

THÜR ANTAL – FÜGEDI BALÁZS

Fizikai aktivitás és fizikai mutatók kapcsolatrendszer a kognitív képességekkel és a tantárgyi teljesítménnyel

<https://doi.org/10.71157/upsz.2025.03-04.08>

BEVEZETÉS

Szakirodalmi áttekintésünk célja, hogy összetett képet kapjunk arról, hogy a mozgás, a (fizikailag) aktív életmód, illetve az ezt mérő fizikai tesztek és mutatók milyen összefüggésben állnak a kognitív képességekkel és az iskolai teljesítménnyel a különböző műveltségterületeken. Vizsgálatunkat első sorban az iskoláskorú tanulók korosztályára terjesztettük ki, de egyes összefüggésekben más életkorúakat vizsgáló tanulmányokat is figyelembe vettünk.

Válogatásunkba áttekintő tanulmányokat (reviews) is bevontunk, hogy a lehető legnagyobb mintát vizsgálhassuk. Sem a mozgásos intervenciók, sem a fizikai mutatók paraméterezésében nem találtunk egységes módszereket, ezért azokat csoportosítani nem tudtuk.

A mozgás, a fizikailag fokozottan aktív életvezetés kapcsolatban van a kognitív teljesítőképeséggel (Fisher és mtsai., 2005; Williams és mtsai., 2012;). Kvalitatív elemzéssel szignifikáns pozitív kapcsolatot

állapítottak meg a gyerekek fizikai aktivitása és kognitív teljesítménye között (Sibley és Etnier, 2003; Erickson és mtsai., 2019), amit korábbi kutatásaink is vizsgáltak (Thür és Fügedi, 2021; Thür és Kertész, 2023).

Kutatási kérdésként elsősorban a mozgás kapcsolódási pontjait kerestük az iskolai teljesítménnyel. Célunk volt ok-okozati összefüggéseket találni az agyi működések, a végrehajtó funkciók működése és ennek

tantárgyi eredményekben való megnyilvánulása között. Bidzan-Bluma és Lipowska (2018) alapján a sportmozgások összetett hatást fejtenek ki, így a kognitív funkciókra is hatással vannak a szenzitív

korban, ahogy a fizikai és szociális képességekre is.

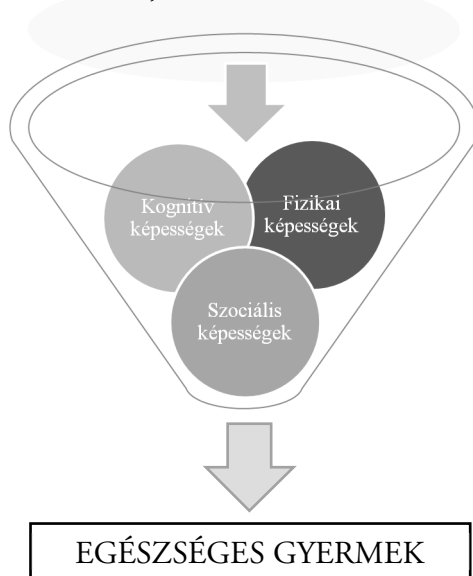
Az 1. ábrán azt ábrázoltuk, hogy a mozgásnak a különböző funkciókra gyakorolt hatása elősegíti, hogy a gyermek mentálisan és fizikailag is egészségesen fejlődjön. (Mindemellett az ábra közel sem teljes, hiszen a környezeti hatások semmilyen formában nem rajzolódnak ki rajta, ahogy az érzelmi érettség személyiséget meghatározó dimenziója sem.)

a mozgás, a fizikailag fokozottan aktív életvezetés kapcsolatban van a kognitív teljesítőképeséggel

1. ÁBRA

A mozgás komplex hatásrendszere

MOZGÁS, FIZIKAI AKTIVITÁS



FORRÁS: saját szerkesztés Bidzan-Bluma és Lipowska (2018) alapján

Tanulmányunkat három fő részre osztjuk: az első részben a mozgás és a kognitív képességek kapcsolatát neurobiológiai szempontból vizsgáljuk, a másodikban a fizikai aktivitás hatására fejlődő teljesítmények mértékait vetjük össze egyes kognitív funkciók, képességek objektív mutatóival, a harmadikban pedig megvizsgáljuk ezen utóbbi eredményének konkrét megjelenését az iskolai teljesítményben a tantárgyak, műveltségterületek tekintetében.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Tanulmányunk review jellegű: célunk a mozgás, a fizikai aktivitás, a fizikai mutatók

különböző kognitív képességekkel való kapcsolatának vizsgálata, összefüggésben a tantárgyi teljesítménnyel. A szakirodalmi kereséshez a Google Scholar és a PubMed oldalakat használtuk.

A kulcsszavas kereséseinket meghatározó kifejezések az angol „mozgás, fizikai aktivitás” (Physical activities), „kognitív funkciók” (cognitive skills and functions, cognition), „tantárgyi teljesítmény” (academic performance) szavak voltak. A több területet vizsgáló szakirodalmakból célunk volt a mozgás, fizikai aktivitás szerepét kiemelni. Vizsgálatunkat elsősorban az általános iskolás korosztályra terjesztettük ki, mivel ennek a korosztálynak a számára keressük a pedagógiai innovációt a motiválásuk, egészséges

életmódra és hatékony tanulásra nevelésük elősegítésére. Bizonyos irodalmakat az agyi működés és a betegségek prevenciója miatt elengedhetetlennek tartottunk megemlíteni, még ha más korcsoportot is vizsgálunk.

