

**Kóródi Gyula**

[korodi.gyula@uni-nke.hu](mailto:korodi.gyula@uni-nke.hu)

## **A VÉDELMI SZÉKTORBAN SZOLGÁLÓK EXTRÉM FIZIKAI TERHELÉS UTÁNI REGENERÁCIÓJÁNAK JAVÍTÁSA MÁGNES TERÁPIÁVAL**

### *Absztrakt*

*Minden módszer, ami műveleti vagy harcászati területen egyszerűen alkalmazható és képes lerövidíteni a regenerációhoz szükséges pihenési időt, nagyban hozzájárulhat a hivatásos élő erő hadrafoghatóságának javításához. Az extrém izommunka kapcsán emelkedett tejsav-szint a sportolók esetében enyhe intenzitású, aerob jellegű fizikai aktivitással korrigálható, a védelmi szektorban azonban igen korlátozottan biztosítható erre irányuló extra elfoglaltság. A laktát szint várhatóan szignifikánsabban gyorsabb ütemben történő csökkenése az elméleti igazolását adja a feltételezett gyorsabb regenerációnak. A laktát szint szignifikánsan gyorsabban csökken az első órában, a mágnesterápiával történő regeneráció esetén is. A terápia gyakorlati felhasználhatóságát igazolandó fegyverösszeszerelés teszt eredményi igazolták várakozásainkat. A mágnesterápiával történő regeneráció hatására mindhárom csoport eredményeihez képest szignifikánsan jobb eredmények születtek.*

*Each method which is simple to apply and is able to shorten the time needed to rest for regeneration, operational or tactical areas can greatly contribute to improving the living forces combat readiness. In connection with the extreme muscle work raised lactic acid levels in the case of athletes with mild-intensity physical activity, aerobic in nature it can be corrected, but the defense sector in a limited way to ensure extra to do so activity, much preferable opportunity forced regeneration during a favor and not recoverable rest / sleep. is expected to significantly faster reduction in the lactate level of the theoretical proof gives the assumed faster regeneration. Lactate level decreases significantly faster during the first hour, as is the case of the regeneration magnetic therapy as well. The practical use of therapy to justify weapons assembly test results confirmed our expectations. The effect of magnetic therapy on regeneration compared to the results of all three groups significantly better results.*

**Kulcsszavak:** regeneráció, laktát szint helyreállítás, mágnes terápia ~ regeneration, lactate recovery, magneto therapy

## BEVEZETÉS

A védelmi szektor személyi állományát érő extrém környezeti hatások és ártalmak, a misszióban szolgálók egzotikus betegségei, a potenciális robbanószer okozta vagy ABV-sérülés veszélye, a speciális körülmények között történő mentés, a védőfelszerelések alkalmazásából fakadó megterhelés, a védőoltások rendszere és gyógyszeres betegség-megelőzés, a poszttraumás stressz leküzdése csak néhány példa a honvéd- katasztrófaorvostan különleges elméleti felkészültséget és gyakorlati tapasztalatot igénylő kihívásai közül. A speciális feladatokat végrehajtó és sokszor extrém balesetveszélynek és/vagy egészségkárosító hatásoknak kitett hivatásos állomány egészségének megőrzésének/helyreállításának leghatékonyabb módja a folyamatos kockázat-elemzésen alapuló proaktív megelőzés. A megterhelések és a regenerációhoz szükséges idő és módszerek személyre szabott tervezése és kivitelezése biztosítja katonák, tűzoltók, terror-elhárítók, rendőrök esetében is, hogy a következő feladatot a felkészültségükhöz képest legmagasabb színvonalon /és magasabb biztonsági dimenzióban/ legyenek képesek végrehajtani. A harcászati tevékenység vagy műveleti területen történő bevetések során azonban nem mindig biztosítható a megfelelő pihenési időtartam betartása, ami jelentős kockázatot jelent mind a parancs-teljesítés szempontjából mind a katona egészségvédelme tekintetében. Minden módszer, ami műveleti vagy harcászati területen egyszerűen alkalmazható és képes lerövidíteni a regenerációhoz szükséges pihenési időt, nagyban hozzájárulhat a hivatásos élő erő javításához személyes biztonságuk javítása mellett.

