

Az agy aktivizációja figyelmi tesztek közben kézilabda játéktekvezetőknel közeli infravörös spektroszkópiával

1. Bevezetés

A mai sporttudomány dinamikus fejlődése miatt a sportoknál jelentős részében új trendek jelennek meg. Ez alól nem kivétel a látvány- és csapatsportok, így a kézilabda sem. A felgyorsult játék nemcsak a sportág látványosságát növeli, de egyben megnehezíti a mérkőzésen semleges résztvevők, a játéktekvezetők dolgát. Kijelenthető, hogy a játéktekvezetőknek mind érzelmileg, fizikálisan és mentálisan is maximálisan felkészültnek kell lenniük egy találkozó sikeres levezényléséhez.

A kézilabda játéktekvezetők alapképzésében nagy szerepet kap a fizikai állóképesség és a szabályismeret, amelyek kétségkívül az alapjai ezen szakma elsajátításának. Játéktekvezetői alapvizsgát csak akkor tehetnek a jelöltek, ha sikerül a tanfolyam után a „10-10 db 30 kérdésből álló elméleti és videóteszt vagy ennek megfelelő 10 kérdésből álló ugyanilyen szintű rövid teszt sor – bármilyen formában elfogadott (össz.: 300- 300) alapszintű elméleti és videóteszt sikeres teljesítése.” (Játéktekvezetővé válás feltételrendszere, 2024) Az alapvizsgán köteles mindenki 1-1 elméleti és videóvizsgatesztet kitölteni, majd egy 20 méteres ingafutás teszten adhatnak számot a fizikai felkészültségükről.

A 2024/25-ös szezonban érvényes keretrendszer fő feladatának tekinti a szabályok ismeretének és a fizikai állóképesség felmérését és szinten tartását. Az Magyar Kézilabda Szövetség Játéktekvezetői Albizottsága (MKSZ JAB) által létrehozott rendszerben találhatóak vizsga-, illetve gyakorlóhónapok. Vizsgahónapban a játéktekvezetőknek 1-1 egységes sikeres elméleti- és videótesztet kell abszolválnia, gyakorlóhónapban 5-5 sikeres videó és elméleti gyakorlóteszt kitöltése a feladat. Fizikai állóképességük monitorozására Cooper és ingatesztet alkalmaznak: NB/I és NBI/B osztályokban öt, míg NBII osztályban kettő alkalommal szezononként (Együttműködési keretrendszer, 2024).

Weinberg és Richardson (1990) kutatása alapján a sikeres játéktekvezetők sikerességük 70%-át a pszichológiai képességüknek köszönhetik. Ez alapján a koncentráció, az önbizalom és az érzelmi kontroll, mint pszichológiai tényezők, nagy mértékben meghatározzák a játéktekvezetők

tevékenységét (Weinberg and Richardson, 1990). Ezt később Soós (2022) is alátámasztotta, aki szerint olyan testi-, lelki személyiségjegyek kellenek egy játékvezetőnek, amelyek lehetővé teszik, hogy az életvitelük, viselkedésük és magatartásuk, fizikai és mentális teljesítményük a kézilabdasportág feltételeinek megfelelően. Majd meghatározott egy játékvezetői profilt, amivel minden sikeres játékvezetőnek rendelkeznie kell. Ezek a hibák kezelése, az elkötelezettség, a szorongáskezelés, a koncentráció és az önbizalom (Soós, 2022).

Eszerint megállapítható, hogy a játékvezetői kiválasztásban és az állandó felmérésekben is nagyobb szerepet lehetne biztosítani a pszichológiai felmérésnek. A kutatásom során a célkitűzésem az volt, hogy feltérképezsem fiatal játékvezetők agyi aktivitását különböző figyelmi tesztek közben és a mérésekkel hozzájáruljak egy olyan módszer kialakításához, amit később a játékvezetők koncentrációjának kiválasztásában alkalmazni lehet. Ez a téma azért is fontos számomra, mert én is kézilabda játékvezetőként dolgozom.

A koncentráció fogalma mellett fontos definiálnunk az összpontosítás és a figyelem fogalmát is.

A figyelem: *„A figyelem legfontosabb jelentése szerint (1) szelektív folyamat, amely által az információt tudatosan észleljük vagy kiemeljük, míg más információkat nem tudatosan elemzünk vagy szűrünk ki. Ennek során bizonyos ingerek hangsúlyozódik, másoké csökken vagy gátlódik”* (Séra, 2004. 216.).

Összpontosítás: *„Az összpontosítás az a tevékenység, amikor a figyelmünket egyetlen dologra fókuszáljuk, minden más inger és tényező kizárásával. Az összpontosítás közvetlenül összefügg az éberségi szintünkkel”* (Gyömbér, 2018 alapján Soós 2022).

Koncentráció: *„A koncentráció egy hosszabb távú folyamat az összpontosításhoz képest, melynek során a figyelmet tartósan egyetlen témára fókuszáljuk. A koncentráció része az időről időre bekövetkező helyzetértékelés is”* (Skoll, 2020).

A pszichológia által használt megismerő eljárások közé tartoznak: a figyelemvizsgálat, a képzelet vizsgálata, az emlékezet fejlődésének vizsgálata, az észlelés vizsgálata, és a gondolkodás fejlődésének vizsgálata (Arany és mtsai, 2017.). A vizsgálat során a Millisecond Software, LCC. programját használtuk figyelmi tesztjeink alkalmazására. Így az eredetileg papír-ceruza teszt értékeinek elemzése is könnyebb volt számunkra (www.millisecond.com).

A felmérés alatt két, a figyelem vizsgálatára szolgáló tesztet használtunk fel. Egyik a Letter Cancellation Test (LC), amely vizuális keresési elemeket tartalmaz, ezáltal a figyelem

áthelyezését és a keresési figyelmet vizsgálja (Treviño és mtsai., 2021). A teszt alapját szolgáltató papír-ceruza D2 figyelemvizsgálat-teszt az egyén koncentrációs képességeit és a szabálytartást vizsgálja (Czigler, 2019). Az eredeti módszer Brickenkamp és Zilmer (1998) leírása alapján a következő: a vizsgált személy 8 darab „d” és „p” betűt lát egy sorban, megjelölve 1-4 vonallal. Az alany feladata, hogy olyan „d” betűket válasszon ki, amelyek kettő vonalat tartalmaznak (Brickenkamp és Zilmer, 1998.).