Vizsgálatunkba 24 tanulmányt vontunk be, melyek közül több áttekintő tanulmány. Ez a minta kiterjesztését szolgálta, és összességében közel kétszáz tanulmány eredményeit emeli be így a feltárásba. A több ezer találat közül a szűrés során csak a kézzelfogható, empirikus, objektív mérőszámokkal alátámasztott eredményeket közlő írásokat választottuk be a mintába, melyek a mozgás és a kognitív teljesítmény

kapcsolatát kutatják az iskolai teljesítménnyel összefüggéseiben, kiemelve az általános és középiskolai korosztályt

Feltételeztük, hogy van összefüggés a fizikai aktivitás, a mozgás és az agy működése, így a kognitív funkciók valamint a tantárgyi teljesítmény, iskolai előmenetel között. Vizsgálatunk során a kapcsolatot, az összefüggést és annak befolyásoló tényezőit kerestük, hogy szempontokat tárjunk fel a tanórák megújításához.

NEUROBIOLÓGIAI SZEMPONT, AVAGY MI TÖRTÉNIK AZ AGYUNKBAN MOZGÁS SORÁN?

A kognitív képességek összetettségének a sportban való megjelenése régóta vizsgált terület. A figyelem, a memória – mint mozgásképfelismerés – bizonyosan szerepet játszik a mozgástanulásban, de a problémamegoldás és a térbeli orientáció is

feltétlenül és bizonyíthatóan tényező a sportjátékok szinte mindegyikében. A kognitív képességeknek tehát szerepük van a mozgáskoordináció kialakításában, a különböző külső ingerekre való válaszreakcióban, a döntéshozatalban és annak gyorsaságában, melyek az eredményes sportolás meghatározó faktorai is egyben.

A test koordinációját a motoros kéreg irányítja, mely közvetlenül felelős a mozgások megtervezéséért és végrehajtásáért is. Ebben a vonatkozásban az idegsejtek közötti kapcsolat, illetve az ideg-izom kapcsolat az, amelyet a neurológusok különböző módszerekkel vizsgálnak.

A kognitív funkciók kivitelezése – az idegtudomány szakirodalma alapján – a prefrontális kéregben megy végbe. Majom- és rágcsálókísérletekkel is bizonyított, hogy az agy ezen része kiemelkedően az olyan feladatok megoldása során, melyek bonyolult szabályokhoz kötöttek. A prefrontális kéreg felelős azokért a működésekért is, melyeket kontrollfunkciónak neveznek, illetve ezen az agyi területen helyezkedik el a munkamemória, amelynek működése az IQ-val is szoros összefüggést mutat. Tovább erősíti ezt a megállapítást, hogy az emberi prefrontális kéreg relatív mérete (is) jóval nagyobb a főemlősökénél, ez pedig akár az emberi intelligencia kialakulását is magyarázhatja (Reichardt, 2021). Idegkutatók feltételezései szerint a kognitív terhelés növekedését – ilyen lehet például az új (mozgás)tanulás is – a prefrontális kéregben tapasztalható aktív működés kísérheti.

a kognitív terhelés növekedését – ilyen lehet például az új (mozgás)tanulás is – a prefrontális kéregben tapasztalható aktív működés kísérheti

Az elmúlt évtizedben nagyszámú kutatás próbált magyarázatot találni a mozgás által az agy szerkezetében és működésében előidézett változások mértékének és mibenlétének felderítésére. A vizsgálatok sokrétűek: elsősorban a gyermek korcsoportokat érintik, illetve az idősödő korosztály esetén gyakran az Alzheimer-kór vagy más memóriazavarral járó betegségek prevenciójának monitorozásával vannak összefüggésben. Több tanulmány igazolta, hogy a nagyobb mértékű fizikai aktivitás és az ennek hatására létrejövő fittség, valamint az agyi és mentális egészség pozitív kapcsolatban van gyermekkorban és idősebb felnőttkorban egyaránt (Erickson és mtsai., 2015). Összefoglalásuk alapján a gyermekeknél az előagy és a törzsdúcok térfogata (a szürkeállomány) a mozgás hatására nőtt, csakúgy, mint a funkcionális agyi kapcsolat és a fehérállomány integritása, azonban a különböző mértékű változás miatt további vizsgálatokat sürgetnek, és a változások eltérő mértékét a genetikai determináltsággal, illetve a táplálkozási szokások különbözőségével magyarázzák. A fokozott fizikai aktivitás a gyermekek agy struktúrájának változását hozza. Az agykéreg mérete nő, nagyobb a szürke- és fehérállomány térfogata. Chaddock-Heyman és munkatársai igazolták, hogy a fizikailag aktívabb gyermekek fehérállományában olyan változások mennek végbe, melyek a kognitív, motoros és szenzoros információkat integrálják a két agyfélteke között (Chaddock-Heyman és mtsai., 2018). Funkcionális mágnesezrezonancia-képpalkotó módszer

a kognitív, motoros és szenzoros információkat integrálják a két agyfélteke között

