# Kutatási jelentés

*VR sportstressz szcenárió és EGIG mérés kosárlabdázók körében, pilot kutatás eredményei*

**Vezetőkutatók:**

**Prof. Dr. Ács Pongrác**

**Dr. Melczer Csaba**

**Kutatók:**

**Dr. Makai Alexandra**

**Dr. Andrássy Katinka**

**Nagy Dóra**

**Fodor-Mazzag Kitti**

**Trpkovici Melinda**

**Derkács Evelin**

**Morvay-Sey Kata**

**Pécs, 2021**

# Tartalom

Ábrajegyzék ..... 2
Bevezetés ..... 3
Célkitűzések ..... 4
Hipotézisek ..... 4
A kutatás módszertana ..... 5
Mérési eszközök ..... 5
Antropometriai mérések ..... 5
Testösszetétel mérés In-Body készülékkel ..... 6
Funkcionális mozgás vizsgálat ..... 10
Spiroergometria ..... 12
EGIG mérés ..... 18
Sportolói Szorongás Kérdőív (SSzK) ..... 19
VR szcenárió ..... 20
Statisztikai elemzés ..... 21
Eredmények ..... 22
A kutatás eredményeinek hasznosíthatósága és következtetések ..... 35
Irodalomjegyzék ..... 40

# Ábrajegyzék

1. ábra InBody 770 7
2. ábra Intel Realsense D415 kamera 16
3. ábra Keretes szerkezet 17
4. ábra Szkenner 17
5. ábra EGIG rendszer 18
6. ábra Az EGIG rendszer felhelyezése, használata 19
7. ábra Dolgozott-e már sportpszichológussal? (%) (N=20) 22
8. ábra Egy jellemző tartáshiba a mintában 26
9. ábra SSzK kérdőív eredményei a mérkőzés utáni és VR szcenáriót követő időpontokban (N=20 27
10. ábra Dolgozik-e sportpszichológussal? (%) (20) 28
11. ábra SSzK átlagpontszámok sportpszichológussal való munka összefüggéseinek vizsgálata mérkőzés után (N=20) 29
12. ábra SSK átlagpontszámok sportpszichológussal való munka összefüggéseinek vizsgálata VR után (N=10) 29
13. ábra 1. játékos (saját forrás) 31
14. ábra 2. játékos (saját forrás) 31
15. ábra 3. játékos (saját forrás) 31
16. ábra 4. játékos (saját forrás) 32
17. ábra 5. játékos (saját forrás) 32
18. ábra 6. játékos (saját forrás) 32
19. ábra 7. játékos (saját forrás) 33
20. ábra 8. játékos (saját forrás) 33
21. ábra 9. játékos (saját forrás) 34
22. ábra 10. játékos (saját forrás) 34
23. ábra NASM korrekciós ajánlás 36

# Táblázatjegyzék

1. táblázat A minta jellemzése (N=20) ... 22
2. táblázat A sportolók testösszetétel mérésének eredményei (N=20) ... 23
3. táblázat Funkcionális mozgás minta vizsgálat eredményei (N=20) (saját forrás) ... 24
4. táblázat Spiroergometria egyénenkénti eredményei (N=20) ... 25
5. táblázat Spiroergometriai mérés leíró eredményei (N=20) ... 25
6. táblázat 3D testszkenner eredmények (N=10) ... 25
7. táblázat Sportolói Szorongás Kérdőív leíró eredményei a vizsgált két időpontban (N=20) ... 26
8. táblázat Mérések közötti különbség vizsgálata a SSzK kérdőív eredményei alapján (N=20) ... 27
9. táblázat A VR és mérkőzést követő stressz alskálák összefüggéseinek vizsgálata (N=20) ... 28
10. táblázat Kor, sportolói életkor és SSzK skálák között összefüggések vizsgálata (N=20) ... 30

# Bevezetés

Az alábbiakban a „VR sportstressz szcenárió és EGIG mérés kosárlabdázók körében, pilot kutatás” címmel készült kutatási jelentést részletezzük, mely az Innovációs és Technológiai Minisztérium támogatásával jött létre. A támogatás célja volt a Rátgéber Kosárlabda Akadémia Alapítvány többségi tulajdonában álló Kosárlabda Akadémia Sport Kft. által foglalkoztatott felnőtt korú sportolók, utánpótlás korú sportolók stressz tűrő képesség, és testalkat vizsgálata, mely kutatást innovatív eszközökkel és módszerekkel és nem utolsósorban tudományos hátterét adva a Pécsi Tudományegyetem Egészségtudományi Karának kutatói végeztek el.

Támogatásból megvalósítandó szakmai feladatok:

- a kutatásba bevont felnőtt korú és utánpótlás korú sportolók szomatometriai vizsgálata a részben a PTE Egészségtudományi Kara által fejlesztett 3D szkennerrel,
- a kutatásba bevont felnőtt és utánpótlás korú sportolók stressz tűrő képességének vizsgálata,
- valamint kérdőíves felmérés és egyéb élettani paraméterek regisztrálása.

A vizsgálat jelentősége

A sportpszichológusok számos különféle stresszkezelési technikát javasoltak az évek során, de az egyik legsikeresebb a ”stressz-inokulációs” vagy „stressz-oltási tréning” (SIT). Az 1970-es évek végén és az 1980-as évek elején Donald Meichenbaum (2007), a kanadai Waterloo Egyetem pszichológusa fejlesztette ki a stressz-oltási képzést azzal a ténnyel, hogy ha az egyének kezelhető, de fokozatosan növekvő mennyiségű stressznek vannak kitéve, akkor erősödik az immunitás a stresszel szemben. A stressz beoltásának kulcsa azonban nem csupán az, hogy az edzés során a stressz szintjét fokozatosan növelik, hanem az is, hogy ebben a környezetben a sportolók megtanulják a pszichológiai stressz kezelését és a teljesítmény fokozására irányuló készségeket is, ideértve a produktív gondolatok, megküzdési stratégiák alkalmazását. Az általános stressz-oltási folyamat általában három szakaszból áll: (1) Konceptualizációs szakasz, amelyben a sportoló jobban megérti, hogy a pozitív és negatív gondolatok, belső beszéd („self-talk”) és a képek hogyan befolyásolják a teljesítményt, (2) egy próbaidőszak, amelynek során a sportoló megtanulja a megküzdési készségek használatát, és (3) egy alkalmazási szakasz, amelyben a sportoló gyakorolja képességeit, először alacsony

stresszhelyzetben, majd olyan helyzetekben, ahol a stressz szintje fokozatosan növekszik (Meichenbaum, 2007).

A SIT-et egyre gyakrabban használják a szorongás csökkentésére és a teljesítmény javítására. Ez a módszer számos tudományterületen bizonyul hatékonynak, pl.: klinikai (Holcomb, 1986) és sport (Mace & Carroll, 1986) területén is sikeresen alkalmazzák. Korábbi kutatások igazolják, hogy magas stresszhatású környezetben történő edzés jobb stresszkezelést eredményez a versenyhelyzetben. (Oudejans et. al.,2011; Oudejans et. al.,2009; Oudejans & Pijpers, 2009). A SIT sikereire építve, az edzések során a sportolók különböző stresszhatásoknak vannak kitéve, azzal a céllal, hogy fejlesszék a megküzdő képességeiket a stresszel szemben, ezzel felkészítve őket a téthelyzet okozta nagy nyomás hatékony kezelésére. (Reeves et al., 2007).

Egy rendkívül kurrens kutatási terület a virtuális valóság (virtual reality -VR) hatásának vizsgálata. A 2010-es évek elején már vizsgálták a VR hatását a sportteljesítményre is, de ezek a tanulmányok inkább anekdotikus jellegűek voltak. (Vignais et al.,2010; Kulpa et. al.,2013). Stinson és Bowman (2014) megvizsgálták a VR alkalmazásának megvalósíthatóságát a sportpszichológiai felkészítésben. Kutatásukban azt találták, hogy 3D-s valósághű sportkörnyezet kimutatható szorongásos válaszokat váltott ki a sportolókból fiziológiai és pszichológiai szinten is.

## Célkitűzések

Kutatásunk a bevezetőben részletezett elméleti megfontolásokra és kutatási eredményekre épít. Célunk megvizsgálni és felmérni azt, hogy az általunk létrehozott virtuális valóságban történő stresszszituáció (VR sportstressz szcenárió) milyen fiziológiai és pszichés válaszokat vált ki a kosárlabda játékosokból. Továbbá felmérni az sportolók funkcionális mozgásmintáit, testösszetételét és testtartását, valamint a bélmotilitásukat nyugalmi és stressz szituációban.

## Hipotézisek

Feltételezzük, hogy a virtuális valóságban létrehozott sportstressz helyzet stresszválaszokat vált ki a sportolókból és ezek a kiváltott stresszválaszok mind fiziológiás (EGIG hullámok), mind pszichés (SSK kérdőív magas pontszáma) szinten megjelennek, és mérhetők is. Ezek alapján a következő hipotéziseket vetettük fel:

1. Feltételezzük, hogy a virtuális valóságban létrehozott sport stresszhelyzet ugyanolyan mértékű stresszválaszokat vált ki a sportolókból, mint amit a sportolók tétmérkőzésen tapasztalnak.

2. Feltételezzük, hogy azok a sportolók, akik jelenleg sportpszichológussal dolgoznak, alacsonyabb pontszámot érnek el a szorongást mérő skálákban, valamint magasabb pontszámot a koncentráció és önbizalom skálán.

3. Feltételezzük, hogy azok a sportolók, akik magasabb pontszámot érnek el az önbizalom skálán, alacsonyabb a szorongás szintjük.

# A kutatás módszertana

A kutatás helye és ideje: Pécs, 2021.05.01 – 2021.11.30.
Vizsgált populáció: A KAS KFT női kosárlabdázói.
A minta elemszáma: 20 fő, azonban a fizikális vizsgálatokat (VR) 10 főn végeztük sérülések, illetve mérkőzés, valamint a válogatottba történő behívás miatt.
Mintavétel: kényelmi mintavétel
Beválasztási kritérium volt, hogy a kérdőívet kitöltők versenyszinten sportoljanak, kizárási kritérium a pszichiátriai kezelésben való részvétel, illetve a sérülés volt. A kutatás a Pécsi Teljesítménydiagnosztikai Laborban, valamint a kérdőívek felvétele a tétmérkőzések helyszínén zajlottak 2021.05.01 – 2021.11.30. között.
A tanulmányt a Pécsi Klinikai Központ Regionális Kutatási Bizottságának Intézményi Ellenőrző Testülete hagyta jóvá (Etikai engedély: 8821-5/2019/EÜIG)

# Mérési eszközök

Szocio-demográfiai paraméterek és a sporttevékenységgel kapcsolatos kérdésekre kerültek rögzítésre kérdőív formájában, valamint a továbbiakban részletezett mérések zajlottak a vizsgált populáció részvételével.

## Antropometriai mérések

A testösszetétel az emberi test egészén belül az egyes összetevők, szövetek arányát jelenti. A testösszetétel jellemzése a Drinkwater és Ross (1980) által javasolt metodikával zajlik. Az antropometriai mérés során 24 testadat (17 testadat: Testmagasság cm-ben, Testtömeg kg-ban, Könyökszélesség, Térdszélesség, Vállszélesség, Mellkas mélység, Mellkas

szélesség, Csípőszélesség, Mellkaskerület, Feszített felkarkerület, Felkarkerület, Alkarkerület, Csukló kerület, Kézkerület, Combkerület, Lábszárkerület, Bokakerület; 7 bőrredő: Bicepsredő, Tricepsredő, Lapockaredő, Csípőredő, Hasredő, Frontális Combredő, Lábszárredő) manuális felvétele zajlik. Ezek alapján származtatott adatokból következtethetünk a metrikus és plasztikus indexekre. A két index numerikus értékéből derékszögű koordináta-rendszer szerkeszthető, amelyben a metrikus index adja a függőleges, a plasztikus index pedig a vízszintes skálázást. A koordináta-rendszer középen helyezkednek el a metromorf, a bal felső negyed tartalmazza a leptomorf, a bal alsó a piknomorf, jobb felső negyede a leptomorf, míg a jobb alsó a piknomorf testi felépítésűeket.

## Testösszetétel mérés In-Body készülékkel

Az InBody 770 készülék elemzi az emberi test izom – zsír – víz összetételét. A mérés fájdalom mentes, azonban az analízisből nyert információk fontos tájékozódási pontokat jelentenek.

A test zsír és izom arányát, úgynevezett bioelektromos impedancia analízis (BIA) segítségével határozhatjuk meg. A testben lévő különböző lágy szövetek eltérő víztartalommal rendelkeznek. A zsírszövetnek alacsonyabb a víztartalma, mint az izomszövetnek. Emiatt a különbség miatt a test vezetőképességéből kiindulva, a készülék képes kiszámolni a testzsír- és vázizomszázalékot. A készülék ezen kívül méri a szerveket körbevevő zsír mennyiségét is, valamint tájékoztat a test alapfunkcióinak fenntartásához szükséges napi energiamennyiségről is[1].

[1] https://inbodyusa.com/ (2021. 12. 09.)

*1. ábra InBody 770*

*(forrás: https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Feushop.hu%2FInbody720&psig=AOvVaw16ZeObGIsbSQ54RdeAXjuz&ust=1639659854674000&source=images&cd=vfe&ved=0CAsQjRxqFwoTCIjbrI3v5fQCFQAAAAAdAAAAABAN)*

A vizsgálat:

- csupán 2 perc
- mezítláb, minimális ruházatban történő mérés
- szervezet számára nem megterhelő, fájdalommentes
- non- invazív vizsgálat
- az eredmény azonnal nyomtatásra kerül, így részletes kiértékelést kapunk

Mérésen alapuló eredmények

- Testösszetétel: Az értékek bemutatják elkülönítve valamennyi testet alkotó összetevő súlyát, melyek együtt a vizsgált személy teljes testsúlyát alkotják. A mért értékek összehasonlíthatóak a normálértékekkel.
- Izom – zsír analízis: A vázizom és a testzsír tömege a súlykontroll fő komponensei, a normálértékhez viszonyítva egy vonalgrafikon segít az értékelésben.
- Elhízás diagnózis: A testösszetétel analízise nyomán az elhízás átfogó diagnózisa különböző értékelési módok segítségével végezhető, úgymint a test-zsírszázalék és derék – csípő arány.

- A test zsír- és ásványianyagmentes állapotának egyensúlya: több eltérő értékelésre nyílik lehetőség azzal, hogy az InBody diagramjain egyaránt mutatja a vizsgált személy aktuális súlyához tartozó értékeket, és az ideális súlyhoz viszonyított abszolút értékeket. A szegmensenként történő izomeloszlás mérése lehetővé teszi, hogy a test egyensúlyát és fejlődését szegmensenként ellenőrizzük.
- Ödéma: A diagram a sejten kívüli víz és az összes testvíz arányát, valamint a sejten kívüli folyadék és az összes test-folyadék arányát mutatja
- Zsigeri zsírterület: Megmutatja, hogy mennyi testzsír halmozódott fel a zsigeri részekben.
- Összefoglaló kiértékelés: Az eredménylapon az összes kapott érték összesítésre kerül, ami a vizsgált személyek számára jelentősen megkönnyíti egészségi állapotuk áttekintését. Eltérő színekkel jelöli a „megfelelő" és a „nem megfelelő" állapotokat.
- Tárolt testösszetétel adatok: A vizsgálati eredmények tárolhatók, így a vizsgált személy testösszetétel változásai időrendben követhetők.
- Súlykontroll: A testösszetétel analízis eredményei alapján megadja a célsúlyt, hogy annak eléréséhez mennyi zsír és izom szükséges.
- Fittségi mutató: Könnyen megjegyezhető, általánosított mérőszám, a cél, hogy ez a szám a terápia során fokozatosan emelkedjen.
- Kiegészítő adatok: Elhízás foka, test sejttömeg, csont ásványi anyag tartalma, alapanyagcsere szint.

