	0
Maximum	21	18	17
<b>Megosztott figyelem – Összes kihagyás</b>			
Átlag	6,24	2,46	1,80
Medián	6	1	1
Szórás	4,53	3,49	2,07
Minimum	0	0	0
Maximum	17	21	10
<b>Megosztott figyelem – Összes hiba</b>			
Átlag	22	9,66	6,64
Medián	14	7	5,50
Szórás	22,67	11,97	5,46
Minimum	0	0	0
Maximum	118	68	20

12. táblázat folyt.: E2 leíró statisztikái

	<b>Nem gyógyszeres csoport</b>	<b>Gyógyszeres csoport</b>	<b>Kontroll csoport</b>
<b>Megosztott figyelem – Reakcióidő mediánja</b>			
Átlag	813,66	710,24	762,05
Medián	825	693	750
Szórás	116,44	119,23	104,14
Minimum	492,50	493,50	599
Maximum	1121	959,50	1117
<b>Flexibilitás – Összes hiba</b>			
Átlag	5,92	3,42	3,34
Medián	6	3	3
Szórás	3,28	3	2,59
Minimum	0	0	0
Maximum	14	12	12
<b>Flexibilitás – Reakcióidő mediánja</b>			
Átlag	1069,88	999,96	930,64
Medián	1012	911,50	889
Szórás	246,71	413,49	251,04
Minimum	645	456	528
Maximum	1929,50	2804,50	1643
<b>Go/no-go – Összes hiba</b>			
Átlag	4,28	2,12	2,04
Medián	3	1	1
Szórás	3,72	2,25	2,08
Minimum	0	0	0
Maximum	19	9	7



12. táblázat folyt.: E2 leíró statisztikái

	<b>Nem gyógyszeres csoport</b>	<b>Gyógyszeres csoport</b>	<b>Kontroll csoport</b>
<b>Go/no-go – Reakcióidő mediánja</b>			
Átlag	507,63	474,20	513,14
Medián	490,50	465,75	515,25
Szórás	91,65	73,31	69,38
Minimum	349,50	351	398
Maximum	734	668	690,50

13. táblázat: E3 leíró statisztikája

Fizikai aktivitás intervenciója						Kontroll intervenció					
Nem gyógyszeres csoport		Gyógyszeres csoport		Kontroll csoport		Nem gyógyszeres csoport		Gyógyszeres csoport		Kontroll csoport	
Pre M SD	Poszt M SD	Pre M SD	Poszt M SD	Pre M SD	Poszt M SD	Pre M SD	Poszt M SD	Pre M SD	Poszt M SD	Pre M SD	Poszt M SD
<b>Éberség – Reakcióidő mediánja</b>											
344 66	396 99	317 50	342 63	318 62	345 68	338 53	400 80	306 50	370 88	340 57	376 82
<b>Éberség – Reakcióidő variabilitása</b>											
93,55 53,07	153,33 92,47	60,65 28,38	77,23 29,50	56,41 18,13	73,71 43,33	92,43 52,42	139,73 65,69	61,07 24,34	110,79 85,23	69,39 29,15	105,68 75,46
<b>Elterelhetőség – Összes kihagyás</b>											
2,91 2,98	2,91 3,98	1,76 2,65	1,44 1,64	0,92 1,50	0,80 1,12	3,16 2,56	3,68 3,44	1,78 2,39	1,96 2,71	1,84 2,46	1,52 2,85
<b>Elterelhetőség – Kihagyások elterelő ingerrel</b>											
1,32 1,49	1,32 2,03	1,08 1,53	0,80 1	0,60 1	0,48 0,77	1,96 1,65	2,32 2,21	0,96 1,40	1,09 1,76	0,92 1,21	1,08 2,38
<b>Elterelhetőség – Kihagyások elterelő inger nélkül</b>											
1,30 1,36	1,17 1,56	0,68 1,35	0,64 1,04	0,32 0,90	0,32 0,63	1,20 1,50	1,36 1,58	0,83 1,40	0,87 1,55	0,64 1,11	0,44 0,65
<b>Elterelhetőség – Összes hiba</b>											
16,68 9,24	12,52 8,72	13,44 8,93	9,88 5,74	11,52 7,21	7,52 6,35	20,40 9,47	19,08 9,35	14,24 8,39	9,96 6,11	12,24 7,41	8,64 5,93