A Sustained Attention to Response Task (SART) az éberség és a fenntartott figyelem vizsgálatát helyezi előtérbe. A vizsgálat során szükség van motoros válasz adására, gyakran ismétlődő ingerekre és a motoros válasz megtagadására – válaszgátlást – ritkán előforduló ingerek hatására (Robertson és mtsai., 1997). A teszt lényege, hogy a képernyőn 1-9 számok megjelenése után, a lehető leggyorsabb gombnyomással reagáljon a tesztet kitöltő. A 3-as szám jelent egyedül kivételt, ugyanis ennél a számjegynél lép életbe a válaszgátlás. A vizsgálat során összesen 225 darab számjegy jelenik meg egyenlő arányban (Szakács, 2018).

A közeli infravörös spektroszkópia (near infrared spectroscopy, NIRS) egy olyan mérőműszer, amely közeli infravörös fényt használ. Ez áthatol a szöveteken kisebb arányú abszorpcióval és szórással a látható fénynél, így alkalmazható kvantitatív mérőműszerként és folyamatos képalkotóként is. A NIRS készülékek alapfelszereltsége kettő vagy több fényforrást tartalmazó elektróda, amelyekhez 1-1 detektor tartozik. A fényforrások frekvenciája 650-1000 nm között mozog. A műszer működési elve a test fő oxigénszállítóinak, a hemoglobinnak és a mioglobinnak a fényabszorpciójára épül. A két kromofór ugyanis eltérő fényelnyeléssel rendelkezik attól függően, hogy oxigenizált vagy dezoxigenizált állapotban vannak. A vázizmon történt méréseket nehezíti, hogy a mioglobin és a hemoglobin fényabszorpciója közel azonos, így ezeknél a méréseknél ezt figyelembe kell venni (Jones és mtsai., 2016). Ez a népszerű módszer a noninvazitásának és nem ionizáló sugárzásának köszönheti, hogy az agy vizsgálata során gyakran alkalmazzák. A vizsgálatok közben meghatározható az oxihemoglobin (O₂HB) és a dezoxihemoglobin (HHb) aránya (Ridolfi és mtsai., 2019). A megállapítható élettani eltérések közül az oxihemoglobin változása mutatja a legjobban a cerebrális véráramlásban végbemenő módosulásokat (Saito és mtsai., 2007.). Az elmúlt években exponenciálisan nőtt a NIRS vizsgálatok száma a sporttudományban (Neary, 2004).

A vizsgálatunk módszertanát Okamoto és mtsai. (2009) által elvégzett kutatásra alapoztuk. Ebben a vizsgálatban NIRS technológiával néztek agyi aktivizációt kétféle matematikai feladat megoldása alatt. A felmérés tartalmazott egy tangram puzzle-t és egy számítási rejtvényt. A geometriai feladat hét kisebb kép összerendezéséből állt, így később egy nagyobb képet kaptak

a gyerekek, míg a számítási feladatban osztási feladat során kellett üres szövegdobozokba eredményeket rögzíteni. A felmérés megállapította, hogy különbséget lehet tenni a két megoldási módszer között a műszerrel mért adatok alapján (Okamoto és mtsai., 2009).

A kutatásomban azt a célt tűztem ki, hogy felmérjem a figyelmi tesztek közben létrejövő agyi aktivitást.

2. Célkitűzés

2.1. Kutatási kérdések

1. A figyelmi tesztek során milyen agyi és perifériás élettani tényezőkben figyelhetünk meg változást?
2. A pilot mérések alapján, a két figyelmi teszt között a vizsgált élettani tényezőkben mutatkozik-e különbség?
3. A játékvezetők kiválasztásában alkalmazhatóak-e a vizsgálatban felhasznált figyelmi tesztek?

2.2. Kutatási hipotézisek

H1: A tesztek során eltérést figyelhetünk meg mind az agyi, mind a perifériás élettani tényezőkben.

H2: A SART teszt során szignifikánsan nagyobb változásokat kapunk a vizsgált élettani paraméterekben, mint az LC alatt.

H3: Mind a két teszt alkalmas az egyéni differenciálásra és alkalmas lehet a kézilabda játékvezetők kiválasztásában.

3. Anyagok és módszerek

3.1. Mintavétel

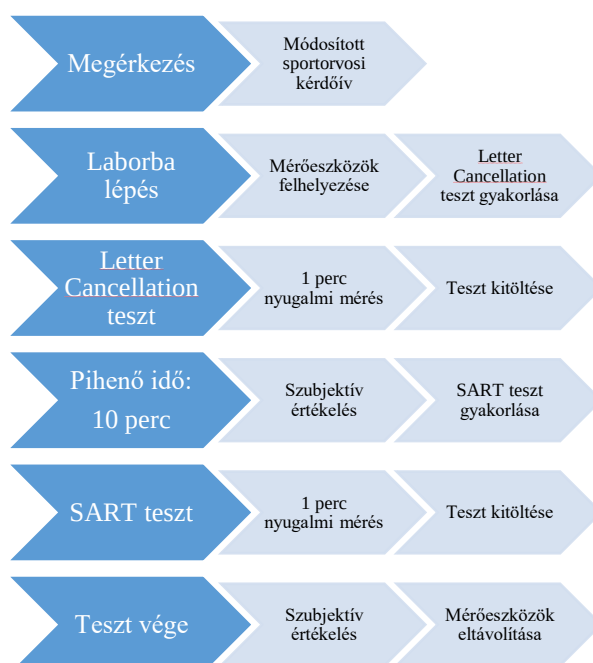
A kutatásba az MKSZ játékvezetői állományából önkéntes alapon kerültek be az alanyok. A mintavételezés során figyelembe vettük a nemi, valamint az életkori megoszlásokat. A vizsgálat során kizárási kritériumként jelent meg a megjelenő figyelmi tesztek előzetes többszöri elvégzése, betanulása.

3.2. A vizsgált csoport bemutatása

A vizsgált csoport 9 főből állt ($n=5$ férfi, $n=4$ nő). Életkoruk $17\pm2,7$ év (min. 16 év, max. 24 év). A vizsgálatban résztvevők közül nyolcan gyermekbajnoki szinten, egyikük pedig harmadosztályú mérkőzéseken működik közre. A játékvezetői tapasztalatok megoszlása: $2,56\pm2,01$ szezon. Érdeemes megemlíteni, hogy a játékvezetővé válás alsó korhatára 14 év. A résztvevők egy olyan sportorvosi kérdőívet is kitöltöttek, amiben megjelentek a szokásos és a játékvezetői múltakra utaló kérdések is.