Inbody mérés jellegzetességei kosárlabdázók körében

A fizikai képességek a modern sportban egyre nagyobb szerepet kapnak. A test összetétele az életkor növekedésével változik, a lányok vonatkozásában a zsírraktározás a serdülőkortól fokozódik. Napjainkban a legelterjedtebb testösszetétel mérésére szolgáló műszerek az Inbody gépek, melyek bioimpedencia elvén mérő műszerek (Balogh, 2015). A BIA műszer az emberi test impedenciájának (árammal szembeni ellenállás) mérésével a test víz-, zsír-, és a zsírmentes tömegét becsli (Lukaski 1985). A zsírtömeg, a sovány testtömeg, valamint a test zsírtartalmának mérésére a populációra validált egyenletek használatával alkalmasak (Heyward, 1996; Deurenberg et al., 2002; Kyle et al., 2004). Az Inbody eszközök a testösszetétel mérésén túl képesek kimutatni azt is, hogy a vizsgált egyén testösszetétele nemének, korának testmagasságának és testsúlyának megfelelő e. A növekedésben lévő fiatalok vonatkozásában

(18 év alatt) úgynevezett percentilis görbék értékeihez hasonlítja a mért értékeket, ezzel szemben a felnőtt korosztály vonatkozásában a nemzetközi standard eredményeket veszi alapul (Balogh, 2015). Sárszegi és munkatársai (2018) tanulmányukban kötélugrók (N=20) és fiatal kosárlabdázók (N=20) testösszetételét vizsgálták. Az eredmények tükrében elmondható, hogy a magas zsírtömegnek negatív hatása van, azonban a vázizomszázalék növekedése pozitív hatással van a fizikai teljesítőképesség szintjére (Sárszegi, 2018). Carter és munkatársai (2005) tanulmányukban elit női kosárlabdázókat vizsgáltak játék idejük, pozíciójuk és teljesítményük alapján. Felmérésük során 168 fő kosárlabdázóról (N=168) gyűjtöttek antropometriai és szomatometriai adatokat. A kosárlabdázókat a pályán betöltött pozíciójuk alapján három csoportba osztották. Csoportok: védőjátékosok 64 fő (N=64): átlag életkor: 25.4±3.3 év; átlag magasság: 1.72±0.06 cm; testtömeg: 66.1±6.2 kg; testalkat: 2.9–3.9–2.6; támadójátékosok: 54 fő (N=54): átlag életkor: 25.2±3.8 év; átlag magasság: 1.81±0.06 cm; testtömeg: 73.3±5.9 kg, testalkat: 2.8–3.5–3.2; center játékosok: 47 fő (N=47): átlag életkor: 24.1±3.1év; átlag magasság: 1.90±0.06 cm; testtömeg: 82.6±8.2 kg; testalkat: 3.2–3.1–3.4. Az eredmények tükrében a játékosok testi adottságai és a pályán betöltött posztjuk között nem találtak szignifikáns eltérést ($F=7.73$, $P<0.01$) (Carter et. al., 2005). Bale és munkatársai (1991) tanulmányuk során hasonlóan női kosárlabdázókat vizsgáltak teljesítményük és testösszetételük alapján és a mért értékeket szintén összevetették a játékosok pályán betöltött pozíciójával. A posztok vonatkozásában a vizsgálatokat ANOVA statisztikai program alkalmazásával végezték és az eredmények tükrében a center játékosok rendelkeztek a legjobb testfelépítéssel és testösszetétellel, őket a támadó játékosok, majd a védők követék. Szignifikáns különbséget kifejezetten a center játékosok és a védők között találtak. A testmagasság vonatkozásában a center játékosok bizonyultak a legmagasabbaknak (Bale, 1991). Garcia és munkatársai antropometriai paramétereket vizsgáltak spanyol elit női kosárlabdázók körében, ugyanis elméletük szerint a kospárlabdázók teljesítményét nem csak a technikai, taktikai és pszichés tényezők képesek befolyásolni, hanem antropometriai tényezők is. Vizsgálatukat négy csapat vonatkozásában végezték. Gernika Bizkaia Team (N=11): átlag életkor: 26,6±5,5 év; átlag magasság: 179,6±7,9 cm; testtömeg: 70,8±12,3kg; BMI: 21,9±2,1. IDK Gipuzkoa Team (N=11): átlag életkor: 26,1±5,8 év; átlag magasság: 179,1±9,4 cm; testtömeg: 72,0±5,1 kg; BMI: 22,4±1,8. Campus Promete Team (N=8): átlag életkor: 27,0±3,1 év; átlag magasság: 177,6±8,0 cm; testtömeg: 74,1±11,0 kb; BMI: 23,4±2,5. Anares Rioja Team (N=11): átlag életkor: 23,0±2,0 év; átlag magaság: 174, 4±8,1 cm; testtömeg: 71,6±10,5 kg; BMI: 23,5±2,5. Az antropometria értékeket összevetve a bajnokság végi eredményekkel elmondható, hogy azok a csapatok nyújtottak jobb teljesítményt, ahol a játékosok BMI értéke alacsony volt. A

testmagasságra vonatkozó számítások alapján kijelenthető, hogy a magasabb játékosokból álló csapatok jobb teljesítményre voltak képesek, továbbá kosárlabdázásban a testmagasság és a testtömeg jelentős befolyással bír (Gracia, 2018).

## Funkcionális mozgás vizsgálat

A kosárlabdázás mozgásanyagát az intermittáló labdás és labda nélküli sprintekkel, valamint a nagysebességű, gyorsítások, lassítások, helyváltoztatások, illetve a felugrások nagy számával jellemezhetjük. A modern kosárlabdázás megkívánja, hogy a játékosok fizikailag magas szinten képzettek legyenek, megfelelő erő, gyorsasági erő, sebesség, aerob és anaerob állóképesség birtokában legyenek. (Hoffmann et al, 1991) Egy-egy mérkőzés során, a mozgások és mikromozgások (elindulás, megállás, irányváltás) száma átlagban 997+- 138, melyből 105+-52 nagy intenzitású, azaz utóbbi megmozdulások 2,1 másodpercenként történnek. (McInnes et al., 1995). A játék jellemző testhelyzete az úgynevezett atlétikus alapállás, mely során a játékosok alacsony súlyponti helyzetben csípő és térd flexióban helyezkednek el, fenntartva a minél gyorsabb reagálás és megindulás lehetőségét. A futások, megállások, irányváltások és felugrásból való leérkezés nagy száma óriási terhelést ró a játékosok csont, szalag és izomrendszerére (Wei et al., 2018) Mindezek sérülés nélküli végrehajtásához szükség van megfelelő dinamikus ízületi mobilitásra általános és törzs stabilitásra, valamint neuromuszkuláris kontrollra. Amennyiben a fenti képességek bármelyikében jelentős probléma áll fenn, a kosárlabdázás specifikus mozgásanyaga csak kompenzációs folyamatok – más izmok bevonása, instabil ízületi helyzetek kialakulás- mellett végezhető el, amely nagy sérülésveszélynek teszi ki a sportolót.

A funkcionális mozgástesztek használatával képet kaphatunk arról, hogy egyszerű, több ízület működését magába foglaló dinamikus testhelyzetek során milyen kompenzáló mechanizmusokat használ a játékos. A megfigyelés során feljegyezzük ezeket a gyenge láncszemeket és az elemzés során azonosítjuk a kompenzációt kiváltó okokat. Ezek származhatnak anatómiai problémából, de legtöbbször izomdiszbalansz a kiváltó ok, mely személyre szabott kompenzációs gyakorlatsorral javítható.

A játékosok funkcionális mozgásmintáinak felmérésére a NASM két tesztjét használtuk.

*A magastartásban végzett guggolás teszt*

Mivel a mérkőzés során a játékos testhelyzete és testtartása állandóan, dinamikusan változik, fontos, hogy értékelni tudjuk a kinetikus láncokra nehezedő stressz kezelésének képességét. A

magastartásban végzett guggolás teszt során létrejövő kompenzációk elemzésével képesek leszünk a kinetikus láncokban fellépő olyan zavarok értékelésére, amelyek a statikus testtartás megfigyelés során nem jutnak felszínre. A dinamikus flexibilitás, a törzsizomzat ereje és stabilitása, valamint a neuromuszkuláris kontroll minősége térképezhető fel a teszt során, mely képességek befolyásolják az ugrásokból való leérkezés minőségét. (Feng et al., 2011)

*Egylábas guggolás teszt*

Egylábas guggolás teszt képet ad a játékos dinamikus testtartás kontroll, az egyensúly, az alsó végtag izomerejének állapotáról és az alsó végtag aszimmetriájáról is. A vizsgálat befejeztével, az értékelés a meglévő kompenzációk feljegyzése mellett kiterjed a kompenzációkból adódó, vagy azokat okozó lerövidült, és alulműködő izmok megnevezésére. Ezen izmok erősítése, illetve nyújtása lesz a személyre szabott korrektív gyakorlatsor alapja.

A vizsgálat menete

Vizsgálatunkban 10 fő élvonalbeli kosárlabdázó mozgásminta szűrését végeztük el, melynek során először a magastartásban guggolás tesztet, majd az egylábas guggolás tesztet alkalmaztuk.

*Magastartásban guggolás teszt*

Kiinduló helyzet: cipő nélkül, vállszélességű terpesz, előre néző lábfej, kar fül vonalába helyezett magastartásban. Megkértük a játékost, hogy végezzen guggolást körülbelül 90 fokos mélységig, és ismételje meg ötször. Megfigyeljük az alábbiakat, és feljegyezzük az esetleges kompenzációkat

Szemből: boka, lábfej, térd. Oldalról: lumbo-pelvic-hip komplex, váll-felső hát. Hátulról: boka, lábfej és lumbo-pelvic-hip komplex. Az adatokat rögzítjük az értékelő lapon.

*Egylábas guggolás teszt*

Kiinduló helyzet: egy lábon állva, másik lábat hátra, térdben behajlítva tartjuk, tetszőleges kartartással, cipő nélkül. Megkértük a játékost, hogy végezzen egyidejűleg csípő és térd flexiót, addig a mélységig, ameddig az kényelmes számára. Megfigyeljük az alábbiakat, és feljegyezzük az esetleges kompenzációkat. Megfigyelési pontok: boka, lábfej, lumbo-pelvic-hip komplex, felsőtest.

## Spiroergometria

A spiroergometria jelen kutatásban arra szolgál, hogy a játékosok szívfrekvenciájának emelésével, illetve anaerob anyagcsere körülmények megteremtésével modellezze a mérkőzést. A használt protokoll: 5 km/h kezdősebesség, 3 fok dőlésszög, majd 5 percenként a sebesség emelése 2 km/h-val, a dőlésszög pedig 4 fokkal. A protokoll maximum 15 perc, cél az anaerob anyagcsere zónába kerülés, melyet a RER 1,1 fölé emelésével biztosítottunk. A teszt során rögzítettük a maximális pulzust, a RER-t, a ventillációt (L/min), a terhelést wattban megadva. A játékosok a futópadról leszállva azonnal megkezdték a VR teszt protokollt.

## Háromdimenziós testtartás vizsgálat (3D Human scanner)

Az inaktív életmód és az ebből következő mozgásszervi elváltozások, betegségek időbeni észlelését, továbbá kialakulásának megelőzését kiemelkedően fontos feladatnak tartjuk. A mozgásszegény életmód hatása a gyermekek és fiatalok körében rendkívül elterjedté tette a tartáshibákat. Már az óvodás korúak körében magas százalékban (62%) fordulnak elő (Pellet, 1997), és ez az arány az iskolai évek alatt sem csökken. Az általános iskolai tanulók közt 1999-ben 88% volt azon tanulók aránya, akiknél tartáshibát vagy egyéb ortopédiai rendellenességet találtak (Fejérdy, 2001). A mozgásszegény életmód azt eredményezi, hogy a testtartásért felelős izmok keveset és helytelenül vannak használva, emiatt egyes izmok zsugorodnak, más izmok pedig gyengülnek. A zsugorodás és gyengülés hatására felborul az izomegyensúly és emiatt a gerincnek olyan kis képleteire kerül a gravitáció okozta terhelés, melyek nincsenek erre méretezve. (Somogyhegyi et.al 2014)

A mozgásszegény és ülő életmód a gyermekek egészséges fejlődését, többek között a gerinc fiziológiás görbületeinek megfelelő kialakulását, a biomechanikailag helyes testtartás automatizálódását is veszélyezteti és ezzel a felnőttkori porckopásos betegségekre hajlamosít (Somhegyi et al., 2014). A Magyar Gerincgyógyászati Társaság Konferenciáján (2010) Boja és munkatársai a Gendodisc kutatás első eredményei között számoltak be arról, hogy a mintában résztvevő tanulók között tömeges számban fordultak elő tartáshibák. A kezdeti feléréskor a tanulók 64,5%-ában regisztráltak tartáshibát (Boja et al., 2010). Ács és munkatársai tanulmányukban eredményeik alapján arra a következtetésre jutottak, hogy a felnőttkori porckopás az izomegyensúly felborulása és a gerinc túlterhelt képletei miatt következik be. Azonban, ha a porckorong kopást nem kezelik időben és szakszerűen, könnyen műtéthez

vezethet, így a fizikai inaktivitás következménye már nem csak az egyént terheli, hanem a nemzetgazdaságot is. (Ács et al., 2011).
Simóné és szerzőtársai (2010) vizsgálatukban arról számoltak be, hogy a Dectorfit Gerincambulancia által vizsgált 900 fő tanuló (N=900) 70%-ában találtak olyan elváltozásokat a gerinc vonatkozásában, melyek gerinctorna végzésére adnának okot (Simóné et al., 2010).

A 3D testszkenner fejlesztésével célként jelöltük meg, hogy a technológia fejlődését kihasználva, egy háromdimenziós testtartás értékelést lehetővé tevő eszközt hozzunk létre, amely mobiltelefon alkalmazással összekötve, visszacsatolást ad digitális kép formában a felhasználó egészségügyi állapotának ezen aspektusáról. A gerincoszlop még aktívan korrigálható, fiziológiás helyzettől való eltéréseit tartáshibának nevezik. A biomechanikailag helyes testtartástól eltérő tartáshibákra szeretnénk az applikációt használó egyénnek otthonában is egyszerűen végezhető előre adaptált tornagyakorlatot, mozgásformát javasolni, mely segíti elkerülni a probléma súlyosbodását, illetve javítani az állapotát.
A gerinc térbeli (háromdimenziós) strukturális elváltozási esetén az applikáció szakorvoshoz irányítja a beteget. További céljaink közé tartozik a beteg edukáció.
Ezen túlmenően e kutatás során célul tűztük ki, hogy a Rátgéber Akadémia játékosait vizsgálva képet kapjunk a sportolók aktuális szomatológiai állapotáról. A test szkennelés során a statikus képfelvételen túl, lehetőség van a test egyes pontjainak markerekkel való ellátására és ezen marker pontok anatómiai viselkedésére különböző gyakorlatok során. Ezzel a módszerrel olyan funkcionális sajátosságok definiálhatóak, amelyek specifikus fejlesztése szükséges lehet az edzések során (például ízületi és izom mozgékonyság, stb).

