

Pásztor-Horváth Dóra¹ – Szakály Zsolt² – Bognár József³¹ Eszterházy Károly Katolikus Egyetem Sporttudományi Intézet

Eszterházy Károly Katolikus Egyetem Neveléstudományi Doktori Iskola

Eszterházy Károly Katolikus Egyetem Sport- és Egészségtudományi Kutatócsoport

² Széchenyi István Egyetem Apáczai Csere János Pedagógiai, Humán- és Társadalomtudományi Kar³ Eszterházy Károly Katolikus Egyetem Sporttudományi Intézet

Eszterházy Károly Katolikus Egyetem Sport- és Egészségtudományi Kutatócsoport

Koordinációt fejlesztő tantermi gyakorlatok hatása 9–10 éves tanulók kognitív képességeire és matematikai teljesítményére

Az alsó tagozatos gyermekek optimális fejlődésének biztosítása alapvető pedagógiai cél, amit a hosszan tartó ülőtevékenység gátolhat. Aktív módszerekkel és óraközi mozgással támogatható az idegrendszer, a kognitív és tanulási képességek fejlődése.

Vizsgálatunk azt elemezte, hogy a rövid, tantermi játékos koordinációs gyakorlatok miként hatnak a tanulók kognitív képességeire és matematikai teljesítményére.

Bevezetés

A kognitív képességek alapját és fejleszthetőségét az idegrendszer felépítése, szerkezete és annak működési színvonala határozza meg (Silbereis és mtsai, 2016). A fizikai aktivitás azon túl, hogy strukturális változásokat eredményez a szinapsziszokban, neurogenesisekben, a hippocampális, frontális régióban és az idegsejtek szerkezetében (Colcombe és mtsai, 2006; Erickson és mtsai, 2011), nagymértékben javítja a kogníciót (Weinberg és Gould, 2015). Bizonyított, hogy egyszeri, rövid idejű testmozgás is befolyásolhatja a neuroplaszticitás növekedését, amely kimutatható hatással van a memóriára (McDonell és mtsai, 2013), illetve ezzel összefüggésben a tanulási képességekre is. Empirikus kutatáson alapuló tanulmányok igazolták, hogy a fizikailag aktív tanulók kognitív képességei jobbak (Doherty, 2019; Rahman és mtsai, 2023).

Piaget (1952) kognitívfejlődés-elmélete alapján a kisgyermekkorra jellemző a mentális műveletek végzése, a decentralálás, a konzerváció, a megfordíthatóság, az osztályozás, soralkotás képessége, és egyre inkább fokozódik a munkamemória szerepe is. Ebben a fejlődési szakaszban meghatározó tényező a rendszeres fizikai aktivitás, hiszen számos olyan idegrendszeri folyamatot eredményez, amelyek a gyermekek optimális fejlődésében elengedhetetlenek (Lubans és mtsai, 2016). A kisgyermekkor az egyik legszenzibilisebb időszak a mozgástanulás tekintetében (Preedy és mtsai, 2018), azonban az alsó tagozatos tanulók nagyrészt ülő tevékenységgel töltik az idejüket az iskolában (Németh, 2014; Tremblay és mtsai, 2016).

Tantermi fizikai aktivitás

A klasszikus tantermi órákon alkalmazott aktív oktatási módszerek nemcsak a passzivitást és monotonitást törhetik meg, de segíthetik a reagálási képesség, az emlékezet és a figyelem hosszabb idejű fenntartását is (Mullender-Wijnsma és mtsai, 2015). Bizonyított, hogy 10 perces koordinációs képességet fejlesztő mozgásprogram hatékonyan támogatja az iskolás gyerekek koncentrációjának és figyelmének javulását (Budde és mtsai, 2008; Chang és mtsai, 2021).

Az alkalmazott mozgásos tevékenységek közül érdemes kiemelni a koordinációs képesség fejlesztésére irányuló mozgásokat, mivel azok fontos szerepet kapnak a kognitív képességek (Hötting és mtsai, 2012), valamint a végrehajtott funkciók fejlesztésében (Yu-Kai és mtsai, 2013). Empirikus kutatásokon alapuló tanulmányok egyértelműen javasolják a koordinációs gyakorlatok tantermi alkalmazását, mivel ezek olyan összetett mozgásminták kialakítását segítik elő, amelyek jelentős mértékben igénybe veszik a figyelmet, a memóriát (Guillamón és mtsai, 2020), valamint a téri-vizuális feldolgozó és észlelési képességeket (Guo és mtsai, 2016), ezáltal nagymértékben hozzájárulva a kognitív funkciók fejlődéséhez.

