

LXX. ÉVFOLYAM 2018/3–4. szám

HONVÉDORVOS

A MAGYAR HONVÉDSÉG EGÉSZSÉGÜGYI SZOLGÁLATA, A NATO KATONA-EGÉSZSÉGÜGYI KIVÁLÓSÁGI KÖZPONT
ÉS A MAGYAR KATONAI KATASZTRÓFAORVOSTANI TÁRSASÁG LAPJA



Szerkesztőbizottság

Elnök: **Dr. Kopcsó István**

Elnökhelyettes: **Dr. Svéd László**

Dr. Zsiros Lajos

Főszerkesztő: **Dr. Grósz Andor**

Tagok: **Dr. Faludi Gábor**

Dr. Fazekas László

Dr. Gál János

Dr. Helfferich Frigyes

Dr. Kovács László

Dr. Mátyus Mária

Dr. Meglécz Katalin

Dr. Németh András

Dr. Rókusz László

Dr. Sótér Andrea

Dr. Szabó Sándor András

Dr. Szakács Zoltán

Dr. Tamás Róbert

Dr. Tóth Judit

Dr. Vekerdi Zoltán

HONVÉDORVOS SZERKESZTŐSÉGE

1134 Budapest, Róbert Károly krt. 44. • Telefon: (1) 4651-800/ 713-12 v. 715-13

e-mail: mh.ek.tudomanyoskonyvtar@hm.gov.hu

Kiadja: az MH Egészségügyi Központ

Kiadásért felelős: Kun Szabó István vezérőrnagy

Felelős szerkesztő: Prof. Dr. Grósz Andor ny. orvos dandártábornok, PhD

Kiadás éve: 2019

Index: 25378 • HU ISSN 0133-879X

Nyomdai előkészítés és kivitelezés:

HM Zrínyi Térképészeti és Kommunikációs Szolgáltató Közhasznú Nonprofit Kft.

Felelős vezető: Kulcsár Gábor ügyvezető

Tördelés: Teszár Edit

Sokszorosítóosztály, felelős vezető: Pásztor Zoltán

A folyóiratot elektronikus változatban archiválja a Magyar Tudományos Akadémia Könyvtár és Információs Központ REAL-J adatbázisa (<http://real-j-mtak.hu/>)

TARTALOM

Prof. Dr. Sandra Sándor ny. o. ezds.,

Kun Szabó István vörgey.,

Dr. Sticz László ddtbk., PhD

Gondolatok a katonai alkalmasságról 5

Dr. Eleki Zoltán ezds., PhD

A katonai fittség átfogó értelmezése a Total Force Fitness program alapján 14

Dr. habil Szabó Sándor András o. ezds., PhD

Sport és a repülés: Teljesítmény-diagnosztika alkalmazása

a repülőalkalmasság elbírálásában és a repüléstudományi kutatásokban 22

Deli Gábor

Sugárterhelés a gyógyászatban 37

Dr. Péter Ádám o. örgy.

Az egészségügyi ellátórendszerrel kapcsolatos lehetséges elvárások

vegyi, illetve biológiai fegyverek alkalmazása esetén 52

Dr. habil Szakács Zoltán o. ezds., PhD

Obstruktív alvásfüggő légzészavarok hatása a kognitív és exekutív

teljesítményre 67

Márton István, Dankó Réka,

Lakó Kamilla, Dr. Kiss Attila

Ciklohexanal okozta görcsroham a sürgősségi betegellátásban – Esetismertetés 72

Hírek (Dr. Vekerdy Zoltán o. ezds., PhD) 77

Előadás összefoglalók

A Magyar Katasztrófaorvostani Társaság

XXI. Tudományos konferenciája 81

In memoriam 85

Prof. Dr. Hideg János ny. o. vörgey., DSc

Dr. Bakity Boldizsár ny. o. ezds.

Könyvtári közlemények (Pogányné Dr. Rózsa Gabriella PhD) 89

„Tudományos Rendelő és Múzeum” a Magyar Néphadsereg

Központi Kórházában

Referátumok 94

CONTENTS

Col. (ret.) Prof. S. Sandra MD, PhD,

Maj.Gen. I. Kun Szabó,

Brig.Gen. L. Sticz PhD

The suitability of soldiers 5

Col. Z. Eleki PhD

The complex explanation of military fitness, based on the Total Force

Fitness concept 14

Col. S. Szabó MDMC, PhD

Sports and aviation: Human performance diagnostic tools in aeromedical

evaluation of aircrew and in aviation scientific research 22

G. Deli

Radiation exposure in medicine 37

Maj. Á. Péter MDMC

Strengthening the Hungarian health system's capabilities of treating casualties

of chemical and biological weapons 52

Col. Z. Szakács MDMC, PhD

Neuropsychological consequences of different types of sleep related

breathing disorders 67

I. Márton, Réka Dankó,

Kamilla Lakó, A. Kiss MD

Tramadol-induced seizure in emergency care. Case report 72

News (Col. Z. Vekerdi MDMC, PhD) 77

In memoriam 85

Maj.Gen. (ret.) Prof. J. Hideg, DSc

Col. (ret.) B. Bakity MD

Abstracts (Gabriella Pogány-Rózsa) 89

*Magyar Honvédség Egészségügyi Központ¹,
Magyar Honvédség Egészségügyi Központ Parancsnok²,
Magyar Honvédség Parancsnoksága Haderőtervezési Csoportfőnökség³*

(Gondolatok a katonai alkalmasságról) Gondolatok a katonai alkalmasság múltjáról és jelenéről

**Prof. Dr. Sandra Sándor¹ ny. orvos ezredes, PhD,
Kun Szabó István² vezérőrnagy,
Dr. Sticz László³ dandártábornok, PhD**

Kulcsszavak: globalizáció, katonai alkalmasság, biztonságpolitika, vizsgálati rendszer

A felgyorsuló és összetetté váló politikai, gazdasági, társadalmi és demográfiai folyamatok kihatnak a haderő felkészítésére és fejlesztésére. A nemzeti haderő legfontosabb és egyben elengedhetetlen pillérei maguk a katonák, akiknek állományba vételét, felkészítését, kiképzését mindenképpen meg kell, hogy előzze egy mindenre kiterjedő alkalmasságvizsgálati folyamat.

A jövő hadereje ennek megfelelően, egy korszerűen felszerelt, magasfokú mobilitással és reagáló képességgel rendelkező szervezeti egység, amely képes az információs és döntési fölény birtokában egy időben, több helyszínen történő azonnali, gyors és hatékony beavatkozásra, műveletek végrehajtására, akár nemzetközi keretek között is.

A hadművelleti és szolgálati feladatokban egységes szervként tud fellépni a hivatásos, szerződéses és önkéntes tartalékos állomány.

A XXI. századi biztonságpolitikai követelmények létfontosságú elemként ke-

zelik a katonai alkalmasság kérdését, hiszen az ország védelme, ill. a NATO-ban vállalt kötelezettségeink magas szintű elvárást támasztanak katonáinkkal szemben. A „megfelelő embert a megfelelő feladatra” elképzelés a fronton született, ennek megfelelően az alkalmasságra vonatkozó vizsgálatok, azok hangsúlyai folyamatosan változtak. Hazánkban is mindig kulcskérdés volt a honvédelem ügye és az abban szolgálatot teljesítő emberek sorsa. Ennek értelmében a sorozási alkalmassági vizsgálati rendszer az évszázadok alatt többszörösen megújult, mégis folyamatos kiigazítást igényel.

„Ím mi állapotunk, látjátok, miben van: Erős birodalmunk henyélést nem kíván, Az mit karddal nyertünk, nem tartja meg Déván; Fegyvert s erős vitézt birodalom kíván.”

Az új évezred küszöbén az élet minden területén meghatározó befolyással bíró globális verseny az ország biztonságának zálogául szolgáló hadsereggel szemben is komoly elvárásokat támaszt. Ez megmutatkozik a magas szakmai színvonal, az állomány tagjaival szemben elvárt követelmények tekintetében. Bár a katonai szervezet, mint intézmény, mindig felismerte az emberi tényező meghatározó voltát, mégis csak az elmúlt század második felétől kapott hangsúlyosabb szerepet.

Minden ember önálló személyiség, többé-kevésbé sajátos adottságokkal, személyiségi vonásokkal és viselkedési formákkal. Az alkalmasság vizsgálata minden esetben az egész személyre irányul, hogy képes lesz-e a neki kiadott feladat ellátására. Esetleg rendelkezik-e olyan jellemzőkkel, amelyek egyértelműen kizárják vagy lehetetlenné teszik a sikeres szolgálati feladatok elvégzésére. A honvéd egészségügy a feladatok végrehajtása előtt javaslatokat tehet, hogy a kiképzést miként tehetjük hatékonyabbá. A katonai alapkiképzés a katonai pálya szocializációja folyamán meghatározó szerepet játszik. Mindebből következik, hogy az alkalmasság csak potenciálisan állapítható meg, minden a gyakorlatban dől el, azaz hogy a katona az elvárásoknak megfelelően hajtja-e végre a feladatot.

A fegyveres erők fejlesztése, személyi állomány biztosításának kérdése, a hidegháborús szembenállás megszűnését követően csaknem minden európai országban napirendre került. Egyik oldalon a túlméretezett haderő, míg a má-

sik oldalon az új típusú haderő felállításának problémaköre állt, annak személyi állományával, formai követelményének minden nehézségével.

