

ZRÍNYI MIKLÓS NEMZETVÉDELMI EGYETEM
BOLYAI JÁNOS KATONAI MŰSZAKI KAR
KATONAI MŰSZAKI DOKTORI ISKOLÁJA

Dr. Kohut László

**Extrém fizikai terhelésnek kitett katonai állomány
keringési és élettani vizsgálata**

című doktori (PhD) értekezés szerzői ismertető

Témavezető:

Dr. Fűrész József orvos ezredes, CSc, egyetemi magántanár

2008. Budapest

1. A TUDOMÁNYOS PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA

Az új haderő koncepció miatt, a NATO nemzetközi feladataiban, az ENSZ égisze alatt működő békefenntartó tevékenységben való jelentős szerepvállalással a katonák rendkívüli fizikai és pszichés igénybevételnek vannak kitéve. Extrém körülmények között szélsőséges klimatikai viszonyoknál - forró száraz éghajlaton, a Ráktérítő menti övezetben szolgálatot teljesítők szervezetében a fokozott terhelés hatására felborul a metabolikus, víz- elektrolit és sav-bázis háztartás, csökken a koncentrációs képesség és megnő a kardiovaszkuláris események kockázata. Ezen kórélettani változások összessége veszélyezteti nem csak a harci feladat végrehajtásának eredményességét, hanem a katona egészségi állapotát, sőt súlyos esetekben akár az életét is.

A globális éghajlatváltozás növekvő mértéke és annak egészségkárosító hatása az 1990-es évek óta a figyelem előterébe került. Ez azzal magyarázható, hogy a lakosság körében emelkedett a hőártalom okozta morbiditás és mortalitás. Az emberi szervezetnek az időjárási hatásokkal szemben kialakult adaptív képessége nem tud olyan gyors mértékben alkalmazkodni, mint ahogy a klímaváltozások végbe mennek. Az ismétlődő és intenzívebb hőhullámok, illetve a fokozódó általános felmelegedés hatására egyre több hősérülés alakul ki: hőség, hősokk, napszúrás, a magas hőmérséklettel összefüggő idő előtti halálozás.

A katonaságot is jelentősen érinti a globális felmelegedés. Nem csak közvetlenül a magasabb külső hőmérséklet jelent nagyobb terhelést a katona számára, hanem a hatások összessége is: katonai műveletek (háborús és nem háborús) városokban, („városi-hősziget”), az egyre gyakoribb és súlyosabb természeti katasztrófák miatt a nagyszámú menekültet kimenekítő valamint támogató és humanitárius tevékenység, az adott területre nem jellemző fertőző betegségek elterjedése miatti fokozott veszélyeztetettség.

Az emberi szervezet optimális működéséhez nélkülözhetetlen a maghőmérséklet állandó szinten tartása, mely csak abban az esetben lehetséges, ha a hőtermelés és a hőfelvétel egyensúlyban van a hőleadással. Ezt a mechanizmust hőszabályozásnak nevezzük. A hipotalamuszban található termoreceptorok követik a maghőmérséklet változását, és ellenregulációs folyamatokat indítanak be. A szervezet hőszabályozással, kondukciónal, konvekcióval illetve párologtatással biztosítja a maghőmérséklet szinten tartását. Izommunka esetén a hőtermelés a nyugalmihoz képest többszörösére nő. Ha ehhez társul a környezet magas hőmérséklete és alacsony páratartalma, akkor a hőleadás már csak párologtatás révén valósulhat meg. A párologtatással, a verejtékmirigyek aktiválásával, nem csak víz-, de az elektrolitok is a bőrfelületre kerülnek. A hőség okozta nagyfokú verejtékezés, megfelelő

folyadék- és ion-pótlás hiányában, súlyos víz-elektrolit háztartás zavart okoz, mely kezdetben hő-stresszhez, alacsony vérnyomáshoz, szinkopéhoz, fájdalmas izomgörcsökhöz, hő-kimerüléshez, illetve a legsúlyosabb esetben hőséguta (heat stroke) kialakulásához vezet. Ezen állapotok kialakulása az egyén korától, nemétől, fizikai állóképességétől és edzettségi szintjétől, az esetleg fennálló társbetegségektől, illetve bizonyos gyógyszerek szedésétől függ.