Igazolt, hogy a fizikai aktivitással kiegészített matematikaórák javítják a tantárgy elsajátításához szükséges kognitív kompetenciákat, így többek között a numerikus feldolgozást, az aritmetikai tanulást és a munkamemóriát (Mavilidi és Vazou, 2021). A fizikai aktivitás hatása a gondolkodási képességekre tehát vitathatatlan, azonban kifejezetten kevés tanulmány található a matematika tanórákon végzett mozgásos intervenciók hatásairól.

Célmeghatározás, hipotézis

A matematika alaptantárgy, a matematikai készségek szerepe a társadalom számos területén megkérdőjelezhetetlen (Beck és mtsai, 2016). Ennek ellenére a tanulók érdeklődése a tantárgy iránt folyamatosan csökken, teljesítményük romlik (Kennedy és mtsai, 2014; Tuohilampi és mtsai, 2014; Stokke 2015). Riley és munkatársai (2015) szerint e negatív változás szoros összefüggést mutat a habituális fizikai aktivitási szint csökkenésével is.

E megállapítások tükrében kiemelten fontos figyelmet fordítani arra, hogy a fizikai aktivitás elősegíti a kognitív képességek fejlődését, ezáltal hozzájárulva az általános iskolás tanulók komplex fejlesztéséhez és sikeres iskolai előmeneteléhez. Mindezek alapján a kutatás célja megvizsgálni, hogy egy 8 héten át tartó, koordinációs gyakorlatokkal kiegészített aktív tanulási módszernek milyen hatása van a matematikai teljesítményre és a kognitív képességekre a 3. és 4. évfolyamos általános iskolai tanulók körében.

Az alkalmazott mozgásos tevékenységek közül érdemes kiemelni a koordinációs képesség fejlesztésére irányuló mozgásokat, mivel azok fontos szerepet kapnak a kognitív képességek, valamint a végrehajtott funkciók fejlesztésében. Empirikus kutatásokon alapuló tanulmányok egyértelműen javasolják a koordinációs gyakorlatok tantermi alkalmazását, mivel ezek olyan összetett mozgásminták kialakítását segítik elő, amelyek jelentős mértékben igénybe veszik a figyelmet, a memóriát, valamint a téri-vizuális feldolgozó és észlelési képességeket, ezáltal nagymértékben hozzájárulva a kognitív funkciók fejlődéséhez.

Feltételezzük, hogy az iskolai tanórákba integrált, 8 héten át tartó koordinációsképeség-fejlesztő gyakorlatokkal kiegészített fizikai aktivitás szignifikáns mértékű javulást eredményez a kísérleti csoportok matematikai teljesítményében és kognitív képességeiben.

Anyag és módszer

Mintaválasztás

A mintát egy Pest vármegyei település állami fenntartású általános iskolájának 3–4. évfolyamos tanulói alkották (N = 90 fő) (1. táblázat). Az 5 osztályból három osztályban a tanítók (n = 54 fő) szisztematikus koordinációsképeség-fejlesztést végeztek a matematikaórákon, míg kettő osztály a kontrollcsoportot alkotta (n = 36 fő).

A vizsgálat során az iskola vezetőségének támogatása mellett a tanulók szülei aláírták a beleegyező nyilatkozatot. A kutatásetikai engedély száma RK/90/2025.

1. táblázat. A minta jellemzése

Csoport	n	Fiú	Lány	Életkor átlag ± szórás	Min–max
Kísérleti csoport 1 (KIS1) Léggömbbel dolgozó 4. évfolyam	17	9	8	11,0 ± 0,70	10,00–12,00
Kísérleti csoport 2 (KIS2) Gumilabdával dolgozó 4. évfolyam	13	4	9	10,76 ± 0,59	10,00–13,00
Kísérleti csoport 3 (KIS3) Gumilabdával dolgozó 3. évfolyam	24	11	13	9,88 ± 0,54	9,00–11,00
Kontrollcsoport 1 (KO1) 4. évfolyam	15	7	8	10,53 ± 0,51	10,00–11,00
Kontrollcsoport (KO2) 3. évfolyam	21	11	10	9,81 ± 0,51	9,00–11,00
Összesen	90	42	48	10,77 ± 0,63	10,00–13,00

Rövidítések magyarázata: lásd a fenti táblázat bal első oszlopában

Intervenció

A kutatási program egy 8 hetes pedagógiai intervenció keretében valósult meg. A kísérleti csoport tagjai a tanórai koordinációsképeség-fejlesztést a tanító irányításával minden matematikaóra (n = 24) középső részében a tanteremben végezték 8–10 percen keresztül. A kontrollcsoport hagyományos tanóra keretében tanulta a matematikát, ők nem vettek részt tanórai mozgásos tevékenységben.

