

Elektromágneses stimuláció hatása a sportteljesítményre

Bevezetés

A mikrocirkuláció a legkisebb vérerekben lejátszódó folyamat, amely a vérkeringés egy nagyon fontos része, hiszen létfontosságú feladatok betöltését végzi. Ellátja oxigénnel, tápanyagokkal a szöveteket és a szerveket, elszállítja a salakanyagokat, ezenkívül az immunrendszer megfelelő működését támogatja (Berner Medicintechnika, 2013).

A fizikai terhelés energia igényes folyamat, az energiát a szervezet az első 8-10 másodpercben a kreatin-foszfát anaerob körülmények közötti lebontásából nyeri, azonban ezután a lactacid rendszer kerül előtérbe (Oláh, 2000). A megnövekedett tejsav koncentráció a teljesítményromlás egy fő okozója lehet. A fizikai terhelést követően a tejsav elkezd felhalmozódni, majd ez fáradtságot okoz, amely az erő csökkenéséhez vezethet (Cairns, 2006). Edzésterhelést követően restitúciós folyamatok során a szervezet eltávolítja a felhalmozódott melléktermékeket, köztük a tejsavat (Horváth and Győri, 2019). A sportolók gyors tejsav eliminációja egy mutató lehet arra vonatkozóan, hogy jobb regenerációs képességgel rendelkeznek, így edzettebb állapotban vannak (Yang et al., 2020).

Edzésterhelés hatására a pulzusszám megemelkedik, annak érdekében, hogy a vér megfelelő mértékben tudja szállítani az oxigént (Oláh, 2000). A pulzusszám figyelemmel követése fizikai terhelés során edzők és sportolók számára ad visszajelzést az edzésintenzitásról (Zavorsky, 2000). Edzést követően gyakran mért paraméter a fizikai terhelés utáni első, második, akár ötödik percben a megnyugvási pulzus (Balogh et al., 2015). A szívfrekvencia variabilitás (HRV) a szív alkalmazkodását mutatja meg arra vonatkozóan, hogy hogyan képes a belső és külső környezet megváltozott terheléseire reagálni (Pham et al., 2021). A HRV gyakorta vizsgált fiziológiai paraméter, mivel a sportoló edzéshez való alkalmazkodásáról ad képet (Plews et al., 2013). A Conconi teszt alapja a pulzusmérés, fizikai terhelés során a pulzusszám lineárisan emelkedik, ahol a görbe elkezd laposodni, az lesz az anaerob átmenet (Oláh, 2000).

Pulzáló elektromágneses terápia (PEMF) és a BEMER

A mágneses (MF) és elektromágneses (EMF) mezőket először Japánban alkalmazták a II. Világháború után, ezt követően Európában Romániában és Szovjetunióban kezdték használni terápiás célokra. A pulzáló elektromágneses mező (PEMF) megjelenése jelentette az áttörést (Markov, 2007). A PEMF pulzáló mágneses teret alkalmaz, amelynek alapja szinusz

hullám, a jel amelyet továbbít alacsony frekvenciájú (Rikk, 2015). Az impulzusos elektromágneses mezőkről megállapították, hogy biológiailag hatékonyabbak, mint a folytonos elektromágneses mezők és az alacsony frekvenciájú mezőkről mondható el, hogy bioaktívabbak (Panagopoulos et al., 2002). A PEMF mechanizmusa szerint azóta különböző eszközöket gyártottak, amelyekről elmondható, hogy frekvenciájuk általában 5-300 Hz között mozog és az intenzitást, amelyet használnak mikrotesslában vagy milliteslában adják meg (Wade, 2013).

A BEMER terápiának is a PEMF technológia adta az alapját. A BEMER, egy olyan orvostechikai eszköz, amelyet a korlátozott mikrokeringés céljából fejlesztettek ki (Bemer Medicintechnika, 2013). A BEMER jel konfigurációján már 1998 óta dolgoznak, azóta a Berliini Mikrocirkulációs Intézetben sikerült meghatározni azt a jelet, amelynek ritmusa, ismétléseinek száma, frekvenciája befolyásolni képes a szervezetben zajló biomolekuláris folyamatokat (Bohn, 2013).

A zavart mikrocirkuláció javítás szempontjából 7 eszközt vizsgálva, a BEMER terápia bizonyult a leghatékonyabbnak. A BEMER esetében az első napon mért hemoglobin oxigéntelítettsége szignifikánsan eltért a vizsgálat végén mérthez képest, a többi készülék nem mutatott olyan mértékű szignifikáns eltérést. Ezt azzal magyarázták, hogy jobb spontán vazomóció jött létre a vérerekben, a kapillárisok tágultak, több vér áramlott a mikroerekbe, ezáltal jobb lett a sejtek anyagcseréje (Klopp et al., 2013).

Egészségügyi rendellenességek háttérében gyakran zavart vagy korlátozott mikrokeringés áll. A BEMER egy forradalmi találmánynak tekinthető, hiszen megalkotása után az orvostudományban számos tanulmány számol be pozitív fiziológiai hatásairól (Bemer Medicintechnika, 2013). Szklerózis multiplexben szenvedő betegeket kezeltek 3 hónapon keresztül a készülékkel és a betegség során jelentkező fáradtságot próbálták csökkenteni. Az eredmények szignifikáns eltérést mutattak a készülékkel kezelt és nem kezelt betegekben jelentkező SM fáradtság között (Piatkowski et al., 2009). Azt is kimutatták, hogy a BEMER terápia csökkentette a krónikus derékfájásban szenvedő betegek fájdalmát és fáradtságát (Gyulai et al., 2015).

Elektromágneses terápia, BEMER és a sport

Mágnessterápia és a fizikai terhelés utáni regeneráció (tejsavvátozás) kapcsolatát vizsgálták 17 férfi katonánál. A védelmi szektorban dolgozók négyszer hajtották végre ugyanazt a terhelést. Először a terhelés után nem részesültek kezelésben, másodszor könnyű

fizikai terhelést végeztek, harmadszor mágnesterápiát kaptak és negyedszer placebo terápiával kezelték őket. A laktát szint csökkenése 60 perc alatt a mágnesterápiával kezeltéknél volt a lemagasabb, szignifikáns különbség mutatkozott kezelés nélküli és placebo terápia között (Kóródi, 2016).

Dobos és munkatársai (2007) Viofor JPS magneto-stimulációs eszközt alkalmaztak fizikai terhelés utáni restitúcióra. A kutatásban 2006 és 2007-ben 15-15 kajak-kenu sportoló vett részt, 1000 m táv időbeli teljesítését vették figyelembe ergométeren, ezenkívül nyugalmi, 0., 5. és 60. percben tejsavszintet határoztak meg fülcimpából. Az eredmények alapján a táv teljesítésében nem volt lényeges különbség a három csoport között. A tejsav szint az egyik évben mért csoportnál hamarabb csökkent a mágnesterápiával kezeltéknél, így megállapították, hogy a készülék alkalmas lehet a regenerációs idő csökkentésére, azonban további kutatásokat szükséges végezni.