3.3. A vizsgálat menete

A kérdőív kitöltése után a vizsgálati eszközöket felhelyeztük a résztvevőkre. Az LC teszt begyakorlását követően az éles teszt következett, amely előtt egy percnyi alapértéket mértünk a periférián. A teszt begyakorlása alatt azt értjük, hogy az alanyt tájékoztattuk a teszt lefolyásáról és elvégezte az ehhez tartozó gyakorlófázist. A próbálkozás után a résztvevő egy szubjektív skálán értékelte a saját teljesítményét. A tíz perces pihenőidő alatt lefolyt a SART teszt begyakorlása, ezután az egy perces alapérték mérést követően a SART teszt elvégzése, majd a szubjektív értékelés következett. A vizsgálat végeztével a mérőműszereket levettük az alanyokról. (1. ábra)



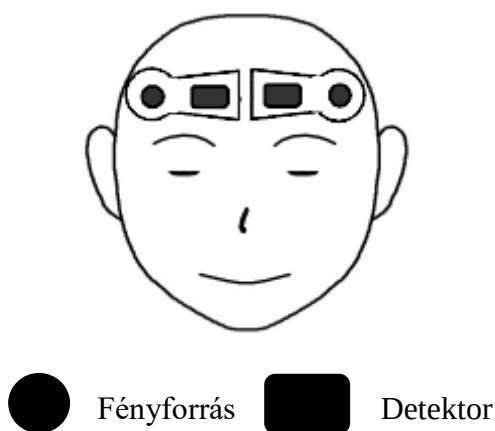
1. ábra A mérés menete (saját forrás)

3.3.1. Vizsgálati mérőeszközök

A labormérés során használt mérőeszközök között szerepelt egy számítógép, melynek segítségével Inquisit Lab 6 (Millisecond Software, LLC) programmal hajtották végre a figyelmi teszteket a vizsgált személyek. További mérőeszközünk volt egy Garmin fenix 7S Sapphire Solar okosóra, amin egy Garmin HRM-Pro Plus öv segítségével a pulzust, egy HUMON HEX készülékkel pedig a bal felkar szöveti oxigenizációját (SmO_2) mértük és rögzítettük, amelyek mintavételi frekvenciája 4Hz volt. A NIRS vizsgálatot egy NIRO-200 (Hamamatsu) eszközzel végeztük (5Hz).

3.3.2. A mérőeszközök felhelyezése

A pulzusmérő öv került elsőnek felhelyezésre, olyan formában, hogy a bordakosáron felfekvő érzékelők és a középen elhelyezett jeladó a mellkas vonal alatt legyen. A vizsgált személyek bal felkarján a HUMON mérőeszköz, csuklóján pedig az okosóra került elhelyezésre. A NIRO 200 utoljára került felhelyezésre, Okamoto és mtsai. 2009-es kutatása alapján. A homlokcsontra rögzített fényforrások és detektorok egymástól 2 cm távolságra helyezkedtek el. Az elektródák a szemöldökcsont felett kerültek elhelyezésre (2. ábra).



2. ábra NIRO műszer felhelyezése és vizsgált területei (Okamoto és mtsai., 2009 alapján)

3.3.3. Figyelmi tesztek

3.3.3.1. Letter Cancellation teszt:

A teszt közben nyolc ábrából álló sorok jelennek meg egymás után. Az ábrák olyan „d” vagy „p” betűk, melyek körül jelölések (vonások) vannak. Az ábra jelenthet célingert („d” két vonással) vagy elterelőt („p” akármennyi vonással vagy „d” kettőnél kevesebb vagy több vonással). Jobbról balra haladva kell a tesztet kitöltőnek bejelölnie az összes célingert kihagyva

az elterelőket. Erre a gyakorlófázis előtti animált segédanyag is felhívja a figyelmet. A gyakorló részben az alany kap visszajelzést válaszai helyességéről és a sikeres teljesítés esetén továbbléphet az éles fázisba.

A sorok mindössze hat másodpercig jelennek meg, ezekben a célingerek száma három és öt között van. Tíz soronként összesen 40 célinger jelenik meg. A sorok után egy másodpercnyi üres rész következik. A vizsgált személy a sor végén található zöld nyíllal tetszőlegesen léphet tovább a következő sorra függetlenül attól, hogy letelt-e a hat másodperc. Az alapvető cél, hogy a lehető legtöbb sort töltsse ki az alany a három és fél perc alatt. Alapbeállításokon a teszt legalább 30 sort mutat 120 célingerrel.

3.3.3.2. Sustained Attention to Response Task teszt (SART)

A teszt alatt 1-9-ig jelennek meg számok a számítógépen eltérő méretekben. A felvillanó szám egy rövid 250 ms után eltűnik és helyére egy x-szel áthúzott kör kerül. Ezt az alakzatot maszknak nevezzük. A maszkidő 750 ms, így összesen egy másodperc áll rendelkezésre a válaszadásra. A vizsgálat megkülönböztet Go és NoGo ingereket. NoGo inger a 3-as szám, Go inger pedig a többi számjegy. Az alany feladata, hogy domináns kezének mutatóujjával a szóköz billentyűt lenyomja Go inger esetén és ne nyomja le, ha NoGo ingert lát. Ezt a tesztet is megelőzi egy gyakorlófázis, ahol minden számjegy kétszer jelenik meg. Sikeres gyakorlófázis után az éles tesztben minden számjegy 25 alkalommal jelenik meg, így a teszt hossza 225 másodperc. A teszt alapbeállításában a maszkidő 900 ms, de a pilot mérések során beigazolódott, hogy a reakcióidő 1000 ms alatt van, így módosítottuk a maszkidőt.

3.3.4. Szubjektív értékelés

A vizsgált alanyok mindkét teszt kitöltése után 1-5-ig terjedő szubjektív skálán értékelték a teljesítményüket (1. táblázat).

1. táblázat A szubjektív értékelés skálája (saját forrás)

Szubjektív értékelés	
1	Nagyon rosszul sikerült
2	Rosszul sikerült (sokszor hibáztam)
3	Megfelelően sikerült (néhányszor hibáztam)
4	Nagyon jól sikerült (1-2 hibát vétettem)
5	Hibátlanul sikerült

3.4. Adatfeldolgozás, statisztikai elemzés

3.4.1. Adatok digitalizálása

A vizsgálatok során keletkezett nyers adatok Microsoft Excel 2013 (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA) táblázatkezelő programban kerültek digitalizálásra és értékelésre. Az eredmények meghatározásában a következő adatok játszottak szerepet:

Az O₂HB, és HHb változása az agy mindkét oldalán és az agy mindkét oldalának oxigénszaturációja (HbO₂%) (NIRO 200).

