

Teljes testes elektromos izomstimuláció pro és kontra

ÁTTEKINTŐ KÖZLEMÉNY

KONCSEK KRISZTINA¹, KELEMEN-JÓZSA ANETT², PÓSA GABRIELLA³, GYURIS LÁSZLÓ³, NAGY EDIT PhD³

(1) gyógytornász, független szerző (2) gyógytornász, független szerző, fizioterápia MSc hallgató SZTE ETSZK

(3) Szegedi Tudományegyetem, ETSZK Fizioterápiás Tanszék

ABSZTRAKT

Háttér: Háttér: Elektromos izomstimuláció során, exogén elektromos inger segítségével hozunk létre izomkontrakciót elsődlegesen a harántcsíkolt vázizomzatban, meghatározott paraméterű elektromos áramot használva. A teljes testes elektromos izomstimuláció egy újszerű módszer, mely során egyszerre, a test nagyobb felületen izomcsoportjain elhelyezett elektródák segítségével hozhatunk létre izom-összehúzóást az izmok aktív kontrakciójával kiegészítve. Ellentétben a lokális elektromos izomstimuláció bizonyított hatékonyságával, a teljes testes elektromos izomstimuláció kevésbé vizsgált terület.

Cél: Célunk ezen újszerű módszer bemutatása a rendelkezésre álló evidenciák tükrében: feltérképezni a teljes testes elektromos izomstimuláció élettani hatásait, szakirodalmi adatokkal igazolni hatékonyságát.

Anyag és módszer: Különböző adatbázisokból kerestük a „whole body electromyostimulation/whole body electrostimulation / WB MS / WB EMS” keresőszavak alapján cikkeket 2017. június 30-ig publikálva.

Eredmények: A rendelkezésre álló tanulmányok alapján elmondhatjuk, hogy a teljes testes elektromos izomstimuláció rövidebb vagy hosszabb tréningperiódus esetén is kedvezően hat a testösszetételre, az izomerőre és javítja az izomzat hatékony működését, valamint kis mértékben, de befolyásolja a csonttömeget, az energiefelhasználást és segít az anyagcsere szinten tartásában. A tanulmányok azt mutatják, hogy a pozitív hatások inaktív és aktív egyének esetében is megfigyelhetőek voltak, mint ahogyan a kor sem befolyásolta a kedvező hatásokat. A tréning intenzív volta miatt óvatos, fokozatos hozzászoktatás javasolt.

Limitációk: A területet még viszonylag kevés szerző vizsgálta. Az eddigi evidenciákra alapulóan számos kérdés még nyitott, ezekre hívja fel a figyelmet az áttekintés.

Konklúziók: Számos megválaszolandó kérdés merült fel a teljes testes elektromos izomstimulációs tréninggel összefüggésben, amelyek megválaszolásához elengedhetetlen a módszer további vizsgálata. Összességében elmondható, hogy a teljes testes elektromos izomstimulációs módszer megoldást jelenthet, idő-hatékony módon, a gyengült izomzatot támogatva, az időskorú populációtól a versenysportot űzőkig, céltól függően a kondíció javítására.

Kulcsszavak: teljes testes elektrostimuláció, terápia

WHOLE BODY ELECTROMYOSTIMULATION PRO AND CONTRA

ABSTRACT

Background: During electromyostimulation (EMS) exogenous electrical current with specified parameters forces to contract the skeletal muscles primarily. A novel training technology, called whole-body electromyostimulation (WB EMS), may simultaneously stimulates several regions and muscle groups of the body with up to 2.800 cm² electrode area, combined with active muscle contractions. While local EMS application has evidence based effect, the WB EMS needs more scientific evidence.

Objective: Our aim is to present this novel method in the light of available evidences: to enlighten the WB EMS physiological and therapeutic effects.

Method: We searched articles published until 30th June 2017, in Pubmed and Cochrane Library databases, using whole body electrostimulation / WB MS / WB EMS keywords.

Limitations: This topic is not frequently researched. There are several questions concerning this training which need further investigation.