A BEMER 3000 készülék a gyártó első generációs eszköze, a legújabb fejlesztés a BEMER technológia 2010 megnevezést kapta, amelyet BEMER-ként használunk (Bemer Medicintechnika, 2013). BEMER 3000 készülékkel 3 héten keresztül másodosztályú teniszezőket kezeltek naponta (szombat, vasárnap kivételével). Futópados terhelést végeztek a vizsgálati személyekkel, a megtett táv mennyiségében és az anaerob küszöb meghatározásával mérték a teljesítményváltozást. BEMER 3000 kezelésben részesültek nagyobb teljesítményt nyújtottak, a nem kezeltékhez viszonyítva. Terápiában részesült személyeknél kedvezőbben alakult a lactacidózis, a Conconi alapján meghatározott anaerob átmenet jobb változást mutatott, ezenkívül gyorsabb acidózis kompenzálás volt megfigyelhető náluk (Malomsoki and Babindák., 2006).

Tamulevicius és munkatársai (2021) a BEMER, pulzáló elektromágneses terápia hatását vizsgálták 14 terepfutó atléta aerob teljesítményére nézve. A vizsgálati személyek fele BEMER kezelésben részesült, a másik része nem kapott terápiát. Magaslati egy hetes edzőtáborban minden edzés előtt és után alkalmaztak 8 perc BEMER kezelést, összesen 12 terápiában részesült a kezelt csoport. Eredmények azt mutatták, hogy a BEMER terápia szignifikáns eltérést mutatott a légzési küszöb (VT) változásban, ezenkívül befolyásolta a szívfrekvenciát és a maximális pulzusszámot.

Problémafelvetés és célkitűzés

Sportolók és felkészítőjük elé edzéseken, versenyeken egyre nagyobb kihívásokat állít a versenysport. Két fizikai terhelés, két versenyszám között gyakran kevés idő áll rendelkezésre a regenerációra. Második terhelés alkalmával így nagy az esély arra vonatkozóan, hogy a sportteljesítmény romlik vagy akár sportsérülés következik be (von Stengel et al., 2018).

Sportolók, sportszakemberek, kutatók mindig keresték mindazon lehetőségeket, mellyel a teljesítmény fokozható (Pucsok., 2006).

A BEMER sportban való alkalmazásának eredményeiről kevés szakirodalom található, így a jelen kutatásunkkal a BEMER, mint pulzáló elektromágneses terápia hatását kívántuk vizsgálni a sportban, továbbá a Sporttudomány területén.

A meglévő szakirodalom alapján úgy gondoltuk célszerű lehet annak megállapítása, hogy a BEMER hogyan hat a regenerációra, ezáltal az ismételt terhelés alatti sportteljesítményre.

Hipotézis

A következő hipotéziseket állítottuk fel:

(i), a BEMER javítja a mikrokeringést, ezáltal gyorsabban helyre állhat a pulzusszám, így két egymást rövid időn belül követő terhelés során kisebb teljesítménycsökkenés várható

(ii), az eszköz által a mikroerekben létrejövő fokozott vazomóció gyorsíthatja a tejsav eliminálást, így a második terhelés alkalmával enyhébb mértékű teljesítményromlás tapasztalható

Anyagok és módszerek

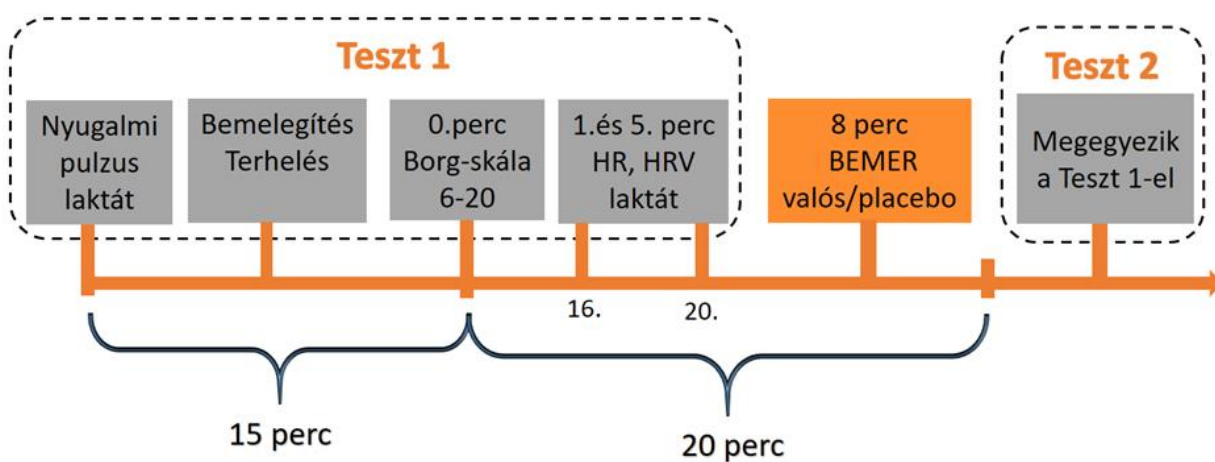
Vizsgálati személyek

Méréseink a Magyar Sárkányhajó Szövetségnél igazolt 10 férfi sportoló önkéntes (átlag életkor: 24.5 ± 4.99 év, átlag testmagasság: 178 ± 5.04 cm, átlag testtömeg: 77.76 ± 9.37 kg) részvételével valósult meg. A vizsgálati személyek mérések előtt tájékoztatást kaptak a vizsgálati protokoll menetéről. Ezután aláírták beleegyező nyilatkozatukat, ezzel elismerték, hogy önkéntesen vesznek részt vizsgálatainkban, a kutatás céljáról, menetéről, veszélyeiről

teljeskörű tájékoztatást kaptak, tudomásul vették, bármikor megtagadhatják további részvételüket. A sportolók a mérésekre pihenten érkeztek, 24 órával a terhelés előtt tilos volt fizikai aktivitást végezni és alkoholt fogyasztani. Aktív testmozgást követően a vázizomban izomfáradtság alakulhat ki, ezenkívül a terhelés emelkedett tejsavszintet eredményezhet. A sportolás előtti alkohol fogyasztás dehidratációt okozhat, mely a sejten belüli és kívüli víztartalmat befolyásolhatja, ezenkívül a vizsgálati személyeink fáradtabbnak érezhetik magukat a terhelés alatt és után. Ezen szabályokkal igyekeztünk méréseink eredményességét befolyásolni.