Hazai szakirodalmi áttekintés:

Somhegyi és szerzőtársai a Magyar Gerincgyógyászati Társaság együttműködésével a gyermekek számára egy prevenciós mozgásprogramot hoztak létre, amely segíti a biomechanikailag helyes testtartás kialakítását, automatizálását és fenntartását. A mozgásanyag létrehozásának oka a gyermekek körében egyre korábban jelentkező tartáshibák magas előfordulása volt.
A testtartás – az egyes testrészek egymáshoz való viszonya – dinamikus egyensúlyi állapot, melyet a testtartásért felelős izmok állandó, szemmel alig látható, sokirányú tevékenysége tart fenn. Biomechanikailag helyes testtartás az, ha az ízületi tokok és szalagok feszülése a fiziológiásnak megfelelő, a tartásért felelős izmok harmonikus együttműködése miatt az

izomzat erőkifejtése minimális, mindezek következtében az ízületi felszínek terhelése egyenletes. Biomechanikailag helyes testtartás esetén a medence középállásban van, fölötte a sagittalis görbületek fiziológiásak. A helytelen testtartás többféle is lehet: egyik alaptípusában a medence előrebillent helyzetben áll (a két spina iliaca anterior superior a symphysis elülső középpontjánál előrébb van), ezzel együtt a fölötte levő sagittalis gerinc-görbületek fokozottá válnak, a súlyvonal így a kisízületen halad át vagy még annál is hátrébb (kis képletek) és ez a csigolyákra nagyobb terhet ró. A másik testtartási alaphiba, mikor a medence hátrabillent helyzetben áll (a két spina iliaca anterior superior a symphysis elülső középpontjánál hátrébb van), ezzel együtt a lumbalis és a dorsalis görbületek csökkennek, ami a rugalmas erőátvitelt nehezíti, míg a cervicalis görbület jelentősen fokozódik, s itt a súlyvonal a kisízületeknél is hátrébb kerülve jelent teherfokozódást. Ismert a hátrabillent medence mellett fokozott sagittalis görbületekkel járó tartáshiba is (Somhegyi et al., 2014). Steiner és munkatársai fontosnak tartották, hogy a magyarországi és nemzetközi viszonyokat figyelembe véve egy olyan eljárást és mérési elrendezést hozzanak létre, mely kellően nagyszámú adatot szolgáltat (hasonlóan a képalkotó eljárásokhoz) a vizsgált személyek állapotáról. Figyelembe kellett venniük, hogy a páciensek egy jelentős százaléka speciális igényű. Ez nem csak mozgásuk állapotában, hanem mentális képességeikben is sokszor megmutatkozik, tehát nagyon eltérő képességű, fejlettségű pácienst kell ellátni. Ez a tény különösen a gyermekek esetében kritikus, mert az ő rehabilitációjukban, habilitációjukban a hatékonyságot még inkább figyelembe kell venni, életminőségükre különösen tekintettel kell lenni. Kifejlesztettek egy fájdalommentes, non–invazív vizsgálati eljárást biomechanikai mozgásvizsgálatra, mely 3 dimenziós adatszolgáltatás, gyors és pontos, továbbá összehasonlítások elkészítésére is képes. Az Ariel Performance Analysis System (APAS) nevű, optikai elven működő, videó alapú, számítógéppel vezérelt mozgásanalizáló szoftver segítségével végeztek különböző biomechanikai méréseket. Ezt a szoftvert elrendezés és eljárás módosításokkal látták el a következők szerint. Automatikus kamerakezelés: négy vagy több kamera online módon, szinkronban történő használata. A mérési környezet fejlesztése: a jobb kalibrálhatóság érdekében a kamerák pontos helyzetének meghatározása. Kalibráló testek fejlesztése, automatikus markerfelismeréshez reflektor fejlesztése, automatikus markerfelismeréshez markerek, speciális igényű pácienseink részére markerek fejlesztése. A környezet biztonságtechnikai kialakítása fogyatékosok számára. Teljes testen mérő testmodell módosított markerszettjének összeállítása. A testmodell paramétereinek számításához adatbázis és matematikai eljárás kialakítása. A páciensek adatainak nyilvántartásának kidolgozása. A rendszerkörnyezet kompatibilitásának kialakítása. Az adatok kinyerése a mérési környezetből, majd statisztikai adatfeldolgozás kialakítása. Ezen

módosítások segítségével sikerült elérniük, hogy az épített rendszer biztonságos legyen a fogyatékkal élők számára is, illetve, hogy a vizsgálat során biztosítható legyen a teljes mozgásszabadság, a felhelyezett eszközök és maga az eljárás módja ne akadályozza a vizsgálati személy mozgását (Steiner et al., 2014).

Nemzetközi szakirodalmi áttekintés:

Singla és munkatársai szerint a poszturális szögek olyan változók, amelyekkel megmérni, számszerűsíteni lehet a testtartást. Szakirodalmi áttekintést végeztek az elmúlt 3 évtizedben végzett kutatásokból, amelyeknek teljes szövege online elérhető volt, teljes egészében angol nyelven. Keresési kulcs kifejezés a testtartás szögei voltak a testtartás értékeléséhez, különös tekintettel a felsőtesten. A következő adatbázisokban kerestek: PubMed Central, PubMed, ResearchGate, Springer Link, ScienceDirect, Google Scholar és Scielo 2016. február 20-áig. Összesen 21 tanulmány felelt meg a beválasztási kritériumoknak. Bebizonyosodott, hogy a craniovertebralis (CV) szög, a sagittalis fej dőlése és a sagittalis váll-nyaki 7-es csigolya (C7) szög érvényes testtartást mutatnak, összehasonlítva a röntgenfelvételeken mért hasonló szögekkel, tehát számos megbízható módszert találtak a fej, a nyak, a váll és a mellkasi régió testtartásának mérésére a CV szög, a sagittalis fej dőlése, a sagittalis váll-C7 szög és a mellkasi kyphosis szög mérésével. Javasolják a szögmérés módszereinek egységesítését, hogy a vizsgálatok egységesek legyenek a kameramagasság, a résztvevő-kamera távolság és a szoftver típusa szempontjából, hogy előállíthassák a testtartási szögekre vonatkozó normatív adatokat (Singla et al., 2017). Stolinski és munkatársai célja volt strukturált módszer bemutatása a testtartás és annak változásainak elemzésére szabványosított digitális fényképezési technika alkalmazásával. Véleményük szerint a digitális fotogrammetria lehetővé teszi a testszögek vagy távolságok mérését, amelyek lehetővé teszik a mennyiségi testtartás értékelését külső markerek használatával vagy anélkül. A tanulmány célja kettős volt. Az első 91 gyermeket (44 lány és 47 fiú) tartalmazott, 7–10 évesek (8,2 ± 1,0), azaz általános iskola tanulókat. Ennek célja a fotográfiai módszer kidolgozása, a kvantitatív paraméterek kiválasztása és az ellenőrzésen belüli megbízhatóság meghatározása volt, valamint a reprodukálhatóság. A mérések sagittalis síkban digitális fényképezés segítségével, valamint a Rippstein plurimeter és a digitális fényképezés méréseinek összehasonlításával történtek. A másodikban 7782 fő 7-10 éves (8,4 ± 0,5) gyermek (3804 lány, 3978 fiú) vett részt, akiknek digitális fényképezés során poszturális átvilágítást végeztek. A módszerek a kiválasztott paraméterek méréséből és kiszámításából, a fényképészeti paraméterek normál tartományának meghatározásából álltak. Végül, bemutattak

egy szabványosított eljárást a gyermekek testtartásának fényképezéséhez. A fotós mérések nagyon jó intra- és inter megbízhatóságot mutattak az öt sagittalis paraméter tekintetében, valamint a Rippstein plurimeter mérésekkel összehasonlítva is jó megbízhatóságot mutatott. A paraméterek jelentéktelen változékonyságot mutattak az idő múlásával. A normál adatokat fotós értékelés alapján számították ki. Arra a következtetésre jutottak, hogy a digitális fotogrammetria rendszeres használatához a testtartás értékeléséhez műszaki fejlesztések megengedettek. A gyermek speciális pozícionálása lehetővé teszi számunkra az esetlegesen módosított testtartás elkerülését. A képi regisztráció egyszerű, gyors, ártalmatlan és költséghatékony. A félautomata képanalízis, a normál értékekkel megbízhatóvá teszi a technikát a gyermekek testtartásának dokumentálása és a korrekciós terápia hatásainak monitorozása szempontjából (Stolinski et al., 2017).

Háromdimenziós testtartás szkenner bemutatása (3D Human Scanner):

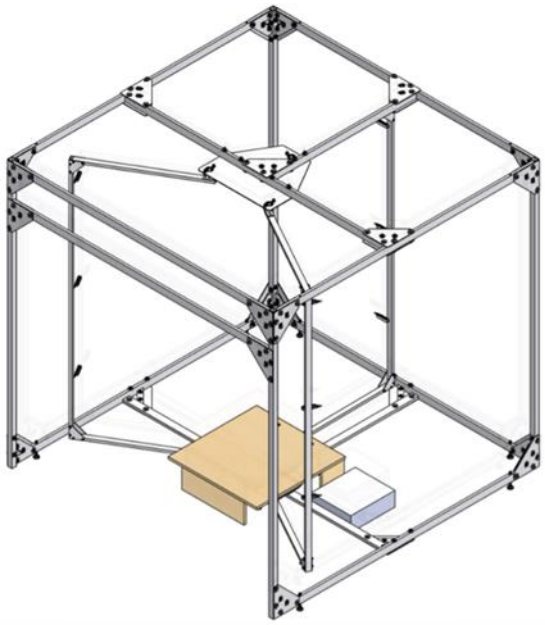
A PTE Egészségtudományi Kar saját fejlesztésű háromdimenziós testszkennere egy olyan sugárterhelésmentes innovatív képalkotó rendszer, amely néhány másodperc alatt pontosan leképezi az emberi testet. A szkenner szerkezetének kialakítása biztonságos, mely lehetővé teszi, hogy több helyszínen, különböző adottságú termekben is lehessen alkalmazni. Az általunk fejlesztett 3D Human Scannernél használt mélységi kamerák (2. ábra) műszaki paraméterei a következők voltak. Kamera típusa: Intel Realsense D415, processzor: Intel® RealSense™ Vision Processor D4, mélységi felbontás: 1280x720, RGB felbontás: 1920x1080, látószög: 70 fok, mélységérzékelés 30 cm-től 10 méterig.

*2. ábra Intel Realsense D415 kamera*

*(forrás: https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fuk.rs-online.com%2Fweb%2Fp%2Fdepth-cameras%2F1720980&psig=AOvVaw11aVE0rKbdvHDmnOkyXdFG&ust=1639660022973000&source=images&cd=vfe&ved=0CAsQjRxqFwoTCOiklN3v5fQCFQAAAAAdAAAAABAD)*

A központi számítógép AMD Ryzen9 3900X processzorral rendelkezik, Asus Crosshair Hero VI alaplappal, 32 GB DDR4 memóriával és Gigabyte 1660 VGA-val. Mechanikai elrendezését

a 3. ábra mutatja be. A kamerák függőleges elhelyezése a talajtól mérve 58 cm, 128 cm, 192 cm.

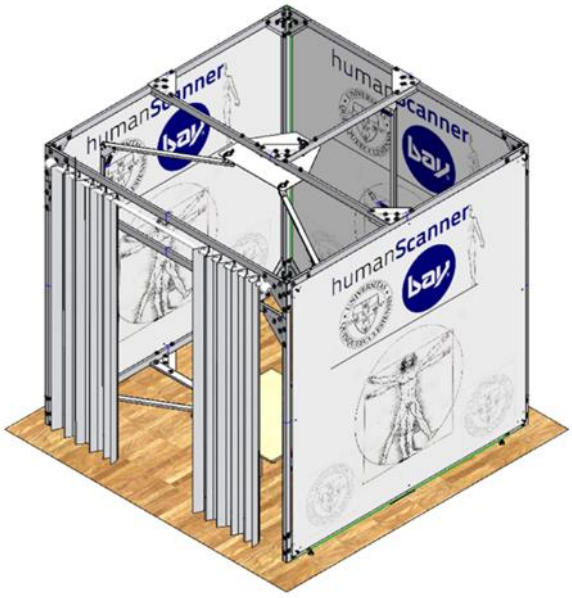


*3. ábra Keretes szerkezet*

*(saját forrás)*

A szkennelés menete:

A szkennelés előtt kalibrálásra van szükség. A kalibráló oszlop segítségével a szkennelés megkezdése előtt össze lehet hangolni a kamerák által küldött információkat.

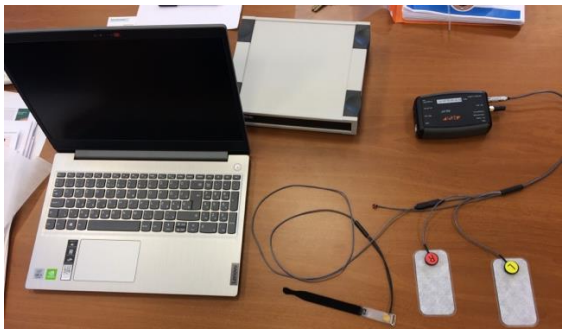



*4. ábra Szkenner*

*(saját forrás)*

A szkennelés minimális öltözékben zajlik (rövidnadrág, sportmelltartó vagy fehérnemű). Jelenleg szükséges markerekkel megjelölni bizonyos anatómiai pontokat a testfelszínen. (A jövőben mesterséges intelligencia bevonásával ez automatizálással fog működni). A sikeres kalibrációt követően a szkennelés indítása ikonra kattintva elindulnak a motorok, a karok 90 fokban elfordulnak körülbelül 5-10 mp alatt. Maga a szkennelés ennél rövidebb ideig tart, a mérés ideje szabályozható. A folyamat végén az alkalmazás előállítja a kész 3 dimenziós modellt. A karok ezután visszatérnek a kezdő pozícióba. Sikeres szkennelés után az alkalmazás lementi és megnyitja a folyamat eredményeképpen előállt 3D-s modellt. A létrejött 3 dimenziós testkép a tér minden irányba forgatható és közelíthető, valamint távolítható. A szkennelések gyors és hatékony lebonyolítása érdekében a szoftver képes felismerni a manuálisan kijelölt anatómia pontokat, melynek segítségével speciális szögek, test térfogat, körfogat, felszín, továbbá végtaghossz számolható. A humán szkennerrel kiszűrhetők a biomechanikailag helyes tartástól eltérő tartáshibák. A rendszer képes automatikus módon értékelő lap generálására, amely gyógytornász szakember egészségügyi szakvéleményével kiegészülve a vizsgált alanynak kezelői beavatkozás nélkül e-mail-ben elküldi a kapott eredményeket az érvényes adatvédelmi jogszabályok betartásával. Az eredmények prevenciós és rehabilitációs célra egyaránt felhasználhatók, amelyek bármely korosztály számára egyértelműen értelmezhető.

## EGIG mérés



*5. ábra EGIG rendszer*

*(saját felvétel)*

A gasztrointesztinális rendszer szakaszainak myoelektromos hullámait az elektrogasztrogramm (EGIG) 2 elektródás (Ag/AgCl) eszköz segítségével non-invazív eljárás keretében szervspecifikusan (gyomor-vékonybél-vastagbél) vizsgálhatjuk. Ugyanezen két elektróda segítségével nyomon követhető a vizsgált egyén elektrokardiogrammja (EKG) és szívfrekvenciája (HR) is. Az EGIG eszköz rendelkezik ezen kívül egy testhőmérséklet

szenzorral (BTH)- melyet szintén a hasfalra rögzítünk-, valamint egy ujjakra rögzíthető GSR szenzorral, ami által a bőrellenállás változásai monitorozhatók. Széleskörűen ismert, hogy a gyomor-bél rendszer érzékenyen reagál a különböző stresszingerekre, vizsgálatunk során a stresszhatásra bekövetkezendő állapotváltozások nagyságát figyeltük meg.

