

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM
PEDAGÓGIAI ÉS PSZICHOLÓGIAI KAR

Doktori disszertáció tézisei

Laki Ádám

**Sportágra jellemző döntéshozatali képességre alapozott
prognosztizáló módszer kidolgozása sportági kiválasztás céljából**

DOI-azonosító: 10.15476/ELTE.2022.071

Neveléstudományi Doktori Iskola

A Doktori Iskola vezetője: Prof. Dr. Zsolnai Anikó

Sport és Egészségnevelés Program

Programvezető: Prof. Dr. Szabó Attila

Témavezetők:

Prof. Dr. Szabó Attila

Prof. Dr. Ihász Ferenc

Budapest, 2022

Bevezetés

Napjainkban a felnővő nemzedék fizikai aktivitása egyre csökken, fittségi állapota romlik. Fontos, hogy az iskolai testnevelés mellett, minél több gyermek sportoljon egyesületi szinten, ahol szakmailag képzett edzők irányításával megfelelő terhelést kapnak és kialakul az életre szóló elköteleződés a sport iránt. Számos gyermek azért hagy abba egy adott sportot, mert nincs sikerélménye (Trzaskoma-Bicsérdy, 2007).

Nagyon fontos, hogy amikor sportágválasztásra kerül a sor, akkor olyan testmozgást válasszon a gyermek, amely számára a legmegfelelőbb mind testi adottságai mind kognitív képessége szerint. A gyermekekkel foglalkozó sportszakemberek felelőssége és feladata, hogy segítsék a fiatalok sportágválasztását. A testnevelők és edzők eddig csupán a testi adottságokat vették figyelembe, amikor sportágot ajánlottak a gyermekeknek (Csáki, és mtsai., 2013). A kognitív képességek háttérbe szorultak. Ebből a problémából fakadóan, sokszor olyan sportágot kezd űzni a gyermek, amely nem megfelelő a kognitív képességeihez, így előre determinálható a sportági sikertelenség és hosszútávon a lemorzsolódás is. Szükség van a gyermekek sporthoz kapcsolódó kognitív képességeinek feltérképezésére, hogy a számukra legmegfelelőbb típusú sportágot választhassák (Derdák, 2018).

Ahogy Csáki és munkatársai (2013) is megfogalmazták a másik probléma az élsport kiválasztási rendszerében keresendő. Számos tanulmány arra hívja fel a figyelmet, hogy a fiatalok kiválasztását nem csupán a testalkati mutatók, fizikai adottságok, hanem különböző adottságaik és képességeik alapján szükséges tervezni és elvégezni. Szerencsére az utóbbi években a szakemberek egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek a tudományos alapú támogatási rendszerek használatára, amely holisztikusabb megközelítést kínál a tehetség kiválasztásához. Antropometriai, pszichológiai, szociológiai és technikai ismeretek jellemzőit vizsgálják a tehetség azonosítása céljából (Unnithan, et al., 2012).

Láthatjuk, hogy mennyire fontos a gyermekek mentális képességeinek vizsgálata, jónéhány tanulmány foglalkozik a fiatalok kognitív képességével azon belül is a döntéshozatali képességgel, de ezek a kutatások eltérő, sokszor ellentétes eredményekről számolnak be (Chmura, 1994; Nuri, et al., 2013; Makra & Balogh, 2018; McMorris & Graydon, 2000). A gyermekek fizikai aktivitás közbeni döntéshozatali képességét, kevesek vizsgálták korábban, sportágválasztás szempontjából még kevesebb a korábbi kutatás, márpedig figyelembe kell venni, hogy a fizikai terhelés befolyásolhatja a kognitív folyamatokat.

A testmozgás hatására változó kognitív képességek vizsgálata a pszichológia és a pszichofiziológia kutatásterületébe tartozik.

Kutatások kimutatták, hogy van összefüggés a pillanatnyi fizikai aktivitás és a kognitív képességek között, ilyen kutatás Rendi és munkatársai, (2007) a testmozgás, terhelés és az információ-feldolgozás közti kapcsolatának vizsgálata. Korábbi kutatások arról számoltak be, hogy a pszichomotoros teljesítmény javul a központi idegrendszer fizikai aktivitás által indukált aktiválásával. Azonban, miután meghaladott egy bizonyos intenzitást, mind az egyszerű, mind a választási reakcióidő növekedett. Ezen megfigyelések, az aktiválási szint és a különböző feladatok végrehajtása közötti fordított U-kapcsolatot feltételeznek, mivel az aktiválási szint a nyugalmi szint fölé emelkedik, a teljesítmény az optimális pontig javul. Az aktiválás ezen túlmenően tovább növekszik, ami fokozatosan rosszabb teljesítményt eredményez. A legrövidebb válasz reakcióidők az aerob tartományban jelentkeznek, majd anaerob környezetben romlani kezd a teljesítmény (Chmura, et al., 1994).

Más kutatók is megvizsgálták a témát. A korábbiakkal ellentétben McMorris és Graydon (2000) alaposan és szisztematikusan áttekintették a növekvő intenzitású gyakorlatok kognitív teljesítményre gyakorolt hatását, és arra a következtetésre jutottak, hogy kevés vagy nincs bizonyíték az invertált U hipotézisre. Mindemellett a fordított U hipotézissel ellentétes eredményeket is találtak, melyek szerint a közepes erősségű fizikai terhelés ronthatja a munkamemória képességet és a reakcióidőt (McMorris, et al., 2011). Ezzel kapcsolatban van, hogy a kognitív eredmények nagymértékben függenek az elvégzett feladat típusától (Rendi, et al., 2007). Egyéb vizsgálatok azt mutatták ki, hogy a sportolók sportáguknak megfelelően nagyobb szenzoros-kognitív képességekkel rendelkeznek az adott területen, akár nyitott, akár zárt sportkészségről beszélünk. A röplabda játékosok inkább előre látják a labda időzítési feladatát, mint a sprinterek. A sprinterek azonban rövidebb reakcióidővel rendelkeznek a hallási ingereknél egy adott feladatban (Nuri, et al., 2013).

Smith és munkatársai, (2016) megvizsgálták, hogy hogyan változik a döntéshozatali teljesítmény intenzív terhelést követően. Kutatásuk arra világított rá, hogy az intenzív (maximális pulzus 90 százalékan végzett) edzés során nagymértékben romlik a kognitív teljesítmény. Polluveer és munkatársai, (2012) a Win Psycho 2000 nevű program (Thomson, 2010) segítségével vizsgálták a női röplabdázók döntéshozatali képességét a hibázások és a reakcióidő tekintetében. Ők arra voltak kíváncsiak, hogy milyen eltérések vannak a különböző poszton szereplő játékosok döntéshozatali képességében. Arra a megállapításra jutottak, hogy a különböző poszton szereplő játékosok eredményeiben szignifikáns különbség van.