Vizsgálati protokoll

A protokollt ugyanazon sportolók két alkalommal végezték el, a két mérés csak abban tért el egymástól, hogy a vizsgálati személyek BEMER valós vagy placebo kezelést kaptak. 72 óra telt el a két mérés között és az alanyok önmaguk kontrolljaiként szolgáltak (önkontrollos vizsgálat). Egy vizsgálat alkalmával kétszer hajtották végre ugyanazt a terhelést. A terhelés előtt és után a teszt 1 és teszt 2 során is ugyanazon méréseket hajtottuk végre (1.ábra)

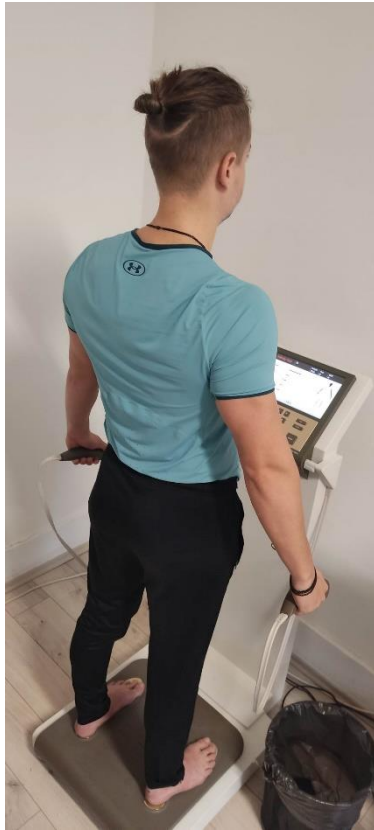


1.ábra: Protokoll sematikus ábrázolása (Inbody mérés és vízfogyasztás nélkül)

Teszt 1

A mérések előtt egy órával a vizsgálati személyek 0,5 liter szénsavmentes ásványvizet fogyasztottak el. Vizsgálatunk testmagasság (SECA) meghatározással kezdődött, majd testösszetétel (Inbody 770) vizsgálatot hajtottunk végre és néztük a sejten belüli és kívüli víztartalmat (2.ábra). Sportolóink ezután 2 dl szénsavmentes ásványvizet fogyasztottak el. A vizsgálati személyek mellkasára ezután felhelyeztük a pulzusmérő pántokat és Polar Team²

jeladókat, a vizsgálat során folyamatosan mértük a szívfrekvenciát (HR) és a szívfrekvencia variabilitást (HRV). Sportolóink 5 perc nyugalomba helyezkedtek el, majd mértük a vérnyomás értékeiket (Rossmax), amennyiben normál tartományba esett, vizsgálati alanyaink csak abban az esetben végezhették el a terhelést (3.ábra).

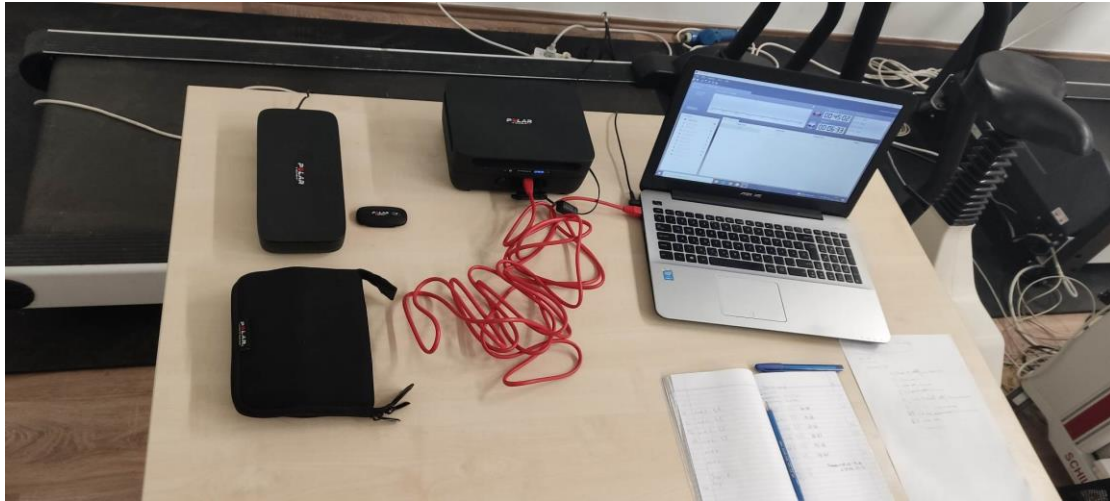


2.ábra: Testösszetétel vizsgálat



3.ábra: Vérnyomás meghatározás

Vérnyomás mérést követően vizsgáltuk a nyugalmi HR és HRV értékeket (Polar Team²) (4.ábra) és ujjbegyből vett vérmintából meghatároztuk a nyugalmi tejsavszintet (Lactate Scout) (5-6.-ábra).



4.ábra: Polar Team² rendszer a gyakorlatban



5.ábra: Ujjbegyből vérminta vétel



6.ábra: Tejsavszint meghatározás

A sportolók szervezetének fizikai és pszichés felkészítése érdekében alapos bemelegítést végeztettünk (7.ábra). A neuromuszkuláris rendszert felkészítve reméltük, hogy az esetleges sérülések így elkerülhetők lesznek. A bemelegítés 1 perc séta 4 km/h, 2 perc séta 6 km/h és 2 perc futás 8 km/h sebességgel történő futópados terheléssel valósult meg. Közvetlenül ezután a terhelés összesen 10 percig tartott, amely 4 perc 10 km/h és 6 perc 12 km/h sebességű futást foglalt magába. Ezen 10 perces időintervallum által a 2000 m-es versenyszámot szerettük volna szimulálni. Közvetlenül a terhelés után a vizsgálati személyek Borg-skálán (6-20) határozták meg fáradtsági szintjüket (Borg, 1982) (8.ábra).



7. ábra: Futópádon bemelegítés

Borg's Rating of Perceived Exertion (RPE) Scale	
Perceived Exertion Rating	Description of Exertion
6	No exertion; sitting and resting
7	Extremely light
8	
9	Very light
10	
11	Light
12	
13	Somewhat hard
14	
15	Hard
16	
17	Very hard
18	
19	Extremely hard
20	Maximal exertion

8. ábra: Borg-skálán fáradtság érzet jelölése

A terhelést követő 1. és 5. percben mértük a sportolók tejsavszint változását, ezenkívül mértük az aktuális HR és HRV értékeket (Polar Team²).

A következőkben a vizsgálati személyek 8 perc 3-as intenzitású valós/placebo BEMER kezelést kaptak, amely megközelítőleg 16 μ T (9. ábra). A sportolókat megkértük mindkét alkalommal, hogy feküdjenek le a matracra (B.BODY Professional teljes test kezelőegység) (10. ábra). Tájékoztatottuk őket, hogy a BEMER sport utáni regenerációs terápiát állítottuk be számukra és ebben a kezelésben részesülnek. Ezután a B.BOX Professional vezérlőkészüléken valós vagy placebo kezelést indítottunk el. A vezérlőkészüléket letakartuk, így kizártuk annak lehetőségét, hogy tudatába kerüljenek melyik kezelésben részesülnek. A vizsgálatban résztvevő első személy az első alkalommal kapott valós, majd a második mérésen részesült placebo kezelésben, a másodikként érkező alany már ezzel ellenkezőleg részesült valós/placebo kezelésben. Egymás után következő vizsgálati személyek különbözőképpen kaptak BEMER terápiás kezelést.