Míg a XX. század második felében a Magyar Néphadseregben is a szovjet hatás érvényesült, a 90-es évektől megfigyelhető némi változás a fizikai követelmények megítélésében. Bár jó katonának az számított, aki jól teljesített a sportversenyeken, mégsem távolították el a szervezetről a gyengén teljesítőket.

A rendszerváltást követően a korábban szervezett, nagy tömegeket mozgató sportélet jelentősége hátrább szorult és felváltotta egy minden tekintetben megreformált alkalmassági vizsgálat. Már nemcsak fizikai és mentálhigiénés felkészültséget vártak el, a NATO csatlakozást követően a nyelvtudás is meghatározó szemponttá vált a katona megítélésében. Az amerikai mintát átvéve a 12/1997. (V. 16.) HM rendelet szabályozta a hivatásos és szerződéses katonák egészségi, pszichikai és fizikai alkalmasságát.

Ahogy emelkedett a katonákkal szemben támasztott követelmény, úgy változtatták képességeik felmérésének metódusát is. A magyar békefenntartói szerepvállalástól – amely a 19. század végéig nyúlik vissza – eljutottunk a multinacionális szerepvállalásig, ahol a válságreagáló műveletek során egyre újabb elemek jelennek meg a katonai tevékenységbe beépítve.

Néhány tragikus kimenetelű hadiesemény felhívta a figyelmet a pszichikai tényezők fontosságára is. A hosszabb békeidőszakot követően a háborús övezetben bevetett hadsereg által szerzett tapasztalatok is azt igazolják, hogy sok esetben az ismeretlenre való felkészítés, illetve annak kezelése nyújthat némi biztosítékot a katona számára. Az Osztrák–

Magyar Monarchia utolsó haditapasztalatokat nyújtó háborúja 1866-ban zajlott, ennek igen tragikus következményeit tapasztalhattuk meg az I. világháborúban.

Az elvárás, hogy a „megfelelő embert a megfelelő feladatra” megtalálják, nem új keletű kíváncsi. Már az őseimbek is a képességüknek megfelelően osztották szét feladataikat egymás között. A kezdeti törzsi szerveződésükben is tisztában voltak azzal, hogy, csak azokat vihetik vadászatra, illetve háborúba, akik bátrak, erősek, rátermettek, ügyesek és kitartóak. Ezt a képességet különböző avatási próbákön bizonyíthatták.

Ismereteink szerint Gedeon – héberül Gideon („kardforgató”) Joás fia, a bírák egyike a Bibliában – hajtotta végre az első katonai alkalmassági vizsgálatot, mégpedig a Tóra rendelkezése szerint, némileg a saját módszerével kiegészítve. Gideon hadjáratának lényege: az Úr túl nagyra találta a seregét, s megparancsolta neki, hogy csökkentse a létszámot, másképp Izrael azzal dicsekednék, hogy a maga erejéből győzött. Először is kihirdették, hogy aki fél, az menjen haza.

„És szóljanak a tisztek a néphez, és mondják: Van-e itt olyan ember, aki fél, és csüggedt szívé? Menjen és térjen vissza házába, ne csüggedszen el testvéreinek szívét a magáéhoz hasonlóan!”

A megmaradt tízezer is soknak tűnt, ezért az Úr utasítására csak azt a háromszázat tartotta meg, akik egy tó partjára érve nem térdeltek le a vízhez, hanem lehajolva kutya módjára lefetyeltek.

*„Tanulj, fiam, túlem isteni félelmet,
Tanulj fáradságot s kemény vitézséget;
Mert kell tenéked is követned engemet,
Sokatjárnod s fáradnod, veritékezned.”*

Az alkalmasságra vonatkozó vizsgálatok koronként változtak. Az ókori tár-

sadalom a közösségi munkára alkalmatlan egyéneket nem, vagy csak nehezen fogadta el. Hűen tükrözte ezt a spártai thaigetoszi módszer. A katonaállamban, elsősorban az egészségeseket illette meg az élethez való jog, tehát csak az maradhatott életben, aki katonáskodhatott, azaz védte az államot. A jó fizikai állapot tehát létfontosságú volt. A klasszikus görög testkultúra jelentőségét nincs olyan, aki nem ismerné, ha másért nem, a négyévenként megrendezésre kerülő olimpiai játékok miatt.

A római katona még a mainál is szigorúbb, keményebb kiképzésben részesült. Mai szemmel is hatalmas távolságokat járt be és embert próbáló feladatokat kellett kiállnia. A gyalogosan menetelő katona a saját fegyverén kívül többnapos élelmet is magával vitte – csak a táborveréshez szükséges eszközök mellett majdnem harminckilónyi teher nyomta a vállát, miközben magas hegyeken, szűk hágókon vagy éppen mocsarakon kelt át. Ráadásul az éghajlati viszonyok sem mindig kedveztek az itáliai meglehez szokott katonáknak.

A római katonák még békeidőben sem pihentek. Kő táborukat, az azokat összekötő utakat a római birodalomban és a határokon maguk építették, amelyek minőségéről akár magunk is meggyőződhetünk. A hadiutakhoz szükséges köveket a közeli bányákból ők fejtették, a téglát is ők égették.

Későbbiekben a katonai táborok kiképzési alapelemei között jelentek meg az ilyen és ehhez hasonló módszerek. A feudalizmusban már megfelelő fizikai erőnléttel és mozgásszervi alkalmassággal kellett rendelkezniük azoknak, akik harci fegyvereket öltöttek magukra. A lovagkori harcászati feladatokat pedig magas fokú fizikai követelmények teljesítése révén lehetett csak végrehajtani.

A magyar középkori államszervezet katonai védelmi elve is a hadseregállítást volt. Az állandó és fizetett hadtestek megjelenése előtt a szabad, illetve a nem teljes szabadságot élvező rétegek, majd a nemesek alapvető és legfontosabb feladata volt a teljesen vagy részben saját költségükön való hadba lépés. Minden egyes hadba vonulás alkalmat kínált a királynak arra, hogy lemérhesse alattvalói lojalitását, harckészségét és vezérei alkalmasságát az általuk betöltött posztra.

A résztvevők számára pedig a lehetőségek bőséges tárházát kínálta a hadakozás. Az 1278. évi morvamezei csataleírás szerint:

„Négy sereget formált a hadából, ezek közül kettőt a magyarok alkottak. Trencséni Máté és István vértesi gróf vezérletével a két sereg elejétől a végéig ott forgott az ütközetben.”¹

„Olyan fűrgeséggel forgolódtak a csatában, mintha csak Franciahonban tanulták volna a harc fortélyait. S ha akadna bárki, aki azt vetné szemükre, hogy nem kitartók és állhatatosak fegyverben, a hőség és csata pora közepette, bizony azt kellene mondani, hogy tudnak sváb módra küzdeni, ha megfelelően felszerelik magukat lóval és páncéllal.”²

Zrínyi Miklós hadvezér és író elsőként írta le, hogy mit vár a magyar katonáktól.

„A katonasághoz kiválasztandó ifjú legyen tehát élénk szemű, egyenes fejartású, széles mellű, izmos vállú; erős ujjai,

hosszú karjai, kis hasa, vékony lábszárai, fölösleges hússal nem terhelt lábikrái és lábai legyenek, vagyis olyanok, amelyeket erős inak mozgatnak. Ha ezeket a jeleket az újoncban megtalálta, ne sokat törődj a testmagassággal; a katonák inkább erősek legyenek, mint nagyok. Most még az van hátra, hogy kutassuk, milyen mester-ségű újoncokat vegyünk fel, s milyeneket utasítsunk el.”³

A francia forradalom a szabadság, egyenlőség eszméi alapján lehetőséget és lendületet adott a foglalkozások szabad választási lehetőségeinek. A foglalkozási betegségek medicinájának, az ipari orvostudománynak. Megalapozását Bernardino Ramazzini olasz professzor nevéhez kötjük, aki a felgyülemlett adatokat tudományosan rendszerezte és ezen ismereteit 1700-ban „De morbis artificum diatriba” címen adta közre.

A kapitalizmus gazdasági értékszerősége, a technikai forradalom és az urbanizáció a természetes testmozgásokat háttérbe szorította, amivel együtt járt az úgynevezett hypokinetikus szindróma megjelenése is. Magyarországon is nagy hangsúlyt fektettek ezért a megfelelő kiválasztásra, már a hadapródok esetében is. A szigorú többnapos felvételi vizsga után, azokat a pályázókat vették föl a hadapródiskola I. évfolyamába, akik a polgári gimnázium IV. osztályát (a mai általános iskola 8. osztályának felel meg) sikerrel elvégezték, illetve az alreális iskolát sikeresen befejezték. Felvételi követelmény volt, hogy a pályázó, a lakhelyéhez legközelebb eső honvéd helyőrségi kórház vizsgálatai alapján testi alkalmasságát és a katonai nevelésre való ráter-

1 Az Osztrák-Magyar Monarchia idején a magyar katonák a közös hadsereg tagjaként a világ több pontján igyekeztek megakadályozni a konfliktusok kialakulását, ill. elterjedését: pl. 1897-ban Kréta szigetén. (Szemes Zoltán: A békefenntartás hatása a magyar haderőre, Hadtudomány 2006/3.) Osztrák rimeskrónika: Forrás: Múlt-kor/ Rubicon, 1995/5

2 Zrínyi M.: Ne bánts a magyart! Az török áfium ellen való orvosság.

3 Gál A.: Armis et litteris — A pécsi m.kir.: Zrínyi Miklós honvéd gyalogsági hadapródiskola történetéből 1898-1944. (<http://mek.oszk.hu/04900/04967/html>)

mettségét, orvosi véleménnyel igazolja, valamint a tanév kezdetén a 14. életévét már töltse be, de a 16. életévét még ne haladja meg. A dualizmus kori Magyarországon a „1868. évi XLI. Törvénycikk a honvédseregről” vezette be a sorozott hadsereget, amely 136 évig maradt fenn.