Conclusions: Based on the discussed literature, the WB EMS during both shorter and longer training periods positively influence body composition, muscle strength, improve the efficacy of the muscle function and in less extent, but influence the bone mass as well the energy consumption and metabolic balance. The positive effects were present in both active and inactive subject groups. Although due to the intensive nature of this training, careful and gradual introduction of the training method is essential. But in general, WB EMS provide a time-effective training method for weak musculature from elite sport persons to inactive elderly population.

Keywords: whole body electrostimulation, therapy

BEVEZETÉS

Elektromos izomstimuláció (EMS) során, exogén elektromos inger segítségével hozunk létre izomkontrakciót elsődlegesen a harántcsíkolt vázizomzatban. Meghatározott paraméterű (frekvencia, impulzusforma, -tartam, intenzitás stb.) elektromos áramot használunk, melyet napjainkban egyre modernebb készülékek állítanak elő (1).

A teljes testes elektromos izomstimuláció (whole body electromyostimulation: WBEMS) újszerű módszer, mely során egyszerre, a test nagyobb, felületes izomcsoportjain elhelyezett elektródák segítségével hozhatunk létre izom-szehúzódást.

Az EMS a rehabilitációban régóta ismert terápiás lehetőség. Leggyakrabban perifériás idegsérülést követő vagy inaktivitásból adódó izomatrófia esetén használható egy-egy izom vagy izomcsoport esetében. A használt áram paramétereitől függően van lehetőség mind a gyors, mind a lassú rángású rostok tréningezésére. Ép beidegzéssel, normál vagy gyengült izomerővel rendelkező izmok esetén az EMS használható az izomerő növelése, az izom(erő)állóképesség növelése, inaktivitási (például műtéteket követően) atrófia megelőzésére, izomkontroll „újratanulására”, ízületi, lágyrész-mobilizációra és mozgásterjedelem-növelésre (2).

Szemben a lokális EMS bizonyított hatékonyságával, a WBEMS kevésbé vizsgált terület. Ez utóbbi az újszerűbb és továbbfejlesztett változata a lokálisan, 1-1 izomcsoport esetében használt EMS készülékeknek és tréningmódszereknek.

A cikk célkitűzése volt ezen újszerű módszert (WBEMS) bemutatni a rendelkezésre álló szakirodalom tükrében.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A cikk fókuszában a módszer bemutatásán túl a WBEMS élettani hatásai, szakirodalmi adatokkal igazolt hatékonysága, illetve a pro és kontra bizonyítékok állnak. A PubMed és Cochrane Library adatbázisokban a whole body electric muscle stimulation, WB EMS, whole body muscle stimulation, WB MS kulcsszavakkal kerestünk releváns, 2017. júni- us 30-ig megjelent publikációkat.

EREDMÉNYEK

Elektromos izomstimuláció hatásának összegzése

Számos publikáció született EMS-témában, melyek közül 200 eredményét Filipovic és mtsai összegezték. Főként edzett sportolókon végzett kutatásokat gyűjtöttek egybe, és az eredményeket áttekintve arra a következtetésre jutottak, hogy az EMS (normál izomműködés esetén is) hatékony eszköz a fizikai teljesítmény javítására. Átlagosan 3-6 hetes stimulációs periódust követően is szignifikáns változás tapasztalható maximális izomerőben (izometriás, excentrikus, koncentrikusban is), gyorsaságban, robbanékonyságban (különböző ugrások sebessége, magassága), teljesítményben. Az elemzés rávilágít arra, hogy a magas szinten edzett sportolók esetében is jelentős teljesítménybeli változást sikerül elérni a technológia alkalmazásával, így mindenképpen javasolják az edzéstervezésben használ-

ni. Külön kiemelik, az „időhatékonyságot”. Rövid, rövidebb idő alatt, kevesebb tréningre fordított idővel sikerült a fenti eredményeket elérni (3).