A matematika oktatása az adott évfolyamokon ugyanazon tankönyvek, munkafüzetek, valamint házi és órai feladatok felhasználásával történt.

Az alkalmazott koordinációs eszközök és feladatok

A 4. évfolyamos KIS1 az intervenció során különböző méretű léggömböket használt fő eszközként, míg a KIS2, valamint a 3. évfolyamos KIS3 különböző méretű gumilabdákat alkalmazott. A gyakorlatokat először egyénileg, majd párosan végezték el a tanulók,

céljuk szerint fejlesztve a ritmus- és ütemérzéket, az ügyességet, valamint a reakcióképességet. A gyakorlatok természetüknél fogva a testmozgás közbeni figyelem, koncentráció, utánzóképeség és együttműködés fejlesztését is magukban foglalták (2. táblázat).

2. táblázat. A 8-hetes intervenció feladatrendszere

Idő	Fejlesztő feladat	Kísérleti csoport 1	Kísérleti csoport 2,3
1. hét	Egyéni ritmus-ütem-érzék, labda/gömbérzék	Lufis gyakorlatok: feldobás, elkapás, ütögetés, csettintés, tapsolás, tükrójáték lufival	Gumilabdás gyakorlatok: feldobások-elkapások, tapsoló gyakorlatok, tükrójáték labdával
2. hét	Egyéni ritmus-ütem-érzék, labda/gömbérzék, reakció-figyelem	Lufis gyakorlatok: ütögetések, különböző testhelyzetekben, reakció játék lufival	Gumilabdás gyakorlatok: feldobások, elkapások, pattintások különböző testhelyzetekkel, reakció-figyelem játék
3. hét	Páros ritmusérzék, figyelem	Lufis gyakorlatok: gömbérzék fejlesztés társsal, tükrójáték zenére bonyolultabb mozgásokkal	Gumilabdás gyakorlatok: labdaérzék fejlesztés társsal, tükrójáték zenére bonyolultabb mozgásokkal
4. hét	Páros ritmus-ütem-érzék, ügyesség	Páros, ütem- és ritmusérzék fejlesztő ügyességi játékok lufival	Páros, ütem- és ritmusérzék fejlesztő ügyességi játékok gumilabdával
5. hét	Egyéni ritmus és ütemérzék, labda/gömbérzék fejlesztése	Lufival végzett ügyességi és ütemezett feladatok	Teniszlabdával végzett ügyességi és ütemezett feladatok
6. hét	Páros ritmus- és ütem-érzék, labda/gömbérzék	Lufival végzett páros, labdaérzék fejlesztő gyakorlatok, lufiiskola	Teniszlabdával végzett páros, labdaérzék fejlesztő gyakorlatok, teniszlabda-iskola
7. hét	Egyéni finommotorika, ritmus és ütemérzék, ügyességi feladatok	Kisebb méretűre fűjt lufival végzett ügyességi gyakorlatok	Mini gumilabdával végzett ügyességi feladatok
8. hét	Páros finommotorika, ritmus- és ütemérzék, reakció-figyelem	Zenére végzett lufis gyakorlatok párosával, reakció-figyelemfejlesztés lufival	Párosával végzett minigumilabda-gyakorlatok, reakció-figyelemfejlesztő játékok zenére

Adatfelvétel

A vizsgálat során elő- és utómérést végeztünk. A mérések egy kognitív tesztet és a matematikadolgozat eredményeit foglalták magukban, az intervenció előtt és közvetlenül utána.

Kognitív tesztek

A kognitív tesztek elvégzéséhez az International Cognitive Test (Smythe, 2002) és Gyarmathy Éva Kognitív Profil tesztjei (2009) közül a korosztály számára megfelelőket alkalmaztuk papír-ceruza teszt formájában. A teszt 10 feladattípust tartalmaz, amelyek a

logikai gondolkodást, a szóértelmezés képességét (szókincs, verbális fogalmi tisztaság, a fogalmak megértése), figurális elvonatkoztatást, következtetési képességet, a mintázatok meglátását, fonológiai tudatosságot, a betűk és hangok összekapcsolását, testképismeretet, térérzékelést és a figyelmet vizsgálják (3. táblázat). Az elérhető maximum pontszám 86 pont volt.