Az elektromágneses tér a katonai-műszaki tudományok egyik legfontosabb területének tekinthető, ugyanakkor annak biológiai hatásaiban rejlő lehetőségek kiaknázása még távolról sem tekinthető teljesnek. A védelmi szektor hivatásos állományának szervezetét érő megterhelések folyamatosan változó kumulatív hatása, annak belső környezeti állandóságát billenti ki az optimum zónából és indít el folyamatosan kompenzációs mechanizmusokat. A környezetből fakadó speciális megterhelések és azok belső környezetre (gázcsere, só-víz háztartás egyensúlya, táplálékfelvétel, izommunka, hőszabályozás, cirkadián ritmus, pszichés- és kognitív balansz) kifejtett hatásai örökös hajtóerőt jelentenek a mind stabilabb homeosztázisért tenni képes úttörő megoldások kutatása terén. Az új katonai műszaki technológiák biológiai felhasználása lehetőséget nyit a klinikai alkalmazásokra a szuperszelektált, egészséges, sőt extrém terhelés-életteni paraméterekkel rendelkező hivatásos populáció vizsgálatára. Az elektromágneses mezővel (EMF-vel) kapcsolatban a tudományos világ pozitív hatásokról számol be, nem említ esetleges negatív az egészséget veszélyeztető eseményeket, laboratóriumi vizsgálatoknak kitett emberek esetében [7,8].

A mágnesterápia szakirodalma több esetben számol be a keringési rendszer állapotának javulásáról illetve a keringés fokozódásáról [6] Ez utóbbi önmagában is jelentheti azt, hogy a fizikai terhelés utáni "oxigénadósság" gyorsabban kerülhet kiegyenlítésre illetve a mikrocirkuláció szintjén végbemenő metabolikus eltérések is eredményesebben kompenzálhatók.

Az extrém izommunka kapcsán emelkedett tejsav-szint a sportolók esetében enyhe intenzitású, aerob jellegű fizikai aktivitással korrigálható[5], a védelmi szektorban azonban igen korlátozottan biztosítható erre irányuló extra elfoglaltság, sokkal kecsgetőbb lehetőséget kínál a másra nem hasznosítható pihenés/alvás alatt történő forszírozott regeneráció. Mivel a mágnesterápia a hivatásos élő erőtlől semmilyen plusz aktivitást nem igényel, kifejezetten alkalmas lehet az időegység alatt magasabb hatásfokú regenerálódás elérésére egy magnetoterápiás matracon történő alvás/pihenés. Így a hadrafoghatóság szempontjából oly fontos regenerációs idő lerövidül, úgy, hogy a restitúció gyorsítására a bajtársaink passzív idejét használjuk fel.

## MÓDSZEREK

A bevont résztvevőknél spiroergometria segítségével meghatározzuk az anaerob küszöböt és a szubmaximális és vita maxima terheléshez tartozó pulzusértékeket. Minden résztvevő négyszer fogja végrehajtani az edzettségi állapotának megfelelő terheléses tesztet. Az első esetben semmilyen eszközzel sem, a másodikban könnyű fizikai tevékenységgel, a harmadikban mágnesterápiával, a negyedikben placebo terápiával "segítjük" a regenerációt a nyugalmi pulzus visszaállítását követően.

A gyártó által rendelkezésre bocsátott, két teljesen egyforma eszközzel (A,B) történik a kezelés. A két eszköz közötti különbség, hogy a B eszköz nem generál mágneses teret, ezzel az eszközzel történik a placebo kezelés. Mivel a két eszköz kezelése is teljesen megegyezik (programválasztás, időzítés. stb.) a kezelést végző sem tudja, hogy az A vagy a B eszközzel történik-e a valódi terápia.

Ezzel a módszerrel kívánjuk garantálni, hogy a kettős vak, placebo kontrollált kutatást végezzünk.