A pulzusszám, illetve a periférián mért szöveti oxigénszaturáció (Garmin fenix 7S Sapphire Solar okosóra).

A figyelmi tesztekben származó eredmények: az LC során elért helyes válaszok (találatok), elterelő kiválasztása (tévesztések), célingerek elmulasztása (kihagyások) és a látott elemek összege (elemszám); a SART tesztben Go és NoGo ingerek száma, a reakcióidő, a helyes és helytelen válaszok száma. A vizsgált személyek szubjektív értékelésének válaszai is rögzítésre kerültek.

3.4.2. Az adatok rendszerezése

Az adatfeldolgozás közben a fentebb részletezett adatok 20 másodperces blokkokban kerültek értékelésre. Az eltérő kitöltési idővel rendelkező figyelmi tesztek miatt 220 másodpercig vettük figyelembe az így kapott adatokat.

3.4.3. Az adatok statisztikai elemzése

Az adatok átlagértékek és összegzések számolását Microsoft Excel 2013 (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA) végeztük. A két teszt összehasonlítására párosított Wilcoxon próbát alkalmaztunk 5%-os szignifikancia szinttel, mindezt SPSS (IBN, 2023) program segítségével tettük.

4. Eredmények és megbeszélés

4.1. A figyelmi tesztek eredményei

A várakozásoknak megfelelően a vizsgálatban résztvevők több hibát vétettek az impulzívabb SART teszt során, így ennek a vizsgálatnak hibaszázaléka meghaladja az LC vizsgálatban kapott eredményeket (2. táblázat).

2. táblázat Az LC teszt mért paraméterei

LC teszt eredményei				
eltelt idő (mp)	találat	kihagyás	tévesztés	elemszám
20	114	5	0	244
40	118	2	0	226
60	118	0	0	236
80	117	3	0	247
100	124	1	0	245
120	117	6	0	248
140	124	3	1	241
160	122	1	0	252
180	115	4	0	250
200	120	3	0	244
220	90	4	0	178
Összesen:	1279	32	1	2611

A SART teszt során tehát többet hibáztak a játékezők. Ha a hibákat, illetve a hibák jellegét összehasonlítjuk, láthatjuk, hogy a SART teszt téves válaszai legtöbb esetben a vizsgálat befejezése előtti 20 másodpercben keletkeztek, míg az LC teszt hibái elsősorban nem tévesztésekből erednek, hanem kihagyott feladatokból. Ez alapján elmondható, hogy a helytelenül kiválasztott elterelők száma alacsonyabb, mint a kihagyott célingerek száma (3. táblázat).

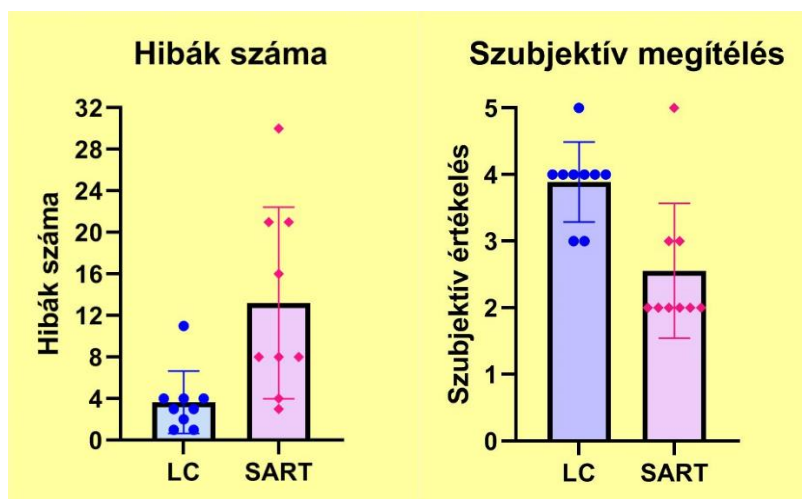
3. táblázat A SART teszt mért paraméterei

SART teszt eredményei					
eltelt idő (mp)	reakcióidő	Go	NoGo	Helyes	Helytelen
20	355	171	9	175	5
40	328	171	9	175	5
60	326	162	18	172	8
80	349	162	18	168	12
100	364	162	18	169	11
120	362	153	27	168	12
140	355	162	18	172	8
160	346	153	27	162	18
180	365	153	27	166	14
200	354	171	9	175	5
220	378	144	36	159	21
	3882	1764	216	1861	119

4.2. A figyelmi tesztek egyéni eltérései

A vizsgáltban résztvevők saját teljesítményüket illetően többnyire helyes visszajelzést adtak a szubjektív értékelési skála alapján, amit személyekre lebontva összevetettünk a figyelmi tesztek eredményeivel. Amíg a SART tesztnél 2,6-os önértékelés tartozik a 6%-os

hibaszázalékhoz, addig az LC tesztnél 3,9-es szubjektív értékelés követi a 6%-os hibaszázalékot (3. ábra).



3. ábra A hibák száma és szubjektív megítélésük

Az LC teszt során a vizsgált csoport szinte teljes létszámban azonosan teljesített. A SART teszt sokkal megosztóbb volt, ezáltal jobban differenciál a válaszokban. A két vizsgálat teljesítményeit összehasonlítva a SART teszt válaszai egyénenként jobban eltértek, míg az LC tesztben a játékvezetők nagy része közel azonos eredményt ért el. Egy résztvevő a SART és az LC tesztek során egyformán kiugróan magas hibaszázalékkal dolgozott.