Ezt más szerzők is megerősítik, akik 1-1 izom stimulálása esetén szintén egy relatíve rövid periódus, 3-6 hét alatt, 10-25% -os izomerő-növekedést értek el (4,5).

Teljes testes elektromos izomstimuláció hatása, alkalmazási lehetőségei

A WB EMS alkalmazása során a speciális ruházatba belevarrt kb. 2800 cm²-es összfelületű elektródákon keresztül jut az elektromos áram benedvesített pamut aláöltözetben keresztül az izomszövetekhez. A legújabb WB EMS készülékek egyszerre hoznak működésbe 10-18 régiót, az ott található nagyobb izomcsoportokat (felső végtag – felkar, mellkas – pectoralis izomzat, has, törzs felső része, törzs középső része, ágyéki gerincszakasz, fenék – farizomzat, alsóvégtag – comb és lábszár). Egy hazai technológia saját fejlesztése, hogy az elektromos áram paramétereit tetszőlegesen beállíthatók, változtatható az áram frekvenciája, az impulzus formája, időtartama, a felvételi idő és a szünet idő is, minden csatorna intenzitása külön állítható. A WBEMS kombinálható aktív gyakorlatokkal is.

Az általunk tanulmányozott WBEMS készülék (E – fit™ Advanced EMS Technology) gyártói tájékoztatójában, az elektroterápiában jól ismert kontraindikációkon túl (1. táblázat) az alábbi ellenjavallatok kapnak még helyet:

- szív- és koronária-megbetegedések;
- terhesség;
- ismert epilepszia;
- vérzésveszély, csonttörés veszély;
- sérülés a bőrfelületen, úgymint: sebek, fekélyek, égési sérülések, ekcéma;
- gyomor, epe, máj megbetegedés.

A WBEMS végzésre vonatkozó gyártói ajánlás a heti 2 × 20 perc fokozatosan növekvő időben és intenzitásban jelenik meg.

Az általunk felhasznált tanulmányok többsége bipoláris tréning protokoll szerint: 20 perc, 85 HZ, 350 µs, 6 (4) s impulzusidő és 4 (6) s szünetidő alkalmazta a WBEMS-t, heti 1-2 alkalommal.

Csontsűrűségre kifejtett hatások

Egy 70 év feletti nőket vizsgáló tanulmányban, 54 hetes WBEMS programot követően, kontrollcsoporttal (hetente 60 perc testmozgás) összevetve azt tapasztalták, hogy ugyan a denszontra vonatkozó vizsgálati értékek (Bone Mineral Density, BMD) mindkét csoportban csökkentek, az ágyéki gerincszakaszon mért BMD a WB EMS csoportnál nőtt, míg a kontrollcsoport (CG) esetében ez is csökkenést mutatott (WB EMS +0,6 +- 2,4%, CG -0.6+- 2,5%) (7).

Testösszetételre kifejtett hatások

A legelső tanulmányok egyike, legalább hároméves rendszeres fizikai aktivitást végző nőket (átlag életkor 64 év) vizs-

Terhesség

(a lumbalis, sacralis gerincszakasz, a medence és a has területére nem helyezünk fel kezelést, az ezen kívül eső területeken nincs ismert káros mellékhatása az elektroterápiás kezeléseknél)

Nem kooperáló beteg

(ahol a beteggel nem tudunk kapcsolatot teremteni vagy nem érti meg a kezeléssel kapcsolatos instrukciókat minden esetben abszolút ellenjavallt az elektroterápiás kezelése elvégzése)

„Szóródásveszély”

(a legtöbb terápiás forma jelentős keringés- és anyagcsere-fokozódással jár együtt, mely eredményezheti lokális partikulumok elszállítódását más területekre, e miatt kontraindikációt képeznek a malignus tumor, trombózis, TBC-s és osteomyelitises góccok felett elhelyezett kezelése; a malignus tumor esetében fontos még, hogy a várható, gyakori metasztázisok felett, közelében se végezzünk elektroterápiás kezelést)