9.ábra: BEMER program elindítása



10.ábra: 8 perces BEMER kezelés

A BEMER kezelés után 2 dl szénsavmentes vizet fogyasztottak el alanyaink. A folyadék pótlásra azért volt szükség, mert méréseink átlagosan 1 óra 15 percet vettek igénybe, amely magába foglalja a két bemelegítést és a 2x10 perc terhelést (10.ábra). Ez idő alatt sportolóink dehidratált állapotba kerülhetnek, amely csökkentheti a fizikai teljesítményüket. Ezenkívül a BEMER hatásmechanizmusa azon alapszik, hogy a mikroerekben javítja a vazomóciót, ezáltal a nagyon kis átmérőjű vérerekbe is áramolhat vér, így jobb lesz a véreloszlás. Azonban ahhoz, hogy ezt a pozitív hatást ki tudja fejteni, megfelelő folyadékbevitelre van szükség. A BEMER kezelési kézikönyv is javasolja a kezelést követő folyadékpótlást (Bemer group).

Teszt 2

Az első terhelést követő 20. percben ismét ujjbegyből vet vérmintából meghatároztuk sportolóink nyugalmi tejsavszintjét és marker beillesztésével jelöltük az adott pillanatban lévő pulzusszámot. Vizsgálati személyeink ezután ismét alapos bemelegítésen vettek részt, amely ugyanaz volt, mint az első tesztnél. Sportolóink ezt követően elvégezték a második terhelést, mely az előzővel teljesen megegyezett. Ezután a 0. percben Borg-skálán határozták meg terhelés hatását fáradtság érzetükre (Borg, 1982). Az 1. és az 5. percben ujjbegyből vett vérmintából mértük ismét a tejsavszint változást. A terhelést követően mentettük a Polar

Team²-ben felvett szívfrekvencia és szívfrekvencia variabilitás értékeit. A vizsgálati protokollunkat Inbody (770) testösszetétel vizsgálattal zártuk.

Adatok elemzése

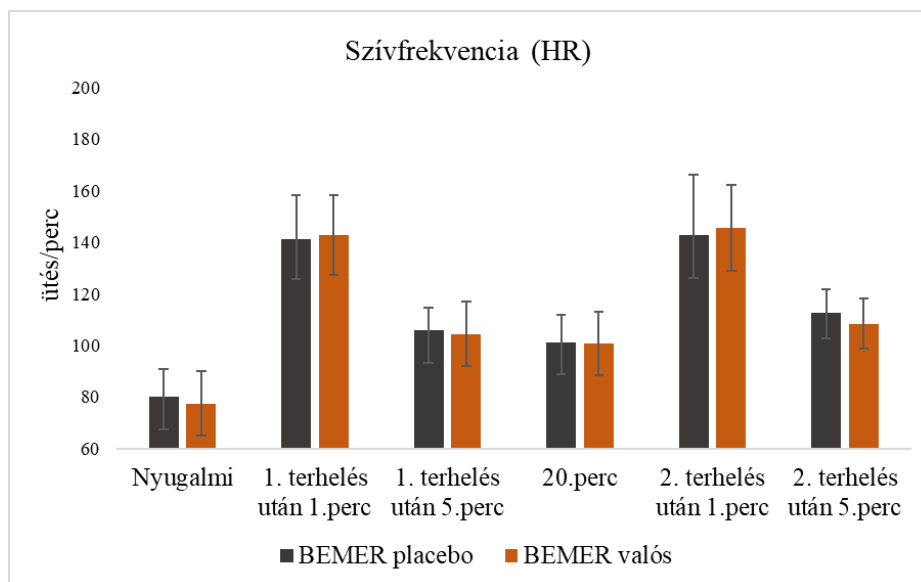
Excel 2016 programot alkalmaztuk eredményeink kiértékeléséhez. A vizsgálati alanyok személyes adataiból (életkor, testsúly, testmagasság) átlagot számítottunk. A Polar Team²-ben rögzített szívfrekvencia és szívfrekvencia variabilitást az Excel táblázatba külön munkalapra gyűjtöttük. A terhelés során hatszor jelöltük, marker beillesztésével a nyugalmi és a terhelések utáni 1., 5. percben és az 1. terhelés utáni 20. percben az aktuális szívfrekvenciát és szívfrekvencia variabilitást. Ezután a marker előtt és után lévő 30 másodperces eredményeket kigyűjtöttük és átlagoltuk. Ezen felül a terhelések HR és HRV átlagait határoztuk meg. A tejsavváltozás értékeit, Borg-skálán (6-20) adott számszerűsített értékeket, vizsgálat elején, legvégén Inbody-n regisztrált intracelluláris, extracelluláris víztartalmat gyűjtöttük külön-külön munkalapra. Minden adatnak az átlagát és szórását számoltuk ki.

Ezt követően minden kiugró értéket z-score-ra szűrtünk, majd GraphPed Prism 8 programba illesztve Shapiro-Wilk normalitás tesztet végeztük eredményeinken. Normál eloszlásúak voltak, így minden paraméteren t-próbát hajtottunk végre a szignifikancia meghatározására. Statisztikai elemzéseinkhez párosított t-próbát alkalmaztunk. A vizsgálat eredményeit oszlopdiagramokban összesítettük.

Eredmények

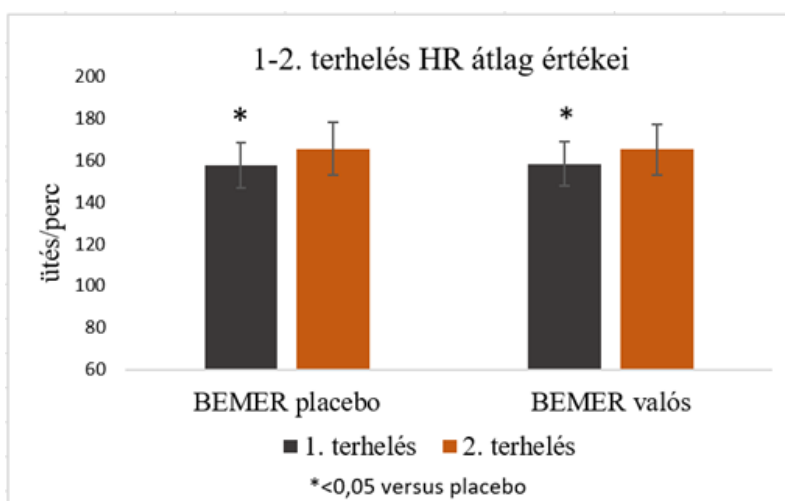
Szívfrekvencia (HR)

A BEMER-kezelés hatására, a második terhelés előtti szívfrekvencia értékekben nem tapasztaltunk szignifikáns változást ($p=0,481$). A második terhelést követő 1. ($p=0,374$) és 5. percben ($p=0,418$) mért pulzusszám sem mutatott szignifikáns különbséget.