2. KUTATÁSI CÉLOK

A hivatásos és szerződéses katonák nemzetközi szerepvállalása miatt jelentkező kihívások szükségessé teszik a katonai alkalmassági vizsgálatok kiterjesztését. Részletes és bővített alkalmassági vizsgálat során olyan keringési és élettani működészavar állapítható meg, mely meglepte prognosztikus értékű, és előrejelzi az olyan nem várt kardiovaszkuláris történések bekövetkeztét, melyek veszélyeztethetik az eredményes kihívásvállalást, a harci feladat teljesítését, illetve a feladat végrehajtást.

A megnövekedett követelmények, a fokozott kihívások, és a teljesítménynövekedés miatt csak tudományos alapokra helyezett edzésprogram és állapotfelmérés nyújthat biztonságos feltételt a katonák részére. A katona-orvostudományok szerepe abban rejlik, hogy az adaptációs mechanizmusok, a metabolikus változások, az izomműködés, a keringési és a légző rendszer alkalmazkodóképességének részletes megismerésével segít a katonák felkészítésében, a feladatok végrehajtásában, és az eredményes szerepvállalásban.

A vizsgálat célja: a spiroergometriás terhelés során bekövetkezett metabolikus és hormonális változások vizsgálata mérsékelt és száraz forró klimatikus körülmények között, és ezek prognosztikus értéke edzett katonáknál.

A vizsgálatok során a következő kérdésekre kerestük a válaszokat:

1. Milyen változások következnek be a katonák kardiorespiratorikus rendszerében és a hormonszintekben akut terhelés hatására?
2. Milyen változások következnek be két hetes ellenőrzött strukturált edzésprogram hatására a kardiorespiratorikus rendszer válaszában és hormontermelésben?
3. Van-e összefüggés a hormonszintek alakulásában és az extrém fizikai terhelésre adott válaszban?
4. Hogyan változnak a hormonszintek és a kardiorespiratorikus paraméterek extrém fizikai terhelés hatására?

3. KUTATÁSI MÓDSZEREK

A kardiorespiratorikus rendszer alkalmazkodása az extrém fizikai körülmény között végzett fizikai és pszichés terhelésre nagymértékben függ a katona keringési- és légző rendszerének állapotától, izomzatától, a szállító rendszer kapacitásától és a genetikai tényezőktől, melyek meghatározzák az egyén alkalmazkodó képességét. A terhelésre (típustól, intenzitástól, időtartamától függően) adott metabolikus és hormonális válasz függ az egyén edzettségétől és a felsorolt biomedikális paramétereiktől.

A spiroergometriás vizsgálat alkalmas a katona teljesítőképességének megítélésére és a terhelés során észlelt metabolikus és élettani folyamatok meghatározására.

Feltételezzük, hogy a terhelés során észlelt metabolikus és hormonális változások megfelelő prognosztikus értékkel bírnak a katona edzettségi állapotának és akklimatizációs képességének a megítélésére.

A vizsgálatot 30 egészséges, jó fizikai erőnlétben lévő katonán végeztük. Előzetesen elvégzett általános laboratóriumi vizsgálatokat követően fizikális vizsgálatot és szívultrahangot végeztünk. Ezt követően spiroergometriás futószalagos terheléses vizsgálatot végeztünk. Ez alatt folyamatos EKG készült, regisztráltuk a légzést és a gázcsere paramétereit. A terhelést megelőzte egy hagyományos spirometriás vizsgálat a maximális akaratlagos percventilláció (MVV) meghatározására. A terhelés során a kilégzett levegőben az O_2 és a CO_2 koncentrációjának meghatározása légvétléről légvételre gázminta analízis útján történt.

A katonákat két hőmérsékleti körülmény között terheltük: $22^\circ C$ fok és 75% relatív páratartalom, mely megfelel a természetes környezetnek, illetve $33^\circ C$ fok és 52% relatív páratartalmú környezetben, mely megfelel a közel-keleti országok forró száraz klímájának. A terheléseket 2 hét választotta el egymástól. A terhelés előtt 1 órával sem ételt sem folyadékot nem vihettek be a vizsgált személyek. A terhelést a számított maximális frekvencia 80-100%-ig illetve kifáradásig végeztük.

A terhelések során a következő paraméterek kerülnek kiértékelésre ill. összehasonlításra: a percventilláció, az oxigénfogyasztás, a széndioxid termelés, a metabolikus ekvivalens, a maximális oxigénfogyasztás, a respiratorikus kvóciens, az anaerob vagy légzési küszöb, a szívfrekvencia, a vérnyomás értékek. .

Tejsav szint meghatározása a terhelés végén történt. A szérum tesztoszteron és kortizol meghatározását a terhelés előtt és terhelés után végeztük.