### **Páciens gyűjtés, bevonási és kizárási kritériumok**

A páciensek a hivatásos állomány tagjaiból, életkoruknak megfelelő egészségi állapotú, szolgálatra alkalmas, egészséges katonák közül kerülnek kiválasztásra, összesen 17 fő.

Bevonási kritériumnak tekintjük az életkort (30-40 év) valamint a lehetőségekhez mérten közel azonos testösszetételt (testzsír% 13-17) és edzettségi állapotot (maxVO<sub>2</sub>,...) illetve az életkornak megfelelő normál vérnyomásértéket.

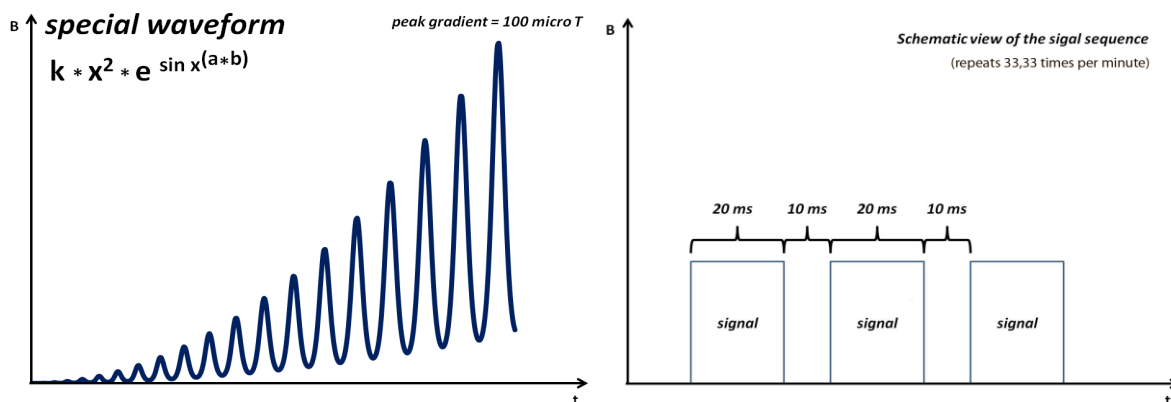
Kizárási kritérium bármely a kontraindikációk között szereplő egészségügyi probléma, valamint a bevonási kritériumoknál megadott határértékek átlépése.

### **Alkalmazott eszköz és a kezelés dózisa; Pulzáló jel**

A 70-es évek óta a klinikai gyakorlatban is használt az ún. pulzáló jelforma, amikor is az egyes jelcsomagok meghatározott időközönként követik egymást, ami a jelforma meghatározó jellemzője. Ezek a jelformák számos betegségtípus kezelésére sikeresen lettek tesztelve az elmúlt évtizedekben. Az első FDA által csonttörések kezelésére jóváhagyott terápiás eszköz is ilyen jelformára épül[2].

Az ilyen típusú eszközök hatékonyságának befolyásoló tényezője a jelcsomagok és a közöttük lévő szünetek hossza. Valamennyi említett eszköz az alacsony frekvenciatartományban működik. A jelcsomagok közötti szünet lehetővé teszi, hogy az esetlegesen a szövetekben generálódó hőmérsékletemelkedés kevesebb, mint 1 C legyen egy 30 perces kezelés alkalmával.