Az első világháború idején és azt követően a férfi lakosság hiánya illetve a nők megjelenése a munka világában, valamint a megsokasodott hadirokkant lehetséges munkába helyezése szükségessé tette a pályaválasztási tanácsadás, a foglalkozásra való alkalmassági vizsgálat kialakulását és fejlődését. Magyarországon 1906-ban már működött pályaválasztási tanácsadó. 1914-ben az első világháború miatt jelentős létszámban kellett katonákat sorozni, így a hadseregnél is szükség-szerűvé vált, hogy értékelni tudják az ismeretlen, képzetlen katonák lehetőségeit és képességeit.

1917-ben az USA belépett a háborúba és a kanadai tapasztalatokat alapul véve kidolgoztak egy vizsgálati eljárást az alkalmatlanok kiszűrésére és e vizsgálati eredmények révén osztották be az alkalmasokat a különböző fegyvernemekbe.

A vietnami háborút követően az Egyesült Államokban a rendkívül alacsony társadalmi támogatottság hatására kénytelenek voltak radikálisan csökkenteni a haderő létszámát és 1973 júliusában ismét felfüggesztették az általános hadkötelezettséget. Tekintettel arra, hogy a toborzás hatására a népszerűségeit veszített hadseregbe többnyire alacsony iskolázottságú fiatalok jelentkeztek, a hivatásosok illetve tovább szolgálni kívánó hadkötelesek biztosították a hadsereg alapját. Ezek a katonák legalább megfeleltek az akkori, nem túl szigorú követelményrendszernek. Mára az infrastruktúra és a személyi juttatások rendszerének fejlesztésével a minőségi mutatók fellendülése figyelhető meg

a személyi állományban. A szolgálatba lépők inspirálási eszközeivel együtt növelték a belépőkkel szemben támasztott követelményeket is, amelynek következtében jelentősen javult azok iskolázottsága is. A felvételi eljárás során támasztott elméleti és fizikai jellegű követelményeket is egyre magasabb határfokkal teljesítették. Pl. „minőségi” újoncnak számított (illetve mai is) az, aki érettségivel rendelkezik és a felvételi teszt eredményessége legalább 50%-os.

Magyarország történetében a honvédelem ügye mindig is kulcskérdés volt. A honvédelem újkori jogi értelmezését az 1848. évi XXI. törvénycikktől számíthatjuk. A magyar hadsereg vezetői szükségesnek tartották az I. világháború után az alkalmassági vizsgálatok elvégzését a katonajelölteknel. Létrehoztak egy képességvizsgáló intézetet, ahol a katonai alkalmassági és fegyvernemi alkalmasságot vizsgálták. A II. világháború után a Néphadseregben szinte mindenki alkalmas volt sorkatonai szolgálatra. Az akkori vezetőket nem érdekelte, ha kisebb egészségi károsodásokat okozott a katonai szolgálat. Az utóbbi években bekövetkezett társadalmi, jogi és gazdasági változásokhoz alkalmazkodva, határozott igényként fogalmazódott meg az, hogy a katonai alkalmassági vizsgálatok önálló intézetben professzionális módon valósuljanak meg. Ennek szellemében a Magyar Honvédség Egészségügyi Alkalmasság vizsgáló Intézetét 1992 júliusában hozták létre.

Az alkalmassági vizsgálat legfőbb célja

- szűrjék ki az alkalmatlan személyeket,
- állítsanak fel alkalmassági kritériumokat a katona egészségi, pszichiat-

riai és fizikai alkalmassági vizsgálatának alapkövetelményeihez,

- pontosítsák a megfelelő fegyvernemi és beosztási kritériumokat.

A Nemzeti Haderő alaprendeltetése a haza katonai védelme, illetve a szövetségi rendszeren belül a ráháruló nemzetközi missziókban való részvételek. Az újonnan kiválasztott katona, aki ezt hivatásaként szeretné végezni, megismerkedik egy új életmóddal, ennek minden nehézségével, szokatlanságával. A katonai szocializáció folyamán elsajátítja az adott szakmai elvárásokat, újfajta viselkedési módot, szerepet, az egymáshoz való viszonyulási formákat, értékeket, technikai ismereteket, amelyekre későbbiekben a katonai pálya gyakorlása folyamán szüksége van. Megtapasztalja, hogy mit is jelent ez a szervezet tagjának lenni.

Az új társadalmi és politikai kihívások a haderővel és az egészségüggyel szemben eddig ismeretlen elvárásokat támasztanak, ugyanakkor egyre több pénzt, időt és energiát igényelnek ezek végrehajtása. A kockázatok mértéke és száma folyamatosan változik a szolgálati feladatok és a hely függvényében. Egyes kockázati tényezők emelkednek, mások csökkennek. Az elmúlt évtizedekben már különböző földrajzi környezetben is bevetik a katonákat, igen rövid felkészítést követően. Ezeken a területeken alig vagy eddig nem ismert egészségkárosító tényezők is megjelenhetnek, ezáltal a pszichoszociális tényezők szinte állandósult egészségügyi károsító tényezőkké válnak.

A XXI. század biztonsági kihívásainak megfelelően a katonák kiképzési és felszerelési feladatai is egyre jobban specializálódnak. Minden egyes katona nélkülözhetetlen a maga területén. Ez azt is jelenti, hogy egy-egy különlegesen képzett személy egyre kevésbé pótolha-

tó. Ebből következően különösen fontos, hogy a katona olyan fegyvernemi szolgálatot vállaljon, amelyre megfelelő életteni sajátosságokkal rendelkezik, egészsége és testi épsége várhatóan nem károsodik a szolgálat folyamán. Ezért a katonaegészségügy legfontosabb feladata a haderőállomány alkalmassági vizsgálata, állományának szűrése és egészségügyi felkészítése a különböző feladatok végrehajtására.

Egyes beosztásoknál tudományos igények alapján kell a pálya profilját meghatározni. A katonai alkalmasság egy dinamikus probléma és speciális kérdés a fegyvernemi alkalmasság is. A szakbeosztásokra is vizsgálni kell az egyént. A korszerű mozgásszervi alkalmassági vizsgálat az egész szervezetet, mint egészet szemléli. A mai teljesítmény centrikus világban az alkalmassági vizsgálatok hatékonysága sok esetben rövid idő alatt kifejezetten magas szintű orvosi szakmai minőségi munkát követel meg. A teljesítmény vizsgálatok esetén az igénybevételi indikátor paraméterek egyre jobban bővülnek, egy sor egyéb ergonómiai paraméterrel, amivel az állóképességet és fáradtságot is értékelni lehet.

Megjelentették ezért a különböző szakutasításokat, amelyek előírták az alkalmassági vizsgálatok elvégzési rendjét. A későbbiekben az Eü/18. és Eti. 27-es szakutasítások – amelyek az egészségügyi alkalmassági vizsgálatokat szabályozták – nagy segítséget nyújtottak az alkalmassági vizsgálatokat végző orvosoknak, de az idő haladtával az orvostudomány fejlődésétől ezek az utasítások lemaradtak.

A továbbiakban már a jogi hierarchia magasabb szintjén tanulmányozták az elvégzendő feladatokat a következő rendezőelv szerint:

- A 7/1996. (VII. 30.) HM-NM együttes rendelet „A katonai szolgálatra való egészségi alkalmasság elbírálásáról”- már a rendszerváltás korszakában készült.
- A 78/1997 HM határozat létrehozta a Magyar Honvédség Egészségvédelmi Intézetét, majd a jelen kor elvárásaihoz igazítva ezt az alapító okiratot a 98/2005 (HKSZ) HM határozattal módosították. Az intézet egyik alapvető feladata lett a katonai alkalmassági vizsgálatok elvégzése, a különböző időszakos, szűrő-, záró- és egyéb felülvizsgálatok magas szintű szakmai ellátása. A honvédség személyi állomány munkaképességének megőrzése érdekében az alap és alkalmazott tudományok alkalmazása a szűrővizsgálatokban öltött testet.

A sorozási alkalmassági vizsgálati rendszer a rendszerváltás óta többszörösen megújult, ennek ellenére kiigazítás igényel. Nem lehet vitatni, hogy az orvostudomány fejlődésének mai üteme mellett minden, a beteg ellátással foglalkozó orvosnak rendszeresen képeznie kell magát. Ez jogi, szakmai és etikai kötelessége minden egészségügyi dolgozónak.