Láz, akut infekció

**Nem végzünk kezelést: fémimplantátum, aktív fémimplantátum felett* ;
nem vezetjük „keresztül az áramot” a szemek, herék, szív területén.**

Sérült, gyulladt bőrterület, lokális visszérgyulladás**1. táblázat | Az elektroterápiát általános kontraindikációi (Koncsek, 2015) (6)**

* Az elektromos áram paramétereitől függően vannak olyan lehetőségek, ahol nem aktív fémimplantátum esetén is végezhető kezelés.

gált egy 14 hetes WBEMS tréning előtt, illetve után. A kontrollcsoporttal (heti 4 alkalommal tréningeztek) és a kiindulási adatokkal összevetve szignifikánsan pozitív változást tapasztaltak a csípő- és a derékkörfogat, a testsúly és a bőrredők (WB EMS – 8,6% CG +1,4%) vastagságában (8). Hasonlóan pozitív eredményeket közöltek, idős (75+/-4 év) korábban nem sportoló nők (23 fő) 54 hetes (3 tréning /2 hét) tréningjének hatásairól. Szignifikáns változást tapasztaltak a végtagok izomtömegében, a viscerális zsírtömegben a hasonló paraméterű kontrollcsoporttal (hetente 60 perc tréning, hasonló gyakorlatokkal) összevetve, ahol a hasi zsírtömeg még növekedést is mutatott az egy év alatt (9).

Metabolikus szindrómában szenvedő férfiak (átlagéletkor 65 év; 14 fő; kontrollcsoport szintén) 14 hetes WBEMS tréningjével kapcsolatosan is hasonlóan jó eredmények születtek. Összevetve a kontrollcsoporttal, akik vibrációs tréningen vettek részt, a 14. hét végére, szignifikánsan jobb eredményeket kaptak az abdominális zsírtömeg, a teljes testzsír és az izomtömeg esetében is (9,10).

70 év feletti kardio-metabolikus szindrómában küzdő nőkre koncentrálna azt találták, hogy az WBEMS-t használó csoport (akár plusz fehérjebevitellel, akár anélkül) a kontrollcsoporttal (tréning nélküli) szemben szignifikánsan jobb eredményeket ért el a MetS értékek tekintetében. A 26 héten át tartó kutatás eredményei alapján a munkacsoport alkalmasnak tartja a WBEMS-t a kardio-metabolikus szindróma csökkentésére (7).

Egy friss tanulmányban pedig 70 év feletti nőket vizsgálva, 54 hetes WBEMS programot követően, kontroll csoporttal (hetente 60 perc testmozgás az ajánlások szerint) összevetve

azt tapasztalták, hogy a zsírmentes testtömeg (lean body mass) szignifikáns növekedést mutatott, azaz a WBEMS csoport izomtömege nőtt a tréningeket követően. A kontroll csoport esetében, egy év alatt csökkent a zsírmentes testtömeg, ami izomtömeg veszteségre utalhat (11, 12).

Izomerőre kifejtett hatások

Még mindig a 70 év feletti nőket vizsgálva, 54 hetes WBEMS programot követően, kontrollcsoporttal (hetente 60 perc testmozgás az ajánlások szerint) összevetve azt tapasztalták, hogy szignifikánsan nőtt a kéz szorítóereje, mely értéke szoros összefüggést mutat az általános fitness állapotával (12).

Fiatal (24+/-4 év), hivatásos futballistákat (10 fő) is tréningeztek a WBEMS módszerrel. 14 héten át hetente kétszer majd a 18. hétig hetente egyszer, végeztek guggolásból felugrásokat elektromos stimulációval egybekötve. A kontrollcsoport (5 fő), ugyanezen gyakorlatokat hajtotta végre WBEMS nélkül. Lábtoló gépen vizsgálták az egyméltéses maximális izomerőt (1 RM), az első nap, a 4., 18. héten. A WBEMS módszerrel tréningezők esetében az összes mérés során szignifikáns növekedést tapasztaltak kiindulási állapothoz képest, valamint a kontrollcsoporthoz képest is, akiknél nem volt változás a tréning során az 1 RM értékében (3).