13. táblázat folyt.: E3 leíró statisztikája

Fizikai aktivitás intervenciója						Kontroll intervenció					
<i>Nem gyógyszeres csoport</i>		<i>Gyógyszeres csoport</i>		<i>Kontroll csoport</i>		<i>Nem gyógyszeres csoport</i>		<i>Gyógyszeres csoport</i>		<i>Kontroll csoport</i>	
Pre M SD	Poszt M SD	Pre M SD	Poszt M SD	Pre M SD	Poszt M SD	Pre M SD	Poszt M SD	Pre M SD	Poszt M SD	Pre M SD	Poszt M SD
<b>Elterelhetőség – Hibák elterelő ingerrel</b>											
8,52 4,41	5,48 4,28	6,36 4,53	5,36 3,45	5,72 3,55	3,72 3,30	9,96 4,78	9,24 4,02	6,52 3,87	5 3,14	5,96 3,53	3,72 2,78
<b>Elterelhetőség – Hibák elterelő inger nélkül</b>											
8,16 5,22	7,04 4,79	7,08 4,85	4,52 2,63	5,80 4,16	3,80 3,25	10,44 5,24	9,84 5,71	7,72 5,16	4,96 3,49	6,28 4,58	4,92 3,65
<b>Megosztott figyelem – Reakcióidő mediánja</b>											
805,50 107,09	769 105,94	711,80 107,84	671,40 80,17	733,20 92,66	698,80 84,81	821,80 126,78	800,70 101,09	708,70 131,87	698,40 145,94	790,90 108,72	728,30 108,42
<b>Megosztott figyelem – Összes kihagyás</b>											
5,46 3,54	4,33 3,70	1,88 2,28	2,12 1,94	1,40 1,76	1,36 1,75	5,83 4,42	7,57 5,61	2,29 2,27	2,96 3,17	2,20 2,31	3,24 3,63
<b>Megosztott figyelem – Összes hiba</b>											
15,59 14,65	10,77 9,17	8,96 10,26	5,32 5,48	6,20 6,04	5,12 4,05	18,05 12,70	12 9,40	10,36 13,64	9,96 12,28	7,08 4,89	5,96 5,65
<b>Flexibilitás – Reakcióidő mediánja</b>											
1125,80 274,60	959,10 235,60	945,50 327	851,50 307,90	855,40 188,60	715,30 172,30	1014 205,90	903,90 234	981,50 327,90	887,10 308,60	1005,90 285,10	879,70 230,80

13. táblázat folyt.: E3 leíró statisztikája

Fizikai aktivitás intervenciója						Kontroll intervenció					
<i>Nem gyógyszeres csoport</i>		<i>Gyógyszeres csoport</i>		<i>Kontroll csoport</i>		<i>Nem gyógyszeres csoport</i>		<i>Gyógyszeres csoport</i>		<i>Kontroll csoport</i>	
Pre M SD	Poszt M SD	Pre M SD	Poszt M SD	Pre M SD	Poszt M SD	Pre M SD	Poszt M SD	Pre M SD	Poszt M SD	Pre M SD	Poszt M SD
<b>Flexibilitás – Összes hiba</b>											
5,52 2,83	3,68 3,36	3,64 3,44	1,40 2,47	2,80 2,12	1,76 1,39	5,87 3,47	3,39 3	3,20 2,53	1,72 1,88	3,88 2,93	1,88 1,90
<b>Go/no-go – Reakcióidő mediánja</b>											
504,40 96,43	519,80 73,56	473,20 68,90	478 54,09	509,50 73,73	494,50 85,90	510,80 88,48	539,10 98,79	475,20 78,88	513,70 105,2	516,80 66,05	523,20 71,37
<b>Go/no-go – Összes hiba</b>											
3,56 2,84	3,28 2,51	1,40 1,47	1,48 1,96	1,56 1,69	1,84 2,06	4,52 3,36	3,91 3	2,84 2,66	1,96 1,99	2,52 2,35	1,68 1,49