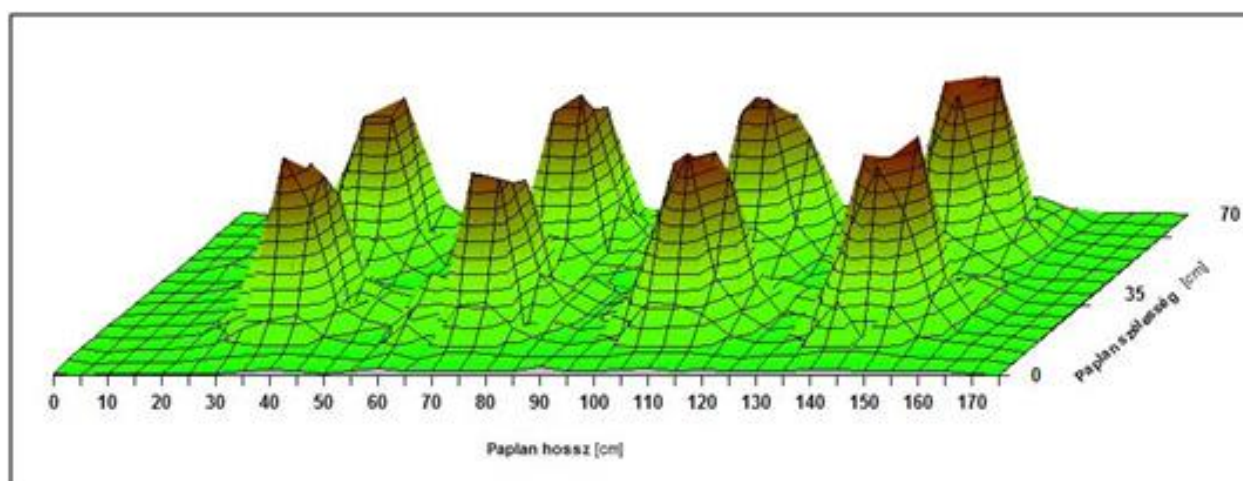
A kutatásban használt készülék egyedi jelformát alkalmaz. Alapja egy amplitúdó (exponenciálisan) modulált sinus hullám. Alsó és felső burkológörbéje egy-egy másodfokú egyenlet. Aszimmetrikus hullámforma.



1. ábra Alkalmazott jelforma fizikai jellemzői

A jelcsomag hossza 20ms, a csomagok közötti szünet 10ms. A jelforma percenként 33,33-szor ismétlődik. A jel intenzitásmaximuma 100 microT (mérési pont a matrac felett 20cm).

A matrac applikátor mérete: 180 x 70 cm, amely lehetőséget biztosít a teljes test egyidejű kezelésére. Az applikátor 8 db indukciós tekercset tartalmaz.



2. ábra Az alkalmazott matrac által generált mágneses tér háromdimenziós ábrája

Az alkalmazott mágnessterápiás készülék klinikai és otthoni kezelésre is használható.

A fentiekben megadott paraméterekkel rendelkező eszközt használtuk a kezelésre, maximális intenzitással 15 percen át.

## Biztonsági megfontolások

A vizsgálatban alkalmazott eszköz minősített, II/A osztályba sorolt orvostechikai eszköz. Rendelkezik minden szükséges engedéllyel. Az ÁNTSZ OSSKI szakvéleménye alapján az eszköz által generált pulzáló elektromágneses tér (mint nemionizáló sugárzás) minden esetben a megengedett egészségügyi határértékek alatt marad. A MAUDE és COCHRANE adatbázisok nem tartalmaznak a kutatásban használt vagy azzal ekvivalensnek tekinthető eszközzel kapcsolatos kedvezőtlen eseményről szóló jelentést. A WHO ajánlásai alapján a maximum 300 microTesla erősségű mágneses terek nem tekintendők az egészségre ártalmasnak. Saját korábbi kutatásaink alkalmával vizsgáltuk a Ku70 gén expresszióját a terápia hatására, amely eredmények alapján arra következtethetünk, hogy az alkalmazott kezelés nem okoz akut DNS károsodást.

Összegezve az eszköz biztonságosan, várhatóan mellékhatások nélkül használható.

## Diagnosztikai eljárások, mért paraméterek, adatgyűjtés

A kutatás megkezdése előtt minden résztvevő általános belgyógyász-kardiológus szakorvosi kivizsgálás keretében kerül minősítésre, minden terhelés után azonnal és negyed óránként, összesen tízszer mérjük a serum laktát szintet[9].