*6. ábra Az EGIG rendszer felhelyezése, használata*

*(saját felvétel)*

Az EGIG mérőrendszer azon ismert paradigmákon alapul, mely szerint a gasztrális (GI) és a kardiális (EKG) régió két meghatározó szabályzó elemei a szimpatikus és paraszimpatikus beidegződések, amelyek bizonyítottan reagálnak a verbális/fizikális stressz hatásokra. E állapot megbízható jellemzéséhez az előző két fiziológiás paramétert mérése (EGIG, HRV) kiegészül a jelenségre mutató Hőmérséklet (BTH) és Bőr vezetőképesség (GSR) meghatározásával. (Fukunaga et al., 2000; Vianna & Tranel, 2006; Vianna et al. 2006, Nagy et al, 2016)

## Sportolói Szorongás Kérdőív (SSzK)

A kérdőív alapját a sportpszichológiában használatos kérdőívek adták. A kérdőív összesen 20 itemet tartalmaz, amelyek 4 faktorba rendeződnek:

i) sportoló téthelyzetben megjelenő kognitív szorongását,

ii) ii) szomatikus szorongását,

iii) iii) önbizalmát,

iv) iv) koncentrációját méri.

Az instrukció szerint a kérdőív a megvalósult stresszhatás okozta érzésekre, érzelmekre és gondolatokra kérdez rá.

## VR szcenárió

A számítógépes technológia alkalmazása a sportban intenzív érdeklődésre számot tartó terület. Ilyen technológiák lehetnek például a számítógépes modellezés, az adatgyűjtés és -elemzés, a mobil számítógépek és az információtechnológiai hálózatok (Baca et al. 2009). A virtuális valóság (VR) egy másik technológia, amelyet először az 1990-es években alkalmaztak a sportkutatásban, és az utóbbi években újra feléledt az érdeklődés a téma iránt. A VR olyan számítógéppel szimulált környezetre utal, amelynek célja, hogy olyan érzést keltsen, mintha a réaztvevő szellemileg vagy fizikailag jelen lenne egy másik helyen (Baños et al. 2000; Sherman és Craig 2002). A VR egyik fontos jellemzője, hogy az egyén kölcsönhatásba léphet a környezettel. A sporttal összefüggésben az interakció egy erőkifejtést igénylő eszközön keresztül valósulhat meg (Mueller et al. 2007). A sport VR-alkalmazásait meghatározó kulcselemek a számítógéppel generált, sporthoz kapcsolódó tartalmak használata, valamint a sportoló virtuális környezettel való interakciójának eszköze. Ha így határozzuk meg, a VR sportra való alkalmazása számos erősséggel bír. Amint azt Hoffman et al. (2014) szerint a VR környezet specifikus és reprodukálható módon irányítható és manipulálható. A VR alkalmazása a sporton túlmenően számos területen, így pl. fizikai rehabilitációban (Laver et al. 2015), pszichológiai vonatkozásokban (Meyerbröker és Emmelkamp 2010) is megtörténhet.

A sportoló a feladatot futópadon/ helyben futással végzi, miközben a fején viseli a VR szemüveget (OculusGo). A forgatókönyvet egy habituációs scene-el kezdjük, ahol a vizsgálati személy megszokhatja a VR környezetet. Ez a rész elkerülhetetlen, ugyanis az új környezet önmagában stresszkeltő lehet. Amikor a sportoló jelzi, hogy „felkészült", akkor indulhat a verseny (startpisztoly hangja, rajtjelzés), ahol több ellenfél is versenyez. Egyszer csak egy időzített és kontrollerrel triggerelhető botlást szimulálunk, ami a sportolót kizökkenti az addigi állapotából. Eközben a közönség feszültségkeltő morajlása hallható, amint negatívan minősítik. Mindeközben látja, hogy ellenfelei lehagyják őt, de van, aki szorosan mellette fut. A feladat közben a VR szemüvegben a média végig jelen van, egy kamera halad a futó mellett, miközben egy sportkommentátor közvetíti az eseményeket. A botlásnál negatívan minősíti őt, ezáltal végig nyomást gyakorol a sportolóra.

Vizsgálati helyzetek

Tervezett vizsgálati helyzet (1)

A sportolókra először felhelyezzük az EGIG hullámokat elvezető mérőeszközt. Ezután megkapják a virtuális valóságot előidéző szemüveget.

Lejátszódik a forgatókönyv (lásd feljebb).
Közvetlenül a szemüveg levétele után felvesszük a vizsgálati személlyel az SSzK-t.
Tervezett vizsgálati helyzet (2)
A vizsgálati személlyel tétmérkőzés után felvesszük a sportolói szorongás kérdőívet (SSzK) amely az átélt stresszre kérdez rá.
A vizsgálati elrendezéstől függően a kérdőívekkel felmérjük a sportolók verseny előtti, valamint közbeni szorongásos állapotát. Gyakoroltatjuk velük VR-on keresztül a stressz szituációt, majd felmérjük, hogy a VR hatására milyen stresszválasz váltódik ki, illetve hatásvizsgálatot is végzünk, miszerint a VR szemüveg rendszeres használatát követően felmérjük a stresszválasz mértékének változását, valamint megvizsgáljuk a téthelyzetben megjelenő szorongás mértékét is.
Mérési elrendezés: Az ismertetésre kerülő alkalmazásnál egy Ag/AgCl elektróda pár (EGIG), egy hőmérséklet szenzor (THB) a hasfalra és egy pár bőr ellenállás elektród (GSR) a kézre.
Mérési protokoll: az EGIG mérés, valamint SSK és STAI kérdőívek felvétele kb 30 percet vesz igénybe személyenként
Értékelés: FFT analízist (RSA) végezve a rögzített EGIG hullámokból, kiszámítva a frekvencia (CPM) és a teljesítmény spektrum/magnitude (PS, MA) értékeket, továbbá az EKG hullámokból az idő/frekvencia alapú HRV értékeket. Párhuzamosan értékeljük a GSR és THB hullámokat. A kiértékelt adatok táblázatba gyűjtését követően CSV formátumba exportálhatók további statisztikai végértékelésre.

## Statisztikai elemzés

A leíró adatok folytonos változó esetén átlag, szórás, medián és interkvartilis ráta megadásával kerültek összegzésre, a kategorikus változók esetén eredményeinket gyakoriság és elemszám megadásával prezentáltuk. A normalitásvizsgálat eredményei alapján a mérések közötti különbségek vizsgálatára párosított mintás t-próbát, a csoportok közötti különbségek vizsgálatára kétmintás t-próbát, a változók közötti összefüggések vizsgálatára korreláció elemzést végeztünk el. Eredményeinket $p<0,05$ esetén tekintettük szignifikánsnak, az adatelemzéshez SPSS 28.0 szoftvert alkalmaztunk.

# Eredmények

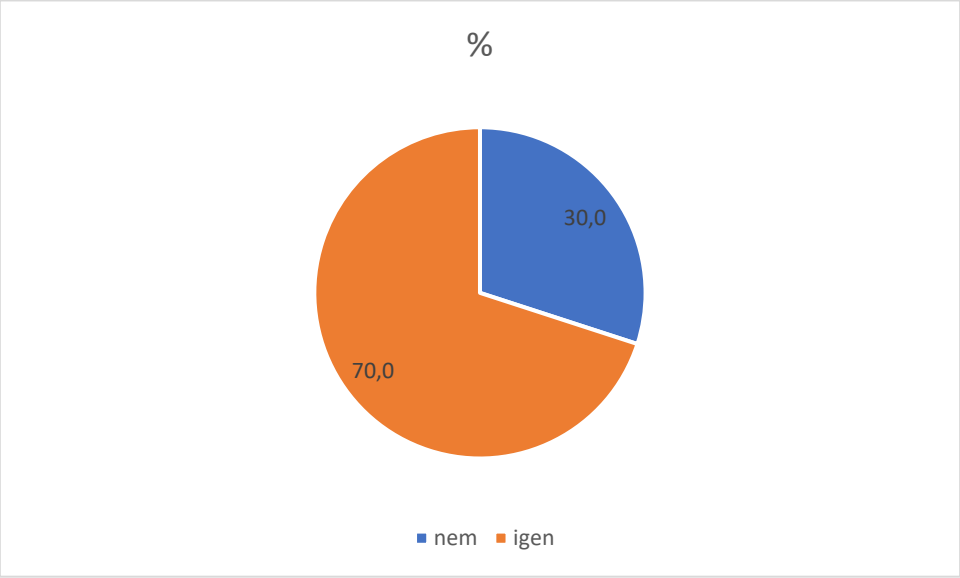
Az alábbiakban röviden ismertetésre kerülnek a kapott információk szemszerűsített információi. Az 1. táblázatban láthatók a kutatás során vizsgált minta jellemzői, ahol a sportolói kor jelenti az edzésévek számát, illetve az edzésszám a heti edzésszámot, valamint a versenyszám az éves meccsszámot jelenti.

| | **Átlag** | **Szórás** | **Medián** | **Interkvartilis ráta - alsó** | **Interkvartilis ráta – felső** |
|---|---|---|---|---|---|
| kor | 18,90 | 4,202 | 16,00 | 20,50 | 17,50 |
| sportolói életkor | 11,00 | 4,643 | 7,75 | 13,25 | 10,00 |
| edzések száma | 8,89 | 2,088 | 7,50 | 10,00 | 10,00 |
| versenyek száma | 57,50 | 14,880 | 40,00 | 70,00 | 65,00 |

*1. táblázat A minta jellemzése (N=20)*

*(saját forrás)*

Az 7. ábra a sportpszichológussal való együttműködésre kérdez rá, mert feltételezhető volt, hogy a játékosok nem mindegyike dolgozott még sportpszichológussal a pályafutása során. Az eredmények alapján látható, hogy a sportolók többsége együttműködött a pályafutása során sportpszichológussal.




*7. ábra Dolgozott-e már sportpszichológussal? (%) (N=20)*

*(saját forrás)*

A 2. táblázatban látjuk a minta tagjai InBody mérésének leíró jellemzését, ahol így a minta tagjainak testösszetételére vonatkozó információk átlagait láthatjuk.

| | **Átlag** | **Szórás** | **Medián** | **Interkvartilis ráta - alsó** | **Interkvartilis ráta – felső** |
|---|---|---|---|---|---|
| Testmagasság | **176,40** | 4,53 | 175,00 | 172,75 | 180,50 |
| Testtömeg | **67,70** | 8,38 | 67,50 | 59,50 | 76,00 |
| SMM (izomtömeg) | **30,55** | 3,98 | 30,80 | 27,58 | 32,18 |
| FM (zsír tömeg) | **13,53** | 3,63 | 14,05 | 10,75 | 16,55 |
| PBF (testzsírszázalék) | **19,72** | 3,99 | 20,55 | 15,93 | 23,53 |
| WHR (derék-csípő arány) | **0,85** | 0,03 | 0,85 | 0,82 | 0,87 |
| ECW (sejten kívüli víz) | **0,37** | 0,01 | 0,37 | 0,37 | 0,38 |
| Viscerális zsír | **54,67** | 17,41 | 55,05 | 43,05 | 66,75 |
| BMI | **21,82** | 2,03 | 21,95 | 19,80 | 23,73 |
| Szegmentális Zsír Analízis/jobb kar (kg) | **0,78** | 0,24 | 0,75 | 0,58 | 1,03 |
| Szegmentális Zsír Analízis /Jobb kar (%) | **69,62** | 22,08 | 69,90 | 49,38 | 90,08 |
| Szegmentális Zsír Analízis /Bal kar (kg) | **0,79** | 0,24 | 0,75 | 0,65 | 1,03 |
| Szegmentális Zsír Analízis /Bal kar (%) | **71,37** | 22,09 | 71,20 | 56,08 | 90,53 |
| Szegmentális Zsír Analízis /Törzs (kg) | **6,73** | 2,15 | 7,25 | 4,88 | 8,28 |
| Szegmentális Zsír Analízis /Törzs (%) | **108,33** | 34,13 | 109,20 | 82,58 | 133,88 |
| Szegmentális Zsír Analízis /Jobb láb (kg) | **2,10** | 0,46 | 2,15 | 1,80 | 2,53 |
| Szegmentális Zsír Analízis /Jobb láb (%) | **75,05** | 16,66 | 76,50 | 59,33 | 90,35 |
| Szegmentális Zsír Analízis /Bal láb (kg) | **2,11** | 0,47 | 2,15 | 1,80 | 2,60 |
| Szegmentális Zsír Analízis /Bal láb (%) | **74,76** | 16,68 | 76,55 | 58,88 | 90,05 |
| Teljes test fázis szög | **6,00** | 0,54 | 5,58 | 6,50 | 6,00 |
| Jobb kar (%) | **116,10** | 11,13 | 107,70 | 123,38 | 113,35 |
| Bal kar (%) | **114,35** | 10,68 | 105,33 | 124,15 | 110,50 |
| Törzs (%) | **107,72** | 5,84 | 102,05 | 112,70 | 106,90 |
| Jobb láb (%) | **114,62** | 3,85 | 112,35 | 118,60 | 113,00 |
| Bal láb (%) | **114,41** | 3,35 | 111,18 | 117,30 | 114,35 |

*2. táblázat A sportolók testösszetétel mérésének eredményei (N=20)*

*(saját forrás)*

A következő oldalon, a 3. táblázatban mutatjuk be a mozgásminta vizsgálat jellemző adatait, melynek során a NASM mozgásminta szűrésre vonatkozó gyakorlatait alkalmaztuk.

| | Értékelés | N | % |
|---|---|---|---|
| jobb lábfej ki | helyes | 5 | 50,0 |
| | nem helyes | 5 | 50,0 |
| bal lábfej ki | helyes | 5 | 50,0 |
| | nem helyes | 5 | 50,0 |
| jobb térd befelé fordul | helyes | 10 | 100,0 |
| | nem helyes | 0 | 0 |
| bal térd befelé fordul | helyes | 10 | 100,0 |
| | nem helyes | 0 | 0 |
| jobb térd kifelé fordul | helyes | 10 | 100,0 |
| | nem helyes | 0 | 0 |
| bal térd kifelé fordul | helyes | 10 | 100,0 |
| | nem helyes | 0 | 0 |
| törzs előre | helyes | 5 | 50,0 |
| | nem helyes | 5 | 50,0 |
| ágyéki homorú | helyes | 8 | 80,0 |
| | nem helyes | 2 | 20,0 |
| ágyéki domború | helyes | 10 | 100,0 |
| | nem helyes | 0 | 0 |
| karok előre | helyes | 10 | 100,0 |
| | nem helyes | 0 | 0 |
| jobb sarok felemelkedik | helyes | 10 | 100,0 |
| | nem helyes | 0 | 0 |
| bal sarok elemelkedik | helyes | 10 | 100,0 |
| | nem helyes | 0 | 0 |
| jobb lábfej lapos | helyes | 3 | 30,0 |
| | nem helyes | 7 | 70,0 |
| bal lábfej lapos | helyes | 3 | 30,0 |
| | nem helyes | 7 | 70,0 |
| bal aszimetria | helyes | 9 | 90,0 |
| | nem helyes | 1 | 10,0 |
| jobb aszimmetria | helyes | 9 | 90,0 |
| | nem helyes | 1 | 10,0 |
| jobb lábfej lapos | helyes | 5 | 50,0 |
| | nem helyes | 5 | 50,0 |
| jobb térd befelé | helyes | 1 | 10,0 |
| | nem helyes | 9 | 90,0 |
| jobb térd kifelé | helyes | 10 | 100,0 |
| | nem helyes | 0 | 0 |
| csípő felemelkedik | helyes | 10 | 100,0 |
| | nem helyes | 0 | 0 |
| csípő leesik | helyes | 10 | 100,0 |
| | nem helyes | 0 | 0 |
| törzs befelé | helyes | 10 | 100,0 |
| | nem helyes | 0 | 0 |
| törzs kifelé | helyes | 10 | 100,0 |
| | nem helyes | 0 | 0 |
| bal lábfej lapos | helyes | 5 | 50,0 |
| | nem helyes | 5 | 50,0 |
| bal térd befelé | helyes | 1 | 10,0 |
| | nem helyes | 9 | 90,0 |
| bal térd kifelé | helyes | 10 | 100,0 |
| | nem helyes | 0 | 0 |
| csípő felemelkedik | helyes | 10 | 100,0 |
| | nem helyes | 0 | 0 |
| csípő leesik | helyes | 10 | 100,0 |
| | nem helyes | 0 | 0 |
| törzs befelé | helyes | 10 | 100,0 |
| | nem helyes | 0 | 0 |
| törzs kifelé | helyes | 10 | 100,0 |
| | nem helyes | 0 | 0 |