A kutatások kimutatták, hogy fontos a sportban a perceptuális-kognitív feldolgozással kapcsolatos tudás kiterjesztése. A sportolók információfeldolgozási készségeinek egyik aspektusa, a döntéshozatali idő és pontosság a gyorsaság megkülönböztetésével kapcsolatban (Thomson, et al., 2008).

Thomson és munkatársai (2009) ugyancsak a Win Psycho 2000 program segítségével tesztelték labdajátékosokat. A sportolók döntéshozatali képességét vizsgálták a terhelés előtt és az intenzív terhelés után. A tesztelt alanyok eredményei romlottak az erős fizikai terhelést követően. Mindemellett jelentős különbségeket találtak a különböző labdajátékot űzők eredményei között mind a reakcióidő, mind a hibázások tekintetében.

A leírtakból következik, hogy a sportági kiválasztásnál a későbbi sikerek egyik záloga lehet, hogy az utánpótláskorú fiatalok antropometriai, képességfaktor alapú vizsgálata mellett az adott sportágra jellemző döntéshozatali képesség becslésével/mérésével is próbálkozzunk.

A felnőtt sportolók döntéshozatali képességének vizsgálata – 1. kutatás

Kutatási célok és kérdések

A különböző erősségű fizikai terhelés eltérő irányban befolyásolja a döntéshozatalt, de vitatott a fordított „U” hipotézis, ezért továbbra is aktuális kérdés, hogyan is hat a fizikai aktivitás a döntéshozatali képességre. Egyes kutatások szerint az intenzív fizikai terhelést követően romlik az egyszerű döntéshozatali képesség eredményessége és a reakcióidő. Ezért célom volt feltárni a különböző erősségű fizikai aktivitás hatását az egyszerű döntéshozatali képességre. Ennek megfelelően az alábbi kérdéseket tettem fel:

- 1. A különböző fizikai terhelési szinteken a felnőtt sportolók döntéshozatali képessége hogyan változik?*
- 2. A különböző erősségű fizikai terhelés milyen hatással van az egyszerű döntéshozatali képesség reakcióidejére felnőtt sportolók esetében?*
- 3. Az intenzív fizikai terhelést követően hogyan változik az egyszerű döntéshozatali képesség eredményessége felnőttek esetében?*
- 4. Az intenzív fizikai terhelést követően hogyan változik az egyszerű döntéshozatali képesség reakció ideje felnőttek és serdülők esetében?*

Módszerek

Részvevők

A vizsgálatba 53 felnőtt, férfi, aktív sportolót vontunk be, melyből 33 fő ($21,7 \text{ év} \pm 3,5 \text{ év}$) alkotta az intervenciós csoportot és 20 fő ($22,7 \pm 2,3 \text{ év}$) a kontrollcsoportot. Az intervenciós csoporton belül 16 fő zárt mozgáskészségű sportot űző sportoló (atlétika), míg 17 fő nyílt mozgáskészségű sportot űző sportoló (kosárlabda, küzdősport) volt. A nyílt mozgáskészségű csapatsportolókat a magyar első osztályban szereplő Falco Vulcano KC Szombathely és a Szombathelyi Egyetemi Sportegyesület (SzoESE) kosárlabda csapata biztosította, ahol több felnőtt válogatott élsportoló is sportol. A nyílt mozgáskészségű egyéni sportolók küzdősportolók voltak, akiket a Controll Sportegyesület (kick-box) biztosította. A zárt mozgáskészségű egyéni sportolók pedig a Szombathelyi Dobó SE, valamint a Szombathelyi Haladás VSE atlétái voltak. A kontrollcsoport tagjait a Szombathelyi Sporttudományi Intézet Sportszakos hallgatói alkották, akik ugyancsak sportegyesületben (labdarúgás, röplabda, atlétika, torna) igazolt versenysportolók voltak.

Mérés lebonyolítása

A vizsgált alanyok a laboratóriumba érkezését követően megmértük a testmagasságukat majd elvégeztük a testösszetétel vizsgálatot. Ezt követően rögzítettük a (Polar H10, HRTS) mellkasi jeladót, majd néhány perc elteltével megmértük a tesztet megelőző nyugalmi pulzusszámot.

Egy nyíltan elérhető (<https://webzone.ee/winpsycho>) „WinPsycho 2000” reakcióidő-tesztrendszer (Thomson, et al., 2008; Thomson, 2010) használtuk a döntéshozatali képesség vizsgálatára, amely egy szín- és sebesség-diszkriminációs feladatot alkalmaz. A kontrollcsoport (KCS) résztvevői csendben álltak a futószalagon (fizikai tevékenység nélkül), míg az intervenciós csoport (ICS) tagjai futószalagon történő fizikai terhelésnek voltak kitéve a vizsgálat során. A vizsgálat $5 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$ gyaloglással kezdődött, két percig nulla dőlésfok mellett, majd folyamatosan, 2 percenként növeltük $2 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$ val és 4° -os dőléssel, amíg a vizsgált személy elérte az aerob [$\text{RER (Respiratory Exchange Ratio)} \geq 0,75$], majd a terhelést tovább növelve az anaerob zónát ($\text{RER} > 1,0$) (Wasserman, et al.). Ezt követően a résztvevők legalább egy percig futottak ($\text{RER} > 1,0$ -nél), majd a futópad sebességét és dőlését fokozatosan nullára csökkentettük. A pulzusszámot és a gázcserét folyamatosan regisztráltuk a pulzusmérővel és a gázelemző készülékkel, amelyet minden egyes edzéstest előtt kalibráltunk. A „WinPsycho 2000” szín- és sebesség-diszkriminációs feladatai közül az egyik egy színek közti döntés és reakcióidő feladat volt, amely négy szín (kék, zöld, piros, sárga) véletlenszerű megjelenítését (12-szer) jelentette.

A második feladat egy gyorsreagálási feladat volt, amelyben egy virtuális labda közeledett (12-szer) az ember felé, a labda eltérő sebességgel mozoghatott (gyors, lassú). A résztvevő feladata a kézben tartott egér, valamely gombjának megnyomása volt a két lehetséges opció közül, ez előre meghatározott szabály szerint, a jobb vagy a bal egérgomb megnyomása. A két kognitív feladatot négyszer végezték el a vizsgáltak, a reakcióidő és a hibamérések feljegyzését a kiindulási ponton kezdtük, egy perc időegység eltöltését követően az aerob zónában, egy perc után az anaerob zónában és a fizikai terhelés megszakítása után 2 perccel. Annak biztosítása érdekében, hogy a kognitív feladatokat a két csoport egyidejűleg teljesítse, a kontrollcsoport számára az intervenciós csoport átlagos terhelési idejét (aerob – anaerob zóna) vettük alapul. A pulzusszámot minden kognitív feladat (4 alkalom) előtt és után, összesen nyolc alkalommal mértük, mint az intervenciós csoport esetében.