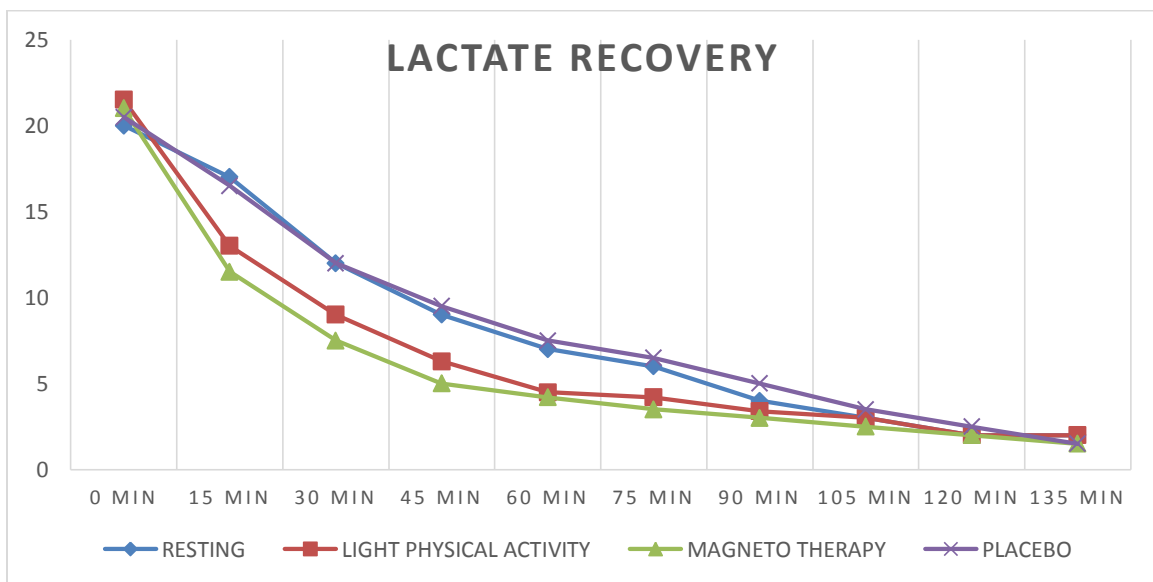
A laktát szint várhatóan szignifikánsabban gyorsabb ütemben történő csökkenése az elméleti igazolását adja a feltételezett gyorsabb regenerációnak. A gyakorlati használhatóság bizonyításaként a résztvevőkkel a terhelés után azonos idővel „fegyver összeszerelés“ tesztet végeztetünk, amelyet a gyorsabban regenerálódó csoport tagjai szignifikánsabban rövidebb idő alatt tudják végrehajtani. A tesztre a legendás AK 47 Kalasnyikov gépkarabélyt választottuk széleskörű ismertsége miatt. A Magyar Honvédségben a típus részleges szét- és összeszerelésének rekordja 18,2 másodperc (Révay Zoltán honvéd, 1971)

## Statisztikai módszerek

Statistica for Windows program segítségével, a mért paraméterek alapján variancia analízissel (ANOVA) vizsgáljuk a csoportok közötti különbség valódiságát. A szignifikancia szintet  $p=0,05$  értéken rögzítjük.