3. táblázat. Kognitív Profil Teszt alkalmazott feladatai

Feladat típusa	Vizsgált terület	Pontok
Figurák	logikai gondolkodás, figurális elvonatkoztatás, következtetési képesség	5
Értelmes szavak	szókincs, verbális fogalmi tisztaság, a fogalmak megértése	4
Kódváltás	figurális elvonatkoztatás, a mintázatok meglátása	5
Testrészek	testtudat, testrészek ismerete	10
Ujjak	testtudat, testkép ismeret	5
Irányok	téri tájékozódás	4
Figyelem	figyelem, koncentrációs képesség	24
Fonológia	fonológiai tudatosság, a betűk és hangok összekapcsolása	10
Térérzékelés	téri tájékozódás, értelmező képesség	5
Nyelvi szekvencia	szókincs, betű-hang megfelelés	14
	Összes pontszám	86

Matematikadolgozat

A tanulók vizsgálat előtti utolsó és az intervenció utáni első matematikadolgozatának eredményét rögzítettük. A dolgozatok illeszkedtek a tanterv és a tanmenet szerinti tananyaghoz. A dolgozatok témája az elő- és utómérések tekintetében is írásbeli szorzás és osztás volt, konkrét feladataiban azonban eltért. A dolgozatok elérhető maximális pontszáma az elő- és utóméréseknél is 100 pont volt.

Adatelemzés

A statisztikai analízis első lépéseként az előmérésre vonatkoztatva homogenitásvizsgálatot végeztünk. A Cochran C-féle homogenitásvizsgálat alapján megállapítható, hogy a kísérleti és a kontrollcsoportok homogénnek tekinthetők (0,3921–0,5218, $p < 0,05$).

Az adatok elemzését a konvencionálisan használt leíró statisztikai jellemzőkkel kezdtük, majd mind az 5 csoport (kísérleti és kontroll, mindegyik évfolyamon) elő- és utómérésének eredményeit összehasonlítottuk. Az intervenció hatását Repeated ANOVA módszerrel elemeztük csoportra, változóra és vizsgálati időpontra vonatkoztatva ($p < 0,05$). Szignifikáns F esetén kiszámítottuk a kritikus differenciákat (post hoc) is Tukey javaslatai szerint. A vizsgálati jellemzők közötti hatás erősségét Éta-négyzettel (η^2) jellemeztük. Ezenkívül az adott vizsgálati csoporton belüli differenciákat (elő-utómérés) páros t-próbával elemeztük. A mért és számított adatok statisztikai feldolgozásakor a Statistica for Windows programcsomagot használtuk (version 7.1, StatSoft Inc., Tulsa, OK 74104, USA, 2013).

Eredmények

A Repeated ANOVA-elemzés alapján mind az öt csoportot figyelembe véve a változók, az idő és a csoportok között szignifikáns, de gyenge hatást tudtunk kimutatni ($F = 2,012$; $p = 0,010$; $\eta^2 = 0,04$). Ugyanakkor erős hatás volt kimutatható a csoportokon belül mindkét évfolyamon az elő- és utómérés között ($F = 8,349$; $p < 0,000$; $\eta^2 = 0,16$).

Az elő- és utómérés alapján a léggömbbel dolgozó negyedikés KIS1 ($n = 17$) a kognitív tesztek ($t = -3,444$; $p = 0,001$) és a matematikadolgozatok ($t = -2,136$; $p = 0,004$) területén is szignifikáns javulást mutatott ($p < 0,05$). A negyedikés KIS2 csoport ($n = 13$) két vizsgálat között szignifikáns változást nem tudtunk kimutatni, ugyanakkor a harmadikos gumilabdás gyakorlatokat végző KIS3 ($n = 24$) a kognitív teszteken ($t = -2,637$; $p = 0,010$) ért el statisztikailag jelentős fejlődést az elő- és utómérés között. A kontrolles csoportok egyik változó esetében sem mutattak szignifikáns változást a két mérés között (4. táblázat).