Egy évvel később, szintén profi focistáknál a maximális erőfejlesztés vizsgálatára is sor került. Az erőfejlesztés, a sprint és a rúgás fejlesztésre használták WBEMS tréninget kiegészítő edzéseként, 14 héten keresztül. Szignifikánsan javult a WBEMS-t használók körében a maximális erő kifejtés (1 RM) a kontrollcsoporttal szemben, akik hagyomá-

nyos ugró edzéseken vettek részt. Kiemelték, hogy magasan képzett atléták számára a WBEMS alkalmas módszer kiegészítő edzésformaként (13). A fentebb említett munkacsoport arról számolt be, hogy mind a korábban rendszeres testmozgást végző, mind az inaktív résztvevők esetében, a rövid (14 hetes) és a hosszabb időtartamú (54 hetes) tréning hatására is szignifikáns izomerő növekedés figyelhető meg, az alsóvégtag (av) és a törzs izomzat esetén. A14 hetes tréning eredményeként a WB EMS csoportban az izomerő a törzsön + 9,9%, az av-on +9,6%-os javulást mutatott; míg a kontroll csoportban negatív változásokat írtak le. (CG törzs -6,4% av: -4,5 %) (8, 9, 10).

Egyéb paraméterekre gyakorolt hatások

Korábban már említett kutatásában (fiatal futballjátékosok) speciális laborparaméterekkel (vörös vértest deformálódási képességre mutató értékek) határozták meg az izomszövetben történő oxigénleadást, melynek emelkedett értéke az izommunka hatékonyságát növeli, javítja a fizika teljesítményt. Szignifikánsan jobb értéket tapasztaltak a WBEMS csoport esetében, azonban ez a pozitív változás csak a hetente kétszer végzett tréning ideje alatt volt megfigyelhető (14).

Egy másik tanulmány legalább 3 éves rendszeres fizikai aktivitást végző nőket (átlagéletkor 64) vizsgált 14 hetes WBEMS tréning előtt, illetve után. A nyugalmi anyagcsere mértéke állandó maradt a WBEMS csoport esetében, a kontrollcsoportnál pedig szignifikáns csökkenést tapasztaltak (8).

A WBEMS energiafelhasználásra gyakorolt, prompt hatását fiatal, sportoló férfiakon (19 fő, 20–40 év között) vizsgálták. A résztvevők ugyanazon gyakorlatokat WBEMS nélkül végezve szignifikánsan kevesebb energiát használtak fel, mint WBEMS-sel. A BORG szubjektív skálán meghatározott nehézségi szint is ezt támasztotta alá. Hozzá kell tennünk azonban, hogy a különbség mértékével nem voltak elégedettek a tanulmány készítői (15).

A BORG-skálát, mint szubjektív értékelést, számos tanulmány említi, többen ez alapján határozzák meg a WBEMS intenzitását (12, 13, 16).

Egy spanyol kutató az energiamennyiség felhasználást (kcal/min) vizsgálta, a WBEMS-t összehasonlítva más fizikai aktivitásokkal (vibrációs tréning, spinning, ellipszis tréner, falmászás, zumba, tabletedzés, crossfit). 20 perc alatt 17%-kal több energiát használtak fel az WBEMS-t használók, mint a más sportot űzők (17).

Mások vérgázanalízissel és speciális gyakorlatokkal hasonlították össze a saját testsúlyos köredzést és a WBEMS-sel. Utóbbinál nagyobb oxigén-felhasználást és 4%-kal nagyobb energiafelhasználást állapítottak meg, így erőteljes fizikai aktivitásnak minősítették a WBEMS-t, ami a kutatók szerint alkalmas alternatív tréning módszer a mozogni vágyók számára (18).