14. táblázat: Konfidencia intervallumok és post hoc tesztek E3-ban

Csoport Intervenció	<i>Nem gyógyszeres csoport</i>		<i>Gyógyszeres csoport</i>		<i>Kontroll csoport</i>	
	Fizikai aktivitás	Kontroll	Fizikai aktivitás	Kontroll	Fizikai aktivitás	Kontroll
<b>Éberség – Reakcióidő mediánja</b>						
Alsó CI	-0,0053	-0,0063	-0,0039	-0,0067	-0,0041	-0,0043
Felső CI	-0,002	-0,0028	-0,0005	-0,0033	-0,0008	-0,0009
Becslés:	0,00		0,00		0,00	
Standard hiba:	0,00		0,00		0,00	
t-érték:	$t(139)=0,73$		$t(139)=2,37$		$t(139)=0,15$	
p-érték:	$p>0,05$		$p<0,05$		$p>0,05$	
<b>Éberség – Reakcióidő variabilitása</b>						
Alsó CI	-0,0441	-0,0395	-0,0328	-0,0445	-0,026	-0,0309
Felső CI	-0,0195	-0,0127	-0,0082	-0,0194	-0,0014	-0,0063
Becslés:	-0,01		0,01		0,01	
Standard hiba:	0,01		0,01		0,01	
t-érték:	$t(139)=-0,62$		$t(139)=1,29$		$t(139)=0,55$	
p-érték:	$p>0,05$		$p>0,05$		$p>0,05$	
<b>Elterelhetőség – Összes kihagyás</b>						
Alsó CI	-0,3387	-0,4531	-0,2398	-0,5162	-0,4595	-0,2386
Felső CI	0,3386	0,1482	0,6411	0,3301	0,7389	0,6207
Becslés:	0,15		0,29		-0,05	
Standard hiba:	0,23		0,31		0,38	
z-érték:	$z=0,66$		$z=0,94$		$z=-0,14$	
p-érték:	$p>0,05$		$p>0,05$		$p>0,05$	
<b>Elterelhetőség – Kihagyások elterelő ingerrel</b>						
Alsó CI	-0,5145	-0,5489	-0,2782	-0,7007	-0,5367	-0,7347
Felső CI	0,5149	0,2117	0,8782	0,4451	0,9814	0,4008
Becslés:	0,17		0,43		0,39	
Standard hiba:	0,33		0,42		0,48	
z-érték:	$z=0,52$		$z=1,03$		$z=0,81$	
p-érték:	$p>0,05$		$p>0,05$		$p>0,05$	

14. táblázat folyt.: Konfidencia intervallumok és post hoc tesztek E3-ban

Csoport	<i>Nem gyógyszeres csoport</i>		<i>Gyógyszeres csoport</i>		<i>Kontroll csoport</i>	
	Fizikai aktivitás	Kontroll	Fizikai aktivitás	Kontroll	Fizikai aktivitás	Kontroll
<b>Elterelhetőség – Kihagyások elterelő inger nélkül</b>						
Alsó CI	-0,4147	-0,6167	-0,623	-0,6779	-0,9775	-0,3933
Felső CI	0,6251	0,3653	0,7424	0,5779	0,9824	1,1421
Becslés:	0,23		0,11		-0,37	
Standard hiba:	0,37		0,47		0,64	
z-érték:	z=0,63		z=0,23		z=-0,59	
p-érték:	p>0,05		p>0,05		p>0,05	
<b>Elterelhetőség – Összes hiba</b>						
Alsó CI	0,1414	-0,0573	0,1447	0,1968	0,2445	0,1756
Felső CI	0,4326	0,191	0,4707	0,5182	0,6087	0,5209
Becslés:	0,22		-0,05		0,08	
Standard hiba:	0,10		0,12		0,13	
z-érték:	z=2,24		z=-0,43		z=0,61	
p-érték:	<b>p&lt;0,05</b>		p>0,05		p>0,05	
<b>Elterelhetőség – Hibák elterelő ingerrel</b>						
Alsó CI	0,2257	-0,1236	-0,0341	0,0149	0,1017	0,1806
Felső CI	0,6569	0,2388	0,4578	0,5079	0,6578	0,7208
Becslés:	0,38		-0,05		-0,07	
Standard hiba:	0,14		0,18		0,20	
t-érték:	t(286)=2,68		t(286)=-0,28		t(286)=-0,36	
p-érték:	<b>p&lt;0,01</b>		p>0,05		p>0,05	
<b>Elterelhetőség – Hibák elterelő inger nélkül</b>						
Alsó CI	-0,0519	-0,1136	0,2161	0,2192	0,1678	0,0114
Felső CI	0,3471	0,2316	0,6821	0,665	0,6779	0,4774
Becslés:	0,09		0,01		0,18	
Standard hiba:	0,14		0,17		0,18	
z-érték:	z=0,66		z=0,04		z=1,01	
p-érték:	p>0,05		p>0,05		p>0,05	