- A 9/2002. (II. 28.) HM-EüM együttes rendelet, A hadkötelezettség alapján teljesítendő katonai szolgálatra és a katonai oktatási intézményi tanulmányokra való egészségi alkalmasság elbírálásáról” rendelkezik. Ezt a 24/2003. (VII. 7.) HM-ESzCsM együttes rendelet módosította.
- A 4/2003. (I. 31.) HM rendelet „A hivatásos és szerződéses katonák egészségi, pszichikai és fizikai alkalmasságának minősítését” szabályozza.
- A 2004. évi CV. törvény „a honvédelemről és a Magyar Honvédségről”. Rendkívüli állapot idején, illetve az

Országgyűlés külön döntése alapján megelőző védelmi helyzetben a Magyar Köztársaság területén lakóhellyel rendelkező minden nagykorú, magyar állampolgárságú férfi hadköteles. A katonai nyilvántartásban a személyazonosító adatok, családi állapot és egyéb adatokon túl a szolgálat tervezését és teljesítését befolyásoló adatokat is tartalmaznia kell, úm. katonai szolgálatra való alkalmasságot befolyásoló betegséget, szomatometriai adatot, iskolai tanulmányt, szakképzettséget, foglalkozást, idegen nyelv ismeretét, stb.

- A 7/2006. (III. 21.) HM rendelet „A hivatásos és szerződéses katonai szolgálatra, valamint a katonai oktatási intézményi tanulmányokra való egészségi, pszichikai és fizikai alkalmasság elbírálásáról, továbbá az egészségügyi szabadság, a szolgálatmentesség és a csökkentett napi szolgálati idő engedélyezésének szabályairól” szól.

Összegzés

- Az egészségügyi alkalmassági vizsgálatnak komplexnek kell lennie minden esetben (csont-ízületi-, kardiovaszkuláris-rendszer, humántipológiai megfelelés, fizikai- erőnléti állapot)
- A hivatásos, az önkéntes, szerződéses állományra egyformán vonatkoznak az egészségügyi alkalmassági előírások.
- A katonai szolgálat sajátosságaiban megjelenhetnek a kor fejlődésével új elemek, új elvárások ehhez adaptáltan kell az alkalmassági vizsgálatokat is elvégezni.
- A megfelelő katona megfelelő szolgálatba, illetve fegyvernemi beosztásba kerül.

tásba kerüljön (alkalmassági vizsgálati paraméterek, a személynegy munka és a fizikai paraméterek alapján kell, hogy a döntés megszüleszen, lehetőség szerint a katona elvárásait figyelembe véve).

*„Halld meg te, igaz Isten, én beszédemet,
Es te, o, vitéz gróf én esküvésemet!
Hazámért kéméllem hogyha életemet,
Ha vigan nem ontom, a , hol köll,
véretem;
Mi vitézül éltünk, vitézül meghaljunk,
Egész ez világnak evvel példát
hagyjunk.
Ma mi tisztességet nevünkre szállitunk,
Mai nap szépéti minden elmúlt
dolgunk.”*

Irodalom

- [1] Biblia Ószövetségi és Újszövetségi szentírás, Budapest 2005. Szt. István társulat könyvkiadója, ISBN: 963 361 664 6.
- [2] Csirszka J.: A személyiség munkatevékenységének pszichológiája. Akadémia Kiadó, Budapest, 1985.
- [3] József I.: A katonai alkalmasság vizsgálat múltja, jelene és egy lehetséges alternatívája. Új Honvédségi szemle, 2002, 124-130.
- [4] Klein S.: Munkapszichológia — Gondolat Kiadó, Budapest, 1980.
- [5] Kovács P.: Terhelés-, és teljesítmény-élettani mutatók vizsgálata a magyar honvédség és a civil szféra hadrafoghatóság szempontjából érintett területein. PhD értekezés. Kun L.: Egyetemes testnevelés és sporttörténet, Sport kiadó, Budapest, 1990 alapján.
- [6] Mitológiai enciklopédia 11. Gondolat K., Budapest, 1988 p.:235, ISBN: 963 282 0282.
- [7] Nemere István: A Zrínyi család, Anno Kiadó, MMV, ISBN 963 375 405 4.
- [8] Popper P.: Az Írás – Az Ószövetség – A Teremtés Könyvétől, Malakiás prófétaig – 02004-ISBN 963 9308 96 X. Saxum Kiadó.
- [9] Svéd L.: A Magyar Honvédség egészségügyi biztosítása elvének és gyakorlatának változásai, sajátosságai, különös tekintettel a haderő átalakítására, a NATO-ba történő integrálásra, a különböző fegyveres konfliktusok, valamint a békefenntartó, béketeremtő és támogató tevékenységre. 2003, PhD értekezés.
- [10] Szabó Cs.: Gondolkodás, KLTE 1995.
- [11] Zrínyi M.: „Ne bánts a magyart! Az török áfium ellen való orvosság”.
- [12] Zrínyi M.: Szigeti veszedelem.
- [13] 2004. évi CV. törvény a honvédelemről és a Magyar Honvédségről.
- [14] <http://www.zmne.hu/kulso/mhht/hadtudomany/2001/3/07/chapter1.htm> – Gál Anna: Az emberi igények és a szervezeti követelmények összhangja. Honvédorvosban történő megjelenítéshez.
- [15] Az Európa periferiáján megjelenő fenyegetések egyre határozottabb válaszsreakciót, ütőképes haderőt és annak folyamatos fejlesztését kívánja meg a fejlett országoktól.
- [16] A felgyorsuló és összetetté váló politikai, gazdasági, társadalmi és demográfiai folyamatok kihatnak a haderő felkészítésére és fejlesztésére. A nemzeti haderő legfontosabb és egyben elengedhetetlen pillérei maguk a katonák, akiknek állományba vételét, felkészítését, kiképzését mindenképpen meg kell, hogy előzze egy mindenre kiterjedő alkalmasság vizsgálati folyamat.
- [17] A XXI. századi biztonságpolitikai követelmények létfontosságú elemként kezelik a katonai alkalmasság kérdését, hiszen az ország védelme, ill. a NATO-ban vállalt kötelezettségeink magas szintű elvárás támogatásának katonáinkkal szemben. Hazánkban mindig is kulcskérdés volt a honvédelem ügye, ennek értelmében a sorozási alkalmassági vizsgálati rendszer az évszázadok alatt többszörösen megújult, mégis kiigazítást igényel.

- [18] Az új évezred küszöbén az élet minden területén meghatározó befolyással bíró globális verseny az ország biztonságának zálogául szolgáló hadsereggel szemben is komoly elvárásokat támaszt. Minden ember önálló személyiség, többé-kevésbé sajátos adottságokkal, személyiségi vonásokkal, és viselkedési formákkal. Az alkalmasság vizsgálata minden esetben az egész személyre irányul, hogy képes lesz-e a neki kiadott feladat ellátására.
- [19] A cikk szakmai elemzéseiből kiderül, hogy az alkalmasság csak potenciálisan állapítható meg, minden a gyakorlatban dől el, azaz hogy a katona az elvárásoknak megfelelően hajtja-e végre a feladatot. Megállapítást nyert az is, hogy az egészségügyi alkalmassági vizsgálatnak komplexnek kell lennie minden esetben, továbbá, hogy a hivatásos, az önkéntes, szerződéses állományra egyformán vonatkozzanak az egészségügyi alkalmassági előírások.
- [20] Napjainkra egyértelművé vált, hogy a katonai szolgálat sajátosságaiban megjelenhetnek a kor fejlődésével új elemek, új elvárások ehhez adaptáltan kell az alkalmassági vizsgálatokat is elvégezni. Mindezen tényezők együttes alkalmazásával biztosítható, hogy a megfelelő katona megfelelő szolgálatba illetve fegyvernemi beosztásba kerüljön.

**Col. (ret.) Prof. S. Sandra MD, PhD,
Maj.Gen. I. Kun Szabó,
Brig.Gen. L. Sticz PhD**

The suitability of soldiers

On the eve of a new millenium globalisation has a great effect on all area of life. There is no exception for an army that guaranties the security of the nation. The military competence is handled by the security policy as a crucial part of it in the 21st century since the defence of the country or our nation's requirements in the NATO mean high level of expectations towards our army.

The idea of „the right man in the right place” was born thousands of years ago but the ways of competence-examinations always varied during history. However national defense was a key issue for Hungary. Therefore the system of competence examination during enlistment was renewed many times from the time of our political change but after all there is a need to correct it.

Key-words: globalisation, the capability of soldiers, security policy, monitoring system

*Prof. Dr. Sandra Sándor ny. o. ezds.
1134 Budapest, Róberet Károly krt. 44.*

A katonai fittség átfogó értelmezése a Total Force Fitness program alapján

Dr. Eleki Zoltán ezredes, PhD

Kulcsszavak: fizikai fittség, komplex katonai fittség, egyéni harckészség

A Magyar Honvédség számára fontos, hogy a társadalom romló fizikai és egészségi állapota ellenére folyamatosan rendelkezésre álljon a megfelelő létszámú, felkészített és motivált személyi állomány. A katonák kiválasztásában, a felkészítés tervezésében és végrehajtásában szerepet játszó szakembereknek helyesen kell értelmezni a katonai fittséget. Annak érdekében, hogy a katona testileg és mentálisan is egészséges (well-being), felkészült (readiness) és ellenálló (resilience), egyszóval fitt legyen, a fittséget olyan összetett tulajdonságként kell értelmezni, ami túlmutat az egészségi, pszichológiai és fizikai fittségen. A cikk célja, hogy az amerikai hadsereg Total Force Fitness elnevezésű programját bemutatva megalapozza és erősítse ezt a szemléletmódot.