Vizsgált negatív hatások

Több tanulmány született már, melyben potenciális veszélyhelyzetre hívják fel figyelmünket. Egy friss tanulmányban

a WBEMS tréning kreatinkináz-szintre kifejtett hatását vizsgálták. Az első tréningalkalmakat követően igen magas szintet detektáltak (28.545 ± 33.611 IU/l), mely a 10. hét végére, a normál szintre csökkent (19).

Egy az előbbihez hasonló 10 héten át tartó tanulmány szintén erre az eredményekre jutott, bár a szerzők hangsúlyozzák, hogy nem tartják az egészségre károsnak ezt a fajta edzésformát (16).

A fociistákkal végzett kutatásában is kiemelik a kezdeti magas kreatinkináz-értéket, amely a tréning közepéig (7 hétig) volt magas és a végére (14. hétre) lecsökkent mind az edzés előtti, mind a 24 órával edzés után mért érték (13).

Éppen ezért mindenképpen óvatosságot követve javasolják a tréninget kezdeni, bevezetni. Egy friss tanulmányban, ennek érdekében kidolgoztak egy irányelvet, amelynek betartásával elkerülhető a harántcsíkolt izom sérülései. Az irányelvek szerint alkalmazva a WBEMS tréninget, nagyobb biztonsággal és jobb hatékonysággal érhető el a pozitív hatás (20).

A fentebb említett kreatinkináz-szintet több kutatás is vizsgálta (13, 14, 16, 19) mert hosszú távon, magas értéke esetén harántcsíkolt izomkárosodáshoz – rhabdomyolysishez – vagy akár vesekárosodáshoz vezethet. Egyik tanulmány sem igazolta a WBEMS hatását az említett betegség kialakulásában, viszont a magas kreatinkináz-szintet rizikótényezőként említik meg. Mások, egyebek mellett, drágának tartják a módszert és csak emiatt nem javasolják ezt az edzésformát (21).

Egyes szerzők kifejtették, hogy még mindig kevés tanulmány áll rendelkezésünkre a WBEMS hatékonyságát illetően. A jelenleg elérhető szakirodalmak alapján, ők nem tartják alkalmasnak ezt a módszert erőnléti edzésként. Kifogásolták, hogy nincs elég tudományos bizonyítékkal alátámasztva, hogy ezzel a módszerrel gyorsabb lenne a zsírégetés vagy a cellulitisz esetében jótékony hatással lenne. Kiemelték viszont a módszer hatékony energiafelhasználását (22).

MEGBESZÉLÉS

A rendelkezésre álló, egyelőre szerény számú tanulmány alapján elmondhatjuk, hogy a teljes testes elektrostimuláció (WBEMS) rövidebb vagy hosszabb tréningperiódus esetén is: kedvezően hat a testösszetételre (zsírtömeg csökken, izomtömeg nő); az izomerőre (elsősorban a törzs és az alsóvégtagot vizsgálva); javítja az izomzat hatékony működését; kismértékben, de befolyásolja a csonttömeget, az energiafelhasználást és segít az anyagcsere szinten tartásában.

Joggal merült fel bennünk a gondolat, hogy inaktív, nem edzett egyének esetében is várható a teljesítmény növekedése már rövid használati időt követően.

A tanulmányok azt mutatják, hogy a pozitív hatások inaktív és aktív egyének esetében is megfigyelhetőek voltak, mint ahogyan a kor sem befolyásolta a kedvező hatásokat. A tréning intenzív volta miatt az óvatos, fokozatos hozzászoktatás javasolt.

Kritikaként meg kell említenünk és tisztában kell lennünk vele, hogy a külső inger segítségével létrehozott izomstimuláció élettani mechanizmusában eltér, az endogén, fiziológias izomkontrakciótól (2). Azonban, a WB EMS kifejezetten azokban az esetekben ajánlható, ahol az egyén nem eléggé motivált vagy pedig nem képes a maximális izomerő kivitelezésére (23).

Jól ismert, hogy a vázizomzat plasztikus szövet, melyben az elektromos stimuláció változásokat hozhat létre a metabolikus enzimekben és a kontraktilis fehérje gének expressziójában, melynek eredményeként a gyors rángású rostok a lassú rángású rosttípus irányába tolódnak el az izomplaszticitás következtében (24). Erről a rosttípus-átalakulásról nem találtunk irodalmat a WBEMS tréninggel összefüggésben.