4. táblázat. A csoportok közötti különbségek – Páros t-próba eredményei

		Kognitív tesztek		Matematikadolgozatok		
		Elő	Utó	Elő	Utó	
Kísérleti csoport 1: léggömbbel dolgozó 4. évfolyam (KIS1) ($n = 17$)	Átlag \pm SD	74,59 \pm 6,01	80,88 \pm 4,5*	58,06 \pm 13,37	71,29 \pm 21,77*	
	t-érték	-3,444		-2,136		
	p-érték	0,001		0,004		
	CI	-95%	-10,02		-25,86	
		95%	-2,57		-0,61	
Kísérleti csoport 2: labdával dolgozó 4. évfolyam (KIS2) ($n = 13$)	Átlag \pm SD	73,08 \pm 7,04	76,21 \pm 5,21	54,92 \pm 13,21	60,29 \pm 18,66	
	t-érték	-1,323		-0,855		
	p-érték	0,212		0,454		
	CI	-95%	-8,02		-18,27	
		95%	1,75		7,55	
Kísérleti csoport 3: labdával dolgozó 3. évfolyam (KIS3) ($n = 24$)	Átlag \pm SD	66,58 \pm 8,58	72,58 \pm 7,1*	68,92 \pm 12,97	62,25 \pm 11,92	
	t-érték	-2,637		1,853		
	p-érték	0,013		0,073		
	CI	-95%	-10,58		-0,57	
		95%	-1,42		13,91	
Kontrolles csoport 1: 4. évfolyam (KO1) ($n = 15$)	Átlag \pm SD	69,21 \pm 8,30	65,20 \pm 10,5	49,64 \pm 16,92	52,77 \pm 22,2	
	t-érték	1,252		-0,424		
	p-érték	0,226		0,076		
	CI	-95%	-3,31		-18,23	
		95%	11,34		11,98	
Kontrolles csoport 2: 3. évfolyam (KO2) ($n = 21$)	Átlag \pm SD	62,67 \pm 14,08	59,95 \pm 13,20	67,43 \pm 17,46	61,71 \pm 15,50	
	t-érték	0,644		1,121		
	p-érték	0,523		0,262		
	CI	-95%	-5,8		-4,58	
		95%	11,23		16,01	

Megjegyzés: SD = szórás; * = az átlagok különbsége szignifikáns; CI = confidencia intervallum

Megbeszélés

Kutatásunkban ötszoros, nyolchetes tantermi koordinációsképesség-fejlesztésre épülő intervenciós program keretében igazoltuk egy Pest vármegyei általános iskola 3. és 4. évfolyamos tanulóinak kognitív képességeinek és matematikai eredményeinek fejlődését. Jelen kutatásunk bizonyította a matematikaórák közepén végzett 8-10 perces szervezett fizikai aktivitás komplex és pozitív hatásrendszerét.

Az eredmények azt mutatták, hogy a három kísérleti csoport közül kettő javulást ért el a kognitív teljesítmény terén (KIS1 és KIS3). A léggömbbel dolgozó csoportnál (KIS1) jelentős javulást tapasztaltunk mind a kognitív tesztek, mind a matematikadolgozatok tekintetében. A labdával dolgozó 4. évfolyamos kísérleti csoport (KIS2) az intervenció hatására nem mutatott statisztikai javulást, aminek oka feltételezhetően a többihez képest kisebb elemszám volt. A kontrollcsoportok (KO1, KO2) egyik vizsgált évfolyamon sem mutattak kimutatható változást. Mindezek alapján elmondható, hogy a vizsgálat során megfogalmazott hipotézisünk igazolást nyert.

Jelen kutatás eredményei megerősítik a korábbi kutatások eredményeit (Doherty és Miravalles, 2019), és hangsúlyozzák a szervezett mozgás pozitív hatásait a kognitív funkciókra és az idegrendszerre alsó tagozatos tanulók mintáján. Empirikus kutatások rámutatnak a fizikai aktivitás fontosságára, és javasolják a mozgáskoordinációs feladatok alkalmazását a kognitív képességek fejlesztésére (Guillamón és mtsai, 2020), amelyet az általunk elvégzett vizsgálat is alátámasztott.

Az alsó tagozatos tanulók tantermi ülő tevékenységének célzott megtörése kiemelkedő jelentőségű. Ezek alapján megfogalmazható, hogy fontos olyan mozgásos programok kidolgozása, amelyeket a tanítók magabiztosan be tudnak illeszteni a tantermi tanórák oktatási-nevelési folyamatába. Emellett jelentős irány az is, hogy a tanítóképzésben hangsúlyozzuk a tantárgyköziséget és ennek egyik kiváló példáját, a tantermi fizikai aktivitás komplex fejlesztő szerepét.

További kutatásként javasoljuk olyan vizsgálatok elvégzését, amelyek más korosztályokat és mozgásos eszközöket, különböző tantárgyi területeket és eltérő időtartamú intervenciókat is magukban foglalnak. Továbbá hasznos területnek tekintjük ebben a korosztályban az affektív, szociális képességek és a fizikai aktivitás közötti kapcsolatok komplex vizsgálatát.

Jelen kutatás eredményei megerősítik a korábbi kutatások eredményeit, és hangsúlyozzák a szervezett mozgás pozitív hatásait a kognitív funkciókra és az idegrendszerre alsó tagozatos tanulók mintáján. Empirikus kutatások rámutatnak a fizikai aktivitás fontosságára, és javasolják a mozgáskoordinációs feladatok alkalmazását a kognitív képességek fejlesztésére, amelyet az általunk elvégzett vizsgálat is alátámasztott.