A kapott eredmények összegyűjtése és elemzése után az értékeket statisztikailag feldolgoztuk, hogy a fizioiógias válaszokat, mind természetes, mind meleg/száraz környezetben elemeztük.

4. AZ ELVÉGZETT VIZSGÁLAT TÖMÖR LEÍRÁSA FEJEZETENKÉNT

- Az **első fejezetben** ismertetem a kutatási témám alapfogalmait, a terhelés élettani hatását, a szervezet működésében bekövetkező metabolikus változásokat szélsőséges körülmény hatására. Bemutatom az aerob és az anaerob energiaszolgáltató rendszereket, ismertetem a szénhidrátok, a zsír, és a fehérje metabolizmusát edzés alatt. Áttekintem a terhelés neuroendokrin szabályozását, az intermittáló terhelés szabályozását, és ismertetem a spiroergometriás vizsgálat lényegét.
- A **második fejezetben** kifejtem a globális felmelegedés hatását az emberekre, a klímaváltozás gazdasági és biztonságpolitikai következményeit, a felmelegedés egészségkárosító hatását. Részletesen ismertetem az emberi szervezet hőszabályozásának a mechanizmusát, a hőszabályozás hormonális regulációját, a maghőmérséklet fenntartásának a szabályozását. Bemutatom az anyagcsere és a folyadékháztartás változását magas hőmérsékleten végzett terhelés hatására.
- A **harmadik fejezetben** ismertetem az akklimatizáció lényegét, annak mechanizmusát, az edzés celluláris hatásait. Bemutatom azokat a változásokat, amelyek az akklimatizáció hatására következnek be a bőrben, a szív és a keringési rendszerben, valamint a légzőrendszerben és a folyadékháztartásban.
- A **negyedik fejezetben** összefoglalom a fizikai teljesítményt befolyásoló tényezőket, ismertetem a maximális és a szubmaximális terhelés során bekövetkező metabolikus változásokat. Ismertetem a hőtolerancia fogalmát, a hőártalom patofiziológiáját, a hősérülés típusait és azok ellátását. Foglalkozom a fizikai teljesítményszint növelésének a lehetőségeivel, a folyamatos terhelés feltételeivel, a teljesítmény matematikai prognosztizálásával, valamint a hőártalommal szembeni tűrésképeséget befolyásoló biomedikális paraméterekkel.

5. ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK

A terhelés élettani hatásának a megismerésére, és a szervezet működésében szélsőséges fizikai és pszichés körülmények között bekövetkező metabolikus változások elemzésére irányuló kutatások nagy segítséget nyújtanak a megfelelő edzésprogramok kialakításához. A rendszeres, optimális aerob testedzést végzők körében várhatóan kisebb mértékben jelentkeznek a kedvezőtlen körülmények között végzett terhelés okozta kóros folyamatok. A testedzés során beinduló biokémiai szabályozási mechanizmusok biztosítják azokat a metabolikus folyamatokat, amelyek eredményeként fokozódik a szervezet teherbíró-képessége.

Az állóképességi edzés morfológiai változásokkal járó alkalmazkodáshoz vezet. Ennek során csökken a nyugalmi szívfrekvencia, fokozódik a szívizomhipertrófia, fokozódik a nyugalmi vagustónus, csökken a légzésfrekvencia, fokozódik a vázizomhipertrófia.

A fizikai tevékenységgel összefüggően aktivizálódik a hipotalamusz-hipofízis-mellékvese tengely, mely a katabolikus és az anabolikus folyamatok mellett kiemelkedő szerepet játszik a víz- és elektrolitháztartás egyensúlyának szabályozásában.

Az állóképesség, a teljesítménydiagnosztika, illetve az egészségügyi vizsgálatra alkalmas módszerek közül a spiroergometria jelenti a legérzékenyebb és legspecifikusabb diagnosztikai eljárást. Ez az aerob teljesítőképeség értékelése mellett, a kardiorespiratorikus rendszer, a metabolikus folyamatok, és a légzési gázok meghatározására is kiválóan alkalmas diagnosztikai módszer.

Az utóbbi években tapasztalható globális felmelegedés, illetve a nemzetközi feladatokban való aktív részvétel miatt a katonák fokozott hőterhelésnek vannak kitéve. Ennek hatására szervezetükben felborulnak a metabolikus folyamatok, a víz- elektrolit, és sav-bázis háztartás, csökken a koncentrációs képességük, és megnő a kardiovaszkuláris események kockázata. Ezen kórélettani változások összessége veszélyezteti nemcsak a harci feladat végrehajtásának eredményességét, hanem a katona egészségi állapotát, sőt súlyos esetekben akár az életét is. Megfelelő akklimatizálódással, illetve edzettséggel ezen kóros állapotok kialakulása nagymértékben csökkenthető.