KONKLÚZIÓK

A módszerről eddig megjelent tanulmányok elsősorban a testösszetétel, valamint az egyes izomerők változásaira fókuszáltak. Kevésbé vagy egyáltalán nem jelent meg az egyéb funkciók (egyensúly, mobilitás), mindennapi mozgásokban esetlegesen bekövetkező változások mérése, követése. Nem

találtunk adatokat arról, hogy milyen hatással van a mindennapi életben használt képességekre, azaz hogyan hat a funkcionális mozgásokra? Az általános fittséget javítja-e? Befolyásolja-e mindennapi aktivitás mértékét? Rövid távon (6-8 hét) alkalmazva van-e mérhető hatása, labor paraméterekben detektálható-e javulás? Alkalmazható-e mint kiegészítő terápia a gyógytornászok klinikai gyakorlatában? Számos megválaszolandó kérdés merült fel a WBEMS tréninggel összefüggésben, amelyek megválaszolásához elengedhetetlen a módszer további vizsgálata.

Összegzésként tehát megfogalmazhatjuk, hogy a kontrindikációk figyelembevételével, hetente 2 × 20-25 perces tréningperiódusok, bipoláris impulzust használva (további beállítások: 85Hz, 350 µs 4sec impulzus idő és 4sec szünetidő) a leggyakrabban használt paraméterek. Ezek az értékek irányelvként is használhatók és ehhez további segítséget nyújtanak a gyártói fejlesztések is. Összességében elmondható, hogy a teljes testes elektrostimulációs (WBEMS) módszer megoldást jelenthet céltól függően a kondíció javítására, időhatékony módon, a gyengült izomzatot támogatva, az időskorú populációtól a versenysportot űzőkön át számos célcsoportban.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Koncsek K, Monek B.: Muscle stimulation and electrodiagnostics. Izomstimuláció, elektrodiagnosztika. In: Koncsek K. (szerk.): *Gyakori fizioterápiás kezelési módszerek elméleti- és gyakorlati ismeretei, klinikai alkalmazásának lehetőségei*. SZTE, Szeged, 2015.
- Robertson V, Ward A, Low J et al.: *Electrotherapy Explained. Principles and Practice*. Elsevier, 2006.
- Filipovic A, Kleindörner H, Dörmann U et al.: Electromyostimulation – a systematic review of the effects of different ems methods on selected strength parameters in trained and elite athletes. *J Strength Cond Res*. 2012, 26 (9), 2600–2614.
- Balogun J, Onilari O, Akeju O et al.: High voltage electrical stimulation in the augmentation of muscle strength: Effects of pulse frequency. *Arch Phys Med Rehabil*. 1993, 74, 910–916.
- Bircan C, Senocak O, Peker O et al.: Efficacy of activation frequency and force on low – frequency fatigues in human skeletal muscle. *Clinical Rehab*. 2002, 16, 194–199.
- Koncsek K.: Az elektroterápiáról általában, elektroterápiás kezelés alapvető ismeretei. In: Koncsek K. (szerk.): *Gyakori fizioterápiás kezelési módszerek elméleti- és gyakorlati ismeretei, klinikai alkalmazásának lehetőségei*. SZTE, Szeged, 2015.
- Stengel S, Bebenek M, Engelke K et al.: Whole-Body Electromyostimulation to Fight Osteopenia in Elderly Females: The Randomized Controlled Training and Electrostimulation Trial (TEST-III). *J Osteoporosis*. Article 2015, ID: 643520
- Kemmler W, Schliffka R, Mayhew JL et al.: Effects of whole-body electromyostimulation on resting metabolic rate, body composition, and maximum strength in postmenopausal women: the Training and ElectroStimulation Trial. *J Strength Cond Res*. 2010, 7, 1880–1887.
- Kemmler W, Stengel S.: Whole-body electromyostimulation as a means to impact muscle mass and abdominal body fat in lean, sedentary, older female adults: subanalysis of the TEST-III trial. *Clin Interv Aging*. 2013, 8, 1353–1364.
- Kemmler W, Bebenek M, Engelke K et al.: Impact of whole-body electromyostimulation on body composition in elderly women at risk for sarcopenia: the Training and ElectroStimulation Trial (TEST-III). *Age (Dord)*. 2014, 36 (1), 395–406.
- Furtado HL, Sousa N, Simão R et al.: Physical exercise and functional fitness in independently living vs institutionalized elderly women: a comparison of 60- to 79-year-old city dwellers. *Clin Interv Aging*. 2015, 10, 795–801.
- Wittmann K, Sieber C, Stengel S et al.: *Impact of whole body electromyostimulation on cardiometabolic risk factors in older women with sarcopenic obesity: the randomized controlled FORMOSA-sarcopenic obesity study*. www.dovepress.com/ by 194.38.115.153 on 14- Feb-2017.