(fMRI) alkalmazásával az agyműködést vizsgálták fitt és kevésbé fitt gyermekeknél, és azt találták, hogy a fittebb gyermekek jobban tudják aktiválni és adaptálni a kognitív irányításban szerepet játszó idegi folyamatokat az adott feladat céljainak elérése és fenntartása érdekében (Chaddock-Heyman és mtsai., 2012). Az MRI módszere több vizsgálatban is megjelenik a szakirodalomban, segítségével az agyi aktivitást és az aerob edzettséget hozzák összefüggésbe, gyermekek és fiatal felnőttek eredményeit összehasonlítva a kognitív kontroll, a reakciósebesség és a döntéshozatal tekintetében (Voss és mtsai., 2011). A kora gyermekkor az agy plaszticitása és a rögzülő funkciók miatt kiemelt tanulmányterület, melyet több review is különböző módszerrel vizsgál, kvalitatív elemzésekben azonban az egyéni különbségek miatt továbbra sem

egyértelmű, hogy milyen mennyiségű mozgást és milyen korban érdemes végezni (St. Laurent és mtsai., 2021). Az aktív mozgás és a megfelelő egészségmagatartás jóté-

kony összefüggését az agyi folyamatokkal az utóbbi évtizedekben több vizsgálat is megerősíti (Hillman és mtsai., 2016). Középkorú felnőttek tekintetében Stroop- és TMT-tesztekkel¹ igazolták, hogy a rezisztenciagyakorlatok végzésének a kognitív és végrehajtó funkciókra is hatása van (Chang és mtsai., 2021). A biomarkerek, csakúgy, mint bizonyos enzimek jelenléte is fontos tényező, nemcsak az agyi működés, hanem a betegségprevenció szempontjából is, különösen a tumorok tekintetében.

¹ Neuropszichológiai eljárások a reakcióidő zavarai, illetve a pszichomotorikus gyorsaság és vizuomotoros készség feltárására, mérésére.

Egy mérsékelt mozgásprogram is hatással bírt az agy plaszticitására. A kényelmi mintán végzett vizsgálatban ezt a neutrotróf faktorok² mérőszámai és a kéziszorítóerő-teszt is igazolta (Coelho és mtsai., 2012).

Alapvetésként jelenik meg a szakirodalomban a különböző

mozgásformák fokozott hatása az agyi véráramlás vizsgálatának tükrében.

A modern képalkotó technikáknak köszönhetően bizonyított tény,

hogy az agyi vérellátás a

mozgás hatására jelentősen növekszik.

Több szerző az agyi neurotranszmitterek stimulálásával érvel, különösen a noradrenalin, az epinefrin és szerotonin kiugró szintnövekedését megállapítva, amely az agyi struktúrára is hatással lehet, és állatkísérletek igazolták. A mozgás szerepe kognitív funkciók fejlesztésében is jelen van: a koncentrációt, a figyelmet, a memóriát érintő hatását több vizsgálat eredménye is alátámasztja (Gligoroska és Manchevska, 2012).

Összességében a fizikai aktivitás, a fokozott mozgás jelentős befolyással bír az agy felépítését, a működés sebességét tekintve, illetve az agyi véráramlás kapcsán. Az idegrendszeri vizsgálatok és kutatások a térfogatnövekedést, a kognitív végrehajtó funkciók megjelenését igazolják gyermekkorban és idősebb korban egyaránt, kiemelve a fizikai aktivitás preventív szerepét az idősebb korban a tumor és az Alzheimer-kór kialakulása kapcsán.

MOZGÁS ÉS KOGNITÍV FUNKCIÓK

A mozgás és fizikai aktivitás kapcsolata a kognitív funkciók szempontjából kedvelt és gyakran vizsgált terület, de nehéz egységes szempontokat és módszereket ki-

emelni, így sem a vizsgálatokban, sem az eredményekben általános, egyöntetű kép nem látszik kirajzolódni.

Az utóbbi évtizedek összefoglaló review jellegű tanulmányai alapján

összefüggést feltételezhetünk az egészségmagatartás, a fizikai aktivitás és a kognitív funkciók között (Burns és mtsai., 2019; Hillman és mtsai., 2015, 2017). A szakirodalomban használt fizikai aktivitás fogalmát a WHO [2020] 60 perc közepes vagy magas intenzitású mozgásban határozta meg. A kardiorespiratorikus állóképesség egészséges tartománya korrelál a kognitív teljesítmény specifikus területeivel. Egy áttekintő összetett tanulmány konklúziója, hogy a mozgás – különösképpen a magasabb intenzitású – fiziológiai mechanizmusok katalizátora, és az időskori agyi rendellenességek megelőzésében is jelentős szerepe van. (Stillmann és mtsai., 2016).