A kutatás korlátai

A kutatás korlátaihoz tartozik, hogy egy település egy iskolájának 5 osztálya vett részt és aránylag alacsony elemszámmal ($N = 90$). Így nagyobb populációra vonatkozó következtetést nem tudunk megfogalmazni. Az eredmények értelmezésekor érdemes figyelembe

venni a vizsgálat viszonylag rövid időtartamát. Ugyanakkor hangsúlyozandó, hogy az intervenció időtartama jól illeszkedik a nemzetközi szakirodalomban alkalmazott gyakorlatokhoz.

Irodalom

- Beck, M. M., Lind, R. R., Geertsens, S. S., Ritz, C. & Lundbye-Jensen, J. (2016). Motor-enriched learning activities can improve mathematical performance in preadolescent children. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10(10). DOI: [10.3389/fnhum.2016.00645](https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00645)
- Budde, H., Voelcker-Rehage, C., Pietrabyk-Kendziora, S., Ribeiro, P. & Tidow, G. (2008). Acute coordinative exercise improves attentional performance in adolescents. *Neuroscience Letters*, 441(2), 219–223. DOI: [10.1016/j.neulet.2008.06.024](https://doi.org/10.1016/j.neulet.2008.06.024)
- Chang, Y. K. (2021). The effects of acute exercise on cognitive performance: A meta-analysis. *Brain Research*, 1453, 87–101. DOI: [10.1016/j.brainres.2012.02.068](https://doi.org/10.1016/j.brainres.2012.02.068)
- Colcombe, S. J., Erickson, K. I., Scalf, P. E., Kim, J. S., Prakash, R., McAuley, E., Elavsky, S., Marquez, D. X., Hu, L. & Kramer, A. F. (2006). Aerobic exercise training increases brain volume in aging humans. *The journal of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 1166–1170. DOI: [10.1093/gerona/61.11.1166](https://doi.org/10.1093/gerona/61.11.1166)
- Doherty, A. & Miravalles, A.F. (2019). Physical Activity and Cognition: Inseparable in the Classroom. *Frontiers in Education*. DOI: [10.3389/educ.2019.00105](https://doi.org/10.3389/educ.2019.00105)
- Doherty, A. & Miravalles, A. F. (2019). Physical activity and cognition: Inseparable in the classroom. *Frontiers in Education*. DOI: [10.3389/educ.2019.00105](https://doi.org/10.3389/educ.2019.00105)
- Erickson, K. I., Hillman, C., Stillman, C. M., Ballard, R. M., Bloodgood, B., Conroy, D. E., Macko, R., Marquez, D. X., Petruzzello, S. J. & Powell, K. E. (2019). Physical Activity, Cognition, and Brain Outcomes: A Review of the 2018 Physical Activity Guidelines. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1242–1251. DOI: [10.1249/MSS.0000000000001936](https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001936)
- Erickson, K. I., Voss, M. W., Prakash, R. S., Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L., Kim, J. S., Heo, S., Alves, H., White, S. M., Wojcicki, T. R., Mailey, E., Vieira, V. J., Martin, S. A., Pence, B. D., Woods, J. A., McAuley, E. & Kramer, A. F. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(7), 3017–3022. DOI: [10.1073/pnas.1015950108](https://doi.org/10.1073/pnas.1015950108)
- Fernandes, J., Arida, R. M. & Gomez-Pinilla, F. (2017). Physical exercise as an epigenetic modulator of brain plasticity and cognition. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 80, 443–456. DOI: [10.1016/j.neubiorev.2017.06.012](https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.06.012)
- Gage, N. L. & Berliner, D. C. (1984). *Educational Psychology*. Houghton Mifflin Co.
- Gathercole, S. E. & Alloway, T. P. (2004). Working memory and classroom learning. *Dyslexia Review*, 15, 4–9.
- Guillamón, A. R., Cantó, E. G. & García, H. M. (2020). Motor coordination and academic performance in primary school students. *Journal of Human Sport and Exercise*, 16 (in press). DOI: [10.14198/jhse.2021.162.02](https://doi.org/10.14198/jhse.2021.162.02)
- Guo, F., Ding, Y., Wang, T., Liu, W. & Jin, H. (2016). Applying event related potentials to evaluate user preferences toward smart phone form design. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 54(C), 57–64. DOI: [10.1016/j.ergon.2016.04.006](https://doi.org/10.1016/j.ergon.2016.04.006)
- Guo, W., Wang, B., Lu, Y., Zhu, Q., Shi, Z. & Ren, J. (2016). The relationship between different exercise modes and visuospatial working memory in older adults: a cross-sectional study. *PeerJ*, 4, e2254. DOI: [10.7717/peerj.2254](https://doi.org/10.7717/peerj.2254)
- Gyarmathy, É. & Smythe, I. (2000). Többnyelvűség és az olvasási zavarok. *Erdélyi Pszichológiai Szemle*, december, 63–76
- Gyarmathy, É. (2009). Kognitív Profil Teszt. *Iskolakultúra*, 19(3–4), 60–73.
- Hillman, C. H., Pontifex, M. B., Raine, L. B., Castelli, D. M., Hall, E. E. & Kramer, A. F. (2009b). The effect of acute treadmill walking on cognitive control and academic achievement in preadolescent children. *Neuroscience*, 159, 1044–1054. DOI: [10.1016/j.neuroscience.2009.01.057](https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2009.01.057)
- Hötting, K. & Röder, B. (2013). Beneficial effects of physical exercise on neuroplasticity and cognition. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 37, 2243–2257. DOI: [10.1016/j.neubiorev.2013.04.005](https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.04.005)
- Hötting, K., Schickert, N., Kaiser, J., Röder, B. & Schmidt-Kassow, M. (2016). The effects of acute physical exercise on memory, peripheral BDNF, and cortisol in young adults. *Neural Plasticity*, 2016, 1–12. DOI: [10.1155/2016/6860573](https://doi.org/10.1155/2016/6860573)
- Jansen, K., Mirko, S., Achim, C. & Claudia, M. R. (2014). Cognitive and physiological effects of an acute physical activity intervention in elementary school children. *Frontiers in Psychology*, 5. DOI: [10.3389/fpsyg.2014.01473](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01473)