4. táblázat Az átlag reakcióidők és helyes válaszok összehasonlítása

Sorszám	Átlagos reakcióidő (ms)	Összes helyes válasz
1	509	217
2	230	199
3	307	204
4	341	212
5	373	212
6	581	216
7	343	212
8	279	199
9	214	190

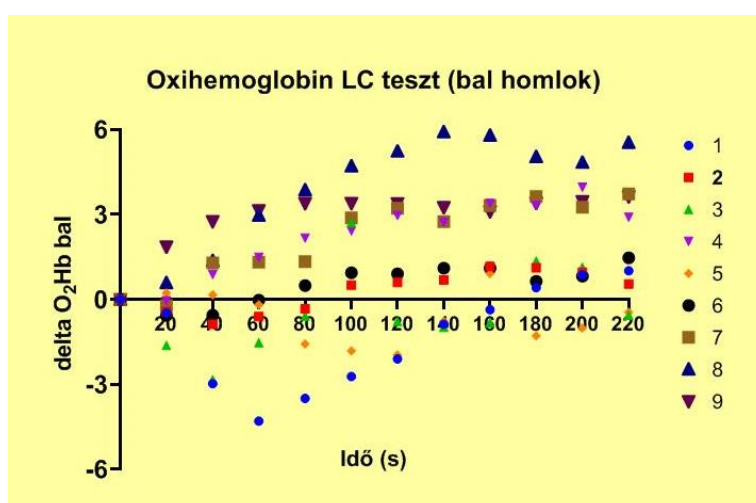
Annak ellenére, hogy a hibátlan válaszok és a reakcióidő között nem állapítható meg szorosabb összefüggés, mégis elmondható, hogy a SART teszt esetében a gyorsabb reakcióidővel haladók

több hibát vétettek, mint a lassabban haladók, akik ugyan átlagban magasabb reakcióidővel dolgoztak, de kevesebb hibát ejtettek. (4. táblázat).

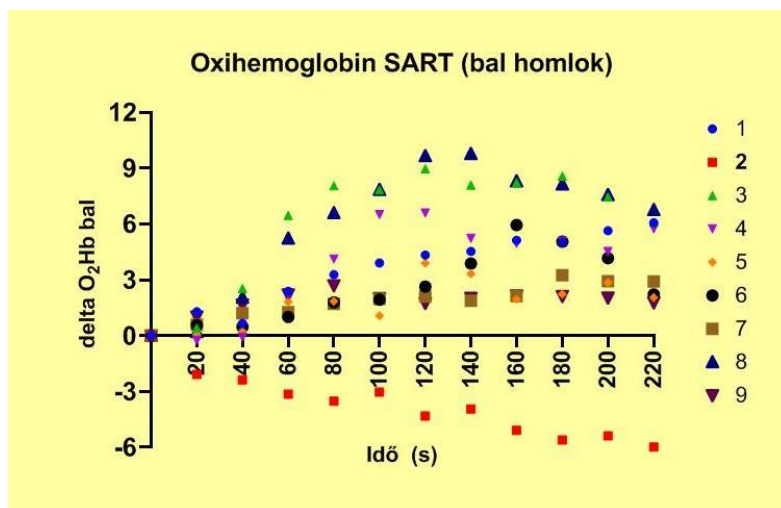
4.3. A vizsgálat közben mért agyi aktivitás

A kérdőív eredményeinek értékelése során egy érdekes jelenségre lettünk figyelmesek: a vizsgálatban résztvevők közül az egyik játékvezető kétkezes, tehát a jobb és a bal kezét egyenértékűen tudja használni. Mindkét keze domináns. Különösen a hétköznapi tevékenységek során, az evéshez és a telefonáláshoz, a jobb kezén kívül a bal kezét is teljesértékűen tudja használni. Az írásnál, a rajzoláshoz és a dobáshoz a jobb keze a domináns. E jelenséggel anomáliaként kellett számolnunk. Mivel ezen vizsgálati alanynak a viselkedése teljesen eltért a többi nyolc vizsgálatban részt vevő személyétől, ezért úgy döntöttünk, hogy őt kiemeljük, és külön értékeljük a további összevetéseknél. Ebből a vizsgálatból ugyan nem ítéltük meg, hogy ez a jellegzetesség az agyi tevékenységeket mennyire befolyásolja, de a többiektől való nagyfokú eltérés ezt indokolta.

Az ábrákon minden alkalommal a piros négyzettel jelölt kétkezes vizsgálati alany 2-es sorszámot kapott.



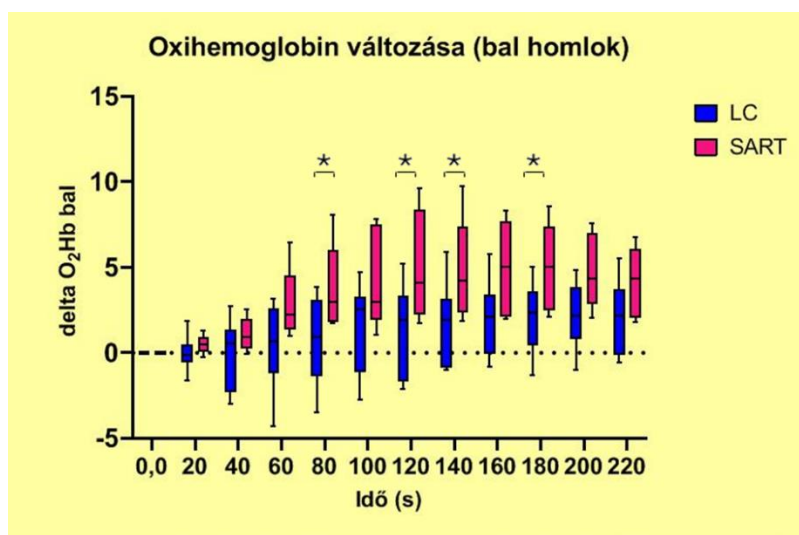
4. ábra Az oxihemoglobin változás egyénenkénti eloszlása



5. ábra A dezoxihemoglobin változás egyénenkénti eloszlása

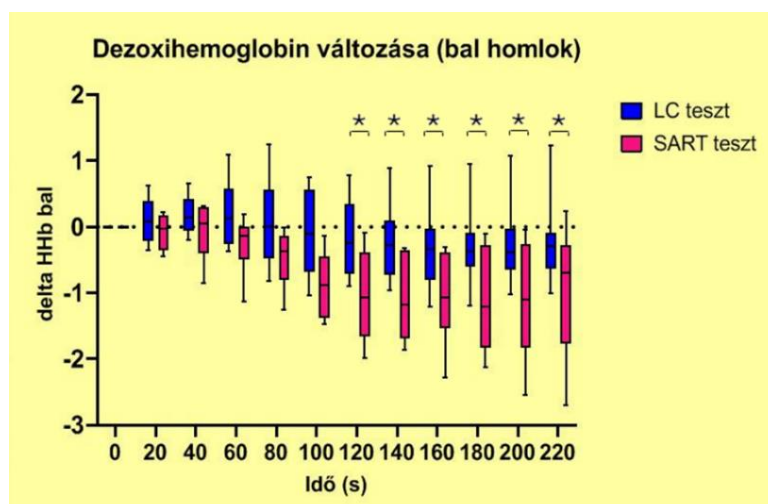
A 4. és 5. ábrák például jól szemléltetik, hogy a kétkeszés játékvezető oxihemoglobin változása mennyire eltérően alakult a többi vizsgálati alanyéhoz viszonyítva. A SART teszt alatt többi eredményhez képest ellentétesen módosult, az LC teszt alatt alig változott (4., 5. ábra).