11.ábra: Szívfrekvencia értékek terhelés során

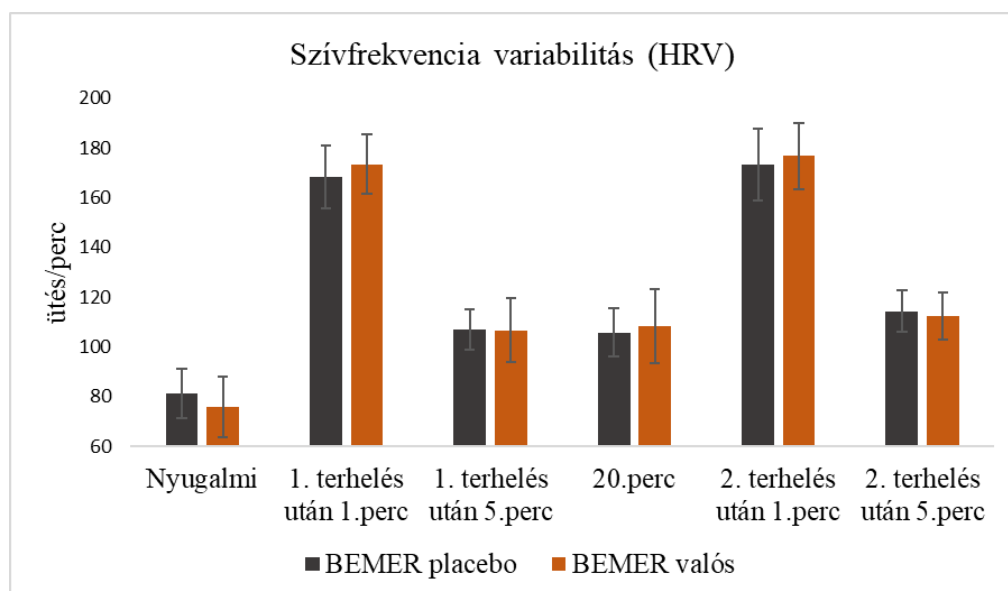
BEMER kezelést követő második terhelés alkalmával nem találtunk szignifikáns eltérést a valós és placebo csoport pulzusszám átlagai között ($p=0,953$). Függetlenül attól, hogy BEMER valós/placebo kezelésben részesültek vizsgálati személyeink az első ($p=0,014$) és a második vizsgálati napon ($p=0,000$) az első terheléshez viszonyítva a második terhelés során szignifikánsan magasabb volt az átlag pulzusszám.



12.ábra: Első és második terhelés szívfrekvencia átlag értékei

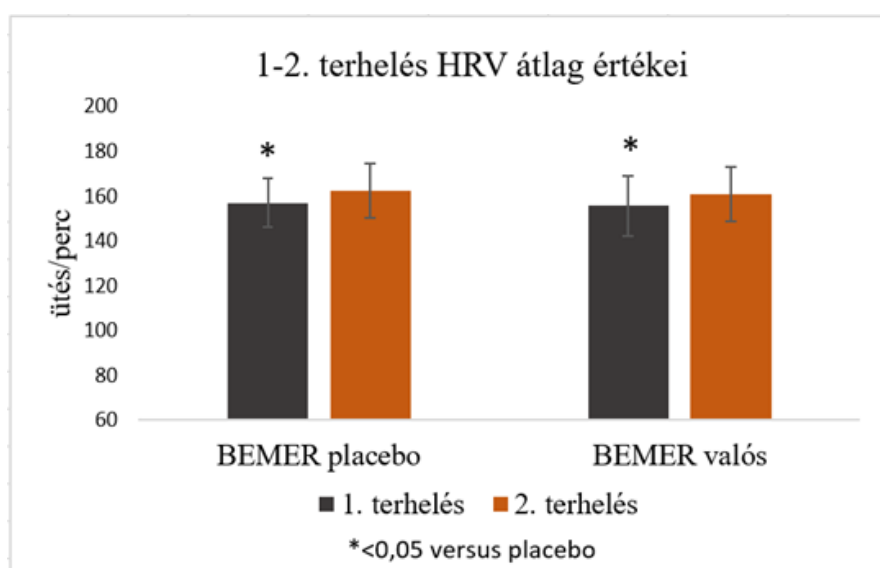
Szívfrekvencia variabilitás (HRV)

A HRV esetében BEMER terápiát követően a 20. percben ($p=0,481$), második terhelést követő 1. percben ($p=0,374$) és 5. percben ($p=0,418$) nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget.



13.ábra: Szívfrekvencia variabilitás értékek terhelés során

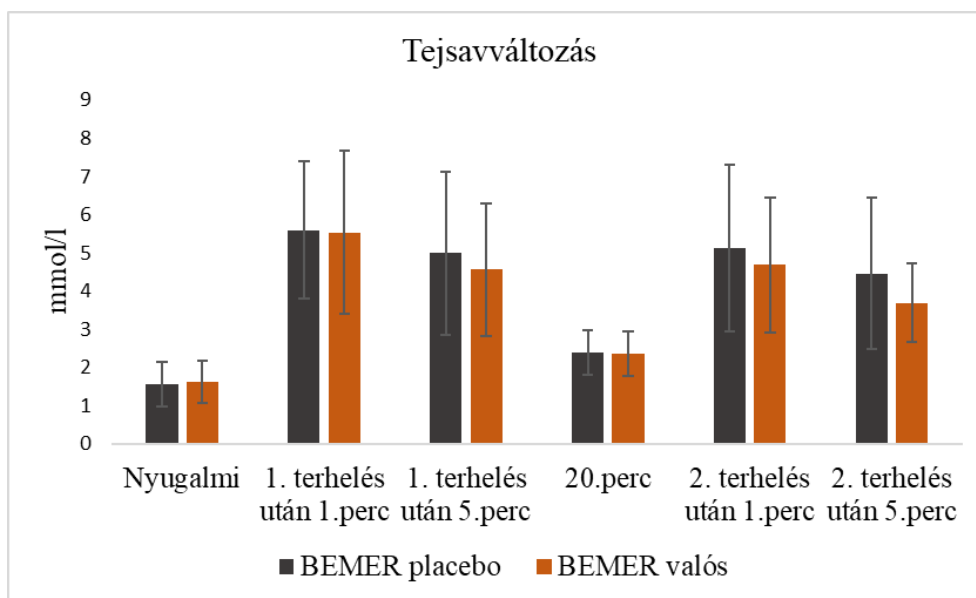
BEMER kezelést követő második terhelés alkalmával nem találtunk szignifikáns eltérést a valós és placebo csoport pulzusszám átlagai között. Azonban szignifikáns eltérés alakult az első és második terhelés közötti átlag pulzusszám értékekben, az első ($p=0,014$) és második mérés ($p=0,000$) alkalmával.