Egy dán összefoglaló tanulmány alapján a szakirodalom azt mutatja, hogy összefüggés lehet az edzettségi szint, az állóképesség és a kognitív működés között, és mindez az iskolai teljesítménnyel is gyenge pozitív korrelációt mutat. A motoros készségek fejlesztését gyakran elkülönítjük a kognitív fejlődéstől, de a motoros

² (Agyi) fehérjék, melyeknek fontos szerepük van az idegrendszer megfelelő működésében, az idegsejtek közötti kapcsolatok létrejöttét támogatják

és a kognitív fejlődés alapvetően összefügg-het egymással. A kognitív folyamatok ak-kor funkcionálisak, ha befolyásolják a cse-lekedeteinket és az észlelési funkciókon keresztül, a motoros rendszer „használatá-val”, mozgással végződnek. A folyamatot megfordítva a mozgás, a motoros rendszer segítheti a döntéshozatalt, a motoros kontrollt és a motoros készségek tanulási folyamatait. A kognitív és a motoros rendszer összefüggését su-

gallja az a tény is, hogy az agy rendellenességei a mozgató rendszer beteg-ségeihez, fogyatékoságá-hoz kapcsolódnak. Mind a finom, mind a durva

motoros készségek tekintetében pozitív összefüggést igazoltak az általuk vizsgált kognitív funkciók szintje alapján. To-vábbá a jól működő munkamemória, epi-zodikus memória, figyelem és a jó feldol-gozási sebesség eredményesebb matematikai és szövegértési teljesítményt hoztak (Geertsen és mtsai., 2016).

Donelly és munkatársai különböző kri-tériumok alapján válogatott áttekintésé-ben (2016) arra utalnak, hogy összefüggés van a fizikai teljesítmény, a fittség és a ta-nulmányi teljesítmény között. A végre-hajtó funkciók javulása gyakran összefügg az edzettségi állapottal. A fizikailag aktív tantárgyi órák lebonyolítása általában a tanulmányi eredmények javulását eredmé-nyezi, míg a testnevelésórai aktivitás nö-velésére tett kísérletek nem. Véleményük szerint további anatómiai és biológia mo-delleket és modern módszereket (pl. fMRI, EEG) kell használni az anatómiai és biológiai modellek felállítására, a meg-figyelt, kognícióra gyakorolt hatások

biológiai alapjainak meghatározására, to-vábbá az alkalmazott fizikai aktivitás ter-jedelmével, intenzitásával, gyakoriságával kapcsolatos kérdések megválaszolására (Donelly és mtsai., 2016).

Egy friss kutatás eredményeként egy több mint 40 tanulmányt magába foglaló áttekintés alapján a fizikai aktivitással el-töltött tanórák közötti szünetek hatékony módja, a tanulók egészséges viselkedésé-

nek elősegítéséhez, kog-nitív és tanulmányi ké-pességeik fejlesztéséhez vezet. A tanulmányok többsége pozitív össze-függést igazol a kognitív és végrehajtó funkciók-

a végrehajtó funkciók javu-lása gyakran összefügg az edzettségi állapottal.

kal és a matematika, olvasás és szövegértés kapcsolódó képességeivel (Valentini és Gennari, 2024). Hivatkozásuk alapján a nyelvtanulás, a beszéd a cselekvések tü-körneuronrendszerének és az agy beszéd-artikulációs, ún. Broca-területének neuro-nális átfedésén keresztül kapcsolódik egymáshoz (Rizzolatti és Sinigaglia, 2006), ami a kutatás egy új irányvonalát mutatja, és a szenzomotoros kapcsolatot igazolja.

A felsorolt irodalmak alapján megállapíthatjuk, hogy a mozgás és a kognitív funkciók közt van kapcsolat, annak azon-ban mértéke nem megállapítható. A moz-gásos beavatkozásokat, a testnevelést is ér-demes holisztikus nézőpontba helyezni az egészség, a tanulás, a szociális képességek összefüggéseiben is. További kutatásban érdemes lenne a mozgás közvetett és köz-vetlen hatását (például testnevelés és moz-gásos programok, illetve tanórák megújí-tása) szétválasztani.

A FIZIKAI MUTATÓK ÖSSZEFÜGGÉSEI AZ ISKOLAI TELJESÍTMÉNY ASPEKTUSÁBÓL

A mozgás rendszeressége az edzettségi állapotban, a fizikai mutatók folyamatos fejlődésében is megmutatkozik, melynek összekapcsolása a kognitív funkciókkal érzékelhetően hiányzik a hazai szakirodalomban. A nemzetközi kutatások azonban erre a területre is kiterjednek. A tanulmányi teljesítmény a gyermek iskolai sikerességére utal, melyet általában az osztályzatok átlagával vagy a különböző standardizált teljesítményteszteken elért eredménnyel mérnek. Sajnos az érdemjegyek objektivitása megkérdőjelezhető, a tesztek pedig gyakran csak egy részkapességet, tantárgyi ismeretet vizsgálnak. A tanulmányi teljesítményt befolyásolja az önszabályozás és a munkamemória teljesítménye, valamint a végrehajtó funkciók egyéb aspektusainak hatékonysága (Diamond, 2013). Leggyakrabban az állóképesség, a keringési fitness mérőszámainak összefüggéseivel találkozhatunk a standardizált tantárgyi tesztekkel. A szakirodalom ezt a mozgás hatására fokozott igénybevétellel, a keringés agyi hatásaival magyarázza. Mivel a keringés és az állóképesség –részben– genetikailag determinált, a mozgáskészségek összefüggéseinek felfedését a tanulmányi teljesítménnyel a fenti vizsgálatok kevéssé segítik elő, nem beszélve a környezeti hatások bevonásáról – mindemellett a kognitív hiányosságok, például a tanulási zavarok gyakran társulnak egyes koordinációs és motoros készségek zavaraihoz (Haapala, 2013).