- Filipovic A, Grau M, Kleinöder H et al.: Effects of a whole-body electrostimulation program on strength, sprinting, jumping, and kicking capacity in elite soccer players. *J Sports Sci Med*. 2016, 15, 639-648.
- Filipovic A, Kleinöder H, Plücker D et al.: Influence of Whole-Body Electrostimulation on Human Red Blood Cell Deformability. *J Strength Cond Res*. 2015, 29 (9), 2570–2578.
- Kemmler W, Von Stengel S, Schwarz J et al.: Effect of whole-body electromyostimulation on energy expenditure during exercise. *J Strength Cond Res*. 2012, 26 (1), 240–245.
- Teschler M, Weissenfels A, Fröhlich M et al.: (Very) high creatine kinase (CK) levels after Whole-Body Electromyostimulation. Are there implications for health? *Int J Clin Exp Med*. 2016, 9 (11), 22841–22850.
- De La Cámara MÁ.: Gasto energético de la electroestimulación integral: una comparación con otras actividades físicas, métodos y dispositivos de entrenamiento. *Revista Internacional de Humanidades Médicas*. 2016, 5 (1), 877/1–9.
- Boccia G, Fornasiero A, Savoldelli A et al.: Oxygen consumption and muscle fatigue induced by whole-body electromyostimulation compared to equal-duration body weight circuit training. *Sport Sci Health*. 2017, 13 (1), 121–130.
- Kemmler W, Teschler M, Bebenek M et al.: Hohe Kreatinkinase-Werte nach exzessiver Ganzkörper-Elektromyostimulation: gesundheitliche Relevanz und Entwicklung im Trainingsverlauf. *Wien Med Wochenschr*. 2015, 165 (21–22), 427–435.
- Kemmler W, Froehlich M, Stengel S et al.: Whole-Body Electromyostimulation – The Need for Common Sense! Rationale and Guideline for a Safe and Effective Training. *Dtsch Z Sportmed*. 2016, 67, 218–221.
- Kemmler W, Kohl Mt, Stengel S.: Effects of high intensity resistance training versus whole-body electromyostimulation on cardio-metabolic risk factors in untrained middle aged males. A randomized controlled trial. *Journal of Sports Research*. 2016, 3 (2), 44–55.
- De La Cámara MÁ, Pardos Sevilla AI.: Revisión de los beneficios físicos de la electroestimulación integral / Review of the Physical Benefits of Whole-body Electromyostimulation. *Apunts. Educación Física y Deportes*. 2016, 123 (1), 28–33.
- Nalty T, Sabbahi M.: *Electrotherapy clinical procedures manual*. McGraw-Hill Medical, New York, 2001.
- Bayol S, Brownson C, Loughna PT.: Electrical stimulation modulates IGF binding protein transcript levels in C2C12 myotubes. *Cell Biochem Funct*. 2005, 23 (5), 361–365.

Levelezési cím:
koncsekk@gmail.com