14.ábra: Első és második terhelés HRV átlag értékei

Tejsavváltozás

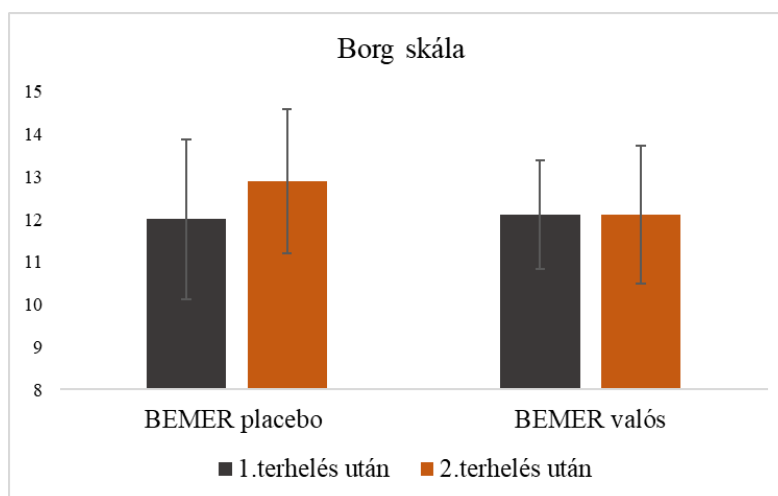
A tejsav koncentráció változás értékeiben nem tapasztaltunk szignifikáns eltérést a BEMER kezelést követő 20. percben ($p=0,934$), második terhelést követő 1. ($p=0,376$) és 5. percben ($p=0,098$).



15.ábra: Tejsavváltozás értékei

Borg-skála (6-20)

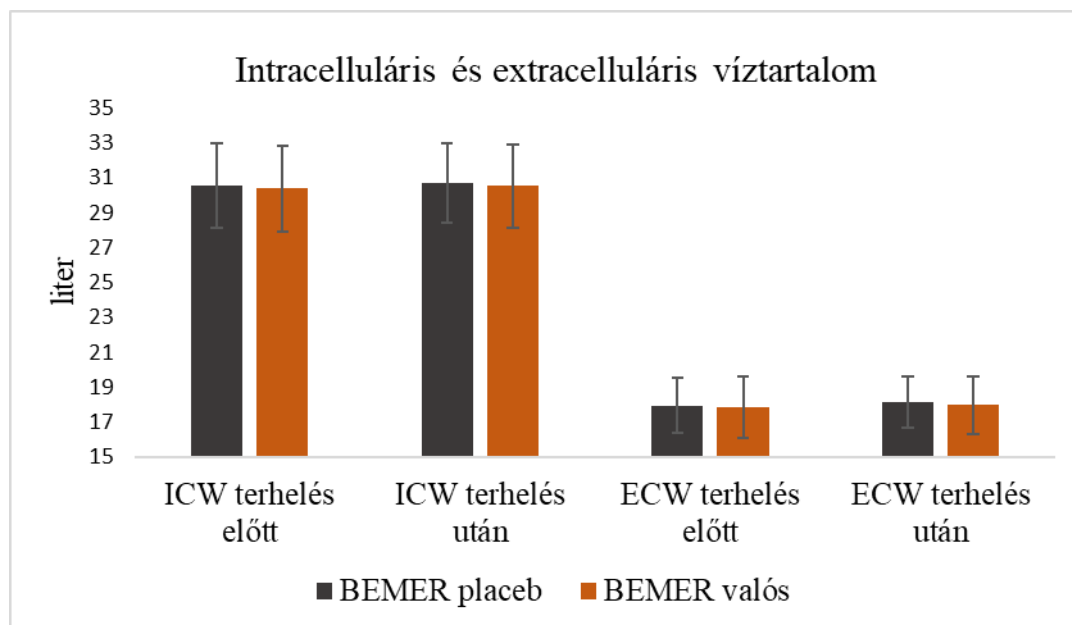
Az ábrán jól kirajzolódik, hogy a BEMER placebo kezelés során a vizsgálati személyek fáradtságérzetük $12,88 \pm 1,69$, a 13-as értékhez közelít, tehát kissé nehéznek érezték. A BEMER valós esetében ez az érték $12,11 \pm 1,61$, amely a Borg-skálán ugyanazt az értéket mutatja. Itt sem találtunk szignifikáns különbséget a második terhelést követő értékekben ($p=0,324$).



16.ábra: Borg-skálán (6-20) adott fáradtság érzetek

Intracelluláris és extracelluláris víztartalom változás

ICW a terhelés előtt ($p=0,311$) és terhelés után ($p=0,261$), ezenkívül ECW terheléseket megelőző ($p=0,552$) és azt követő ($p=0,316$) változás értékeiben nem tapasztaltunk szignifikáns különbségeket



17.ábra ICW ÉS ECW változások

Következtetés

Vizsgálatunk során problémaként tekintettünk arra vonatkozóan, hogy a sportolók számára kevés idő áll rendelkezésre két terhelés között a restitúcióra. Amennyiben nincs elegendő idő a regenerációra két verseny között, az jelentős sportteljesítmény romláshoz vezethet, ezenkívül fenn áll a veszélye annak, hogy sportsérülés alakul ki (von Stengel et al., 2018). Függetlenül attól, hogy BEMER valós/placebo kezelésben részesültek vizsgálati személyeink, a második terhelés során a pulzusszám szignifikánsan magasabb volt az első terheléshez viszonyítva, tehát célszerű lehet vizsgálni a regenerációs folyamatok gyorsítását két időben közel álló fizikai terhelés között.

Jelen kutatásunkban az volt a hipotézisünk, hogy a BEMER javítja a mikrokeringést és ennek következtében pulzusszám gyorsabban helyre állhat, így két egymást rövid időn belül követő terhelés során kisebb teljesítmény csökkenés várható. Ezenkívül azt szerettük volna

eredményeinkkel igazolni, hogy a tejsav eliminációt pozitívan befolyásolja a BEMER, ezáltal második terhelés alkalmával enyhébb mértékű teljesítményromlás tapasztalható.

Az első hipotézisünk nem igazolódott. A második terhelés során mért pulzusszám átlagai, ezenkívül az azt követő első és ötödik percben vizsgált szívfrekvencia értékek esetében nem tapasztaltunk szignifikáns változást a BEMER-rel kezelték és placebo csoport között. A szívfrekvencia variabilitás esetében sem tapasztaltunk szignifikáns eltéréseket a 2 kezelés között. A korábbi tanulmányokkal eredményeink nem egyeznek. A BEMER 3000 készülék befolyásolta Conconi teszt mérése során a pulzusszám emelkedést, ezáltal az anaerob átmenet is eltolódott (Malomsoki and Babindák, 2006). A legújabb BEMER készülék, a pulzusszámot, a maximális szívfrekvenciát pozitívan befolyásolta magaslati edzőtábor során (Tamulevicius et al., 2021).