az érdemjegyek objektivitása megkérdőjelezhető

Norvég kutatók összefoglalása alapján pozitív kapcsolat van a motoros készségek, a kognitív és iskolai teljesítmény között, de annak mértéke gyenge, és a nemek közti különbség is jelentős – egyértelműen a fiúk esetében igazolt (Aadland és mtsai., 2017).

Kutatásuk során 57 iskolában közel 600 ötödikes gyerekeket vontak be egy napi 60 perces mozgásos programba, melynek eredményeit Andersen-féle állóképességi futóteszttel határozták meg, és vetették össze (matematikai) számolás- és olvasástesztjük mérőszámaival. Gyakran vizsgálják magának az állóképességnek valamely tantárgyi eredménnyel való összefüggését. Egy svájci kutatócsoport általános iskolai tanulókat vizsgált a NETFIT ingafutástesztjéhez hasonló állóképességi teszttel, melyből a tanulók kardiorespirációs fitnessére következtettek, és azt az érdemjegyeikkel és kilenc különböző kognitív teszt mérőszámaival vetették össze, a matematika, idegen nyelv, a szövegértés és szövegalkotás tekintetében. Eredményeik szerint a fitness pozitív kapcsolatban van a számolás, a nyelvtan teszt eredményeivel, de a helyesírás és a szókincs terén mérhető teljesítménnyel nem mutat összefüggést. (Yangüez és mtsai., 2021).

Egy másik vizsgálatban majdnem 8000 ausztrál diák mintáján igazolták a fizikai

mutatók, a mozgás és a tantárgyi, iskolai teljesítmény ok-okozati összefüggéseit. A tanulmányi érdemjegyeket vetették össze a helyből távolugrás, az 50 méteres sprintfutás, az egy mérföldes futás, a felülés- és fekvőtámasz-tesztek eredményeivel. A különböző mérőszámok mindegyike összefüggést

mutat a helyből távolugrás, az 50 méteres sprintfutás, az egy mérföldes futás, a felülés- és fekvőtámasz-tesztek eredményeivel. A különböző mérőszámok mindegyike összefüggést

mutatott a tantárgyi teljesítmény skáláival (Dwyer és mtsai., 2001).

Az alapvető mozgáskészségek, a mozgási szokások kérdőíves vizsgálata és hetedik, nyolcadik és kilencedik osztályosok tanulmányi előmenetelének longitudinális összevetése során találtak a kutatók ezek közt kapcsolatot, és jutottak arra a következtetésre, hogy a mozgáskészségek szignifikáns kapcsolatban vannak az iskolai teljesítménnyel, miközben a mozgási szokások szerepe nem igazolt (Jaakola és mtsai., 2015)

Egy másik, 18 tanulmányt vizsgáló áttekintés alapján gyenge összefüggés mutatkozott a fitness és a tantárgyi teljesítmény között, valamint a kognitív funkciók tekintetében, de többlépcsős vizsgálatban az intervenciók nem tudták megerősíteni azt. Ezáltal a mozgásra fordított több idő szerepe sem alátámasztott, de bizonyosan nem káros a konklúziójuk alapján. A korrelációs vizsgálatokon kívül azonban további mélyebb vizsgálati módszereket javasolnak (Keeley és mtsai., 2019).

Gall és munkatársai 20 hetes mozgásos intervenciót alkalmaztak 663 általános iskolás tanuló részvételével, 8–13 éves gyerekekkel. D2-teszt³ használták a szelektív figyelem értékelésére, míg az év végi átlagolt iskolai eredményeket (matematika, életvezetési ismeretek, irodalom és nyelvtan illetve idegen nyelv) használták fel a tanulmányi teljesítmény mutatójaként. Állóképesség mérésére 20 méteres ingafutásteresztet alkalmaztak. Eredményeik alapján intervenciójuk hatással bírt a tantárgyi teljesítményre.

A fejlettebb állóképességgel bíró gyermekek általában jobb koncentrációs képességi mutatókkal bírtak, ugyanakkor a szelektív figyelem kapcsán a pozitív összefüggés nem igazolódott (Gall és mtsai., 2018).

Finn ikerpárok esetében találtak összefüggést a szabadidős mozgás, az iskolai végzettség és a kognitív képességekre vonatkozó keresztmetszeti adatok közt, azok összevetésével. Lineáris regressziós elemzéssel statisztikailag szignifikáns összefüggést igazoltak, kizárva a genetikai determináltságot. (Aaltonen és mtsai., 2016).