*3. táblázat Funkcionális mozgás minta vizsgálat eredményei (N=20) (saját forrás)*

A 4. táblázatban látjuk a játékosok egyenkénti spiroergometriás eredményeit.

| Játékos | Max pulzus a terhelés végén | RER | VE L/min | watt |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 202 | 1,18 | 92 | 248 |
| 2 | 157 | 0,8 | 63 | 113 |
| 3 | 199 | 1,04 | 88 | 288 |
| 4 | 200 | 1,16 | 90 | 239 |
| 5 | 176 | 1,06 | 82 | 253 |
| 6 | 187 | 1,31 | 103 | 283 |
| 7 | 180 | 1,15 | 106 | 318 |
| 8 | 166 | 1,15 | 107 | 347 |
| 9 | 197 | 1,15 | 88 | 239 |
| 10 | 177 | 0,94 | 71 | 257 |

*4. táblázat Spiroergometria egyénenkénti eredményei (N=20)*

*(saját forrás)*

Az 5. táblázat a spiroergometria rövid összesítője található, mely nem vitamaxima jellegű vizsgálat volt, hanem a VR szakaszra hangolta a résztvevőket.

| | Átlag | Szórás | Medián | Interkvartilis ráta – alsó | Interkvartilis ráta – felső |
|---|---|---|---|---|---|
| Max pulzus a terhelés végén | **184,10** | 15,509 | 173,50 | 199,25 | 183,50 |
| RER | **1,0940** | 0,14222 | 1,0150 | 1,1650 | 1,1500 |
| VE L/min | **89,00** | 14,414 | 79,25 | 103,75 | 89,00 |
| watt | **258,50** | 62,287 | 239,00 | 295,50 | 255,00 |

*5. táblázat Spiroergometriai mérés leíró eredményei (N=20)*

*(saját forrás)*

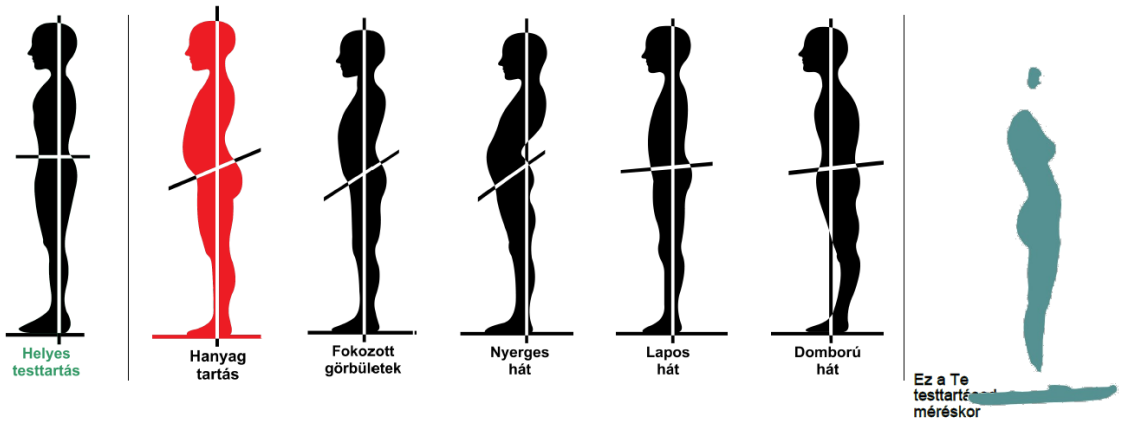
A 6. táblázatban láthatók a 3D testszkenner vizsgálat számszerű információit találhatók, melyek közül három jellemző értéket mutatunk be. Illetve a 8. ábrán az értékelő lap egy eleme látható az egyik jellemző hanyagtartás típusával.

| 3D testszkenner | Átlag | Szórás | Medián | Interkvartilis ráta - alsó | Interkvartilis ráta – felső |
|---|---|---|---|---|---|
| Jobboldali vállszög | 21,58 | 14,42 | 12,10 | 32,85 | 14,80 |
| Baloldali vállszög | 24,64 | 15,14 | 15,40 | 32,20 | 19,30 |
| Medence torzió | 15,22 | 14,13 | 4,30 | 32,80 | 9,10 |
| Medence-váll ferdeség | 3,52 | 8,40 | 0,40 | 1,15 | 0,90 |

*6. táblázat 3D testszkenner eredmények (N=10)*

*(saját forrás)*

A 8. ábrán a 3d testszkenner vizsgálatból származó jellemző tartáshibát mutatunk, mely 10-ből 9 játékost érint.




*8. ábra Egy jellemző tartáshiba a mintában*

*(saját forrás)*

A 7. táblázat foglalja össze a SSzK mérkőzés és VR mérés eredményeit kérdőív alskálái alapján.

| | Átlag | Szórás | Medián | Interkvartilis ráta - alsó | Interkvartilis ráta – felső |
|---|---|---|---|---|---|
| Mérk: szomatikus szorongás (3-12) | **4,44** | 2,351 | 3,00 | 6,00 | 3,00 |
| Mérk: kognitív szorongás (6-24) | **10,44** | 4,447 | 8,00 | 12,00 | 9,00 |
| Mérk: önbizalom (6-24) | **16,78** | 4,147 | 12,50 | 20,00 | 18,00 |
| Mérk:koncentráció (5-20) | **15,11** | 2,315 | 14,00 | 16,50 | 16,00 |
| VR:szomatikus szorongás (3-12) | **5,40** | 4,477 | 3,00 | 6,50 | 3,00 |
| VR: kognitív szorongás (6-24) | **12,30** | 4,373 | 7,75 | 16,50 | 11,50 |
| VR: önbizalom (6-24) | **16,20** | 2,781 | 14,50 | 18,25 | 15,50 |
| VR: koncentráció (5-20) | **15,20** | 1,932 | 13,00 | 16,25 | 15,00 |

*7. táblázat Sportolói Szorongás Kérdőív leíró eredményei a vizsgált két időpontban (N=20)*

*(saját forrás)*

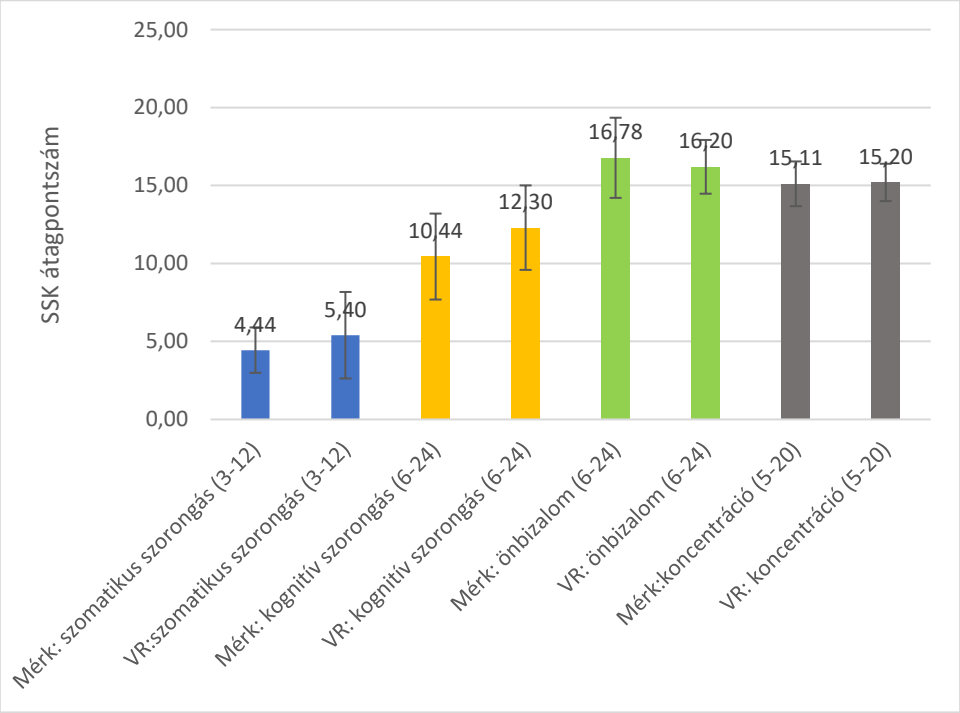
A 8. táblázatban található az SSzK során kapott eredmények statisztikai összevetése. Első hipotézisünkben feltételeztük, hogy a virtuális valóságban létrehozott sport stresszhelyzet ugyanolyan mértékű stresszválaszokat vált ki a sportolókból, mint amit a sportolók tétmérkőzésen tapasztalnak. Egyik faktorban sem mutatható ki szignifikáns eltérés a VR, valamint a tétmérkőzés összpontszámai között ($p>0,05$).

| | Mérk: szomatikus szorongás (3-12) - VR:szomatikus szorongás (3-12) | Mérk: kognitív szorongás (6-24) - VR: kognitív szorongás (6-24) | Mérk: önbizalom (6-24) - VR: önbizalom (6-24) | Mérk:koncentráció (5-20) - VR: koncentráció (5-20) |
|---|---|---|---|---|
| p | 0,476 | 0,222 | 0,559 | 0,934 |

*8. táblázat Mérések közötti különbség vizsgálata a SSzK kérdőív eredményei alapján (N=20)*

*(saját forrás)*

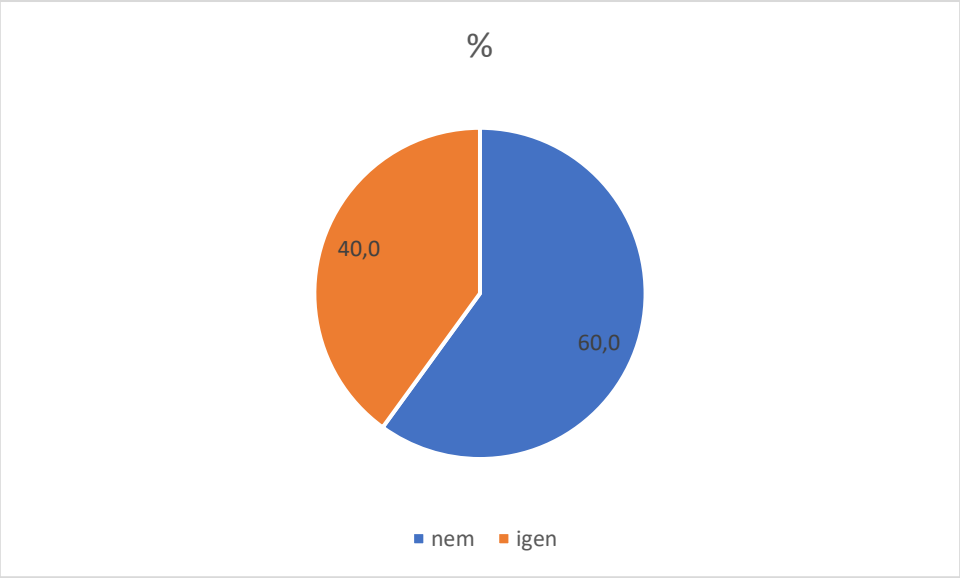
A 9. ábra grafikusan mutatja be a mérkőzés és VR szcenárió során az SSzK-ban elért eredmények átlagát.




*9. ábra SSzK kérdőív eredményei a mérkőzés utáni és VR szcenáriót követő időpontokban (N=20*

*(saját forrás)*

A 10. ábra azt a kérdést vizsgálta, hogy jelenleg dolgozik-e sportpszichológussal a kérdezett. Második hipotézisünk elemzése során nem kaptunk szignifikáns különbséget az SSZK kérdőív faktoraiban, ugyanakkor az átlagpontszámok magasabbak voltak az Önbizalom, valamint Koncentráció skálán azoknál a sportolóknál, akik jelenleg dolgoznak sportpszichológussal, szemben azokkal, akik nem. A vizsgált minta 40%-a dolgozik sportpszichológussal.




*10. ábra Dolgozik-e sportpszichológussal? (%) (20)*

*(saját forrás)*

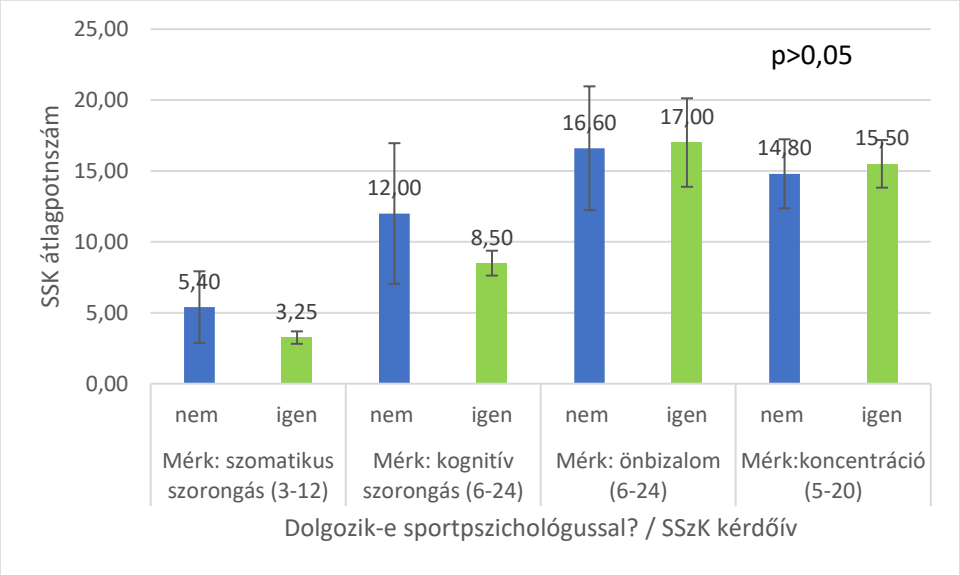
A 9. táblázat a SSzK alskálák összefüggéseit mutatja be a mérkőzés és VR utáni lekérdezés adatainak fényében.

| | | Mérk: szomatikus szorongás (3-12) | Mérk: kognitív szorongás (6-24) | Mérk: önbizalom (6-24) | Mérk:koncentráció (5-20) | VR:szomatikus szorongás (3-12) | VR: kognitív szorongás (6-24) | VR: önbizalom (6-24) | VR: koncentráció (5-20) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mérk: szomatikus szorongás (3-12) | R | 1 | | | | | | | |
| | p | | | | | | | | |
| Mérk: kognitív szorongás (6-24) | R | 0,541 | 1 | | | | | | |
| | p | 0,133 | | | | | | | |
| Mérk: önbizalom (6-24) | R | 0,370 | 0,087 | 1 | | | | | |
| | p | 0,326 | 0,823 | | | | | | |
| Mérk:koncentráció (5-20) | R | 0,334 | 0,116 | 0,393 | 1 | | | | |
| | p | 0,379 | 0,766 | 0,295 | | | | | |
| VR:szomatikus szorongás (3-12) | R | | | | | 1 | | | |
| | p | | | | | | | | |
| VR: kognitív szorongás (6-24) | R | | | | | 0,544 | 1 | | |
| | p | | | | | 0,104 | | | |
| VR: önbizalom (6-24) | R | | | | | -0,141 | -0,344 | 1 | |
| | p | | | | | 0,698 | 0,331 | | |
| VR: koncentráció (5-20) | R | | | | | -0,293 | -0,600 | 0,405 | 1 |
| | p | | | | | 0,412 | 0,067 | 0,245 | |

*9. táblázat A VR és mérkőzést követő stressz alskálák összefüggéseinek vizsgálata (N=20)*

*(saját forrás)*

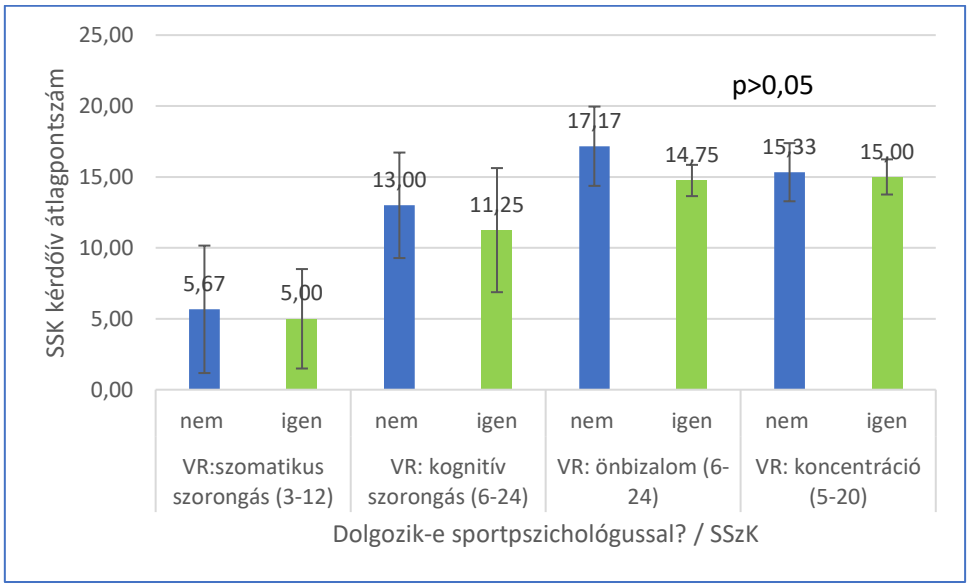
A 11. ábrán megvizsgáltuk, hogy a különböző alskálákat befolyásolja-e, ha a sportoló sportpszichológussal dolgozik együtt, az ehhez tartozó adatfelvétel mérkőzés után történt.