Egy hadsereg értékét nagyban befolyásolja, hogy rendelkezésre áll-e a kellő számú és felkészültségű személyi állomány. A szükséges létszám záloga a hatékony toborzás és a megfelelő szervezeti megtartó erő, míg a minőséget a kiképzési és felkészítési programok határozzák meg. A kiképzés sikerének alapja, hogy a katona testi egészsége, fizikai és pszichés állapota megfelelő legyen. Ezen tulajdonságok pedig nagyban függnek a katona életmódjától, környezetétől és magánéletétől.

A kiválasztás, a kiképzés és felkészítés célja, hogy a katona egyéni harckészsége megfelelően a katonai szolgálat és a fegy-

veres harc kihívásainak, amit a katonai fittség fogalmával lehet a legtalálókban jellemezni.

Írásomban megvizsgálom a katonai fittség fogalmát, és az azt befolyásoló körülményeket. A vizsgálathoz felhasználok az amerikai hadseregben 2010-ben készült tanulmánykötetet, amelyet Total Force Fitness (TFF) [Military Medicine, Volume 175, 2010]¹ címmel közöltek, és amely szintén a katonai fittség összetettségét hangsúlyozza. Céлом annak a szemléletnek az erősítése, miszerint a katonai fittséget egy olyan dinamikus egyetemesnek kell kezelni, ahol az egyes fittségi

összetevők csak a többi alkotóelem függvényében értelmezhetők és fejleszthetők. Teszem mindezt a katonai testnevelő szerepében, a fizikai felkészítés szemszögéből vizsgálva a kérdést.

A katonai fittség fogalma

„Fittség alatt civil környezetben elsősorban a fizikai jólétet, egyfajta testi-lelki állapotot értünk. Katonai értelemben, mélyebben vizsgálva a fogalmat a fittség egy adott körülménynek, elvárásnak való megfelelést jelent. A háborúban a hadseregeknek és a katonáknak alkalmazkodni kell a harc összetettségéhez és káoszához, meg kell őrizniük egészségüket, és a szolgálat befejezésével vissza kell illeszkedniük a civil társadalomba” [1].

Mullen tábornok a fittség fogalmából kiindulva átfogóan értelmezi és definiálja a katonai fittséget, beleértve minden olyan ismeretet, képességet és készséget, ami a harc káoszához való alkalmazkodást és az egészség megőrzését lehetővé teszi. Az átfogó értelmezést részeire bontva a fogalom tovább finomítható. A fitt katona edzett és kiképzett, testileg és szellemileg felkészült a feladatokra, kiváló az egészségi állapota, ellenálló a szolgálattal járó fizikai és mentális hatásokkal szemben, és motivált a feladatok végrehajtására.

Az angolszász szakirodalomban az *„individual combat readiness”* kifejezés illik leginkább a katonai fittség fogalmához. Megállapítható, hogy teljeskörű egyetértés nem alakult ki a kutatók között a fogalmat illetően [2]. A meghatározásnál a legtöbbször olyan fogalmak jelennek meg, mint a csapatkohézió, fittség, kompetencia, állampolgári felelősség, morál, kötelességtudat, készenlét, formaidőzítés, hatékonyság, kiképzettség.

Castro szerint az egyéni harckészséget leginkább a családi állapot, a nem, az egészségi állapot, az alvásidő, az utolsó hét nap kiképzési terhelése és az egészségi állapotra vonatkozó saját benyomás határozza meg [3].

Caliber szerint az egyéni harckészség felkészültséget (training), képességeket (skill) és motivációt igényel [2].

Bolstad tovább bontja a fogalmat, amely olyan pszichológiai és szociológiai ismereteket és képességeket, valamint személyes beállítódást (attitűd) jelent, amely biztosítja, hogy a katona kompetens, professzionális formájával, testi és lelki jólétével meg tudja felelni a dinamikus változó harctér komplexitásának és kiszámíthatatlanságának [2].

A katonai fittség átfogó értelmezése

A katonai fittség legfontosabb összetevői az egészségi, pszichológiai és fizikai állapot, amit további tényezők befolyásolnak. A munkakörülmények, az egzisztenciális és családi háttér, a közösségi kapcsolatok pozitív és negatív változásai, a kiképzés-felkészítés, a tapasztalat és begyakorlottság, valamint a technikai és taktikai tudás. Ezek a tulajdonságok függnek attól a társadalmi és környezeti viszonyrendszertől, amelyben a katona él és tevékenykedik [1] (1. ábra).

Annak érdekében, hogy a harcos testileg és mentálisan is egészséges (well-being), felkészült (readiness) és ellenálló (resilience), egyszerűen legyen a feladatára, a család-szervezet-környezet hármasságában kell értelmezni tevékenységét (1. ábra). Itt olyan tényezők jellemzik, mint a fizikai fittség, a pszichés állapot, a káros szenvedélyektől való mentesség, a testi egészség, a környezeti hatások, az egészséges táplálkozás,



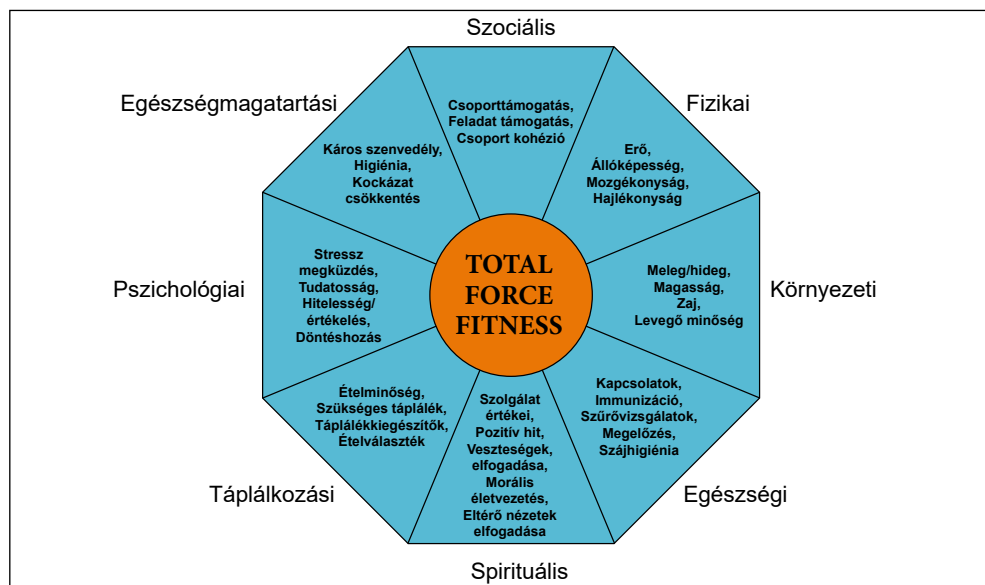
1. ábra. A katona a család-szervezet-környezet viszonyrendszerében
[Military Medicine, 2010, 125. o.]

spirituális-vallási hatások, szociális-csoport hatások, vagy a családi kölcsönhatások.

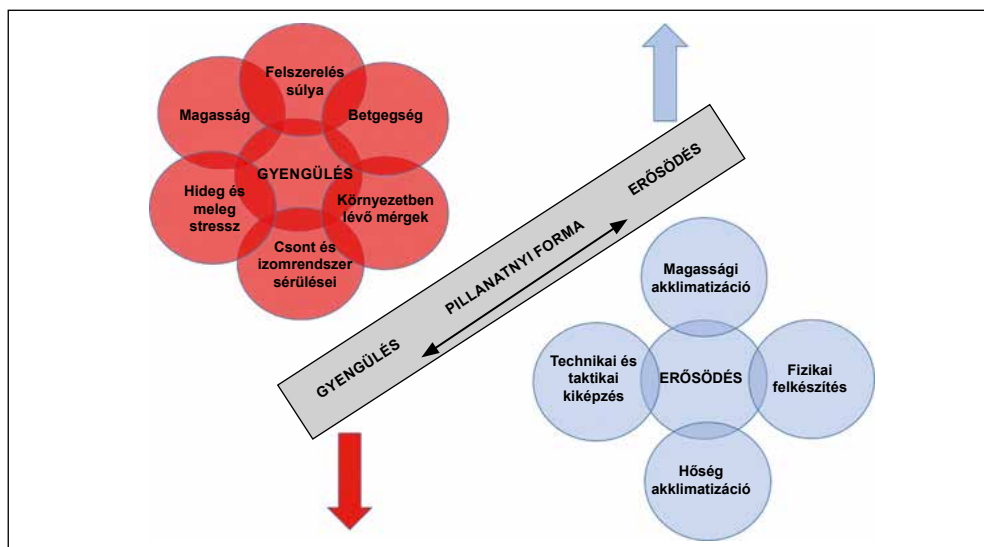
A 2. ábrán a fenti tényezők részletesebb bontásban szerepelnek. A katonai fittség összetett rendszerében meghatározó, hogy az egyes rendszer-elemek milyen hatást fejtenek ki egymásra (egymást támogató, semleges, vagy gátló) [1].

A katonai fittség összetevőinek vizsgálata

Fizikai fittség. A fizikai fittség fogalma a fizikai alkalmasság alapján határozható meg. Mindkét esetben valamilyen tevékenységhez, feladatvégrehajtáshoz szükséges fizikai adottságok és képességek, összességében a fizikai teljesítőképesség meglétét jelenti. Az árnyalatnyi különbség



2. ábra. A TFF összetevői [Rounds, 2010, 125. o.]