- John, C. S., Sirisha, P., Ying, Z., Mingfeng, L. & Nenad, S. (2016). The cellular and molecular landscapes of the developing human central nervous system. *Neuron*, 89(2), 248–268. DOI: [10.1016/j.neuron.2015.12.008](https://doi.org/10.1016/j.neuron.2015.12.008)
- Kennedy, J., Lyons, T. & Quinn, F. (2014). The continuing decline of science and mathematics enrolments in Australian high schools. *Teaching Science*, 60(2), 34–46.
- Lubans, D., Richards, J., Hillman, C., Faulkner, G., Beauchamp, M., Nilsson, M., Kelly, P., Smith, J., Raine, L. & Biddle, S. (2016). Physical activity for cognitive and mental health in youth: a systematic review of mechanisms. *Pediatrics*, 138(3), e20161642. DOI: [10.1542/peds.2016-1642](https://doi.org/10.1542/peds.2016-1642)
- Mavilidi, M. F. & Vazou, S. (2021). Classroom-based physical activity and math performance: Integrated physical activity or not? *Acta Paediatrica*, 110(7), 2149–2156. DOI: [10.1111/apa.15860](https://doi.org/10.1111/apa.15860)
- McAuley E. & Kramer AF. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(7), 3017–3022. DOI: [10.1073/pnas.1015950108](https://doi.org/10.1073/pnas.1015950108)
- McDonnell, M. N., Buckley, J. D., Opie, G. M., Ridding, M. C. & Semmler, J. G. (2013). A single bout of aerobic exercise promotes motor cortical neuroplasticity. *Journal of Applied Physiology*, 114, 1174–1182. DOI: [10.1152/jappphysiol.01378.2012](https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01378.2012)
- Mullender-Wijnsma, M. J., Hartman, E., De Greeff, J. W., Doolaard, S., Bosker, R. J. & Visscher, C. (2016). Physically Active Math and Language Lessons Improve Academic Achievement: A Cluster Randomized Controlled Trial. *Pediatrics*, 137(3), e20152743. DOI: [10.1542/peds.2015-2743](https://doi.org/10.1542/peds.2015-2743)
- Piaget, J. (1952). *The Origins of Intelligence in Children*. International Universities Press. DOI: [10.1037/11494-000](https://doi.org/10.1037/11494-000)
- Preedy, P., Sanderson, K. & Ball, C. (2018). *Early Childhood Education Redefined: Reflections and Recommendations on the Impact of Start Right*. Routledge. DOI: [10.4324/9781351213660](https://doi.org/10.4324/9781351213660)
- Riley, N., Lubans, D. R., Holmes, K. & Morgan, P. J. (2015). Findings From the EASY Minds Cluster Randomized Controlled Trial: Evaluation of a Physical Activity Integration Program for Mathematics in Primary Schools. *Journal of Physical Activity and Health*, 13(2), 198–206. DOI: [10.1123/jpah.2015-0046](https://doi.org/10.1123/jpah.2015-0046)
- Silbereis, J. C., Pochareddy, S., Zhu, Y., Li, M. & Sestan, N. (2016). The Cellular and Molecular Landscapes of the Developing Human Central Nervous System. *Neuron*, 89(2), 248–268. DOI: [10.1016/j.neuron.2015.12.008](https://doi.org/10.1016/j.neuron.2015.12.008)
- Singh, A., Twisk, J. W. R., Van Mechelen, W. & Chinapaw, M. J. M. (2012). Physical activity and performance at school. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 166(1), 49–55. DOI: [10.1001/archpediatrics.2011.716](https://doi.org/10.1001/archpediatrics.2011.716)
- Stokke, A. (2015). What to do about Canada's declining math Scores? *Institut C.D. HOWE Institute*. DOI: [10.2139/ssrn.2613146](https://doi.org/10.2139/ssrn.2613146)
- Tremblay, M. S., Gonzalez, S. A., Katzmarzyk, P. T., Onywera, V. O., Reilly, J. J. & Tomkinson, G. (2016). Introduction to the Global Matrix 2.0: report card grades on the physical activity of children and youth comparing 38 countries. *Journal of Physical Activity & Health*, 13(11 Suppl 2), S85–S86. DOI: [10.1123/jpah.2016-0641](https://doi.org/10.1123/jpah.2016-0641)
- Tuohilampi, L., Hannula, M. S. & Laine, A. (2014). Examining mathematics-related affect and its development during comprehensive school years in Finland. In Oesterle, S., Liljedahl, P., Nicol, C. & Allan, D. (szerk.), *Proceedings of the joint meeting of PME 38 and PME-NA 36*. PME. 281–288.
- Weinberg, R. S. & Gould, D. (2015). *Foundations of Sport and Exercise Psychology*. 6th ed. Human Kinetics.
- Yu-Kai, C., Yu-Jung, J. T., Tai Ting, C. & Tsung-Min, H. (2013). The impact of coordinate practice on executive function in preschool children: an ERP study. *Experimental Brain Research*, 225, 187–196. DOI: [10.1007/s00221-012-3360-9](https://doi.org/10.1007/s00221-012-3360-9)