Hatékony adaptáció során a szervezetben változik az egyes hormonok szekréciónak kapacitása, melyek irányítják az anabolikus és katabolikus folyamatokat. Ezek alapvetőek az optimális ergotropátálláshoz. Ezeknek a hormonoknak a monitorozása érzékenyen jelzi a katonák edzettségi állapotát, mely nélkülözhetetlen a sikeres feladatok sikeres elvégzéséhez.

6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

Vizsgálatunk a korlátozások ellenére is bizonyítja, hogy már a két hetes strukturált edzésprogramot követően is olyan adatok birtokába juthatunk, melyek jelentős mértékben előrevetítik a katona állóképességét és adaptációját.

A modern hadsereg egyre növekvő kihívásainak csak a tudományos alapokra építő edzőmunkával és kiképzéssel felelhetünk meg. A katonavégtudomány célja a felkészülés elősegítése.

Értekezésemben négy új tudományos megállapítást fogalmaztam meg:

1. Spiroergometriás terhelés hatására, melyet az edzett katonák kifáradásig végeztek, szignifikánsan emelkedett a szérumban a tesztoszteron és kortizol szintje.
2. Két hetes strukturált edzésprogram megfelelő adaptációt biztosít az edzett katonák számára az extrém körülmények között végzett feladatok sikeres elvégzéséhez.
3. Extrém körülmények között végzett terhelés a megfelelően adaptálódott edzett katonáknál nem változtatja meg az anabolikus/katabolikus folyamatok arányát.
4. Extrém terhelés hatására bekövetkezett szignifikáns tesztoszteron/kortizol arány csökkenése a katabolikus folyamatok túlsúlyba kerülését tükrözi, amely a katonák elégtelen adaptációját jelzi.

7. A KUTATÁSI EREDMÉNYEK GYAKORLATI FELHASZNÁLHATÓSÁGA

Tudományos értekezésem célja, hogy megfelelő indikátorokat határozzak meg a katonák edzettségi állapotának és adaptációs képességének megítélésére, valamint az extrém fizikai körülmények között végzett terhelés hatására bekövetkező metabolikus és hormonális változásokra. Ezeknek a folyamatoknak részletes és pontos megismerése segít a gyakorlatban alkalmazható vizsgálati módszerek kidolgozásában.

A megállapított tudományos kutatási eredmények hozzájárulnak a katonák edzésprogramjának, illetve kiképzésének javításához, melynek következtében az extrém körülmények között végzett harcászati, valamint békefenntartó szerepvállalás eredményesebbé válik.

Ezen információk birtokában biztonságosabban lehet kiválogatni azokat a katonákat, akiknél a szolgálat teljesítése - extrém körülmények között - nem jelent veszélyt az egészségükre.

Az alkalmazott spiroergometriás futószalagos terheléses vizsgálat, illetve a terhelés előtti és utáni szérum tesztoszteron és kortizol meghatározása megbízhatóan jellemzi a katonák terhelésre adott metabolikus és hormonális válaszát, a katona fizikai teljesítőképességét és edzettségét, valamint megbízhatóan prognosztizálja az adaptáció mértékét.

8. AJÁNLÁSOK

1. A különleges katonai szolgálatot teljesítő állomány spiroergometriás vizsgálatának elvégzését javaslom egybekötni a terhelés előtti és utáni szérum tesztoszteron, kortizol és tesztoszteron/kortizol hányados meghatározásával.
2. Minimum két hetes irányított és ellenőrzött edzésprogram után a spiroergometriás vizsgálat megismétlését ajánlom az éhomi és terhelés utáni szérum tesztoszteron, kortizol és tesztoszteron/kortizol hányados meghatározásával együtt.

Tudományos értekezésem eredményeit szeretném megosztani azokkal a katonai döntéshozókkal, akiknek célja a Magyar Honvédség szervezetébe tartozó állományba történő, fizikailag a legmegfelelőbb állapotban lévő katonák beválogatása a különösen extrém körülmények között végzett feladatok elvégzéséhez.