Eredményeink alapján a BEMER terápia nem befolyásolta szignifikánsan vizsgálati személyeink tejsav eliminációját a második terhelést követően. A magneto-stimuláció (Viofor JPS) készülékkel kezelt sportolóknál kimutatták, hogy a tejsav eliminációt, így a restitúciót gyorsította a készülék (Dobos et al., 2007). Ezenkívül korábbi tanulmányok bizonyították, hogy a BEMER 3000 csökkentette a lactacidózist (Malomsoki and Babindák, 2006).

RPE (6-20) skálán megadott fáradtság érzetet nem befolyásolta szignifikánsan a terápia. A Borg-skálát gyakran használják fiziológiai vizsgálatoknál, mivel a mért adatokon kívül képet adhat arról, hogy a sportoló hogyan érezte magát a terhelés alatt. A megadott számszerűsített értékek korrelálhatnak a laktát értékekkel, pulzusszámmal (Borresen and Lambert, 2009).

A test fő alkotórésze a víz, a teljes testvíz két nagy külön térben oszlik el, intracelluláris és extracelluláris részben (Lorenzo et al., 2019). Sportolók hidratáltsági állapotának nyomon követésére célszerű az ICW és ECW alakulásának vizsgálata (Silva et al., 2014). Eredményeink szerint a BEMER valós kezelésben részesült csoport ICW és ECW tér értékei, nem mutattak szignifikáns különbséget. Sportolóink ICW, ECW értékei terhelések előtt és után normál tartományba estek eredményeink alapján, ebből azt a következtetést vontuk le, hogy sportteljesítményük javulását nem befolyásolta hidratáltsági állapotuk.

Összességében a mért paraméterek az edzettségi állapot mutatói lehetnek, mivel a pulzusszám változása annak alkalmazkodása nagyban befolyásolja a sportoló eredményességét. A tejsav gyorsabb eliminációja a jobb regenerációs képesség mutatója lehet (Yang et al., 2020). A Borg-skála (6-20) a sportolók fáradtság érzetéről ad visszajelzést (Borg, 1982). Ennek tükrében, egy BEMER kezelés nem befolyásolja a sportteljesítményt.

Úgy gondoljuk eredményeink alapján, hogy a szívfrekvenciát, szívfrekvencia variabilitást, laktát értékek alakulását, Borg-skálán adott fáradtság érzet értékeit azért nem befolyásolta a BEMER, mert egyszeri kezelésben részesültek alanyaink. Korábbi tanulmányok szerint a BEMER pozitívan befolyásolta a lactacidózis, Conconi alapján meghatározott anaerob átmenet jobb változást mutatott (Malomsoki and Babindák, 2006), ezenkívül a pulzusszám esetében is pozitív változásokat mutatott (Tamulevicius et al., 2021). Ezen mérések alatt a vizsgálati személyeket hosszabb időn keresztül, illetve több kezelést kapva vizsgálták. Ezt a következtetésünket alapozza meg Pan és munkatársainak (2013) vizsgálata, ami szerint patkányokat 28 napig PEMF terápiával kezeltek és a 7. napon mért értékek nem mutattak szignifikanciát, ellenben a 14. és 28. napon mért eredmények már igen.

A BEMER kezelési kézikönyve szerint különböző intenzitású programokra egyénenként más lehet a fiziológiai válasz. Kutatásunk során vizsgálati személyeink 16 μ T intenzitású kezelésben részesültek a matrac kezelőegységen (B. Body Professional), 36 μ T a legmagasabb érték, amelyet alkalmazni lehet. Az ajánlásban azt is kiemeli a könyv, hogy kis intenzitással kezdjük a kezelési programot és több kezelést követően lehet azt emelni (Bemer group.).

Célszerű lehet a továbbiakban hatásvizsgálatot folytatnunk, és megvizsgálnunk a BEMER hatását hosszabb távon. Ezenkívül úgy véljük, további paraméterek bevonása lenne célszerű következő méréseinkhez. *Biceps brachii*-ban jelentkező késleltetett izomfájdalom (DOMS) csökkentésében hatékony kezelésnek bizonyult a PEMF (Jeon et al., 2015).

Limitáció

Vizsgálatunkban sportolóink abszolút terhelést hajtottak végre, célszerű lehet relatív terhelést végezteni velük. Vizsgálati személyeink sárkányhajó sportolók, hasonló edzettségi állapottal rendelkeznek, minden egyénnek ugyanazt a terhelést kellett elvégezni. A jövőben célszerű lehet specifikus terhelés során nézni a változást és kajak-ergométeren vizsgálni teljesítményüket. Ezen felül további méréseinkbe több vizsgálati személyt szeretnénk bevonni, mivel alacsony volt az elemszámunk.

Összefoglalás

Sportolók, sportszakemberek, kutatók keresték és keresik azokat a lehetőségeket, melyek alternatívát nyújthatnak a teljesítmény fokozására (Pucsok, 2006). Jelen kutatással mi is ezt a régóta fennálló folyamatot szeretnénk volna előmozdítani. A pulzáló elektromágneses eszközökkel, annak hatásaival a 20. században jelentősen kezdett foglalkozni a tudomány (Markov, 2007). A BEMER, elektromágneses stimuláló eszköz, egyedi jelkonfigurációjának köszönhetően képes a mikroerekben lévő vazomóciót befolyásolni és ezáltal egy jobb vérkeringés jöhet létre (Bemer Medicintechnika, 2013). Korábbi tanulmányok szerint, a BEMER 3000 készülék, amely a gyártó egy korábbi fejlesztése, a Conconi teszt alukálását, a vérben lévő tejsavvátozását befolyásolta (Malomsoki and Babindák, 2006). A legújabb BEMER készülék a VT értékeiben, a pulzusszám és a maximális szívfrekvencia változásában mutatott szignifikáns különbségeket (Tamulevicius et al., 2021). Ezen kutatások alapján úgy gondoltuk célszerű lehet egy alternatív készülék alkalmazása az edzettségi állapot javítására. Célul tűztük ki, hogy megállapítsuk 2 terhelés közötti BEMER használat HR, HRV, tejsav, Borg skála (6-20) értékeit vizsgálva, hatással lehet-e a sportteljesítményre? Eredményeink alapján, arra a következtetésre jutottunk, hogy egy BEMER kezelés nem okozott változást a fiziológiai paraméterekben. Így kimondhatjuk, hogy egy BEMER kezelés nem elegendő az edzettségi állapot javítására, nem befolyásolja a sportteljesítményt. A korábbi tanulmányokkal ellenkező eredményeket kapva így arra a következtetésre jutottunk, hogy célszerű lehet egy hosszabb protokoll kidolgozása, amely során hatásvizsgálatot végzünk és akár magasabb intenzitású kezelést alkalmazunk.

Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni témavezetőimnek a rengeteg segítséget, amelyet a metodika kidolgozásában, a mérések lebonyolításában, adatok kiértékelésében nyújtottak. Mérések során 4 tanár segítette munkám, de sajnos témavezetőmnek, csak 3 embert választhattam. Hálás vagyok tanáromnak, hogy ennek ellenére is számíthattam rá. Külön köszönöm mindazon már kutató munkát végzett hallgatótársamnak a segítséget, akik felé bármikor fordulhattam kérdéseimmel bizalommal. Ezenkívül szeretném megköszönni ismerősömnek a BEMER készülék biztosítását és szakmai segítségét az eszköz használatában. Legvégül, de nem utolsó sorban szeretném megköszönni csapattársaimnak, akik vizsgálati személyként részt vettek méréseinken.