A kutatás során használt eszközök, tesztek

- „InBody 720” (Biospace Co. Inc., Szöul, Dél-Korea) típusú bioimpedancia elvén működő műszerrel mérem a testösszetételt, testtömeget (kg), relatív zsírtömeget (%), és az abszolút testizmot.
- “Marquette 2000” (Pittsburgh, PA, USA) típusú futószalaggal „Vita maxima” terheléses protokollt alkalmazok (Buchheit, 2008)
- H/P Cosmos LE200CE (DE 83365 Nussdorf-Traunstein Germany) típusú műszerrel a sportolók kardiorespiratorikus rendszerének változásait követem nyomon
- „Polar H7 Bluetooth 4.0 Smart” (Lake Success, NY, USA) mellkasi jeladóval követem a pulzus változásait a terhelés előtt, alatt és után.
- Master Screen CPX 50/60 Hz típusú (CareFusion Germany 234 GmbH 97204 Hoechberg) műszerrel mérem a nyugalmi (P_0), (ütés·perc⁻¹), és maximális pulzust (M_p), (ütés·perc⁻¹), valamint az aerob kapacitást (VO_2max), a ventilációt VE (BTPS l·min⁻¹) annak komponenseit.
- Win Psycho 2000 kognitív tesztrendszert alkalmazom a döntéshozatali képességek vizsgálatára, melyhez írásos engedélyt adta a szoftver fejlesztője, Kaivo Thomson. A színészlelés tesztjét és a sebesség észlelés tesztjét végeztetem el az alanyokkal, mindkét esetben feljegyzem a hibázások számát és a reakcióidőt (Thomson, 2010).
- Acer Extensa 5220 (U.S. Patent Nos 4,631,603) laptopon futtatom a Win Psycho szoftvert.
- Epson LCD (H719B, 3-5, Owa 3 chome, Suwa-shi, Nagano-ken 392-8502 Japan) típusú projektort használok a döntéshozatali teszt kivetítéséhez.

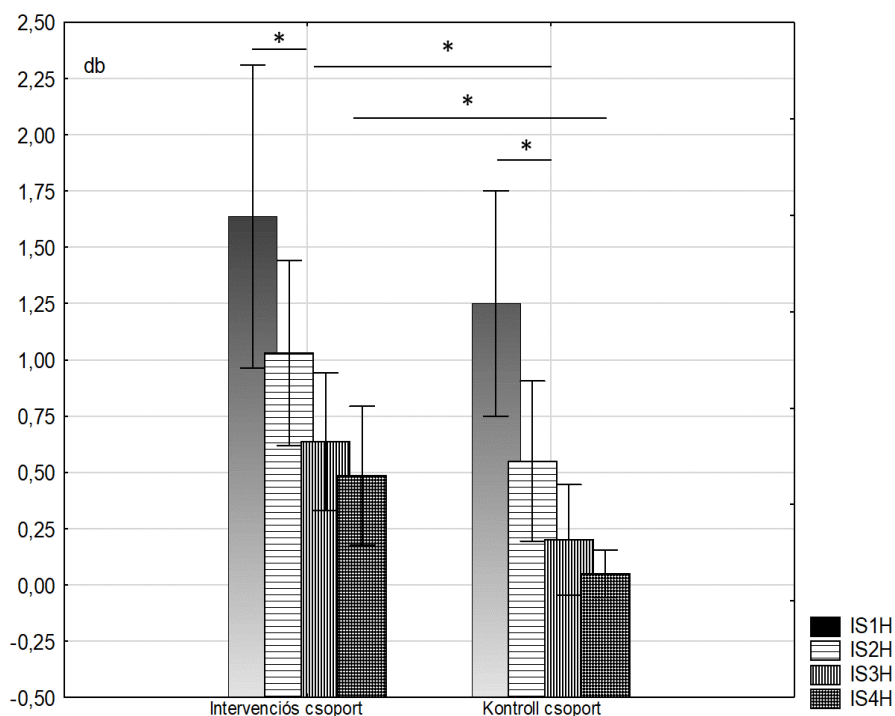
- Hama Gaming Mouse „uRage Unleashed WL” (Hama GmbH & Co KG D-86652 Monheim) típusú egeret használok a döntéshozatali teszt elvégzéséhez.

Statistikai elemzés

Az adatok elemzését „Statistica for Windows” 13.2 programcsomaggal végeztük. A vizsgáltak antropometriai (DA=életkor, TM=testmagasság, TS=testtömeg), testösszetételei (F%=relatív testzsír) és keringési jellemzőinek (Po= a vizsgálat előtt mért nyugalmi pulzusszám, Pmax=a vizsgálat alatt mért legmagasabb pulzusszám) csoportonkénti összehasonlítását kétmintás t-próbával végeztük. A két csoport szín-és sebességészlelését, illetve ezek hibaszámait, a különböző zónákban, ANOVA Post hoc, Tukey (HSD) módszerével elemeztük, a véletlen hiba $p < 0.05$.

Eredmények

A színészlelés esetén az intervenció és a kontrollcsoportnál is folyamatos javulás látszott a hibaszámok terén, de szignifikánsan többet az anaerob tartományban a fizikai terhelést végzők hibáztak (ICS3-KCS3= 0,64 db - 0,20 db, $p=0,03$, 1-es ábra), ez alátámasztja Chmura és munkatársai (1994) eredményeit, mely szerint az anaerob jellegű terhelés során romlik a kognitív teljesítmény.

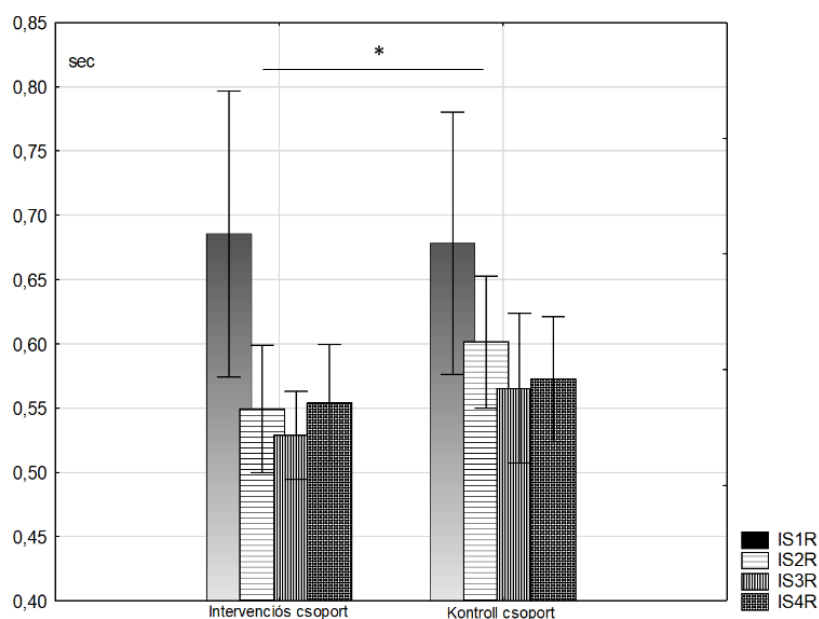


1. ábra: A két csoport színészlelési hibaszámainak összehasonlítása (átlag ± szórás)