Absztrakt

A fizikai aktivitás szerepe az általános iskolás korú gyermekek optimális fejlődésében vitathatatlan. A tanórai fizikai aktivitás és a kognitív képességek kapcsolatának vizsgálata kiemelt jelentőségű, mivel nagyban meghatározhatják a tanulmányi eredményeket és más tantárgyi készségek, képességek fejlődését. Mindezek alapján a kutatás célja 3–4. évfolyamos általános iskolai tanulók 8 hetes tantermi koordinációs-képesség-fejlesztése hatásának vizsgálata a matematikai teljesítményre és a kognitív képességekre. A kísérlet során intézményi szinten 5 csoportos (N = 90), 8 hetes intervenció során vizsgáltuk a változásokat. A vizsgálat során elő- és utómérést végeztünk, az adatok elemzéséhez homogenitásvizsgálatot, leíró statisztikát, páros t-próbát és Repeated ANOVA-t használtunk ($p < 0,05$). A Repeated ANOVA szignifikáns különbségeket mutatott a csoport, az idő és a változók tekintetében ($F = 2,010$; $p = 0,010$; $\eta^2 = 0,04$), így az intervenció összehatása igazolt. Elmondható, hogy a léggömbbel dolgozó 4. évfolyamos kísérleti csoport a kognitív tesztek ($t = -3,444$; $p = 0,001$) és a matematikadolgozatok ($t = -2,136$; $p = 0,004$) területén szignifikáns javulást ért el. A gumilabdával dolgozó

4. évfolyamos kísérleti csoport két vizsgálata között szignifikáns változást nem tudunk kimutatni. A gumilabdás gyakorlatokat végző 3. évfolyamos kísérleti csoport a kognitív teszteken ért el statisztikailag kimutatható javulást ($t = -2,637$; $p = 0,010$). A kontrolcsoportok nem mutattak fejlődést. A labdával és léggömbbel végzett koordinációképesség-fejlesztő gyakorlatok hatása a kognitív képességek és a matematikához szükséges kompetenciák tekintetében beigazolódott. A fizikai aktivitás, a mozgáskoordinációs gyakorlatok kognitív képességekre – különösen a tanulási képességekre – gyakorolt hatásának igazolása hozzájárulhat olyan hatékonyabb óráközi módszerek és programok alkalmazásához, amelyek nemcsak a pszichés jóllétet támogatják, hanem a tanulók megismerő és tanulási folyamatait is képesek fejleszteni.

Kulcsszavak: tanórai fizikai aktivitás, alsó tagozat, kognitív képességek