Arra a megállapításra jutottunk az eredmények kiértékelése során, hogy a figyelmi tesztek közben a bal oldalon mutatott szignifikáns változást a homlokcsonton keresztül mért agyi aktivizáció. Az agy oxihemoglobin szintjének növekedése és ezzel párhuzamosan a dezoxihemoglobin szint csökkenése megfigyelhető volt a mérések során (6., 7. ábra).



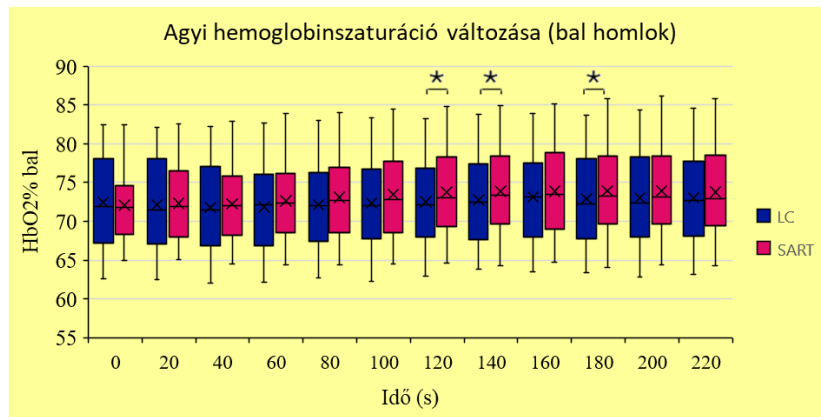
6. ábra O₂Hb változása (bal homlok, n=8)

Az oxihemoglobin az LC teszt közben kisebb mértékben növekedett, mint a SART teszt ideje alatt (6. ábra). Azt, hogy az agy kevesebb számú oxigént vett fel ennél a tesztnél, mint a másik esetében, azt ezen vizsgálati eszközök nem tudják bizonyítani, de az megállapítható, hogy ennél a megterhelésnél a vér kisebb számú oxihemoglobint szállított. A bal homlokokon a 60-80., a 100-120., a 120-140. és a 160-180. másodpercek között mért átlagértékek szignifikáns különbséget mutattak az oxihemoglobin változása esetében.

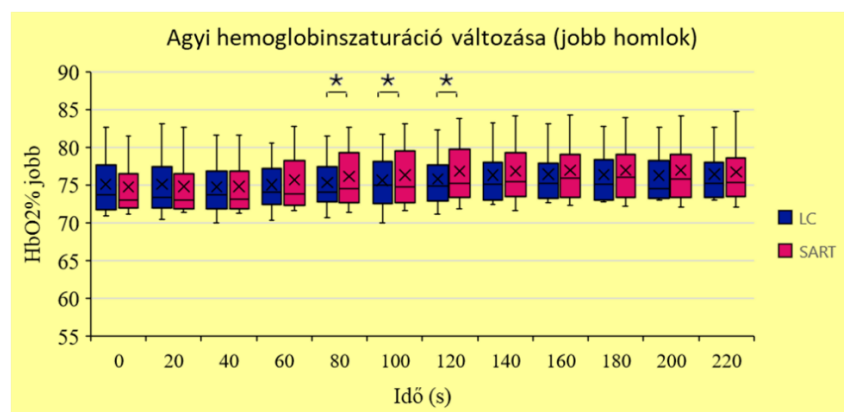


7. ábra O₂Hb változása (bal homlok, n=8)

Az LC teszt során a dezoxihemoglobin változásban kisebb arányú csökkenést tapasztalhattunk, mint a SART teszt kapcsán (7. ábra). Azt, hogy az agynak kevesebb oxigénre van szüksége az LC teszt alatt, a HHb növekedése is megmutatja. A 120-220. másodperc között mért HHb változásnál szignifikáns különbséget tapasztalhatunk a bal homlok esetében (7. ábra). Szignifikáns eltéréseket mutatott továbbá az egyaránt jobb és bal oldalon is mért agyi oxigénszaturáció változás (8., 9. ábra).



8. ábra Agyi HbO2% változás (bal homlok, n=8)



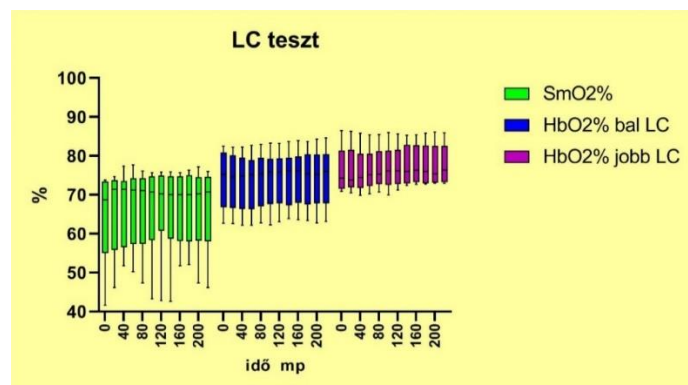
9. ábra Agyi HbO2% változás (jobb homlok, n=8)

A SART teszt során mindkét oldalon mért változás szignifikánsan nagyobb volt, mint az LC közben. Az LC tesztnél a jobb homloknál mért adatok esetében a 60-80., a 80-100. és a 100-120. másodpercek között, míg a bal homloknál mért adatoknál a 100-120., a 120-140. és a 160-180. másodpercek között volt szignifikánsan nagyobb a változás, mint a SART teszt során.