Rövidítések: (IS1H)= terhelés előtt, (IS2H)= aerob tartományban, (IS3H)=az anaerob törésponton, (IS4H)=a terhelés után $t < 30$ sec., (ICS)= intervenció csoport, illetve (KCS) = kontroll (nyugalmi helyzetben) rögzített négy vizsgálat eredményei.

A sebesség észlelés terén, ezzel ellentétben az aerob tartományban hibáztak többet az intervenciós csoport tagjai, tehát a feladat típusától függött, hogy az adott terhelési szint, milyen irányba befolyásolta a döntéshozatali eredményességet, ez McMorris és Graydon, (2000) eredményeit igazolja.

A színészlelési reakcióidők esetében az aerob jellegű terhelés pozitívan hatott a reakcióidőre, hiszen valódi különbséget találtunk az intervenciós és a kontrollcsoport eredményei közt (ICS2-KCS2= 0,55 sec. - 0,6 sec., $p=0,05$, 2-es ábra). A terhelés többi szintjén nem találtunk szignifikáns különbséget a két csoport között, tehát az anaerob terhelés nem rontotta a reakcióidőt.



2. ábra: A két csoport színészlelési reakció idejének összehasonlítása (átlag \pm szórás)

Rövidítések: (IS1R)= terhelés előtt, (IS2R)= aerob tartományban, (IS3R)=az anaerob törésponton, (IS4R)=a terhelés után $t<30$ sec., (ICS)= intervenciós csoport, illetve (KCS) = kontroll (nyugalmi helyzetben) rögzített négy vizsgálat eredményei.

A sebességészlelés reakció idejét megvizsgálva sem találtunk sehol szignifikáns különbséget, tehát ebben az esetben nem befolyásolta jelentősen a döntéshozatali reakcióidőt a fizikai terhelés.

Ami a fizikai terhelést követő eredményeket illeti, az összes adatot megvizsgálva, a színészlelési eredményesség esetében találtunk szignifikáns változást (ICS4-KCS4= 0,48 db - 0,05 db, $p=0,02$, 1-es ábra), amely egybevág Smith és munkatársai (2016) eredményeivel, miszerint az intenzív terhelést követően romlik a kognitív képesség.

Az eredményességhez hasonló, de nem valódi tendenciát tapasztaltunk a sebesség észlelés reakcióidő esetében is, amelyek alátámasztják Thomson és munkatársai (2009) hasonló teszttel végzett eredményeit, mely szerint az intenzív fizikai terhelést követően romlik a döntéshozatali reakcióidő.

Következtetések

Az eredmények alapján, arra a következtetésre juthatunk, hogy az általunk vizsgált felnőtt versenysportolók esetében az erős (anaerob) fizikai terhelés negatív irányba befolyásolja a döntéshozatalt. Mindemellett a színészlelés esetében, jelentős egyéni eltéréseket figyeltünk meg, ebből arra következtethetünk, hogy a terhelés különböző szakaszaiban, eltérő sikerességgel tudják meghozni egyszerű döntéseiket a sportolók. Ebből az következik, hogy a döntéshozatali képességet fizikai terhelés közben érdemes vizsgálni, hiszen ez a sportági eredményesség kulcsa lehet a nyílt mozgáskészégű sportágak esetében. A másik fontos eredmény, hogy közvetlenül az intenzív fizikai terhelést követően romlott a döntéshozatali képesség eredményessége és reakcióideje, ez ugyancsak fontos lehet az élsport számára, hiszen a regenerációs idő kitolása segíti a döntéshozatali képesség eredményességének és válasz reakcióidejének javulását.

A jövőben szeretném kiterjeszteni a kutatást a másik nemre és egyéb korosztályokra is. Szeretném megvizsgálni, hogy az életkor előre haladtával (idősebb korosztály), hogyan változik a döntéshozatali képesség és a közérzet a terhelés hatására. A dolgozatban nyílt és zárt mozgáskészégű sportolókat is vizsgáltam, a csoportok között feltételezhető a különbség, mind a választásos reakcióidő, mind a döntéshozatali eredményesség terén, a jövőben szeretném ezt az összehasonlítást elvégezni.

A serdülő sportolók döntéshozatali képességének vizsgálata – 2. kutatás

Kutatási célok és kérdések

A felnőtt sportolók mérésénél leírt célokhoz hasonlóan a serdülő gyermekek esetében is célunk volt megvizsgálni, hogy hogyan befolyásolja a különböző erősségű fizikai aktivitás az egyszerű döntéshozatali képesség eredményességét valamint és a választásos reakcióidőt. Mindemellett kíváncsiak voltunk rá, hogy az erős fizikai aktivitás hogyan befolyásolja a gyermekek közérzetét és éberségét. Az általunk megfogalmazott kutatási kérdések:

- 1. A különböző erősségű fizikai terhelési szinteken a fiatal sportolók (serdülők) döntéshozatali képessége hogyan változik?*

2. *A különböző erősségű fizikai terhelés milyen hatással van az egyszerű döntéshozatali képesség reakcióidejére fiatal (serdülő) sportolók esetében?*
3. *Az intenzív fizikai terhelést követően hogyan változik az egyszerű döntéshozatali képesség a serdülők esetében?*
4. *Az intenzív fizikai terhelést követően hogyan változik az egyszerű döntéshozatali képesség reakció ideje a serdülők esetében?*
5. *Milyen eltérések figyelhetők meg a 14 éves gyermekek esetében, egyénenként a döntéshozatali képességekben a fizikai terhelés különböző szintjein.*

Módszerek

Résztevők

A vizsgálat e részébe 18 serdülő ($13,44 \pm 0,51$ év), fiú, aktív kosárlabdázót vontunk be. A vizsgálatból kizárási feltétel volt, ha valaki szintévesztő, és ha nem rendelkezik érvényes sportorvosi engedéllyel. Minden résztvevő írásbeli beleegyezését adta a vizsgálatban való részvétel előtt. A serdülő sportolók vizsgálata során a felnőtt sportolók méréséhez alkalmazott eszközparkot használtuk.