Ortega és munkatársai

109 tanulón végrehajtott mozgásprogram kapcsán túlsúlyos tanulókat vizsgáltak. A kognitív rugalmasságuk és intelligenciaszintjük tekintetében

pozitív összefüggés látszott, a többi vizsgált kognitív mutató nem változott jelentős mértékben. Állóképességük és tanulmányi eredményük kismértékben javult. A húsz hetes program a hippocampus térfogatát és más, agyi mágneses rezonanciavizsgálattal nyert képalkotási eredmények alapján látható jellemzőket nem befolyásolta (Ortega és mtsai., 2022), amely eredmény ellentmond a tanulmányunk első fejezetében idézett szakirodalmi állításoknak.

Macdonald és munkatársai (2018) szakirodalmi áttekintésének az volt a célja, hogy azonosítsa és értékelje azon tanulmányok eredményeit, amelyek a motoros képességek szintje és a matematikai és olvasási teljesítmény közötti összefüggéseket vizsgálták, jellemzően fejlődő iskoláskorú gyermekek és serdülők esetében. Eredményeik alapján a

663 általános iskolás tanuló részvételével, 8–13 éves gyerekekkel

³ Figyelemvizsgáló eljárás, az információfeldolgozás sebességét, a szabálykövetést és a teljesítmény összetevőit állítja sorrendbe.

finommotorikus jártasság szignifikánsan és pozitívan összefügg a matematika és az olvasás terén elért tanulmányi teljesítménnyel, különösen az iskola első éveiben. Szignifikáns pozitív összefüggések voltak a tanulmányi teljesítmény és a motoros jártasság összetevői között, különösen a sebesség és a mozgékonyág, a felsővégtag-koordináció és a teljes motoros pontszámok között (McDonald és mtsai., 2018).

ÖSSZEGZÉS

Számos kutató kedvelt területe a mozgás és a kognitív funkciók kapcsolata. Gyermekek és serdülőkorban a fizikai aktivitás pozitív hatásai igazoltak, azok tantárgyi teljesítményben való megjelenéséről különböző álláspontok léteznek. A szakirodalom alapján a szenzitív korban való fizikai fejlesztés összefügg a neurotranszmitterek képződésével, az agytérfogató növekedésével és az agy strukturális változásával, és feltételezhetően a kognitív funkciók fejlődése a tantárgyi eredményekkel is kapcsolatos. Alapvetően nehéz objektív mérőszámokat találni a kognitív képességek mérésére, ezért talán érdemes lenne egy-egy rész-képességet külön vizsgálni, vagy a sportban bizonyosan jelen lévő kognitív funkciókat mérni (pl. reakcióidő, döntéshozatal). Összességében a mozgásnak semmilyen negatív hatása sincs a tanulmányi teljesítményre, semelyik kiválasztott tanulmányban sem. A vizsgálatok többségében a mozgás pozitív élettani változásokat okoz, melyek azonban a tanulónál nehezen mérhetőek. A rendszeres mozgás a

neurotranszmitterek hatásán keresztül, nyugtató hatást gyakorolva a gyermekekre, lehetővé teszi számukra, hogy leüljenek, és a tanulmányi tevékenységre összpontosítsanak. A viselkedésben jelen lévő kontroll-funkció fontossága itt igazoltan megmutatik. A tantárgyak és műveltségterületek szegmensében a mozgás hatásai nem egyértelműek. A számolás, a matematikai logikai gondolkodás többször alátámasztottan megjelenik mint igazolt kapcsolat a mozgásos programokkal, de akár az edzettséggel is. A fizikai mutatók – leggyakrabban az állóképesség, a fittség, az oxigén felvételének nagyobb mértéke – a tanulóval és a tantárgyi teljesítménnyel is összefüggést mutat, de ennek mértékét meghatározni egységesen nem lehet. A kognitív képességek sem egyértelmű és azonos fogalmi meghatározás alá esnek, ezért tanulmányunk heterogén rendszereket illető közös tanulságokkal kevésbé szolgál, de eredményei mindenképpen a mozgást és a fizikailag aktív életvezetést támogatják az agyi működés és kognitív funkciók javítása érdekében, különösen a szenzitív gyermekkorban, illetve a keringési betegségek prevenciójában. A mozgásban és sportban jelen lévő közvetlen megismerő folyamatok (repció, perpció, szelekció) a

közvetett folyamatokra is hatással vannak, tehát a mozgás komplexitása, ingergazdag környezete, a fantáziát, az emlékezetet és a gondolkodást is befo-

lyásolja, de a környezeti, genetikai és táplálkozási különbségek miatt ennek a hatásnak a mértékét megállapítani lehetetlen.

A szakirodalom tehát egyetért abban, hogy van összefüggés a mozgás, az agy működése, a kognitív funkciók és a tantárgyi

eredményei a fizikailag aktív életvezetést támogatják

teljesítmény között, de több szerző is hiányolja a negatív asszociációkat a teljesség érdekében. Mindemellett a testnevelésórai aktivitás a vizsgálatok alapján nincs speciális kapcsolatban az egyes műveltségi területekkel, de a tanórak általános megújítása mozgással több esetben is eredményre vezet. Tapasztalataink szerint az elavult,

hosszas – padban üléssel járó – osztálytermi tanulás mozgásos játékká alakítása is képes a motivációs szintet befolyásolni. A kívánt egészségszint és a tantárgyi előrehaladás érdekében a variábilis, sokszínű óraszervezés és óra-megvalósítás szükséges, és ez a kutatás további irányvonalát is kijelölheti.