3. ábra. A pszichológiai fittséget befolyásoló tényezők [Bradley, 2016, 26. o.]

abban rejlik, hogy a fittség esetében már egy felkészítési folyamatra alapozott képességről beszélünk, az alkalmasság esetében inkább a felkészítési folyamatban való részvételhez szükséges képességről.

Fontos a feladatok és küldetések fizikai összetevőinek a feltérképezése, ennek megfelelően a fizikai felkészítés programjának speciális, küldetés alapú meghatározása, a fittségi szint folyamatos monitorozása, a módszerek fejlesztése, valamint a nem megfelelő, esetleg káros edzésmódszerek és gyakorlatok kiszűrése az egészségmegőrzés és a sérülések megelőzése érdekében.

A TFF rendszerében vizsgálva evidencia, hogy a rendszeres minőségi testmozgás kedvező hatással van az egészségi állapotra. Az már kevésbé ismert, hogy a szociális egészségre, a depresszióra, a pánikbetegségekre és az alvászavarra is jótékonyan hat, ezen túl segíthet a szenvedélybetegség leküzdésében, vagy az agresszió kezelésében is [4].

Pszichológiai fittség. A pszichológiai fittség egyfajta lelki egyensúly, illetve

az egyensúlyt befolyásoló külső és belső hatások kivédését és kompenzációját biztosító állapot. A családon és a munkahelyi közösségen túl számos további szociális tér van, amely befolyásolja ezt a harmóniát. A katonák számára a harctéri stressz további terhelést jelent.

A modern kori hadviselés és az aszimmetrikus kihívások megjelenése új pszichológiai hatású nehézségek elé állítja a katonákat. Ilyen lehet az információ mennyiség és gyorsaság drasztikus növekedése, a túlzott és nehezen érthető szabályok, a megnövekedett felelősség, a gyors és pontos döntéshozatali kényszer, valamint a katonai műveletekkel összefüggő egyéb nagy intenzitású hatások (fenyegetettség, tragédiák, stb.). A harctérre jellemző a komplexitás és a kiszámíthatatlanság (fog of war).

A katonák számára szükséges pszichológiai fittség felépítésének meghatározása érdekes és összetett feladat, amivel számos kutató foglalkozott. Az egyén lelki alkata, a stabil háttér és a pszichológiai felkészítések mellett fontos a beosztottak számára az előljáró érezhető gon-

doskodása, a különböző rendfokozatok közötti szinteket átfogó bizalom és érzelmi alapú kapcsolatok, valamint a katonák felkészítése a harc során jelentkező kihívásokra [5].

A pszichológiai fittséget negatívan és pozitívan befolyásoló tényezők hatását a Bradley és munkatársai által készített 3. ábra jól szemlélteti (2013.) [6].

Egészségmagatartás. Az egészségmagatartáshoz sorolhatók azok a magatartási normák, amelyek az életvezetést és az életmódot határozzák meg. A normák közül különösen érdekesek a káros szenvedélyekhez kapcsolódó attitűdök, mint a drog-, a dohány- és az alkoholfogyasztás mellőzése, a katonák körében is népszerű súlycsökkentő, zsírégető, vagy éppen izomtömeg növelő táplálék kiegészítők, de ide sorolhatók a túlsúlyllyal kapcsolatos problémák, az alvászavarok, vagy az olyan pszichoszociális problémák, mint a munkahelyi-, családi stressz, konfliktus, vagy egyéb társadalmi hatások.

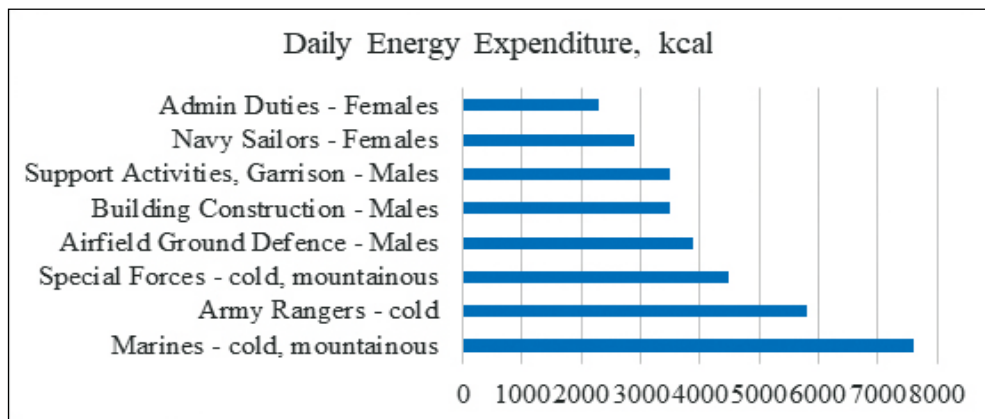
Foglalkozás egészség. A foglalkozás egészséghez tartoznak azok a környezeti és társadalmi hatások, amelyek a ka-

tonai szolgálattal összefüggésben jelentkeznek. Ezek lehetnek kémiai károsító hatások, mint például a kipufogó gázok, mérgek, sugárzó anyagok, biológiai hatások, mint a vírusok, baktériumok és paraziták. Lehetnek továbbá társadalmi hatások, úgy mint a családi-magánéleti, vagy munkahelyi problémák, amelyek a pszichés egészségre hatnak elsősorban, de azon keresztül a testi egészséget is befolyásolhatják pszichoszomatikus tünetként. Szintén a környezeti hatások közé tartoznak a harctéri stressz, a katasztrófák és balesetek során fellépő terhelések.

A felsorolt tényezők a fizikai felkészítés során is szerepet játszanak. A környezeti és társadalmi körülményeket a foglalkozások helyének, idejének és tartalmának megválasztásakor is figyelembe kell venni.

Egészségi és környezeti fittség. A két fogalmat a TFF együtt kezeli, mivel a környezeti hatások elsődleges szerepet játszanak az egészség alakulásában. Az egészség a modern felfogás szerint nem csak a betegség hiányát, hanem a teljes testi-lelki jólétet jelenti.

A környezeti fittség pedig a katona képességét jelenti arra, hogy bármilyen



4. ábra. Átlagos napi kalória szükséglet az Amerikai Haderő egyes alegységeinél [Scott, 2010, 68. o.]

környezetben (fizikai és társadalmi) képes legyen a sikeres tevékenységre. A fizikai környezeti hatások elsősorban a hőség, a hideg, a magasság, az ionizációs sugárzás, a zaj, a veszélyes anyagok, az allergiát okozó anyagok, vagy az élelemmel, vízzel, vagy más közvetítő anyaggal szállított biológiai ágensek. A társadalmi környezeti hatások vallási, faji, társadalmi különbségekből fakadó jellemzők, de ilyen lehet a média folyamatos jelenléte is.

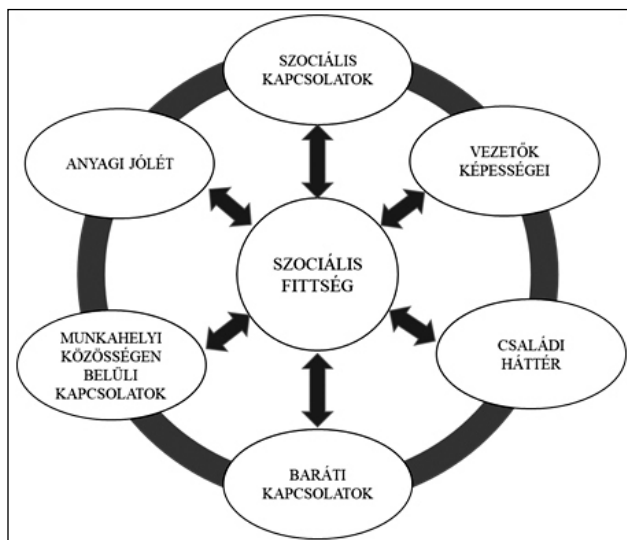
Táplálkozással kapcsolatos fittség. A helyesen megválasztott étrend hozzájárul a testi egészséghez és a jó fizikai erőnléthez, segít a betegségek megelőzésében. Fontos a megfelelő mennyiségű és minőségű táplálék bevitele (4. ábra) [1].

Más a napi kalória szükséglete egy ülő tevékenységet végző embernek, mint annak, aki nehéz fizikai munkát végez (4. ábra). A túlzott kalória bevitel elhízáshoz és az ezzel járó metabolikus szindrómához, illetve betegséghez vezet.

Fontos a bevitt táplálék minősége és helyes aránya is, illetve szükség esetén a

vitaminok, ásványi anyagok és nyomelemek pótlása. A napi folyadékszükségletet szintén biztosítani kell, lehetőleg kerülve a cukrozott, színezett üdítőket. Harci körülmények között külön nehézséget okoz a megfelelő időben és mértékben történő táplálék bevitel, különös tekintettel a folyadékpótlásra.