Mérés lebonyolítása

A vizsgált gyermekek 3 mérésen vettek részt. Az első egy terheléses vizsgálat volt futószalag segítségével, ahol a pulzus változása mellett a közérzetüket és az éberségüket követtük nyomon („A” kondíció). A második mérés egy nyugalmi mérés volt, ahol szintén figyeltük a szívfrekvenciát a közérzet és éberség változását, valamint vizsgáltuk az egyszerű döntéshozatali képességüket („B” kondíció).. A harmadik mérés az első két mérés ötvözete volt, ahol is terhelés alatt vizsgáltuk a döntéshozatali képességet („C” kondíció).

Az „A” kondíció esetében a testmagasság mérése után elvégeztük a testösszetétel vizsgálatot. Ezt követően rögzítettük a (Polar H10, HRTS) mellkasi jeladót, majd néhány perc elteltével megmértük a tesztet megelőző nyugalmi pulzusszámot. A relatív nyugalmi pulzusszámot felhasználva a Karvonen formula segítségével (Dömötör, 2005) kiszámoltuk az azonosított terhelési szintekhez tartozó (munka) pulzus értékeket, aerob zóna, anaerob töréspont zóna, maximális terhelés (maximális pulzus 60-85-100%-a). A számítást követően a futószalagon, széken ülve vizsgáltuk közérzetüket és éberségüket (közérzet skála: Hardy & Rejeski, 1989, éberség skála: Svebak & Murgatroyd, 1985). Egy percet követően elvégeztük újra a közérzet és éberség tesztet, majd elindítottuk a futószalagon a fizikai terhelést. Amely a következő protokoll szerint zajlott: a fizikai terhelés 6 km / h sétával kezdődött két percig nulla

dőlésszög mellett. Ezután a futópálya sebességét folyamatosan 2 km / h-val és 2,0% -os dőlésszöggel növeltük kétpercenként (a maximális dőlésszög: 4,0%), amíg a gyermek el nem érte a maximális pulzust. Ezt követően fokozatosan csökkentettük a sebességet és a dőlésszöveget, amíg meg nem állt a futószalag.

A terhelés alatt folyamatosan nyomon követtük a pulzus változását. Amikor a pulzus elérte az előzőleg kiszámolt terhelési szinteket (maximális pulzus 60-85-100%-a) elvégeztük a közérzet és éberségi tesztet. A terhelés csúcspontján elvégzett közérzet és éberségi tesztet követően leállítottuk a futószalagot, amely 20 másodpercet vett igénybe, és újra elvégeztük a két tesztet. A futószalag megállítását követően 3 perces nyugalmi állapot (széken való ülés) következett, amely után utoljára kérdeztük a gyermekeket, hogy milyen a közérzetük és mennyire éberek.

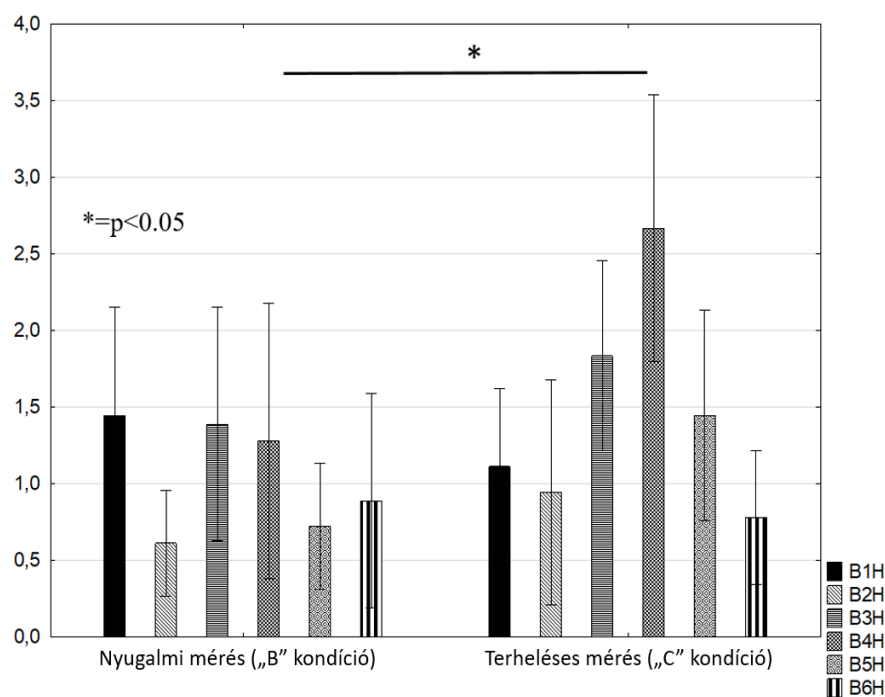
A „B” kondíció esetében rögzítettük a (Polar H10, HRTS) mellkasi jeladót, majd néhány perc elteltével megmértük a tesztet megelőző nyugalmi pulzusszámot. Ezt követően a futószalagon állva (nyugalomban) vizsgáltuk közérzetüket, éberségüket (közérzet skála, éberség skála) és a döntéshozatali képességüket, ahol feljegyeztük a választási reakcióidőt és a hibaszámot (WinPsycho 2000 „Color perception”). A terheléses vizsgálat átlag időközzeit felhasználva elvégeztük még 5 alkalommal a korábban leírt teszteket. A vizsgálat alatt folyamatosan nyomon követtük a pulzus változását. A vizsgálat végén levettük a mellkasi jeladót.

A „C” kondícióban, vagyis a terheléses döntéshozatali vizsgálat lebonyolítása során minden a terheléses vizsgálatához hasonlóan zajlott, azzal a kivétellel, hogy ebben az esetben már nem kellett elvégezni a testmagasság és test összetétel mérését, valamint a korábbi terheléses vizsgálat időközzeit felhasználva a közérzet és éberségi állapot vizsgálata mellett a résztvevők elvégezték a WinPsycho 2000 színészlelés tesztjét (6 alkalommal). Ebben az esetben is feljegyeztük a választási reakcióidőt és a hibaszámokat

Eredmények

A serdülők mindkét fizikai terhelése során, a felnőttekéhez hasonlóan, a terhelés hatására folyamatosan nőtt a pulzus a maximális pulzusig, vagyis a terhelés csúcsáig, míg a nyugalmi mérés esetében a döntéshozatali teszt indukált szűk (10 ütés·perc⁻¹), tartományban, szabályosan ingadozó pulzust mértünk.