*11. ábra SSzK átlagpontszámok sportpszichológussal való munka összefüggéseinek vizsgálata mérkőzés után (N=20)*

*(saját forrás)*

Az 12. ábrán látható, hogy a különböző alskálákat befolyásolja-e, ha a sportoló sportpszichológussal dolgozik együtt, az ehhez tartozó adatfelvétel a VR szcenárió után történt.




*12. ábra SSK átlagpontszámok sportpszichológussal való munka összefüggéseinek vizsgálata VR után (N=10)*

*(saját forrás)*

Összességében elmondható, hogy a VR és a mérkőzést követő stressz alskálák összefüggéseinek vizsgálata során nem volt kimutatható szignifikáns kapcsolat egyik alksála között sem. (p> 0,05).

A 10. táblázatban figyelhető meg a kor, a sportolói életkor (hány éve sportol, edz) és a Sportolói Szorongás Kérdőív alskáláink összefüggései.

| | | kor | sportéletkor |
|---|---|---|---|
| Mérk: szomatikus szorongás (3-12) | R | 0,005 | -0,170 |
| | p | 0,990 | 0,661 |
| Mérk: kognitív szorongás (6-24) | R | -0,116 | -0,171 |
| | p | 0,767 | 0,660 |
| Mérk: önbizalom (6-24) | R | 0,188 | 0,424 |
| | p | 0,628 | 0,255 |
| Mérk:koncentráció (5-20) | R | 0,040 | 0,009 |
| | p | 0,919 | 0,983 |
| VR:szomatikus szorongás (3-12) | R | -0,173 | 0,028 |
| | p | 0,632 | 0,940 |
| VR: kognitív szorongás (6-24) | R | -0,205 | 0,012 |
| | p | 0,570 | 0,973 |
| VR: önbizalom (6-24) | R | 0,220 | 0,231 |
| | p | 0,540 | 0,520 |
| VR: koncentráció (5-20) | R | 0,003 | -0,215 |
| | p | 0,993 | 0,552 |

*10. táblázat Kor, sportolói életkor és SSzK skálák között összefüggések vizsgálata (N=20)*

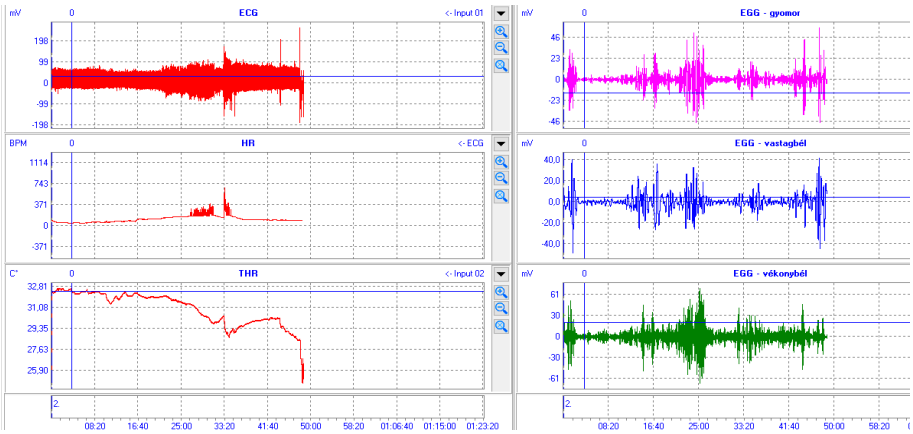
*(saját forrás)*

Elektrogasztrogram (EGIG)

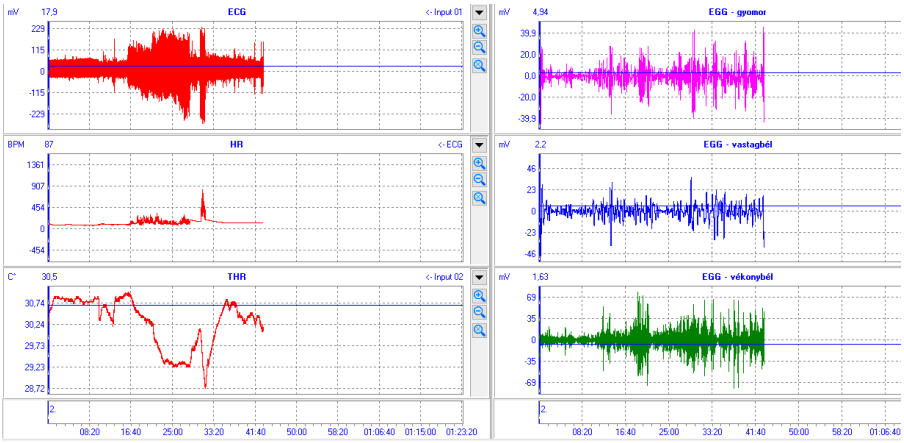
Az alábbiakban megfigyelhetők az egyes játékosokhoz tartozó EGIG görbék. A kiértékelés során vált számunkra egyértelművé, hogy az eszköz jelenlegi állapotában csupán a nyugalmi és a sétatempó mellett biztosít pontos, objektív, értékelhető adatokat. A továbbiakban így csupán a kezdeti nyugalmi szakaszt (10 perc), a terhelés első 5 percét (futópados séta), valamint a VR terhelést követő újabb nyugalmi szakaszt (10 perc) tudtuk értékelni. 10-ből 9 játékos esetén futópados terhelést alkalmaztunk, míg egy személy esetében sérülés okán a futószalagos terhelés nem volt kivitelezhető, így a futáshoz közel azonos terhelési szinteket kialakítva, kerékpárergometriás mérés történt. Az EGIG ábrák jobb oldalán találhatók a gasztrointesztinális traktus különböző szakaszaihoz kapcsolódó görbék, míg a bal oldalon felül az elektrokardiogramm (EKG), alatta a szívfrekvencia (HR), illetve a testhőmérsékletváltozás (THR) figyelhető meg. A futószalagos terhelés mellett 9 játékos közül 8 esetben hasonló eredményeket kaptunk, a kezdeti nyugalmi szakaszhoz képest a terhelés kezdeti, EGIG által értékelhető szakaszában minimális frekvencia- és amplitúdó növekedést, majd a végső nyugalmi szakaszban mindkét korábbi szakaszhoz viszonyítva nagy mértékű változást,

egyértelműen sokkal intenzívebb myoelektromos jeleket detektáltunk a gyomor-bél traktus teljes spektrumát tekintve.

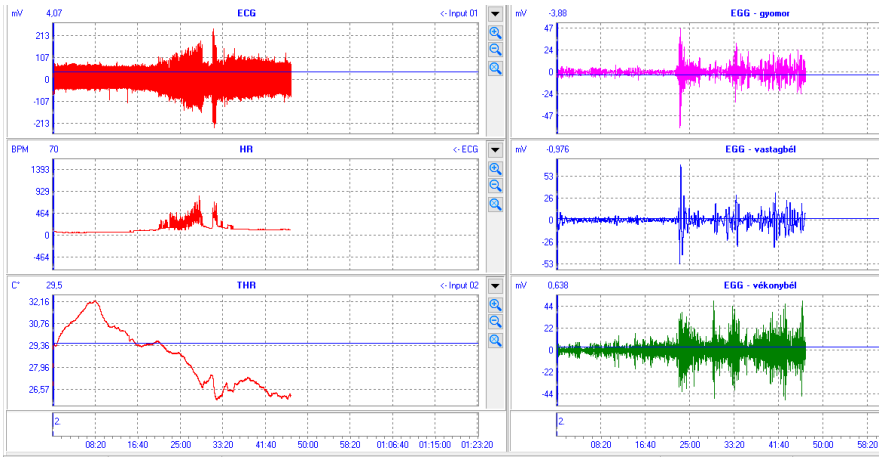
Lentebb az ugyanazon eltéréseket mutató 8 játékos görbéje látható.