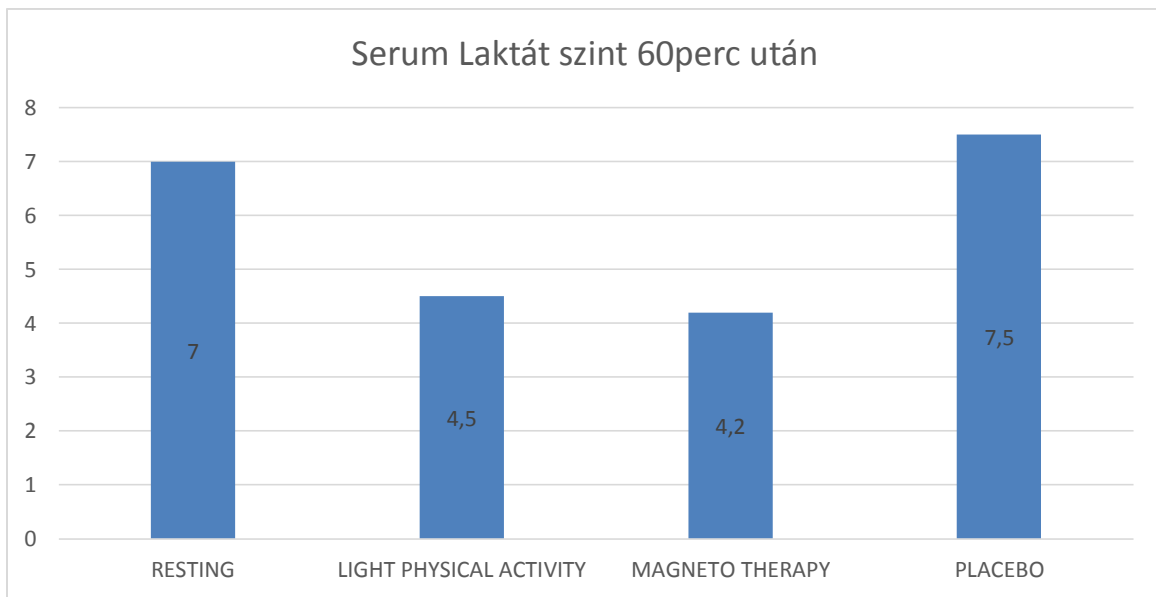
## EREDMÉNYEK

A várakozásainknak megfelelően a passzív pihenés és a placebo kezelés hatására a serum laktát szint változása közel azonos ütemű. Ehhez képest a könnyű fizikai aktivitással történő regeneráció hatására a laktát szint szignifikánsan gyorsabban csökken az első órában, ugyanígy a mágnessterápiával történő regeneráció esetén is. E két utóbbi módszer között szignifikáns különbséget nem, csak numerikus eltérést tapasztaltunk a mágnessterápia javára.



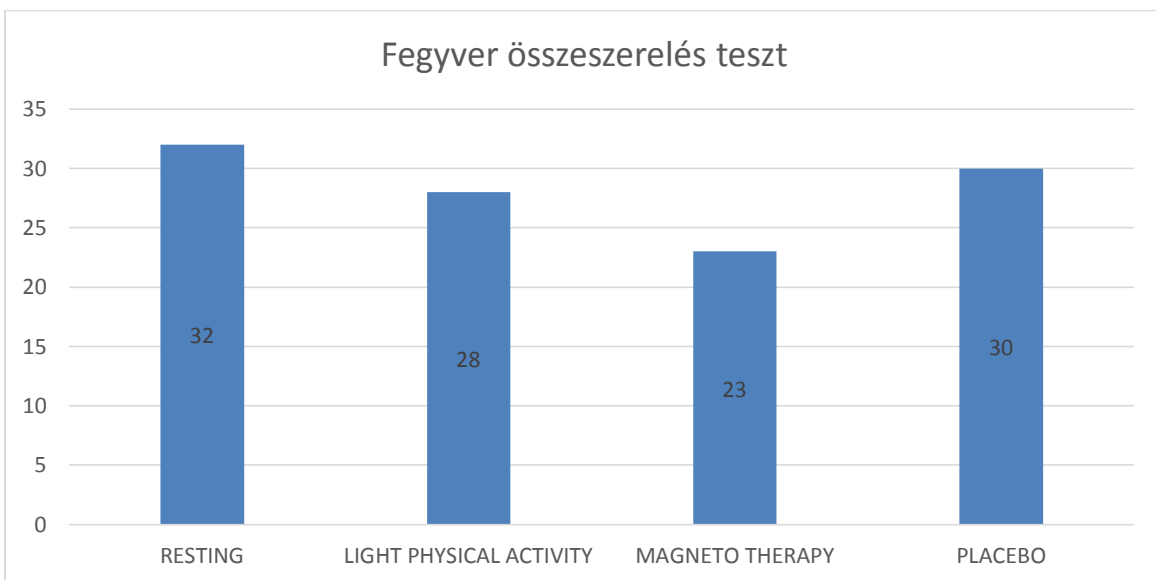
3. ábra Laktát szint időbeli változása különböző regenerációs módszerek hatására

A fegyverösszeszerelés időpontjában (60 perc regeneráció után) a könnyű fizikai aktivitást végzők és a mágnessterápiával kezelték eredményei között csak numerikus különbség volt az utóbbi javára, ugyanakkor e két csoport eredményi szignifikánsan különböznek a passzív pihenők és a placebo kezelést kapók eredményeitől.