A fizikai terhelés során az aerob tartományban, valamint az anaerob törésponton nem találtunk valódi különbséget a nyugalmi méréshez képest, tehát nem javult a döntéshozatali eredményesség, de a maximális terhelés közelében több mint kétszer annyit hibáztak a gyermekek (2,7 db), mint a nyugalmi kondíció (1,27 db, $p=0,019$) azonos mérésén (3. ábra).



3. ábra: A két kondíció színészlelési hibaszámainak összehasonlítása (átlag ± szórás)

Rövidítések: (B1H)= terhelés előtt, (B2H)= aerob tartományban, (B3H)=az anaerob törésponton, (B4H)=maximális terhelésen, (B5H)=közvetlenül a terhelés után $t < 30$ sec, (B6H)= 3 perccel a terhelés után

Tehát egyértelműen látszik, hogy az anaerob tartományban romlik a döntéshozatal eredményessége. A terheléses és a nyugalmi kondíció reakcióidők között sehol nem találtunk szignifikáns különbséget. Ez alapján, azt mondhatjuk, hogy jelentősen nem volt befolyásoló a fizikai terhelés egyik szakasza sem a választásos reakcióidőre.

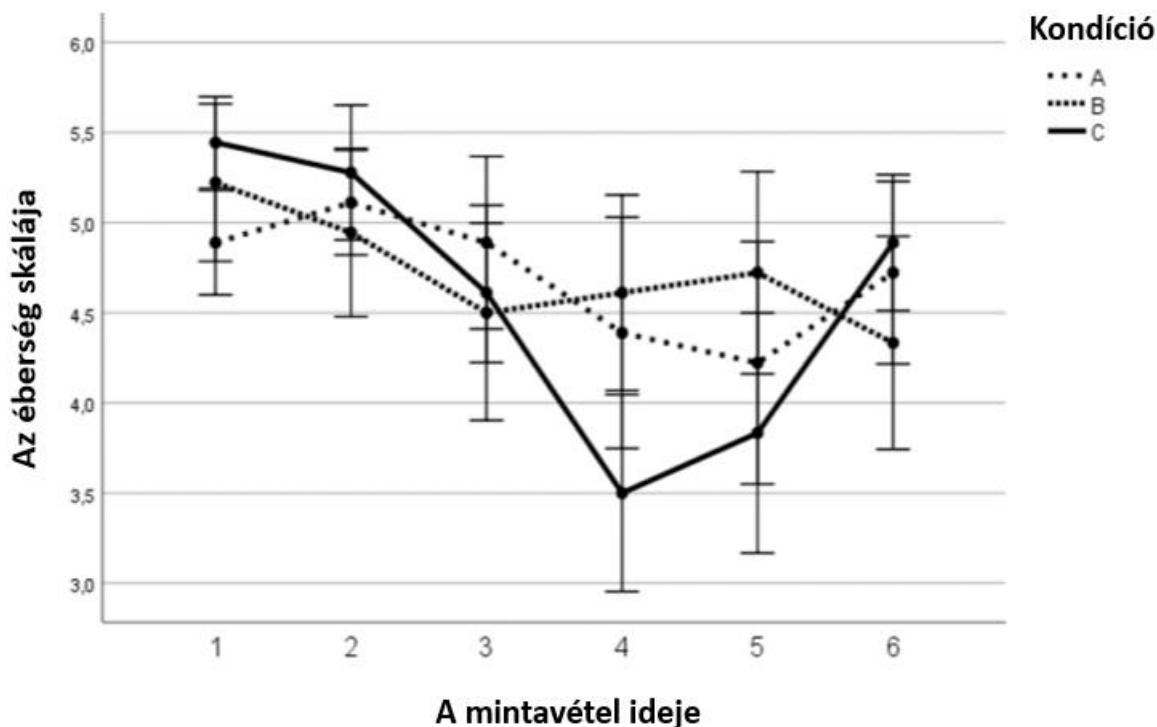
A döntéshozatali eredményesség és a választásos reakcióidő esetében egyaránt jelentős szórás és szélső értékek (0-6 db hiba, 0,54 -1,21 mp) figyelhetők meg.

1. táblázat: A serdülők döntéshozatali teszteredményeinek szélső értékeinek bemutatása a „C” kondíció (terheléses mérés) esetében (Saját készítésű táblázat)

	Döntéshozatali hibaszám (db)		Döntéshozatali reakcióidő (mp)	
	Min.	Max.	Min.	Max.
Nyugalmi mérés	0	3	0,46	0,91
Aerob környezet	0	5	0,51	0,85
Anaerob töréspont	0	5	0,47	0,85
Terhelés csúcsa	0	6	0,54	1,21
Közvetlenül terhelés után	0	6	0,49	0,82
Megnyugvás után	0	3	0,51	0,93

Ebből látszik, hogy a vizsgált gyermekek eltérő módon reagáltak a fizikai terhelés kiváltotta helyzetre. Volt, akinek jelentős mértékben megugrottak a hibaszámai a terhelés hatására, de volt olyan, aki sokkal kevesebbet hibázott. A terhelés után közvetlenül és a három perces megnyugvást követően sem találtunk szignifikáns különbséget a nyugalmi kondícióhoz képest a hibaszámok és a választásos reakcióidő esetében.

Ami az közérzet átlagokat illeti, szignifikáns ($p < 0.05$) különbséget találtunk az „A” (nyugalmi), és a „B” (fizikai aktivitás, kognitív feladat nélkül) kondíciók között, az anaerob törésponton (3. mérés) a maximális terhelésen (4. mérés) valamint közvetlenül a terhelés után (5. mérés). Mind a három esetben jelentősen rosszabb volt a gyermekek közérzete, amikor fizikai terhelésnek voltak kitéve. A „C” kondíció (fizikai terhelés kognitív feladattal) esetében szignifikáns különbséget nem találtunk egyik terhelési szinten sem, tehát a döntéshozatali feladat elterelte a gyermekek figyelmét a terhelés által kiváltott közérzet romlásáról. Jól látszik a 4-es ábrán, hogy az aerob terhelés még kevésbé (2. mérés), az anaerob töréspont (3. mérés) és a tiszta anaerob terhelés (4. mérés) jelentősen rontja a gyermekek közérzetét. A nyugalmi időt követően azonban számottevően javul a közérzet (6. mérés).



4. ábra: Az éberség változása a három kondíció tekintetében (átlag ± szórás)

Következtetések

A serdülők esetében szembetűnő eredmény, hogy a maximális pulzus környékén számottevően romlott a döntéshozatali képesség eredményessége. Emellett, jelentős eltérések figyelhetők meg egyénenként a terhelés különböző szakaszaiban. Ez alapján levonható a konklúzió, hogy serdülők esetében is fizikai terhelés közben érdemes vizsgálni a döntéshozatali képességet. Az egyénenkénti eltéréseket magyarázhatja az, hogy az anyagcsere-szükségletek nem mindenki számára azonosak egy adott edzésintenzitás mellett, így a pszichológiai válaszreakciók is eltérőek lehetnek.