9. A DOKTORANDUSZJELÖLT TÉMÁVAL KAPCSOLATOS PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉKE

Magyarországon megjelenő idegen nyelvű folyóiratban:

1. Consequences and solutions to extreme physical and psychological stresses among disaster relief military personnel. AARMS Vol. 6, 2007/1, 3-8
2. The aerobic capacity and fitness of Hungarian soldiers. AARMS Vol. 6, 2007/4, 687-697
3. Stress tolerance of military personnel during exercise in hot, dry climates- the physiology. AARMS Vol. 7, 2008/1, 35-45
4. Stress tolerance of military personnel during exercise in hot, dry climates- the prevention and treatment. AARMS Vol. 7, 2008/2, 301-307

Magyar nyelvű lektorált folyóiratban:

- 1 A rendszeresen sportoló katonák aerob kapacitása. Kard és toll. 2006/2, 173-180
- 2 Katonák aerob kapacitásának és állóképességének a vizsgálata. Honvédorvos, LVIII, 2006/3-4, 171-182

Magyar nyelvű előadás:

1. Az endotel diszfunkció: az atheroszklerózis prediktora. Balatonfüred, 2005.03.17.
2. Pitvarfibrilláció kezelése. Veszprém, 2005.05.19.
3. Dyslipidaemia és a vasculáris remodelling. Várpalota, 2005.10.18
4. Fizikai aktivitás szerepe az egészség megőrzésében. Balatonfüred, 2005.11.04.
5. Az anaerob szint változása rendszeres tréning hatására Székesfehérvár 2006.11.21
6. A metabolikus szindróma mint a koszorúsérbetegség kockázati tényezője. Balatonfüred, 2006.03.23
7. Lipid célértékek változásai metabolikus szindromában. Veszprém. 2006.04.26
8. A rendszeresen sportoló katonák aerob kapacitása. Budapest. 2006.06.14
9. A hőártalom sürgősségi ellátása operatív feladatokat végrehajtó katonánknál. Budapest. 2007.10.16.

10. A DOKTORANDUSZJELÖLT SZAKMAI-TUDOMÁNYOS ÉLETRAJZA

Személyi adatok:

Név (rf.): Dr. Kohut László orvos alezredes

Születési idő: 1960 március 7.

Lakcím: Balatonfüred, Garay u. 25.

Telefonszám: 06-70 3163821

Levelezési cím: Balatonfüred, Garay u. 25

Munkahely: MH Balatonfüredi Kardiológia Rehabilitációs Intézet

Beosztás: osztályvezető főorvos

Egyetemi végzettség:

Egyetem neve: **Szegedi Tudományegyetem**

Kar, szak: Gazdaságtudományi Kar, Orvos-közgazdász szak (2004)

Egyetem neve: **Ungvári Állami Tudományegyetem**

Kar, szak: Általános orvostudományi kar (1984)

Munkahely neve és címe:

HM ÁEK BKRI

Balatonfüred, Szabadság u. 5, 8230

Foglalkozás, beosztás:

1997. márciusától jelenleg is 1. Kardiológiai-rehabilitációs osztály Osztályvezető főorvosa, orvos alezredes

1993.01.02-1996.03-ig adjunktus

Egyéni készségek és képességek:

2008.07. Transthoracalis echocardiographiás licenszvizsga

2008.04. Orvosi rehabilitációból (kardiológia) szakvizsga

1996. Honvéderovostan-katasztrófaorvostanból szakvizsga

1992. Kardiológiából szakvizsga

1990. Belgyógyászatból szakvizsga

Nyelvismeret:

Nyelv: Angol.	Ismeretszint: középfokú komplex „C”
Nyelv: Angol.	Ismeretszint: STANAG 6001. 3,3,3,3
Nyelv: Orosz.	Ismeretszint: felsőfokú komplex „C”
Nyelv: Ukrán.	Ismeretszint: felsőfokú komplex „C”

Egyesületi tagságok:

- 2006-tól az Orvosi Rehabilitáció és Fizikális Medicina Magyarországi Társaság tagja
- 2003-tól az ESH tagja
- 1999-től a Magyar Hipertónia Társaság tagja
- 1996-tól a Magyar Katonai Katasztrófaorvostani Társaság tagja
- 1995-től az ESC tagja
- 1994-től a HFAW tagja
- 1991-től a Magyar Kardiológia Társaság tagja

Számítástechnikai ismeretek:

- Power Point felhasználói ismeretek
- Microsoft Word felhasználói ismeretek
- Microsoft Excel felhasználói ismeretek

Érdeklődési kör:

- kerékpározás
- búvárkodás
- utazás
- hegymászás
- természettudományok

Budapest, 2008. augusztus 25.

.....
Dr. Kohut László
orvos alezredes