4. ábra Laktát szint 1 órával a fizikai aktivitás után

A terápia gyakorlati felhasználhatóságát igazolandó fegyverösszeszerelés teszt eredményi igazolták várakozásainkat. A mágnessterápiával történő regeneráció hatására mindhárom csoport eredményeihez képest szignifikánsan jobb eredmények születtek.



5. ábra Fegyverösszeszerelés teszt eredményei

## KÖVETKEZTETÉSEK

Intenzív erőfeszítés, mint például futás hatására, amikor hirtelen megnő a szervezet energiafelhasználása, a tejsav gyorsabban termelődik a szövetekben, mint ahogy lebomlik, ezáltal nő a tejsav koncentrációja. Ez egy hasznos folyamat, mert így a NAD<sup>+</sup> koncentrációja nem csökken, vagyis az energiabefektetés fenntartható ugyanakkor extrém terhelés hatására a kórosan megnövekedett laktát gátlólag hat a fizikai teljesítményre. A max terhelés 60%-a felett elérkezik egy szint, amit a szervezet már nem képes fenntartani, glükózból keletkezett piruvát nem lép be a

citrát-körbe, O<sub>2</sub> hiányában a keletkezett tejsav felgyülemlik, az izmokban acidózis lép fel. A megnövekedett tejsavmennyiség többféle úton csökkenthető. Például a jó oxigénellátással rendelkező izomrostokban oxigén hatására piroszölősavvá alakul, mely ezt követően a citromsavciklusban hasznosul, vagy egy másik úton a Cori-ciklus útján a májban glükózzá alakul[4].

Ismert tény, hogy az extrém fizikai terhelés hatására fellépő „oxigénadósság” és ezzel együtt a megemelkedett laktat szint csak akár 6-8 óra elteltével áll vissza a normál szintre, ugyanakkor, ha enyhe intenzitású edzéssel folytatjuk a terhelést, akkor a folyamat sokkal gyorsabb. A jelenség magyarázata, hogy a fizikai aktivitásban résztvevő vörös izomrostok jelentős mennyiségű laktatot fogyasztanak és hozzájárulnak az oxigénadósság rendezéséhez [3].

Erőteljes terhelésű edzés hatására az izom glikogéntartalmának csökkenése figyelhető meg. Terhelések során a máj fokozott katabolizmussal biztosítja egyes szervek az optimális vércukor szintjét. Mindez az izomglikogén szint csökkenését vonja maga után, aminek feltehetően az oka, hogy a sportolók nem tudnak elegendő kalóriát (szénhidrátok) felvenni ami a regenerációs periódusban feltölthetné a raktárakat. Másrészt a terhelés során kialakult kis sérülések beavatkozhatnak a glükóz izomba történő transzportmechanizmusába és következményesen az izomglikogén szintézisébe is. Ennek oka a glükóz receptor fehérje-a GLUT-4- koncentrációjának - a sérülés miatt bekövetkező - csökkenése az izommembránban, vagy a GLUT-4 mRNS-ének alulszabályozása lehet[1]. Gyanítható, hogy a csökkent izomglikogén lehet az oka a „nehéz lábak” panaszának, mely számos túlterhelt sportolónál tapasztalható, éppúgy mint a csökkent vérlaktát-szint a szubmaximális és maximális terhelések után. Az alacsony glikogén szint természetesen limitálja a teljesítményt.