A korábbiakból fakadóan az eredményeket egyeztetve a szakirodalmi ismeretekkel, egyértelmű, hogy sportágválasztás szempontjából a serdülőkkel alkalmazott mérési protokoll alkalmas a gyermekek döntéshozatali képességének vizsgálatához. A döntéshozatali képesség mellett, fontos összetevője volt vizsgálatunknak, a serdülők közérzeti és éberségi állapotának vizsgálata fizikai terhelés közben. Az eredményekből arra következtetésre juthatunk, hogy a serdülők közérzete számottevően romlik a nagyon erős fizikai terhelés hatására, de ezt a közérzet romlást enyhítheti egy kognitív feladat alkalmazása, vagyis elvonja a figyelmüket a kellemetlen érzésekről, ha valamilyen gondolkodást igénylő feladatot kapnak. Ez nagyon fontos lehet mind az élsport mind az iskolai testnevelés számára.

A jövőben szeretném összehasonlítani a felnőtt és a serdülő korosztály eredményeit, de ez alapos körütekintést igényel, hiszen a felnőttek 2 féle döntéshozatali tesztet végeztek el az összes alkalommal, míg a gyermekek 1-et. Így az esetleges különbségek akár ebből is fakadhatnak, mindazonáltal úgy gondolom összehasonlíthatók az aerob terhelési zóna és az anaerob törésponton mért döntéshozatali hibaszámok valamint reakcióidők. Úgy vélem, hogy lehetnek különbségek ezekben a változóban, mivel a felnőtt sportolók, már „rutinosabban” kezelik a fizikai és mentális terhelést (gyorsabb és könnyebb adaptáció az adott fizikai terheléshez), mint a serdülő gyermekek.

Emellett a döntéshozatali képesség fejlesztési lehetőségeivel is szeretnék foglalkozni, hiszen már adott e képesség vizsgálatára alkalmazható mérés. Érdemes lenne megvizsgálni, hogy a különböző korosztályokban milyen sportágspecifikus kognitív feladattal lehet a leghatékonyabban fejleszteni a döntéshozatal.

Végső következtetések és új eredmények

A doktori kutatásom egyik fő célja az volt, hogy az iskolai környezetben dolgozó testnevelők számára segítséget nyújtsak abban, hogy még tudatosabban irányítsák a gyermekek terhelését és sportágválasztását. Kutatásommal szerettem volna felhívni a figyelmet a magas fizikai terhelés kiváltotta közérzeti változásokra, valamint a kognitív

döntéshozatali képességek sajátosságaira, egyénekenkénti eltérésekre, és hogy a sportági kiválasztás során sokkal nagyobb hangsúlyt kell fektetni a kognitív képességekre az antropometriai jellemzők mellett. Ezért a következőkben szeretném összegezni a neveléstudomány számára hasznos következtetéseket. Az iskolai testnevelés egyik fő célja a sportolási igény kialakítása, ezért különösen fontos, hogy a testnevelők tisztában legyenek azzal, hogy egy adott sportág milyen kardiorespiratorikus és pszichés változásokat idéz elő a gyermekekben. Az anaerob és a maximális terhelés nagymértékben rontja a gyermekek közérzetét, ez akár ellenérzéseket is kiválthat a sportolás felé egyes esetekben, ezzel szemben az aerob terhelés javítja a közérzetet, ennek tudatában kell megtervezniük a testnevelőknek az óráik terhelését. Mindemellett jelentős egyéni eltérések figyelhetők meg, ezért elengedhetetlen a differenciálás. Ezen összetevők figyelembevételével, valószínű, hogy nagyobb eséllyel fogja megszeretni a gyermek a sportolást. Ezt követően, pedig érdemes olyan sportágot ajánlani a gyermeknek, amelyben eredményesek lehetnek, így szívesen fogják azt űzni, ehhez nyújt segítséget az általam kidolgozott döntéshozatali képességet vizsgáló mérési rendszer.

Új eredmények

1. Kidolgozásra került egy a döntéshozatalt vizsgáló komplex, fizikai terhelést alkalmazó mérés.
2. A serdülő gyermekek a döntéshozatal tekintetében, a maximális terhelés környezetében számottevően többet hibáznak.
3. Jelentős egyéni eltérések tapasztalhatók a serdülő gyermekeknél mind a döntéshozatali sikeresség, mind az egyszerű választásos reakció idő esetében

Idézett forrásmunkák

Hardy, C. J., & Rejeski, J. W. (1989). Not What, but How One Feels: The Measurement of Affect during Exercise. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 11(3), 304–317. doi:10.1123/jsep.11.3.304

Buchheit, M. (2008). The 30-15 Intermittent Fitness Test: Accuracy for Individualizing Interval Training of Young Intermittent Sport Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 365-374. doi:10.1519/jsc.0b013e3181635b

Chmura, J., Nazar, K., & Kaciuba-Ufcilko, H. (1994). Choice Reaction Time During Graded Exercise in Relation to Blood Lactate and Plasma Catecholamine Thresholds. *International Journal of Sports Medicine*, 15(4), 172–176. doi:10.1055/s-2007-1021042

Csáki, I., Bognár, J., Trzaskoma-Bicsérdy, G., Zalai, D., Mór, O., Révész, L., & Géczi, G. (2013). A sportágválasztás, a tehetséggondozás és az edző-sportoló kapcsolat vizsgálata elit utánpótláskorú labdarúgók körében. *Magyar Sporttudományi Szemle*, 14(55), 9-16.

Derdák, M. (2018). Sportági kiválasztás a Cserepka iskola első évfolyamos köznevelés típusú sportosztályosainál. *Sport- és Egészségtudományi Füzetek*, 2(4), 3-14. doi:10.15170/SEF.2018.02.04

Makra, G., & Balogh, L. (2018). Examination of the Relationship Between Physical Activity and Cognitive Skills. *Stadium - Hungarian Journal of Sport Sciences*, 1(1), 1-15. doi:10.36439/SHJS/2018/1/2924

McMorris, T., & Graydon, J. (2000). The effect of incremental exercise on cognitive performance. *International Journal of Sport Psychology*, 31(1), 66-81.