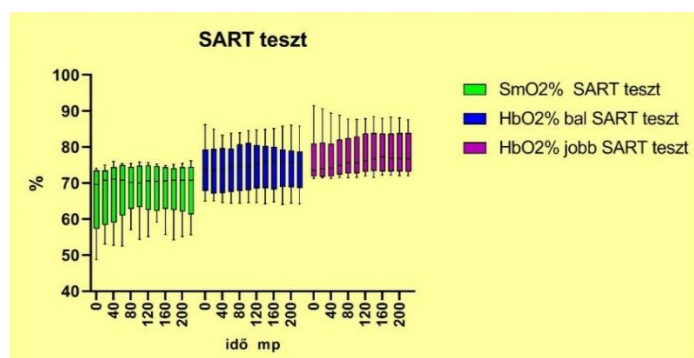
Összegezve a tapasztaltakat, kijelenthetjük, hogy élettani szempontból az LC teszt kisebb agyi aktivitást jelentett a vizsgált játékvezetőknél, mint a SART teszt.

4.4. A vizsgálat közben mért perifériás élettani paraméterek

Nem mutatott szignifikáns eltérést sem a kiindulási értékekhez képest, sem pedig a két teszt összehasonlításakor a szöveti oxigénszaturáció a periférián mért élettani paraméterek közül (10., 11. ábra).

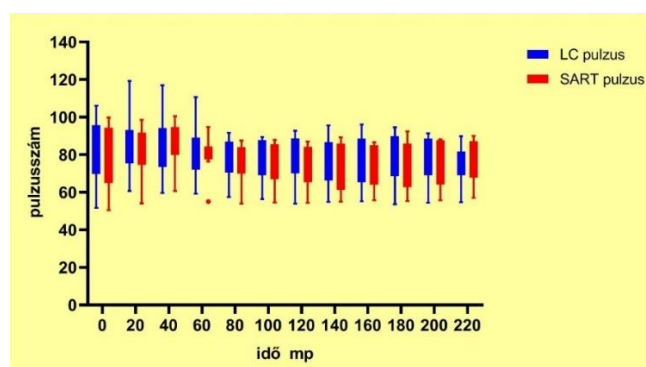


10. ábra Perifériás és agyi oxigénszaturáció az LC teszt alatt



11. ábra Perifériás és agyi oxigénszaturáció a SART teszt alatt

A pulzusszámok tekintetében a két tesztnél szignifikáns különbséget nem tapasztaltunk. A SART és az LC teszt közben tapasztalt pulzusszámváltozás szignifikánsan nem tért el, és hasonló tendenciát figyeltünk meg (12. ábra).



12. ábra A pulzusszám változása a két figyelmi teszt közben

5. Összefoglalás

5.1. A hipotézisekre kapott válaszok

H1: A tesztek során eltérést figyelhetünk meg mind az agyi, mind a perifériás élettani tényezőkben.

A feltett hipotézis részben igazolást nyert. Mindkét figyelmi teszt során megfigyelhetőek voltak élettani változások. Az agyban mért élettani tényezők közül az oxihemoglobin növekedése, a dezoxihemoglobin csökkenése és az agyi oxigénszaturáció változásának növekedése volt megfigyelhető. A vizsgálat újszerűsége miatt, Okamoto és mtsai. kutatására alapoztuk ezen feltételezésünket (Okamoto és mtsai., 2009).

A perifériás értékek nem mutattak nagy mértékű változást, így ezen feltétel nem teljesül a hipotézisvizsgálat során. A szöveti oxigénszaturáció bal felkaron mért eredményei nem mutatnak változást, sem a tesztek kiindulásához képest, sem a tesztek összehasonlításakor. A tesztek pulzusra gyakorolt hatása sem mutat nagy mértékű változást, mindkét teszt kezdeti fázisában megfigyelhető volt egy emelkedett pulzusszám, amely a későbbiekben stabilizálódott.

H2: A SART teszt során szignifikánsan nagyobb változásokat kapunk a vizsgált élettani paraméterekben, mint az LC alatt.

A második hipotézis szintén részben beigazolódott. A pilot mérések során tapasztalt agyi területeken végbemenő változások szignifikánsan nagyobb értékűek voltak a SART teszt közben, mint az LC alatt. Ez az eltérés oxihemoglobin és dezoxihemoglobin változás esetén az agy bal oldalán mért értékeknél bizonyult szignifikánsnak, míg az oxigénszaturáció változásban lévő eltérést a mért területek mindkét oldalán szignifikánsnak tekinthetjük.

Ahogy az első hipotézisben leírásra került, a perifériás mérések nem hoztak nagy mértékű pulzusszámváltozást, ezen kívül a két teszt között sem lépett fel szignifikáns különbség. Az SmO₂ változásában nem tapasztalható szignifikáns eltérés a két teszt között.

H3: Mind a két teszt alkalmas az egyéni differenciálásra és alkalmas lehet a kézilabda játékvezetők kiválasztásában.

A harmadik hipotézis beigazolódott. A tesztek mindegyike alkalmazható az egyéni differenciálásra, bár a SART teszt impulzivitása miatt a személyek egyéni differenciálására

jobban alkalmazható. Az LC teszt szabálytartásának köszönhetően, a SART teszt pedig kitartó figyelem vizsgálatára alkalmassága miatt alkalmazható a kézilabda játékvezetők kiválasztásában, ezzel is segítve a figyelem felmérését és a játékvezetők monitorozását.

5.2. A vizsgálat gyakorlati haszna

A módszer a figyelem vizsgálata közben méri az agyi aktivitást, ezért szerepe lehet a kézilabda játékvezetők kiválasztásában. Megkülönböztethetők a jobb figyelmi képességekkel ellátott egyének, így a játékvezetők eddig kevésbé felmért területe, a koncentráció is mérhető lehet az MKSZ számára. Ezt azonosítva az állóképességi és szabályismereti tesztekkel átfogóbb képet kaphatunk a játékvezetői állományról.

5.3. Limitációk

A felmérés alatt a legnagyobb limitációt az alacsony elemszám jelenti. A fiatalokkal végzett kutatás hátránya, hogy ebben a korosztályban viszonylag kevés játékvezető működik közre. Egyéb limitációra mutat, hogy az LC teszt eredményei nem adnak minden másodpercben visszajelzést a teszt kitöltöttségi állapotáról, így az adatfeldolgozást ez lassítja, és nehezíti az átlagok számolását.