Spirituális fittség. A lelki-spirituális egészség szintén fontos összetevője a fittségnek. Spirituális és morális ellentétek akár fizikai, pszichikai, viselkedési problémákat is okozhatnak a katonák körében. Gondoljunk csak arra, hogy egy alegységen belül vallási felekezeti különbségek is okozhatnak belső feszültségeket, atrocitásokat. Ugyanakkor a vallásos hit számos előnnyel járhat a katonai fittség egészére nézve [1]. A spirituális fittség segíthet a traumák feldolgozásában, a vallási, etnikai különbségek tolerálásában, illetve a motiváció fenntartásában. *Hufford* kiemeli, hogy több kutatás számolt be arról, hogy a hívő katonák reménytelibbek és optimistábbak, kevésbé jellemző rájuk a depresszió, a



5. ábra. A szociális fittség rendszere [*Military Medicine*, 2010, 89. o.]

nyugtalanlás, a félelem, az öngyilkossági hajlam, az alkohol és drogfüggőség, stabilabb párkapcsolatban, kevésbé kockázatos életvitellel hosszabb életet élnek.

Szociális fittség. Minden emberre közvetlenül és közvetve is hat az a szociális tér, amelyben létezik. Az emberi kapcsolatok és a csoportkohézió meghatározó hatással van lelki egészségére, befolyásolja életmódját, tevékenységét. Egy összekovácsolt, jól működő csoport mindig erősebb és hatékonyabb az egyénnél, egyben támaszt és védelmet nyújt a tagjai számára (5. ábra) [1].

A katonai szolgálatra kiemelten jellemző, hogy a csoport tagja például átszervezés miatt egyik pillanatról a másikra kiszakadhat egy csoportból vagy harc során elveszítheti társát, társait. Gyakori az is, hogy a csoportra nagy hatást gyakorló vezető személyének a cseréje fejt ki negatív hatást. Mindez a csapategység gyengülésén keresztül kihat a csoport tagjaira (5. ábra).

Családi fittség. A katona, mint családapa, illetve családanya, vagy akár gyermek, fontos szerepet tölt be a család életében. A házastársi kapcsolat, a gyerekek felnevelése, gondozása fontos feladat, amelyre hatással van a szülő egészségi és lelki állapota. Egy PTSD-ben (Post Traumatic Stress Disease) szenvedő katona állapota kihat a családi környezetre is, felborítva a családi békét. Ugyanakkor a családjától távol lévő (gyakorlat, misszió, hadifogság) katona vágyódik párja és gyermekei után, akiknek a hiánya szintén befolyásolja lelki állapotát.

Ugyanilyen fontos a család támogató és toleráns hozzáállása. Minden katonának fontos, hogy bár sokat van

távol a családjától, szerettei ezt megértsek, elfogadják, és a házastárs, vagy a szülő távolléte ne vezessen eltávolodáshoz, illetve a családi közösség felbomlásához.

Összegzés

Írásom középpontjába a katonai fittséget, az egyéni harckészség meghatározó elemét állítottam. Az amerikai Total Force Fitness rendszer elemzésével meg kívántam erősíteni azt a hazánkban is jellemző szakmai álláspontot, hogy ugyan a katonai fittség meghatározó elemei az egészségi, pszichológiai és fizikai fittség, de számos egyéb elemet is figyelembe kell venni, amelyek hatással vannak a fizikai fitsségre és befolyásolják a katonai fittséget, illetve az egyéni harckészséget.

Ennek a szemléletnek a segítségével törekedni kell arra, hogy minden említett területen a lehetőségekhez mért legoptimálisabb körülmények vegyék körül a katonákat.

A testileg és szellemileg egészséges, fizikailag aktív életet élő, rendezett magánélettel bíró és munkakörnyezetébe harmonikusan illeszkedő katona hatással lesz bajtársaira és környezetére is, akik jó példát találhatnak benne. A fitt katonákból álló állomány pedig hatékonyabb szolgálatra képes, kevesebbet lesz távol munkahelyétől betegség miatt, nő a túlélő- és munkaképessége. A sportos, felkészült közösség pozitívan hat a Magyar Honvédség brandjének építésére is. Olyan hiteles képet jelenthet a társadalom számára, ami növeli a toborzó és megtartó erőt, és hosszabb távon, közvetetten az egész társadalom testi és lelki egészségére pozitív hatással lehet.

Irodalom

- [1] Total Force Fitness for the 21st Century. A New Paradigm, Military Medicine, 2010, Vol. 175. <https://www.researchgate.net/publication/278000131>
- [2] Barbara D. Adams: Military individual readiness, 2009, Department of National Defence Canada. 120 o. <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a514618.pdf>
- [3] Castro, C. A., Adler, A. B.: Working in the zone: Maintaining optimal readiness in U.S. soldiers. Paper presented at the 36th International Applied Military Psychology Symposium, Split, 2000. Croatia. 55. o. <https://core.ac.uk/download/pdf/11039048.pdf>
- [4] DeMoor M.H.: Regular exercise, anxiety, depression and personality: a population-based study. Preventiv Medicine 2006, 42: 273–279. DOI: 10.1016/j.ypmed.2005.12.002
- [5] Bartone: Optimal leadership in small Army units, Handbook of military psychology. 1991, <https://core.ac.uk/download/pdf/11039048.pdf>
- [6] Bradley C. Nindl.: State of the Science of Military Human Performance Optimization. State of the Science Symposia, 30 March 2016. <http://herl.pitt.edu/symposia/fitness-health/presentations/Nindl-SotS-20160330.pdf>
- [7] Engelhard, I.M.: Vulnerability associations and symptoms of post-traumatic stress disorder in soldiers. Figure 6. A Total Force Fitness Index. deployed to Iraq. Behav. Res. Ther., 2007, 45 (10): 2317–25. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17555708>
- [8] Field Manual, Army Physicals Readiness Training, 7–22.
- [9] Péter L.: Depresszió és szív-érrendszeri betegségek összefüggései a katonanők vonatkozásában. Hadtudományi Szemle, 2016, 9 (1)
- [10] Resperger I.: Aszimmetrikus hadviselés a modern korban. Zrínyi Kiadó, Budapest, 2015.

Col. Z. Eleki PhD**The complex explanation of military fitness, based on the Total Force Fitness concept**

It is important for the Hungarian Defense Forces that despite the deteriorating physical and health conditions of the society, there will be a sufficient number of trained and motivated personnel. The professionals involved in the recruitment and training of the soldiers need to have a proper understanding of military fitness. In order to build the soldier's well-being, readiness and resilience, literally fit, fitness must be interpreted as a complex feature that goes beyond health, psychological and physical fitness. The article aims to establish and strengthen this approach by presenting the US Army's Total Force Fitness program.

Key-words: physical fitness, complexity of military fitness, individual combat readiness

*Dr. Eleki Zoltán PhD
2000 Szentendre, Dózsa Gy. út*

*Magyar Honvédség Egészségügyi Központ Védelem-egészségügyi Igazgatóság,
Kecskeméti Repülőorvosi, Alkalmasságvizsgáló és Gyógyító Intézet*

Sport és a repülés: Teljesítmény-diagnosztika alkalmazása a repülőalkalmasság elbírálásában és a repüléstudományi kutatásokban

Dr. habil. Szabó Sándor András orvos ezredes, PhD

Kulcsszavak: repülésélettani stresszorok (gyorsulás-túlterhelés, hypoxia tudatosság, magassági adaptáció), hirtelen cselekvőképtelenség és fizikai állóképesség

Ahhoz, hogy a pilóta (legyen szó akár katonai vagy sportrepülésről) alkalmazkodóképessége, munkaképessége maximumát nyújthassa, mind a fizikai, testi teljesítőképesség, mind a pszichés/lelki stressztűrő-képesség, mind az információ feldolgozó képesség szempontjából kiváló teljesítményt kell nyújtania. A fizikai képességek nagy hármában (erő-gyorsaság-állóképesség) gyakran túlhangsúlyozzuk a repülés extrém munkakörülményei között az állóképesség stamina jelentőségét, pedig a pillanatnyi – reflexszinten megvalósuló szív-érrendszeri reakciók, koordinált izommozgások (Valsalva és anti-G feszítési manőver) – a gyorsaság és erő komponensek adaptív fejlesztését is megkövetelik. Fentiek edzése-javítása a teljesítmény diagnosztika komplex eszközrendszerének alkalmazását indokolja, a szimulált repülésélettani stresszor tényezők (hypoxia, túlterhelés) expozíciója mellett, ahol valósidejű orvosbiológiai monitorizálás közben lehet a még elfogadható élettani reakciót elválasztani a kóros, mindenképpen előzetesen kizárandó és kerülendő kórélettani reakcióktól.

A Zrínyi 2026 keretében folyik a Magyar Honvédség nagyarányú technikai modernizációja, ennek során a legkorszerűbb haditechnikai eszközök – köztük különböző repülőgépek és helikopterek – kerülnek rendszeresítésre. A harcászati elvek és

a stratégia feladatok tükrében egyértelmű, hogy a légierő vonatkozásában a beszerzés alatt álló repülőeszközök a jövő hadviselésében is megőrzik kiemelt szerepüket. A manőverezőképesség fenntartása akár nagy magasságban ezért ma is fontos

szempont, amely a magassági és gyorsulási sebességi paraméterek széles határok közötti biztosítását követeli meg nemcsak a harci repülők esetében: a technikai fejlődés a forgószárnyas repülőeszközök esetében is a manőverező-képesség növelésének alapjait teremti meg [12]. A repülőtechnika teljesítmény növelésére irányuló törekvéssel azonban nem mindig tartott lépést a biztonság oldaláról a pilóta személyi védőfelszerelésének fejlesztése: a fejlett életfenntartó rendszerek relatív, funkcionális elégtelensége miatt a pilóta pillanatnyi cselekvőképességét sokszor még mindig a saját „nyers” fizikai állóképessége, reflex szintű szív-érrendszeri válaszképessége és agyi keringést fenntartó reagálóképessége határozza meg, sok esetben korlátozza.