McMorris, T., Sproule, J., Turner, A., & Hale, B. J. (2011). Acute, intermediate intensity exercise, and speed and accuracy in working memory tasks: A meta-analytical comparison of effects. *Physiology & Behavior*, 102(3-4), 421-428. doi:10.1016/j.physbeh.2010.12.007

Nuri, L., Shadmehr, A., Ghotbi, N., & Behrouz, M. A. (2013). Reaction time and anticipatory skill of athletes in open and closed skill-dominated sport. *European Journal of Sport Science*, 13(5), 431–436. doi:10.1080/17461391.2012.738712

Polluveer, K., Stamm, R., & Stamm, M. (2012). Anthropometric and psychophysiological characteristics of top female volleyballers in relation to the players' position on the court. *Papers on Anthropology*, 21, 232-245. doi:10.12697/poa.2012.21.20

Rendi, M., Szabó, A., & Szabó, T. (2007). Relationship between Physical Exercise Workload. *International Journal of Applied Sports Sciences*, 19(1), 86-95.

Smith, M., Tallis, J., Miller, A., Clarke, N. D., Guimarães-Ferreira, L., & Duncan, M. J. (2016). The effect of exercise intensity on cognitive performance during short duration treadmill running. *Journal of Human Kinetics*, 50(2), 27-35. doi:10.1515/hukin-2015-0167

Svebak, S., & Murgatroyd, S. (1985). Metamotivational dominance: A multimethod validation of reversal theory constructs. *Journal of Personality and Social Psychology*, 48(1), 107–116. doi:10.1037/0022-3514.48.1.107

Thomson, K. (2010). *Connecting Paradigms of Motor Behavior to Sport and Physical Education*. Tallin: TLU Press.

Thomson, K., Watt, A. P., & Liukkonen, J. (2009). Differences in Ball Sports Athletes Speed Discrimination Skills Before and After Exercise Induced Fatigue. *Journal of Sports Science Medicine*, 8(2), 259–264.

Thomson, K., Watt, A., & Liukkonen, J. (2008). Skill-Related Differences between Athletes and Nonathletes in Speed Discrimination. *Perceptual and Motor Skills*, 107(3), 893–900. doi:10.2466/pms.107.3.893-900

Trzaskoma-Bicsérdy, G. (2007). *A sportági eredményesség néhány meghatározó tényezőjének vizsgálata birkózásban. Ph.D. disszertáció*. Budapest: Semmelweis Egyetem Nevelés- és Sporttudományi Doktori Iskola Sport, Nevelés- és Társadalomtudományi Program.

Unnithan, V., White, J., Georgiou, A., Iga, J., & Drust, B. (2012). Talent identification in youth soccer. *Journal of Sports Sciences*, 30(15), 1719–1726. doi:10.1080/02640414.2012.731515

Wasserman, K., Whipp, B. J., Koyal, S. N., & Beaver, W. L. (dátum nélk.). Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 35(2), 236–243.

A doktori értekezés témájával kapcsolatos publikációk

Laki, Á., Ferenc, I., Ricardo, de la V., Roberto, R.-B., & Attila, S. (2021). Impact of “last experience” on affect after exercise reaching the anaerobic threshold: A laboratory investigation. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 21(3), 16–31. <http://doi.org/10.6018/cpd.469571>

Laki, Á., Nagyvárad, K., Szabó, A., & Ihász, F. (2021). Egyszerű döntéshozatali képesség vizsgálat serdülőkorú sportolók körében. *Magyar Sottudományi Semle*, 22(5), 25–26.

Laki, Á., Kósa, L., Kéri, P., Ihász, F., & Szabó, A. (2020). Kognitív képességek vizsgálata fizikai aktivitás során, sportolók körében. *Magyar Sottudományi Semle*, 21(4(86)), 39–46.

Laki, Á., Kéri, P., Nagyvárad, K., Tóth, E., & Ihász, F. (2018). Kardiovaszkuláris válaszok elemzése egyszeri terhelés (“vita maxima”) hatására. *Savaria Természettudományi És Sporttudományi Közlemények*, 17(1), 203–211.

Laki, Á., Ihász, F., & Szabó, A. (2022). Psychological Responses to Progressive Exercise Until Voluntary Exhaustion: A Study of Adolescent Male Basketball Players (közzétételre benyújtott és elfogadott). *Perceptual and Motor Skills*.

Laki, Á., Kósa, L., Kéri, P., Tóth, E., Szabó, A., & Ihász, F. (2019). Kognitív képességek vizsgálata fizikai aktivitás során sportolók körében. *Magyar Sottudományi Semle*, 20(82), 56–57.

Laki, Á., Kósa, L., Kéri, P., Nagyvárad, K., Szabó, A., & Ihász, F. (2019). Döntéshozatali képességek vizsgálata versenysportolók körében. In *II. Sport - Tudomány - Egészség Absztrakt kötet* (p. 20).

Laki, Á., Kéri, P., Koszógovits, M., Nagyvárad, K., Ihász, F., & Szabó, A. (2019). Examination of decision-making skills between professionals. In *24th Annual Congress of the European College of Sport Science- Book of Abstracts* (pp. 787–787).

Laki, Á., Kósa, L., Kéri, P., Tóth, E., Tóth, E., Szabó, A., & Ihász, F. (2018). Döntéshozatali képességvizsgálat kosárlabdázók körében. *Magyar Sottudományi Semle*, 19(5), 67.

Laki, Á., Kéri, P., Nagyvárad, K., Tóth, E., & Ihász, F. (2018). Szívfrekvencia változások mintázata utánpótláskorú kosárlabdázók intervall típusú terhelése során. *Magyar Sottudományi Semle, 19*(75), 60.

Kéri, P., **Laki, Á.,** & Ihász, F. (2020). Légző- és keringési rendszer adatok elemzése egyetemista korú, kosárlabdázó fiúk körében edzés- és mérkőzés helyzetekben. *Magyar Sottudományi Semle, 21*(3), 61.

A doktori értekezés témáján kívüli publikációk

Szabo, A., Tóth, E., Kósa, L., **Laki, Á.,** & Ihász, F. (2021). Increased Exercise Effort after Artificially-Induced Stress: Laboratory-Based Evidence for the Catharsis Theory of Stress. *Baltic Journal Of Sport & Health Science 4*(119), 24–30. <http://doi.org/10.33607/bjshs.v4i119.1016>

Laki, Á., Nagyvárad, K., & Ihász, F. (2020). A nyújtási technikák elemzése a rekreációs sporttevékenységek szempontjából. *Recreation: A Közép-kelet Európai Rekreációs Társaság Tudományos, 10*(3), 14–17. <http://doi.org/10.21486/recreation.2020.10.3.2>

Laki, Á., Kéri, P., Tóth, E., Kósa, L., Tóth, E., Gangl, J., Ihász, F. (2018). 10-14 éves fiúk és leányok állóképességi tevékenységének elemzése. *Savaria Természettudományi És Sporttudományi Közlemények, 17*(1), 191–202.

Tóth, E., **Laki, Á.,** & H.Ekler, J. (2018). Motivációs elméletek alkalmazhatósága a sportban. *Savaria Természettudományi És Sporttudományi Közlemények, 17*, 181–190.