5.4. Kitekintés

A kutatás jelenleg első fázisában van. A vizsgált csoport bővítése jelenleg az elsődleges cél, hogy olyan adatbázissal rendelkezünk az agyi aktivitásról figyelmi tesztek közben kézilabda játékvezetők körében, amiből a későbbiekben egy videóalapú szabályalkalmazás közbeni figyelmi vizsgálatot lehet létrehozni. A szabályalapú figyelemvizsgálat finomítására a NIRS műszert lehet használni, és a későbbiekben egy olyan jóval költségkímélőbb vizsgálatot kidolgozni, ami mérőműszer nélkül képes a figyelem vizsgálatára kézilabdaszabályokkal specifikus környezetben.

A figyelmi tesztek ezen felmérés során nyugalmi körülmények között kerültek feldolgozásra. A fizikai állóképesség és a figyelemvizsgálat közötti párhuzam sem elhanyagolható, így javasolt egy ennek a felmérésére szolgáló kutatást létrehozni. A figyelmi tesztek közül nem szerepel figyelmi kapacitást vizsgáló teszt a jelenlegi eljárásban, ez a későbbiekben a vizsgálat kibővítésére adhat okot. A sportorvosi kérdőívbe a továbbiakban érdemes lehet a különböző stimulánsok és alvási szokások felmérését szolgáló kérdéseket elhelyezni.

6. Irodalomjegyzék

A MAGYAR KÉZILABDA SZÖVETSÉG képzési-, továbbképzési, vizsgáztatási és foglalkoztatási rendszerének szabályzata a teremkézilabda játékvezetők és játékvezető ellenőrök részére a 2024/25. évi bajnoki évadra: Együttműködési keretrendszer. (2024). mksz.hu/jatekvezetes. <https://cdn.mksz.hu/mksz-public/2024/07/12/2287989-Egy%C3%BCttm%C5%B1k%C3%B6d%C3%A9si%20keretrendszer.pdf>

Utolsó letöltés: 2025. 01. 13.

Arany, E., Girasek, J., & Palásthy, I. (2015). PSZICHOLÓGIAI VIZSGÁLATI MÓDSZEREK GYŰJTEMÉNYE. Debreceni Református Hittudományi Egyetem. <https://derek-k.drhe.hu/39/2/Pszichologiai-vizsgalati-modszerek-gyujtemeny-javitott-kiadas2017-nyomda-20170830.pdf>

Czigler, I. (2019). A figyelem pszichológiája. In Akadémiai Kiadó eBooks. <https://doi.org/10.1556/9789634544531>

Gyömbér, N., & Kovács, K. (2011). Fejben dől el: Sportpszichológiai mindnekinek. Kossuth Kiadó.

JÁTÉKVEZETŐVÉ VÁLÁS FELTÉTELRENDSZERE: ALAPFOKÚ TANFOLYAM. (2024). www.mksz.hu/jatekvezetes. <https://cdn.mksz.hu/mksz-public/2024/11/28/2547354-J%C3%A1t%C3%A9kvezet%C5%91v%C3%A9%20v%C3%A1l%C3%A1s%20felt%C3%A9telrendszer.pdf> Utolsó letöltés: 2025. 01. 13.

Jones, S., Chiesa, S. T., Chaturvedi, N., & Hughes, A. D. (2016a). Recent developments in near-infrared spectroscopy (NIRS) for the assessment of local skeletal muscle microvascular function and capacity to utilise oxygen. Artery Research, 16(C), 25. <https://doi.org/10.1016/j.artres.2016.09.001>

Millisecond nyitóoldal. (n.d.). <https://www.millisecond.com/> Utolsó letöltés: 2025. 01. 13.

Neary, J. P. (2004). Application of near infrared spectroscopy to exercise sports science. Canadian Journal of Applied Physiology, 29(4), 488–503. <https://doi.org/10.1139/h04-032>

Okamoto, N., Kuroda, Y., Chance, B., Nioka, S., Eda, H., & Maesako, T. (2009). Measurement of brain activation difference during different mathematical tasks by near infrared spectroscopy. *Proceedings of SPIE, the International Society for Optical Engineering/Proceedings of SPIE*, 7174, 71741M. <https://doi.org/10.1117/12.808424>

Philippe, F. L., Vallerand, R. J., Andrianarisoa, J., & Brunel, P. (2009). Passion in referees: examining their affective and cognitive experiences in sport situations. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 31(1), 77–96. <https://doi.org/10.1123/jsep.31.1.77>

Ridolfi, L., Scarsoglio, S., Anselmino, M., Canova, D., Saglietto, A., & Ferrandino, I. (2019). Heartbeat Sequence Extraction from Cerebral NIRS Measures: A NIRS Study of the Cerebrovascular Hemodynamics on Patients Suffering from Atrial Fibrillation. In *Politecnico Di Torino*.

Robertson, I. H., Manly, T., Andrade, J., Baddeley, B. T., & Yiend, J. (1997). 'Oops!': Performance correlates of everyday attentional failures in traumatic brain injured and normal subjects. *Neuropsychologia*, 35(6), 747–758. [https://doi.org/10.1016/s0028-3932\(97\)00015-8](https://doi.org/10.1016/s0028-3932(97)00015-8)

Saito, Y., Kondo, T., Aoyama, S., Fukumoto, R., Konishi, N., Nakamura, K., Kobayashi, M., & Toshima, T. (2006). The function of the frontal lobe in neonates for response to a prosodic voice. *Early Human Development*, 83(4), 225–230. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2006.05.017>

Séra László: Percepció és figyelem. In: Kollár Katalin (szerk.): *Pszichológia pedagógusoknak*. Budapest: Osiris Kiadó 2004. 192-239. (n.d.).

SKOLL. (2020). Az összpontosítás, a figyelem és a koncentráció fejlesztése. <https://skoll.hu/az-osszpontositas-a-figyelem-es-a-koncentracio-fejlesztese/> Utolsó letöltés: 2025. 01. 13.

Soós, K. (2022). *A játékvezetés anatómiája* (1.). Kék Európa Stúdió.

Szakács, Z. (2018). Obstruktív alvásfüggő légzőszavarok hatása a kognitív és exekutív teljesítményre. *Honvédervos*, 70(3–4), 67–71. <https://doi.org/10.29068/ho.2018.3-4.5-21.67-71>

Treviño, M., Zhu, X., Lu, Y. Y., Scheuer, L. S., Passell, E., Huang, G. C., Germine, L. T., & Horowitz, T. S. (2021). How do we measure attention? Using factor analysis to establish construct validity of neuropsychological tests. *Cognitive Research Principles and Implications*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s41235-021-00313-1>

Weinberg, R. S., & Richardson, P. A. (1990). *Psychology of officiating*. Leisure Press.