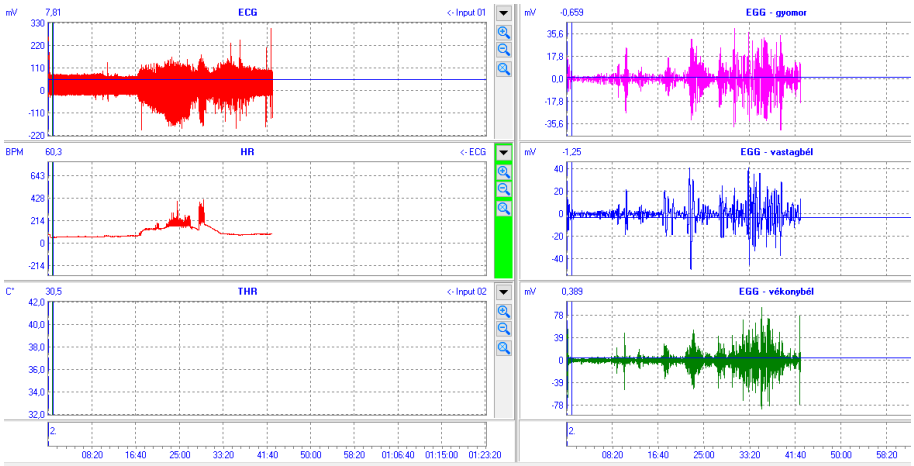

*13. ábra 1. játékos (saját forrás)*



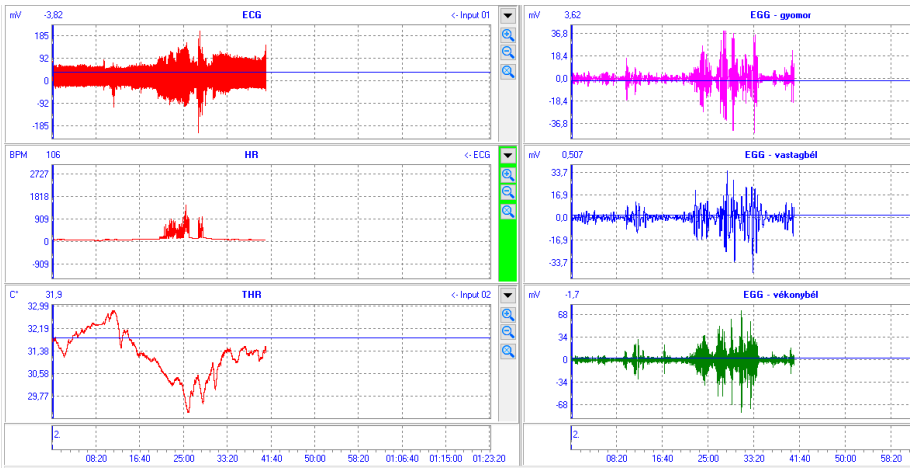

*14. ábra 2. játékos (saját forrás)*



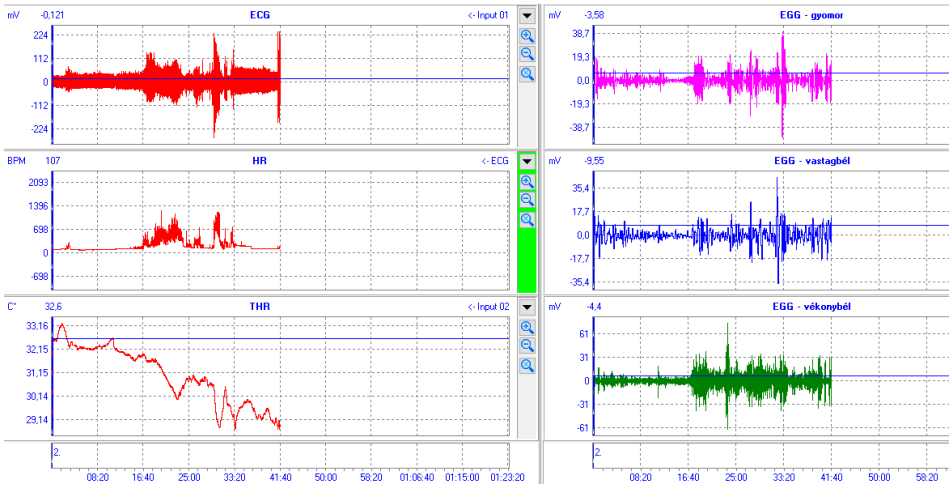

*15. ábra 3. játékos (saját forrás)*



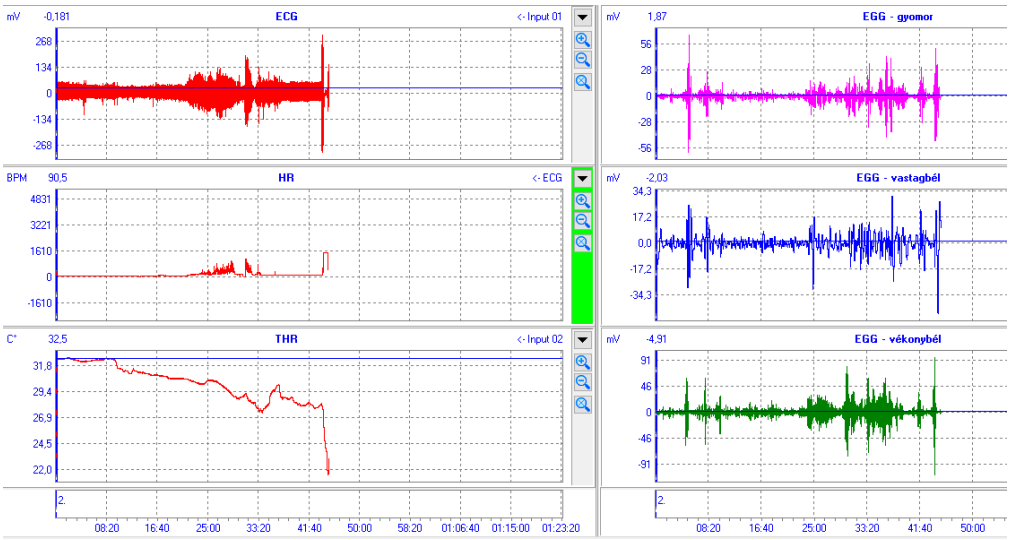

*16. ábra 4. játékos (saját forrás)*




*17. ábra 5. játékos (saját forrás)*

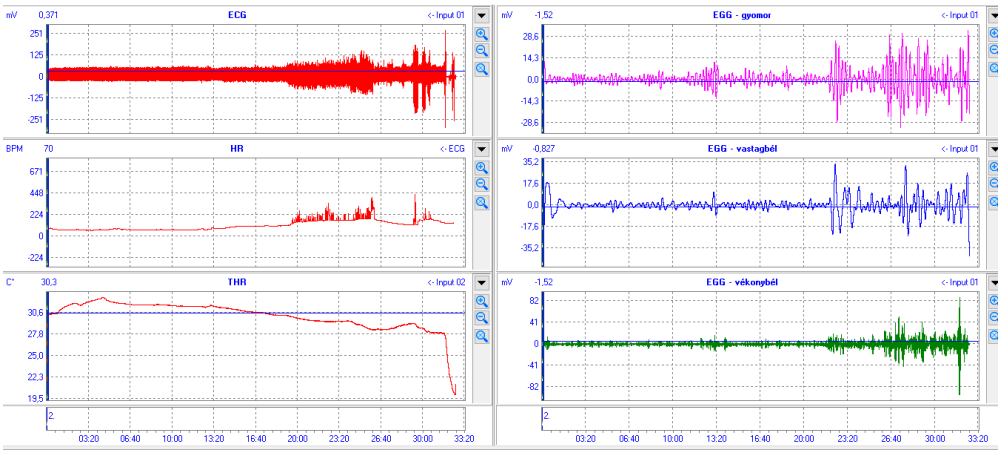



*18. ábra 6. játékos (saját forrás)*



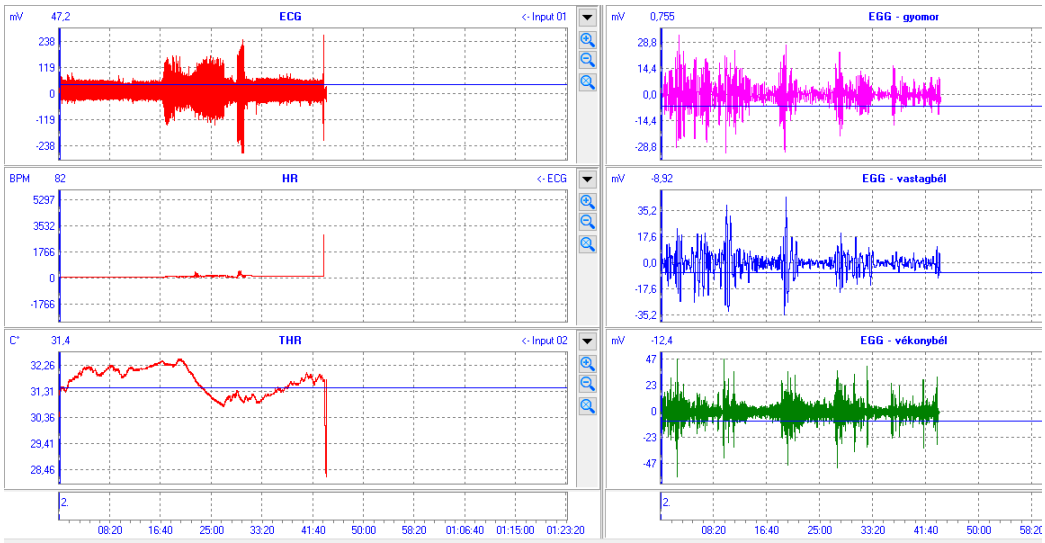

*19. ábra 7. játékos (saját forrás)*

A következő játékos esetében az EGIG mérés limitáltan értékelhető, a VR terhelés után a játékos lerántotta magáról a mérőeszközt, így a protokoll végső nyugalmi fázisa elmaradt. A kezdeti nyugalmi szakasz, valamint a futópados terhelés első fázisa a többi játékossal hasonló változásokat mutattak.



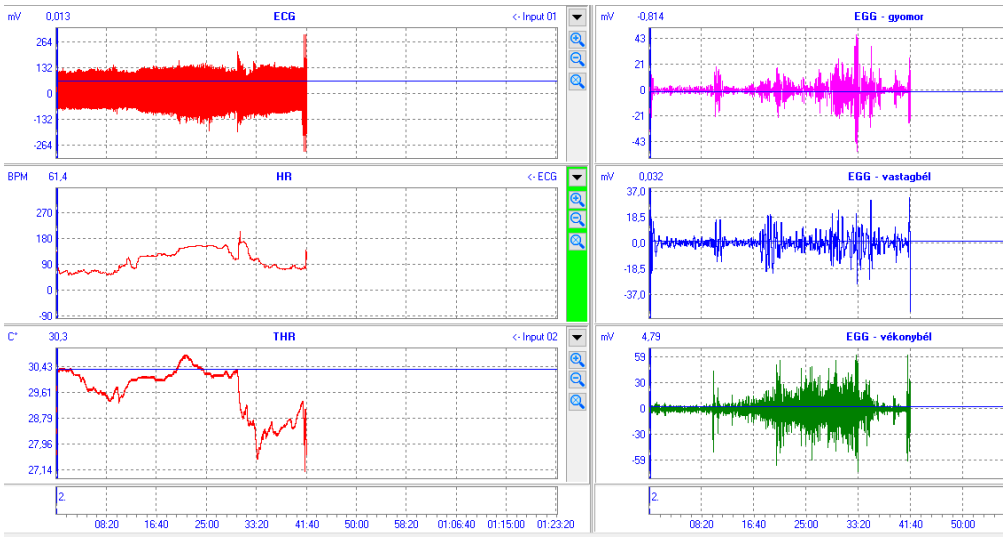

*20. ábra 8. játékos (saját forrás)*

Az alábbi játékos görbéje – habár ugyanazon protokollt alkalmaztunk- a minta többi tagjától eltérő eredményeket mutat, hiszen a kezdeti nyugalmi fázisban erősebb, intenzívebb, nagyobb amplitúdójú és frekvenciájúak a myoelektromos változások, mint a terhelés kezdeti, majd a végső nyugalmi szakaszban.




*21. ábra 9. játékos (saját forrás)*

A 10. játékosnál a kerékpárergometriás terhelést alkalmaztuuk, az alkalmazott prtokoll itt is hasznosnak bizonyult, hiszen sikerült ugyanolyan élettani változásokat megfigyelni, mint azt a futópados terhelés esetében láthattuk.




*22. ábra 10. játékos (saját forrás)*

## A kutatás eredményeinek hasznosíthatósága és következtetések

**InBody**

Az 1900-as évek elején a szakemberek a játék során nem tettek különbséget a posztok között, a játékosok feladatai a pályán azonosak voltak képességüktől és testfelépítésüktől függetlenül. Azonban ez az évek múlásával változott, ugyanis napjainkban 1-1 posztra való bekerülést számos tényező befolyásol, mint például a testalkat, a testösszetétel és a sportágspecifikus képességek. A testfelépítés fontosságától függetlenül Balogh vizsgálata alapján azonban elmondható, hogy a testmagasság nem alkalmas a posztok meghatározására, nem lehet döntő tényező. Ezen információkat az is megerősíti, hogy például a határon túli mezőnyben nem ritka akár 10-15 cm magasságbeli éltérést látni például a center játékosok között (Balogh, 2017). Annak ellenére, hogy a testmagasság nem döntő mutató a posztok kiválasztásában, Garcia és munkatársaik vizsgálatukban arra a következtetésre jutottak, hogy a magasabb játékosokból álló csapatok jobb teljesítményre képesek (Garcia et.al.). Összevetve Garcia és társainak kutatásával a mi eredményeinket nem állapítható meg a két vizsgált minta esetében eltérés antropometriai szempontból. A testtömeg index (BMI) kilogrammban mért testtömeg és a méterben mért testmagasság négyzetének hányadosa (kg/m2). Életkori bontások alapján a 18-39 éves nők esetében a normál PBF érték 21-32,9% közé esik. A WHO által publikált besorolás alapján a mintában résztvevő játékosok testtömegindex (BMI) átlag értékükkel a normál kategóriába sorolhatok (normál kategória: 18,5–24,9 kg/m2) (Adams, 2006). A mintában résztvevő korsárlabdázók testzsírszázalék értékeit összevetettük a nemzetközileg publikált adatokkal, melyek alapján a játékosok értékei a normál kategóriába sorolhatók. Az Inbody 770 testösszetétel mérő eszköz sajátossága, hogy képes szegmentáltan elemezni az emberi testet (jobb kéz, bal kéz, törzs, jobb láb, bal láb). A mérési eredmények tükrében elmondható, hogy a kosárlabdázók vonatkozásában nem voltak kiugróan nagy eltérések a testrészek között, amely arra utal, hogy a testszegmensek arányosak és diszbalansz nem található e sportolóknál antropometriai szempontból.

**Mozgásminta szűrés**

Vizsgálatunkban a NASM dinamikus mozgásminta megfigyelés magastartásban végzett guggolás teszt leggyakrabban előforduló kompenzációi a bal és jobb lábfej kifelé fordulása (50%), a törzs előre dőlése (50%), az ágyéki gerincszakasz homorú helyzete (20%), jobb és bal

lapos lábfej (70%), jobb és bal aszimmetria a végrehajtás során (10%), míg az egylábas guggolás teszt során szintén a lábfejek lapos állása (50-50%) és a térd valgus állása (90%!) volt megfigyelhető. A lábfejet érintő problémák izomdiszbalanszot okozva, megváltoztathatják a futás, a felugrások, irányváltások és a leérkezések kinematikáját, ami nem csak a sérülés kockázatát növeli, de a teljesítményt is negatívan befolyásolja. A térd befelé állása az ugrásokból való leérkezésnél jelent sérülésveszélyt, illetve a megindulás sebességét csökkentheti. A törzset érintő kompenzációk a core izomzat gyengeségére és a csípőhajlítók gyengeségére vagy rövidülésére utalhatnak. A NASM „Overhead Squat és Single Leg Squat assessement" korrekciós ajánlásait, a lerövidült és legyengült izmokkal, az alábbi táblázat tartalmazza. Ezek segítségével az erőnléti edzők egyénre szabott korrekciós gyakorlatsort állíthatnak össze, mely önmagában is, de a bemelegítésbe beépítve, minden nap végezhető.

**Compensations, Muscles Imbalances and Corrective Strategies**

| View | Checkpoint | Compensation | Probable Overactive Muscles | Probable Underactive Muscles | Sample SMR (Foam Roll) and Static Stretch Techniques | Sample Strengthing Exercises |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Anterior | Feet | Turn Out | Soleus<br>Lateral gastrocnemius<br>Biceps femoris (short head) | Medial gastrocnemius<br>Medial hamstring complex<br>Gracilis<br>Sartorius<br>Popliteus | SMR: Gastrocnemius/ soleus<br>SMR: Biceps femoris (short head)<br>Static gastrocnemius stretch<br>Static supine biceps femoris stretch | Single-leg balance reach |
| | Knees | Move Inward | Adductor complex<br>Biceps femoris (short head)<br>Tensor fascia latae<br>Vastus lateralis | Gluteus medius/maximus<br>Vastus medialis oblique (VMO) | SMR: Adductors<br>SMR: TFL/IT band<br>Static supine biceps femoris stretch<br>Static standing TFL stretch | Tube walking: side to side |
| | LPHC | Excessive Forward Lean | Soleus<br>Gastrocnemius<br>Hip flexor complex (THL, rectus femoris, psoas)<br>Abdominal complex (rectus abdominis, external obliques) | Anterior tibialis<br>Gluteus maximus<br>Erector spinae | SMR: Gastrocnemius/ soleus<br>SMR: Quadriceps<br>Static gastrocnemius stretch<br>Static kneeling hip flexor stretch | Quadruped arm/opposite leg raise<br>Ball wall squats |
| | | Low Back Arches | Hip flexor complex (TFL, rectus femoris, psoas)<br>Erector spinae<br>Latissimus dorsi | Gluteus maximus<br>Hamstring complex<br>Intrinsic core stabilisers (transverse abdominus, multifidus, transversospinalis, internal oblique, pelvic-floor muscles) | SMR: Quadriceps<br>SMR: Latissimus dorsi<br>Static kneeling hip flexor stretch<br>Static latissumus dorsi ball stretch | Quadruped arm/opposite leg raise<br>Ball wall squats |

*23. ábra NASM korrekciós ajánlás*

*(forrás: https://blog.nasm.org/certified-personal-trainer/how-to-perform-an-overhead-squat-assessment)*

Ezek alapján minden játékos személyre szabott gyakorlatsort kaphat, melyet a mindennapi bemelegítésbe, vagy levezetésbe, illetve az erőnléti edzések gyakorlatanyagába kell elhelyezni.

## Spiroergometria

A Spirometria átlageredményei a 4. és 6. számú táblázatban láthatóak. A játékosok eredményeinek alapján elmondható, hogy a 2. (sérült) és 10 számú játékoson kívül mindegyik sportoló anaerob energianyerő folyamatok előtérbe kerülésével kezdte meg a VR teszt

protokollt maximális pulzusadataik is az elvárt tartományba kerültek, stresszorként hatnak a vizsgálat következő lépésének megkezdésekor. (7.számú táblázat),

**3D testszkennelés (3D Human Scanner)**

A 3D testszkenner saját fejlesztésű eszközünk, amely képes felismerni a manuálisan kijelölt anatómiai pontokat, melynek segítségével speciális szögek, test térfogat, körfogat, felszín, továbbá végtaghossz számolható. A humán szkennerrel kiszűrhetők a biomechanikailag helyes tartástól eltérő tartáshibák. Jelen vizsgálatnál ez a pont került fókuszba, hiszen a hanyag tartás a gerinc bántalmak egyik kiinduló pontja. A vizsgálatunk kimutatta, hogy minden játékosnál megtalálható a tartáshibák valamely típusa. A felmért játékosoknál a hanyagtartás a leginkább előforduló tartáshiba (9 játékost érint), melynél előrehelyezett fej- és válltartás a jellemző. Egy játékosnál pedig a görbületek fokozódása található meg, amelyet a nem megfelelő fej és válltartás mellett a súlyvonal előrehelyezése is bonyolít. A megfigyelt tartáshibák miatt javasoljuk, hogy a játékosok személyre szabott gyakorlatsort kapjanak, melyet a mindennapi bemelegítésbe, esetleg levezetésbe, illetve akár az erőnléti edzések gyakorlatanyagába lehet elhelyezni.

**VR szcenárió és EGIG vizsgálat**

A stressz inokulációs elmélet szerint, ha egy szervezetet minél többször teszünk ki mérsékelt stresszhatásnak, annál inkább képes lesz csökkenteni a stresszválasz mértékét és adaptálódni a helyzethez (Meichenbaum, 2007). Azonban az is egyértelmű, hogy a sportolókat nem lehet naponta versenyhelyzetnek, stresszhelyzetnek kitenni, így érdemes megvizsgálni és ha érdemes, felhasználni a VR vívmányait. Stinson és Bowman (2014) kutatási eredményei alátámasztják, hogy a virtuális sportkörnyezet mérhető stresszválaszokat váltott ki a sportolókból. A 3D-s technika által tehát lehetőség nyílik a stressztrenírozásra. Kutatásunkban főként a teljesítményhelyzetben megjelenő szorongási szintet, koncentrációt, valamint az önbizalmat kívántuk vizsgálni. Az SSZK tesztet a sportolók tétmérkőzés után töltötték ki, de az eredmények azonban a verseny közbeni tapasztalatokra utaltak. A tesztnek alkalmasnak kell lennie a VR szemüveg hatásának felmérésére is, amiből az is kiderül, hogy milyen mértékben váltott ki a vizsgálati személyből stresszt a sporthelyzet. Ezzel párhuzamosan az EGIG készülékkel pedig objektíven mérhető, hogy létrejött-e fiziológiai szinten is a stresszválaszt. Így a VR hatékonyságát kétféleképpen is tudjuk bizonyítani. Eredményeink alapján úgy véljük,

hogy a kifejlesztett két eszköz hatalmas előnyt jelenthet a sportpszichológiai felkészítés folyamatában.