A mozgás hatására bekövetkező fokozott oxigén fogyasztásból eredő fokozott szabad gyök termelődésnek és a gyökök hatásai ismertek. Ismert, hogy izomkontrakció során az izomban is termelődnek szabad gyökök, illetve hogy ezek az izomrostokat károsító hatással bírnak. Az akut mozgással összefüggő kimerültség során a szarkoplazmatikus retikulum funkciójának és a kalcium egyensúlyának a zavara a szabad gyökök miatt következik be. Így az izomzat túledzése izomzati károsodást és fáradtságot okoz, amelyet részben a szabad gyökök által károsított makromolekulák indukálnak. A terhelés utáni ultrastrukturális károsodás és az izommembrán integritásának csökkenése lehet az oka a túledzésre jellemző más tünetek megjelenésének. Mindez magában foglalja az elhúzódó izomerő csökkenést, izomfájdalmat, kalcium egyensúly felborulását és a fokozott fehérje sérülést.

El kell fogadnunk azt az alapvetést, hogy napjaink digitális harcmezéjének legértékesebb szereplője az ember, mert a katona életét pénzben kifejezni nem tudjuk, ellentétben bármely technikai eszközzel. Harcoló bejtársunk helyébe nem tudunk egyszerűen beilleszteni ugyanolyan katonai életúttal ÉS harctéri tapasztalattal ÉS pszichés ÉS mentális ÉS fizikális paraméterekkel rendelkező alteregót, akinek személyiségét azonos módon illeszteni tudjuk a katonai alakulat egységébe. Ezen a nézőpontra keresztül világítható meg minden olyan procedúra értéke, amely a hadrafoghatóságot, a harcértéket, a bevetések közötti regenerációt akár csak néhány százalékkal is potenciózni képes. Mert az extrém kritikus körülmények között ezek a nüanszok dönthetnek a katonai feladat sikeressége vagy éppen bajtársaink megsérülése vagy akár elvesztése vonatkozásában. Jelen munka 1 újabb %-ot kíván hozzátenni a harcosaink hatékonyságához és ezen keresztül honfitársaink biztonságához.

## Felhasznált irodalom

- [1] Richter E.A., Daugaard J.R., 1995. Eccentric exercise decreases glucose transporter GLUT4 protein in human skeletal muscle. *Journal of Physiology*, 482: 705-712.
- [2] Bassett, C. A. L., Pawluk, R. J., & Pilla, A. A.: Acceleration of fracture repair by electromagnetic fields. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1974; 238, 242–262.
- [3] Ebbeling C., P.M. Clarkson. 1989. Exercise-induced muscle damage and adaptation. *Sports Medicine*, 7:207-234.
- [4] Ji L.L. 1993. Antioxidant enzyme response to exercise and aging. *Medicine and Sciences in Sport and Exercise*, 25: 225-231.
- [5] Kohut L., Extrém fizikai terhelésnek kitett katonai állomány keringési és élettani vizsgálata, PhD dissertation, National University of Public Service, Hungary, 2008.
- [6] Rikk J., Finn K.J., Liziczai I., Radák Zs., Bori Z., Ihász F., Influence of Pulsing Electromagnetic Field Therapy on Resting Blood Pressure in Aging Adults, *Electromagnetic Biology and Medicine*, June 2013; 32(2): 165–172
- [7] Ruppe I., Hentschel K., Eggert S.: Schienengebundene Transportsysteme. Schienengebundene Transportsysteme. Teil 1: Exposition durch statische und niederfrequente elektrische und magnetische Felder an der Magnetschwebbahn Transrapid 07 (Untersuchungsbericht), *SchrR BAuA 1995(Fb 11.001)*: 1 - 104
- [8] Sander, R., Brinkmann, J., Kuhne B.: Laboratory studies on animals and human beings exposed to 50 Hz electric and magnetic fields. CIGRE, International Congress on Large High Voltage Electric Systems, Paris, 1–9 September; CIGRE Paper 36–01; 1982.
- [9] Urhausen A., W. Kindermann. 2000. Aktuelle Marker für Diagnostik von Überlastungszuständen in der Trainingspraxis. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 51(7-8): 226-233.