Irodalomjegyzék

- Balogh L., Molnár A., Jenei Zoltán, N. Z., & Ráthonyi Gergely, Szilágyi Róbert, B. P. (2015). *Bevezetés a sportdiagnosztikába.*
- Bemer, G. (n.d.). *bemer-set classic / pro :: User Manual.*
- Bemer Medicintechnika. (2013). *BEMER orvosi esetismertetések II. kiadás: 2013 orvosi esetismertetések/tanulmányok.*
- Bohn, W. (2013). The technological development history and current significance of the “physical BEMER® vascular therapy” in medicine. *Journal of Complementary and Integrative Medicine*, 10(Suppl). <https://doi.org/10.1515/jcim-2013-0036>
- Borg, G. a. v. (1982). *Psychophysical_bases_of_perceived_exertion.12.pdf.*
- Borresen, J., & Lambert, M. I. (2009). The Quantification of Training Load , Effect on Performance. *Sports Medicine*, 39(9), 779–795.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19691366>
- Cairns, S. P. (2006). *Lactic Acid and Exercise Performance Culprit or Friend ?* 36(4), 279–291.
- Dobos J. Györe I., Szűcs. A. (2007). Magnetostimulation by vior for jps and restitution after loading. *Magyar Sporttudományi Szemle.*
- Gyulai, F., Rába, K., Baranyai, I., Berkes, E., & Bender, T. (2015). BEMER therapy combined with physiotherapy in patients with musculoskeletal diseases: A randomised, controlled double blind follow-up pilot study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/245742>
- Horváth, A., & Györi, F. (2019). *Sportágsspecifikus felmérési módszerek jelentősége kajaksportolók aerob és anaerob terhelési zónájának kialakításában Sports Geography View project Regional geography View project.*
<https://www.researchgate.net/publication/350055554>
- Jeon, H. S., Kang, S. Y., Park, J. H., & Lee, H. S. (2015). Effects of pulsed electromagnetic field therapy on delayed-onset muscle soreness in biceps brachii. *Physical Therapy in Sport*, 16(1), 34–39. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2014.02.006>
- Klopp, R. C., Niemer, W., & Schmidt, W. (2013). Effects of various physical treatment

- methods on arteriolar vasomotion and microhemodynamic functional characteristics in case of deficient regulation of organ blood flow. Results of a placebo-controlled, double-blind study. *Journal of Complementary and Integrative Medicine*, 10(Suppl).
<https://doi.org/10.1515/jcim-2013-0035>
- Kóródi Gy. (2016). *A védelmi szektorban szolgálók extrém fizikai terhelés utáni regenerációjának javítása mágnessterápiával.*
- Lorenzo, I., Serra-Prat, M., & Carlos Yébenes, J. (2019). The role of water homeostasis in muscle function and frailty: A review. *Nutrients*, 11(8), 1–15.
<https://doi.org/10.3390/nu11081857>
- Malomsoki J., Babindák. E. (2006). Mágneses kezelés hatása a sportolók teljesítőképességére és egyes teljesítmény-élettani mutatóira. *Sportorvosi Szemle*.
- Markov, M. S. (2007). *Pulsed electromagnetic field therapy history, state of the art and future*. www.curatron.com
- Oláh T. (2000). *Labor és pályavizsgálatok bemutatása, eredményeinek felhasználása a kajak-kenu sportágban*. www.kenuzz.hu
- Pan, Y., Dong, Y., Hou, W., Ji, Z., Zhi, K., Yin, Z., Wen, H., & Chen, Y. (2013). Effects of PEMF on microcirculation and angiogenesis in a model of acute hindlimb ischemia in diabetic rats. *Bioelectromagnetics*, 34(3), 180–188. <https://doi.org/10.1002/bem.21755>
- Panagopoulos, D. J., Karabarbounis, A., & Margaritis, L. H. (2002). *Mechanism for action of electromagnetic fields on cells*. www.academicpress.com
- Pham, T., Lau, Z. J., Chen, S. H. A., & Makowski, D. (2021). Heart rate variability in psychology: A review of hrv indices and an analysis tutorial. *Sensors*, 21(12), 1–20.
<https://doi.org/10.3390/s21123998>
- Piatkowski, J., Kern, S., & Ziemssen, T. (2009). *Effect of BEMER Magnetic Field Therapy on the Level of Fatigue in Patients with Multiple Sclerosis: A Randomized, Double-Blind Controlled Trial*.
- Plews, D. J., Laursen, P. B., Stanley, J., Kilding, A. E., & Buchheit, M. (2013). Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: Opening the door to effective monitoring. *Sports Medicine*, 43(9), 773–781. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0071-8>

- Pucsok J. (2006). *Teljesítményfokozás, dopping és sport*.
- Rikk J. (2015). *A magnetoterápia alkalmazásának lehetőségei a Magyar Honvédség hivatásos állománya életminőség -javításában Doktori (PhD) Értekezés Témavezető : Dr habil Kóródi Gyula PhD*.
- Silva, A. M., Matias, C. N., Santos, D. A., Rocha, P. M., Minderico, C. S., & Sardinha, L. B. (2014). Increases in intracellular water explain strength and power improvements over a season. *International Journal of Sports Medicine*, 35(13), 1101–1105.
<https://doi.org/10.1055/s-0034-1371839>
- Tamulevicius, N., Wadhi, T., Oviedo, G. R., Anand, A. S., Tien, J. J., Houston, F., & Vlahov, E. (2021). Effects of acute low-frequency pulsed electromagnetic field therapy on aerobic performance during a preseason training camp: A pilot study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(14).
<https://doi.org/10.3390/ijerph18147691>
- von Stengel, S., Teschler, M., Weissenfels, A., Willert, S., & Kemmler, W. (2018). Effect of deep oscillation as a recovery method after fatiguing soccer training: A randomized cross-over study. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 16(3), 112–117.
<https://doi.org/10.1016/j.jesf.2018.10.004>
- Wade, B. (2013). A Review of Pulsed Electromagnetic Field (PEMF) Mechanisms at a Cellular Level: A Rationale for Clinical Use. *American Journal of Health Research*, 1(3), 51. <https://doi.org/10.11648/j.ajhr.20130103.13>
- Yang, W. H., Park, H., Grau, M., & Heine, O. (2020). Decreased blood glucose and lactate: Is a useful indicator of recovery ability in athletes? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(15), 1–16. <https://doi.org/10.3390/ijerph17155470>
- Zavorsky, G. S. (2000). Evidence and possible mechanisms of altered maximum heart rate with endurance training and tapering. *Sports Medicine*, 29(1), 13–26.
<https://doi.org/10.2165/00007256-200029010-00002>