14. táblázat folyt.: Konfidencia intervallumok és post hoc tesztek E3-ban

Csoport	<i>Nem gyógyszeres csoport</i>		<i>Gyógyszeres csoport</i>		<i>Kontroll csoport</i>	
	Fizikai aktivitás	Kontroll	Fizikai aktivitás	Kontroll	Fizikai aktivitás	Kontroll
<b>Megosztott figyelem – Reakcióidő mediánja</b>						
Alsó CI	0,0111	-0,03	0,0223	-0,0399	0,0104	0,072
Felső CI	0,1502	0,1091	0,1614	0,0993	0,1495	0,2111
Becslés:	0,04		0,06		-0,06	
Standard hiba:	0,05		0,05		0,05	
t-érték:	$t(144)=0,83$		$t(144)=1,25$		$t(144)=-1,24$	
p-érték:	$p>0,05$		$p>0,05$		$p>0,05$	
<b>Megosztott figyelem – Összes kihagyás</b>						
Alsó CI	-0,0269	-0,4866	-0,5122	-0,6076	-0,444	-0,7295
Felső CI	0,4879	-0,036	0,2732	0,0964	0,5001	-0,0446
Becslés:	0,49		0,14		0,42	
Standard hiba:	0,18		0,27		0,30	
z-érték:	$z=2,82$		$z=0,51$		$z=1,40$	
p-érték:	$p<0,01$		$p>0,05$		$p>0,05$	
<b>Megosztott figyelem – Összes hiba</b>						
Alsó CI	0,2054	0,2534	0,3095	-0,1329	-0,0391	-0,0426
Felső CI	0,5339	0,5625	0,7331	0,2117	0,4219	0,387
Becslés:	-0,04		0,48		0,02	
Standard hiba:	0,12		0,14		0,16	
z-érték:	$z=-0,33$		$z=3,46$		$z=0,12$	
p-érték:	$p>0,05$		$p<0,001$		$p>0,05$	
<b>Flexibilitás – Reakcióidő mediánja</b>						
Alsó CI	0,0027	0,0017	0,0013	0,0011	0,0034	0,0017
Felső CI	0,0069	0,0059	0,0054	0,0054	0,0075	0,0059
Becslés:	0,00		0,00		0,00	
Standard hiba:	0,00		0,00		0,00	
t-érték:	$t(143)=0,65$		$t(143)=0,07$		$t(143)=1,09$	
p-érték:	$p>0,05$		$p>0,05$		$p>0,05$	

14. táblázat folyt.: Konfidencia intervallumok és post hoc tesztek E3-ban

Csoport	<i>Nem gyógyszeres csoport</i>		<i>Gyógyszeres csoport</i>		<i>Kontroll csoport</i>	
	Fizikai aktivitás	Kontroll	Fizikai aktivitás	Kontroll	Fizikai aktivitás	Kontroll
<b>Flexibilitás – Összes hiba</b>						
Alsó CI	0,1417	0,269	0,5658	0,2492	0,0858	0,375
Felső CI	0,6728	0,8301	1,3484	0,9931	0,8423	1,0744
Becslés:	-0,14		0,34		-0,26	
Standard hiba:	0,20		0,28		0,26	
z-érték:	z=-0,72		z=1,22		z=-0,99	
p-érték:	p>0,05		p>0,05		p>0,05	
<b>Go/no-go – Reakcióidő mediánja</b>						
Alsó CI	-0,0101	-0,0119	-0,0074	-0,0143	-0,0017	-0,0071
Felső CI	0,0015	-0,0003	0,0042	-0,0027	0,0099	0,0045
Becslés:	0,00		0,01		0,01	
Standard hiba:	0,00		0,00		0,00	
t-érték:	t(144)=0,43		t(144)=1,67		t(144)=1,31	
p-érték:	p>0,05		p>0,05		p>0,05	
<b>Go/no-go – Összes hiba</b>						
Alsó CI	-0,2175	-0,1376	-0,5215	0,0073	-0,5911	0,0194
Felső CI	0,3813	0,4269	0,4102	0,7345	0,2611	0,7918
Becslés:	-0,06		-0,43		-0,57	
Standard hiba:	0,21		0,30		0,30	
z-érték:	z=-0,30		z=-1,41		z=-1,94	
p-érték:	p>0,05		p>0,05		p>0,05 (marginális)	