IRODALOM

- Bidzan-Bluma, I., Lipowska, M. (2018): Physical Activity and Cognitive Functioning of Children: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. **15**. 4. sz. (800). DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph15040800>
- Burns R. D., Bai, Y., Fu, Y., Pfladderer, C. D. és Brusseau, T. A. (2019a): Parent Engagement and Support, Physical Activity, and Academic Performance (PESPAAP): A Proposed Theoretical Model. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. **16**. 23. sz. (4698). DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph16234698>
- Burns R. D., Pfladderer, C. és Fu, Y. (2019b): Adolescent health behaviors and difficulty concent-rating, remembering, and making decisions. *American Journal of Lifestyle Medicine*. DOI: <https://doi.org/10.1177/1559827619860067>
- Chaddock, L., Erickson, K. I., Prakash, R. S., Voss, M. W., VanPatter, M., B. Pontifex, M., Hillman, C. H. és Kramer, A. F. (2012): A functional MRI investigation of the association between childhood aerobic fitness and neurocognitive control. *Biological Psychology*. **89**. 1. sz., 260–268. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2011.10.017>
- Chaddock-Heyman, L., Erickson, K. I., Kienzler, C., Drollette, E. S., Raine, L. B., Kao, S.-C., Bensken, J., Weissappel, R. M., Castelli, Darla, H. Hillman, Ch. és F. Kramer, A. (2018): Physical activity increases white matter microstructure in children. *Frontiers in Neuroscience*. **12**. (950). DOI: <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00950>
- Chang, Y.-K., Etnier, J. L. (2009): Effect of an acute bout of localized resistance on cognitive performance in middle-aged adults: a randomized controlled trial study. *Psychology of Sport and Exercise*. **10**. 1. sz., 19–24.
- Coelho, F. M., Pereira, D. S., Lustoza, L. P., Silva, J. P., Dias, J. M. D., Dias, R. C. D., Queiroz, B. Z., Teixeira, A. L., Teixeira, M. M. és Pereira, L. S. M. (2012): Physical therapy intervention (PTI) increases plasma brain-derived neurotrophic factor (BDNF) levels in non-frail and pre-frail elderly women. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. **54**. 3. sz., 415–420.
- Diamond, A. (2013): Executive functions. *Annual Reviews of Psychology*. **64**. 135–168. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Donnelly, J. E. Hillman, C. H., Castelli, D., Etnier, J. L., Lee, S., Tomporowski, P., Lambourne, K., Szabo-Reed, A. N. (2016): Physical Activity, Fitness, Cognitive Function, and Academic Achievement in Children: A Systematic Review. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. **48**. 6. sz. 1197–222. DOI: <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000901>
- 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. (2018): FOR 2018 PHYSICAL ACTIVITY GUIDELINES ADVISORY COMMITTEE. Physical Activity, Cognition, and Brain Outcomes: A Review of the 2018 Physical Activity Guidelines. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. **51**. 6. sz., 1242–1251. DOI: <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001936>