Kutatásunkban felmértük az általunk létrehozott virtuális valóságban történő stresszszituáció (VR sportstressz szcenárió) milyen pszichés válaszokat vált ki a sportolókból. Feltételeztük, hogy a virtuális valóságban létrehozott sport stresszhelyzet ugyanolyan mértékű stresszválaszokat vált ki a sportolókból, mint amit a sportolók tétmérkőzésen tapasztalnak. Eredményeink alapján elmondható, hogy egyik faktorban sem mutatható ki szignifikáns eltérés a VR, valamint a tétmérkőzés összpontszámaiban, így első hipotézisünk alátámasztást nyert. Második hipotézisünkben arra kerestük a választ, hogy van-e különbség az SSZK teszten elért összpontszámokban, azoknál a sportolóknál, akik jelenleg sportpszichológussal dolgoznak, szemben azokkal, akik nem. Szignifikáns különbség nem volt kimutatható, ugyanakkor az átlagpontszámok magasabbak voltak az Önbizalom, valamint Koncentráció skálán azoknál a sportolóknál, akik jelenleg dolgoznak sportpszichológussal.
Az eredmények alapján arra következtethetünk, hogy a virtuális valóság által létrehozott sport stressz szituáció képes azonos mértékű stresszt kiváltani a sportolókból a tétmérkőzéshez képest, így alkalmas lehet a sportolók stressz kezelésének fejlesztésben és az eszköz hatalmas előnyt jelenthet a sportpszichológiai felkészítés folyamatában. A stressz inokulációs elmélet szerint, ha egy szervezetet minél többször teszünk ki mérsékelt stresszhatásnak, annál inkább képes lesz csökkenteni a stresszválasz mértékét és adaptálódni a helyzethez (Meichenbaum, 2007). A sportolókat nem lehet naponta versenyhelyzetnek, stresszhelyzetnek kitenni, így érdemes felhasználni a VR vívmányait. Korábbi kutatási eredményei szintén alátámasztották, hogy a virtuális sportkörnyezet mérhető stresszválaszokat vált ki a sportolókból (Stinson és Bowman, 2014). A 3D-s technika által tehát lehetőség nyílik a stressztrenírozásra. Úgy gondoljuk, hogy a tervezett méréseknek számos gyakorlati haszna lehet, akár edzők számára is a téthelyzetben, nyomás alatti maximális teljesítményre legalkalmasabb sportolók kiválasztása tekintetében. A jövőben a kutatást tovább gondolva, érdemes lenne megvizsgálni, hogy a VR sportstressz szcenárió gyakorlása milyen hatással van a téthelyzetben megjelenő szorongásos állapotra. Úgy gondoljuk, hogy a többszöri gyakorlás, valamint a feladat ismétlése, újrajátszhatósága (azaz a VR sportstressz helyzet ismételhetősége) javítja a tanulási folyamatokat, így létrejöhet a fejlődéshez szükséges adaptáció. A stresszszituáció gyakorlása fokozza az ellenállóképességet és felkészíti a sportolókat a való világban megjelenő nagynyomású helyzetekre. A későbbiekben többféle forgatókönyv kidolgozása is szükséges mind az egyféle helyzethez való hozzászokás elkerülése, mind a sportágspecifikusság

biztosítása érdekében. A stressztrenírozás megvalósulásának alapja az, hogy a sportoló többféle stresszszituációban is adaptálódjon. A sportágspecifikusság pedig alapvető fontosságú, ugyanis sportágtól függően rendkívül eltérők egymástól az egyes sporthelyzetek. A teljesítménynövelés szempontjából nagy előnyt jelenthet, ha a sportoló a saját sportágának megfelelően tud gyakorolni.

A fizikai aktivitás és a gasztrointesztinális traktus kapcsolatának összefüggéseivel kapcsolatban a jelenleg elérhető szakirodalom közel sem olyan részletes, mint azt megfigyelhetjük akár a szív és keringési rendszer, valamint a rendszeres testedzés kapcsolata esetén. A játékosok 90%-nál a kezdeti nyugalmi mérés után, a terhelés korai fázisában, a gyomortól egészen a vastagbélig az összehúzódások számának és erősségének növekedését tapasztaltuk, majd a futópados, illetve a VR terhelést követő végső, a protokollt lezáró nyugalmi szakasz esetében szintén egyértelmű- a kezdeti nyugalmi szakaszhoz képest növekedést mutató- frekvencia és amplitúdóváltozások voltak megfigyelhetők. Ezen eltérések pontos fiziológia háttere egyelőre kérdéses, okozhatják mind a fizikai (futópados terhelés), mind pedig a pszichológiai stresszorok. A közeljövőben - hogy a változások pontos okát meg tudjuk határozni- további vizsgálatokat tervezünk a jelenlegitől eltérő protokollal, valamint stresszhormonok és egyéb olyan mérhető paraméterek összehasonlításával, mellyel a stresszszituáció jelenléte egyértelműen kimutatható. Érdemes még a mintában szereplő, a többi játékostól egyértelműen eltérő változásokat mutató egyén esetén további vizsgálatokat végeznünk, hogy meghatározzuk, az általa produkált myoelektromos változások hátterében milyen élettani paraméter, stresszhatás, esetlegesen orvosi kórkép állhat.

# Irodalomjegyzék


1. Meichenbaum, D. (2007). Stress inoculation training: a preventative and treatment approach. In Principles and Practice of Stress Management, P. M. Lehrer, et al., eds (New York, N.Y., Guildford Press), pp. 497–518.
2. Holcomb WR. Stress inoculation therapy with anxiety and stress disorders of acute psychiatric inpatients. J Clin Psychol. 1986 Nov;42(6):864-72.
3. Mace R, Carroll D. Stress inoculation training to control anxiety in sport: two case studies in squash. British Journal of Sports Medicine 1986;20:115-117.
4. Oudejans R.R.D, Kuijpers W., Kooijman C.C. & Bakker F.C. Thoughts and attention of athletes under pressure: skill-focus or performance worries?, Anxiety, Stress & Coping, 2011;24:1, 59-73
5. Oudejans R.R.D., Nieuwenhuys A. Perceiving and moving in sports and other high-pressure contexts. Prog Brain Res. 2009;174:35-48.
6. Oudejans, R.R.D., & Pijpers, J.R. Training with anxiety has a positive effect on expert perceptual-motor performance under pressure. Quarterly Journal of Experimental Psychology 2009;62,1631–1647.
7. Jennifer L. Reeves, Gershon Tenenbaum & Ronnie Lidor Choking in front of the Goal: The effects of self-consciousness training, International Journal of Sport and Exercise Psychology, 2007;5:3, 240-254
8. Nicolas Vignais, Richard Kulpa, Cathy Craig, Benoit Bideau; Virtual Thrower Versus Real Goalkeeper: The Influence of Different Visual Conditions on Performance. Presence: Teleoperators and Virtual Environments 2010; 19 (4): 281–290.
9. Kulpa R., Bideau B., Brault S. (2013) Displacements in Virtual Reality for Sports Performance Analysis. In: Steinicke F., Visell Y., Campos J., Lécuyer A. (eds) Human Walking in Virtual Environments. Springer, New York, NY.
10. Stinson C., Bowman D. A. Feasibility of Training Athletes for High-Pressure Situations Using Virtual Reality. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2014;20,4, 606-615.
11. Balogh L,; Molnár A.; Jenei Z.et.al (2015): Bevezetés a sportdiagnosztikába, Campus Kiadó, Debrecen, pp. 372; 9-10. ISBN 978-963-9822-43-6 Letöltés ideje: 2021.12.11.

12. Lukaski HC, Johnson PE, Bolonchuk WW, Lykken GI. Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. Am J Clin Nutr. 1985 Apr;41(4):810-7.
13. Heyward, V.H. (1996): Evaluation of body composition. Current issues. Sports Medicine, 22(3): 146–56.
14. Deurenberg P, Deurenberg-Yap M, Guricci S. Asians are different from Caucasians and from each other in their body mass index/body fat per cent relationship. Obes Rev. 2002 Aug;3(3):141-6.
15. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, Heitmann BL, Kent-Smith L, Melchior JC, Pirlich M, Scharfetter H, Schols AM, Pichard C; Composition of the ESPEN Working Group. Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods. Clin Nutr. 2004 Oct;23(5):1226-43.
16. Carter JE, Ackland TR, Kerr DA, Stapff A. Somatotype and size of elite female basketball players. J Sports Sci. 2005 Oct;23(10):1057-63.
17. Bale P. Anthropometric, body composition and performance variables of young elite female basketball players. J Sports Med Phys Fitness. 1991 Jun;31(2):173-7.
18. Sárszegi D.; Petrovszki Z.; Hézsőné B.A. A testösszetétel és a láb robbanékonyságának kapcsolata kötélugrók és kosárlabdázók körében. In: Molnár, Andor; Szász, András; Győri, Ferenc; Katona, Zsolt; Csetreki, Rita Renáta; Alattyányi, István (szerk.) Sporttudományi absztraktok. Szeged, Magyarország: Dél-alföldi Ifjúsági Életmód és Szabadidő Alapítvány (2018) 144 p. pp. 122-124. , 3 p.
19. Garcia-Gil M, Torres-Unda J, Esain I, Duñabeitia I, Gil SM, Gil J, Irazusta J. Anthropometric Parameters, Age, and Agility as Performance Predictors in Elite Female Basketball Players. J Strength Cond Res. 2018 Jun;32(6):1723-1730.
20. Hoffman JR, Fry AC, Howard R, Maresh CM, Kraemer WJ. Strength, speed and endurance changes during the course of a division I basketball season. J Strength Cond Res. 1991;5(3):144.
21. McInnes SE, Carlson JS, Jones CJ, McKenna MJ. The physiological load imposed on basketball players during competition. J Sports Sci. 1995 Oct;13(5):387-97.
22. Wei Q, Wang Z, Woo J, Liebenberg J, Park SK, Ryu J, Lam WK. Kinetics and perception of basketball landing in various heights and footwear cushioning. PLoS One. 2018 Aug 9;13(8):e0201758.

23. Gonzalo-Skok O, Serna J, Rhea MR, Marín PJ. Relationships between functional movement tests and performance tests in young elite male basketball players. Int J Sports Phys Ther. 2015 Oct;10(5):628-38.
24. Bond CW, Dorman JC, Odney TO, Roggenbuck SJ, Young SW, Munce TA. Evaluation of the Functional Movement Screen and a Novel Basketball Mobility Test as an Injury Prediction Tool for Collegiate Basketball Players. J Strength Cond Res. 2019 Jun;33(6):1589-1600.
25. Azzam MG, Throckmorton TW, Smith RA, Graham D, Scholler J, Azar FM. The Functional Movement Screen as a predictor of injury in professional basketball players. Current Orthopaedic Practice: 2015;26(6):619-623
26. Clifton DR, Grooms DR, Onate JA. Overhead deep squat performance predicts functional movement screen™ score. Int J Sports Phys Ther. 2015 Oct;10(5):622-7.
27. Solberg G, Robstad B, Skjønsberg OH, Borchsenius F. Respiratory gas exchange indices for estimating the anaerobic threshold. J Sports Sci Med. 2005 Mar 1;4(1):29-36.
28. Fong CM, Blackburn JT, Norcross MF, McGrath M, Padua DA. Ankle-dorsiflexion range of motion and landing biomechanics. J Athl Train. 2011 Jan-Feb;46(1):5-10.
29. Pellet, S. (1997) A kisgyermek- és serdülőkori gerincbetegségek megelőzése és kezelése. Iskolaegészségügyi konferencia, Gödöllő.
30. Fejérdy, G. (2001) Csont és Ízület Évtizede konferencia, Budapest.
31. Somhegyi A. et al. A biomechanikailag helyes testtartás kialakítását, automatizálását és fenntartását szolgáló mozgásanyag beépítése a testnevelésbe. Népegészségügy, 2014; 92 (1):11-19.
32. Boja, S., Szilágyi, Á., Lazáry, Á. (2010) A tartásjavító torna hatása az izomegyensúlyra és a tartáshibákra – Genodisc prevenciós projekt II. A Magyar Gerincgyógyászati Társaság konferencia, Bükfürdő.
33. Ács, P., Hécz, R., Paár, D., Stocker, M. a fizikai inaktivitás nemzetgazdasági terhei Magyarországon. Közgazdasági Szemle, 2011;58:689-708.
34. Simóné Rőth, É., Erbszt, A., Bognár, J. (2010) Gerinc szűrés tapasztalatai 900 vizsgálat alapján. A Magyar Gerincgyógyászati Társaság konferencia, Bükfürdő.
35. Somhegyi A. et al. A biomechanikailag helyes testtartás kialakítását, automatizálását és fenntartását szolgáló mozgásanyag beépítése a testnevelésbe. Népegészségügy, 2014;92 (1):11-19.

36. Steiner, H., Kertész, Zs., Juhász, B. Mozgástan–mozgásban II. Magyar Elektronika 2014;1: 20–23.
37. Singla D., S., Zubia, V., Mohammed, E. H. Photogrammetric Assessment of Upper Body Posture Using Postural Angles. Journal of Chiropractic Medicine, 2017;16 (2): 131-136.
38. Stolinski, L., Kozinoga, M., Czaprowski, D., Tyrakowski, M., Cerny, P., Suzuki, N., Kotwicki, T. Two-dimensional digital photography for child body posture evaluation: standardized technique, reliable parameters and normative data for age 7-10 years. Scoliosis and Spinal Disorders, 2017;12:38 1-24.
39. Vianna EP, Tranel D. Gastric myoelectrical activity as an index of emotional arousal. Int J Psychophysiol. 2006 Jul;61(1):70-6.
40. Vianna EP, Weinstock J, Elliott D, Summers R, Tranel D. Increased feelings with increased body signals. Soc Cogn Affect Neurosci. 2006 Jun;1(1):37-48.
41. Fukunaga, M., Arita, S., Ishino, S., Nakai, Y. Quantitative Analysis of Gastric Electric Stress Response with Chaos Theory. Biomedical Soft Computing and Human Sciences, 2000;5: 2. 59-64.
42. Nagy A., Almási D., & Balogh L. Effects of acute psychological stress measurement in sports – EGIG, an innovative method to state stress response objectively, Arena-Journal Of Physical Activities, 2016; 8, 110-115.
43. Baca A, Dabnichki P, Heller M, Kornfeind P (2009) Ubiquitous computing in sports: a review and analysis. J Sport Sci 27:1335–1346.
44. Baños RM, Botella C, Garcia-Palacios A, Villa H, Perpiñá C, Alcañiz M (2000) Presence and reality judgment in virtual environments: a unitary construct? Cyberpsychol Behav 3:327–335.
45. Sherman WR, Craig AB (2002) Understanding virtual reality: interface, application, and design. Elsevier, San Francisco
46. Mueller FF, Stevens G, Thorogood A, O'Brien S, Wulf V (2007) Sports over a distance. Pers Ubiquit Comput 11:633–645.
47. Hoffmann CP, Filippeschi A, Ruffaldi E, Bardy BG (2014) Energy management using virtual reality improves 2000-m rowing performance. J Sport Sci 32:501–509.
48. Laver KE, George S, Thomas S, Deutsch JE, Crotty M (2015) Virtual reality for stroke rehabilitation. Cochrane Database Syst Rev 2.

49. Meyerbröker K, Emmelkamp PMG (2010) Virtual reality exposure therapy in anxiety disorders: a systematic review of process-and-outcome studies. Depress Anxiety 27:933–944.