- Fisher, A., Reilly, J. J., Kelly, L. A., Montgomery, C., Williamson, A., Paton, J. Y. és Grant, S. (2005): Fundamental movement skills and habitual physical activity in young children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. **37**. 4. sz., 684–688.
- Geertsen, S. S., Thomas, R., Larsen, M. N., Dahn, I. M., Andersen, J. N., Krause-Jensen, M. és Lundbye-Jensen, J. (2016): Motor skills and exercise capacity are associated with objective measures of cognitive functions and academic performance in preadolescent children. *PloS one*. **11**. 8. sz. (e0161960).
- Gligoroska, J. P. és Manchevska, S. (2012): The effect of physical activity on cognition – physiological mechanisms. *Materia Socio-Medica*. **24**. 3. sz., 198–202. DOI: <https://doi.org/10.5455/msm.2012.24.198-202>
- Haapala, E. A. (2013): Cardiorespiratory fitness and motor skills in relation to cognition and academic performance in children – a review. *Journal of Human Kinetics*. **28**. 36. sz., 55–68. DOI: <https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0006>
- Hillman, C. H., Erickson, K. I. és Hatfield, B. D. (2017): Run for your life! Childhood physical activity effects on brain and cognition. *Kinesiology Review*. **6**. 12–21. DOI: <https://doi.org/10.1123/kr.2016-0034>
- Hillman, C. H., Khan, N. A. és Kao, S. C. (2015): The relationship of health behaviors to childhood cognition and brain health. *Annals of Nutrition and Metabolism*. **66**. 1–4. DOI: <https://doi.org/10.1159/000381237>
- Howie, E. K., Joosten, J., Harris, C. J. és Straker, L. M. (2020): Associations between meeting sleep, physical activity or screen time behaviour guidelines and academic performance in Australian school children. *BMC Public Health*. **20**. 1. sz. (520). DOI: <https://doi.org/10.1186/s12889-020-08620-w>
- Jaakkola, T., Hillman, C., Kalaja, S. és Liukkonen, J. (2015): The associations among fundamental movement skills, self-reported physical activity and academic performance during junior high school in Finland. *Journal of Sports Sciences*. **33**. 16. sz., 1719–1729. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1004640>
- Nyvoll Aadland, K., Fusche Moe, V., Aadland, E., Anderssen, A. S., Resaland, G. K., Ommundsen, Y. (2017): Relationships between physical activity, sedentary time, aerobic fitness, motor skills and executive function and academic performance in children. *Mental Health and Physical Activity*. **12**. 10–18, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2017.01.001>
- Keeley, T. J. H. és Fox, K. R. (2009): The impact of physical activity and fitness on academic achievement and cognitive performance in children. *International Review of Sport and Exercise Psychology*. **2**. 2. sz., 198–214. DOI: <https://doi.org/10.1080/17509840903233822>
- Erickson, K. I., Hillman, Ch. H. és Kramer, A. F. (2015): Physical activity, brain, and cognition. *Current Opinion in Behavioral Sciences*. **4**. 27–32, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2015.01.005>
- Macdonald, K., Milne, N., Orr, R., Pope, R. (2018): Relationships Between Motor Proficiency and Academic Performance in Mathematics and Reading in School-Aged Children and Adolescents: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. **15**. 8. sz. (1603). DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph15081603>
- Ortega, F. B., Mora-Gonzalez, J., Cadenas-Sanchez, C., Esteban-Cornejo, I., Migueles, J. H., Solis-Urra, P., Verdejo-Román, J., Rodríguez-Ayllon, M., Molina-Garcia, P., Ruiz, J. R., Martínez-Vizcaino, V., Hillman, C. H., Erickson, K. I., Kramer, A. F., Labayen, I., Catena, A. (2022): Effects of an Exercise Program on Brain Health Outcomes for Children With Overweight or Obesity: The ActiveB-rains Randomized Clinical Trial. *JAMA Network Open*. **5**. 8. sz., (e2227893). DOI: <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2022.27893>
- Rizzolatti, G. és Sinigaglia, C. (2006): *So quel che fai. Il cervello che agisce e i neuroni specchio*. Raffaello Cortina Editore, Milano.
- Sibley, B. és Etnier, J. (2003): The Relationship between Physical Activity and Cognition in Children: A Meta-Analysis. *Pediatric Exercise Science*. **15**. sz., 243–256.
- Stillman, C. M., Cohen, J., Lehman, M. E., Erickson, K. I. (2016): Mediators of physical activity on neurocognitive function: A review at multiple levels of analysis. *Frontiers of Human Neuroscience*. (626). DOI: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00626>

- St. Laurent, C. W., Burkart, S., Andre, C. és Spencer, R. M. (2021): Physical Activity, Fitness, School Readiness, and Cognition in Early Childhood: A Systematic Review. *Journal of Physical Activity and Health*. **18**. 8. sz., 1004–1013. DOI: <https://doi.org/10.1123/jpah.2020-0844>
- Reichardt R. (2021): A prefontális kéreg evolúciója. *Élet és Tudomány*. 47. sz.
- Thür A. és Fügedi B. (2022): A fizikai teljesítménymutatók és a tanulói kompetenciák, valamint tantárgyi attitűd összefüggései. In: Kattein-Pornói R.; Mrázik J. és Pogátsnik M. (szerk.): *Tanuló társadalom: Oktatókutatás járvány idején*. Debreceni Egyetemi Kiadó – Magyar Nevelés- és Oktatókutatók Egyesülete (HERA), Budapest – Debrecen. 321–331.
- Thür A. és Kertész T. (2023): *Mozgásos programok hatása a motoros és a kognitív tulajdonságokra*. In: Molnár D. és Molnár D. (szerk.): *XXVI. Tavaszi Szél Konferencia 2023 – Tanulmánykötet II*. Doktoranduszok Országos Szövetsége (DOSZ), Budapest. 69–80.
- Valentini, M. és Gennari, A. S. (2024): The Effects of Physical Activity on Cognitive and Learning Abilities in Childhood. *European Educational Researcher*. 7. 1. sz., 1–30.
- Voss, M. W., Chaddock, L., Kim, J. S., VanPatter, M., Pontifex, M. B., Raine, L. B., Cohen, N. J., Hillman, C. H. és Kramer, A. F. (2011): Aerobic fitness is associated with greater efficiency of the net-work underlying cognitive control in preadolescent children. *Neuroscience*. **199**. 166–176. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2011.10.009>
- WHO (2020): World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*. **54**. 24. sz., 1451–1462. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>
- Williams, H. G., Pfeiffer, K. A., O'Neill, J. R., Dowda, M., McIver, K. L., Brown, W. H., Russell, R. (2012): Motor Skill Performance and Physical Activity in Preschool Children *Obesity*. **16**. 6. sz. 1421–1426. DOI: <https://doi.org/10.1038/oby.2008.214>
- Yangüez, M., Bediou, B., Hillman, Ch. H., Bavelier, D. és Chanal, J. (2021): The Indirect Role of Executive Functions on the Relationship between Cardiorespiratory Fitness and School Grades. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. **53**. 8. sz., 1656–1665. DOI: <https://doi.org/10.1249/MSS.00000000000002630>



„Illusztráció Platón barlanghasonlatához”