Repülésbiztonsági szempontból ennek következménye, hogy az embergép-környezet dinamikus viszonyában az ember a legsérülékenyebb, a leggyengébb láncszem, amely pillanatnyi szellemi-mentális és fizikai teljesítményével meg tudja akadályozni (vagy felgyorsítja) a hibaláncolat végigfutását a katasztrófáig [20]. A „**hiányos tréning**” fogalmába ebben az értelmezésben a nem megfelelő fizikai felkészítés és edzetlenség is beleértendő.

Valamennyi légierő nagy erőfeszítéseket tesz annak érdekében, hogy már a kiválasztás során a repülésre legalkalmasabb, a legjobban teljesítő, a kombinált stressz szituációkat legjobban elviselő jelölteket válasszák ki, a kiképzés a lehető leggazdaságosabb legyen. A szintén a Zrínyi 2026 program hosszútávú stratégiai koncepciójába illeszkedő, az önálló és teljeskörű pilóta utánpótlási képességet biztosító egyetemi Légiközlekedési szak beindítása a Nemzeti Közszerződési Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Karán ezt a célt szolgálja.

Fizikai állóképesség repülésélettani szempontjai

A fizikai állóképesség beilleszthető a szélesebb értelemben vett kondicionális képességek közé, amelyek az izületi (aktív és passzív) mozgékonyassággal, rugalmassággal és a koordinációs (mozgás szabályozó, alkalmazkodó-átállító és tanulási) képességekkel együtt holisztikusan és evolúciós szempontból is hosszútávra meghatározzák háromdimenziós mozgásainkat. **Állóképesség nélkül nincs tartós munkavégzési képesség a katonai repülésben sem, így ennek fenntartása, fokozási lehetőségeinek tudományos igényű kutatása nélkülözhetetlen**, természetesen figyelembe véve az edzettség másik két sarokpillérét, az erő és gyorsaság (bizonyos esetekben a rugalmasság) jellemzőit is [13].

Tágabb értelemben a fizikai állóképesség (stamina, köznapi értelemben vett „szívósság”) a szervezet energianyerési folyamataira épülő fizikai képesség, amely lehetővé teszi egy adott pszichomotoros tevékenység jellemző intenzitásának minél hosszabb ideig történő fenntartását. Oxigén jelenlétében (aerob viszonyok) az alapfolyamat az oxidatív foszforiláció ATP termelése, anaerob körülmények között az energiadús tápanyagok lebontása azonban elakad a piroszőlősav szintjén, amiből tejsav képződik. Leghosszabb távon, tartósan csak az aerob folyamatok tudják kellő intenzitással fenntartani a mitokondriumban a légzési lánc (oxidatív foszforiláció) energiatermelését. Ez mind egyszeri fizikai munkavégzés, mind az ismétlődő fizikai terhelés kapcsán igaz tengerszinti nyomáson (oxigén parciális nyomása kb. 160 Hgmm), figyelembe véve, hogy az edzettség kialakulásával a tejsav termelés későbbre (nagyobb munka intenzitás

felé) tolódik ki, a kifáradás jelei később jelentkeznek. A maximális oxigénfelvételt (VO_2max) a nyugalmi értékhez viszonyítva egészséges fiatalnál az edzettség függvényében 10-18-MET értéket is kaphatunk a maximális aerob kapacitás jellemzésekor, bajnok sportolók 20 MET értéket is elérhetnek.

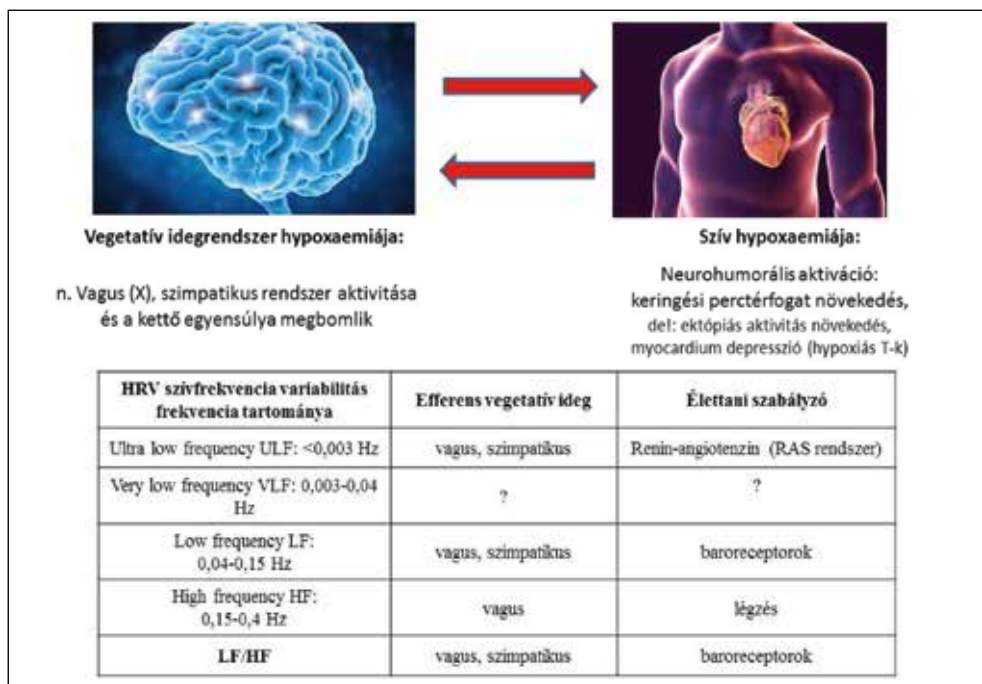
HYPOXIA – „még mindig csendes gyilkos”

A normális (tengerszinthez közeli) sportolás és a repülés közbeni akut (illetve a tartós magashegyi edzés, hegymászás okozta) oxigénhiány **viszont alapvetően eltér**, mind az oxigén kínálat, mind a széndioxid légzést és agyi keringést vezérlő hatása, mind a bekövetkező akut vér pH eltérések, következésképpen az aktuális energiatermelő képesség tekintetében is. Nincs lehetőség sem mikroszinten a kellő oxigénszint folyamatos biztosítására az izmok aerob munkavégzéséhez (töredékére esik vissza az ATP képzés), sem a légzés-keringés szintjén nem következik be olyan adaptív válasz, ami a *Wassermann*-ciklusok (sejt szintű – keringési – légzési szervrendszeri adaptáció) harmonikus és akadálytalan felpörgetését lehetővé tenné [1]. Az agy szintjén a vegetatív idegrendszer speciális tónusvesztése miatt minimális a terheléses válaszreakció, a légzés szintjén pedig kiesik a kisvérköri tüdőkeringés fokozódása és a passzív széndioxid kimosás miatt a légzési perctérfogat (légzési frekvencia és mélysége által meghatározott légzésintenzitás) sem lesz kellő mértékű. Az előbbi az *Euler-Liljenstrand*-reflex miatt – a hypoxia szűkíti a tüdőkeringésben az ereket, miközben a nagyvérkörben értágító hatású –, az utóbbi pedig a tüdőben lecsökkenő széndioxid parciálisnyomás miatt: a jó diffúziós kapacitással rendelkező CO_2 szabadon

eliminálódik, a vér akut pH emelkedését és ezzel az agyi erekben vazokonstriktiót váltva ki. Utóbbit a NIRS technikával közvetlenül mérhetjük és bizonyíthatjuk a magassági hypoxia elhúzódó, agyi keringést rontó hatását.

Vagyis mind az agyi légzés-keringés vezérlés, mind az oxigén transzport rendszer, mind a fizikai teljesítménnyel jellemzett vázizomzat fokozottan szenzitív az oxigén hiányra és a széndioxid kimosásra, komplex adaptációs zavar alakul ki. Ennek következménye, hogy a magasság függvényében az oxigénhiány és széndioxid vesztes miatti agyi érszűkület együtt érezteti hatását, a mentális teljesítménycsökkenés sokkal kritikusabb, mintha csak az oxigén kínálat csökkenne le, de a széndioxid szint változatlan marad [24] [18]. A szív-agy tengely együttes hypoxia érzékenysége, vagyis az autonóm vegetatív idegrendszer hypoxia okozta egyensúlyvesztése és a szívizom, ingerképző rendszer hypoxaemiája együtt további változásokat provokál a pulzus variancia (HRV) paraméterekben (annak különböző frekvencia tartományaiban), ill. az EKG-n. Ilyen értelemben a klasszikus Shakespeare idézet: „My brain has no heart. My heart has no brain” (vagyis a szívemnek nincs agya, az agyamnak nincs szíve) nem igaz, sőt kölcsönös egymásra hatásuk igazolt (1. ábra).

Az aerob terhelhetőségnek sajnos nincs egyértelmű, biztos prediktív értéke a jó hypoxia tűrő képességre. Barokamrában (földi körülmények között szimulált magasságban) az éves repülőalkalmassági minősítő vizsgálat során az 5500 méteres magasságon hypobárikus hypoxiában nyújtott teljesítmény nem korrelál egyértelműen a fizikai (szív-érrendszeri) teljesítőképesség klinikai megítélésére alkalmazott kerékpár ergometriás teljesítménnyel.

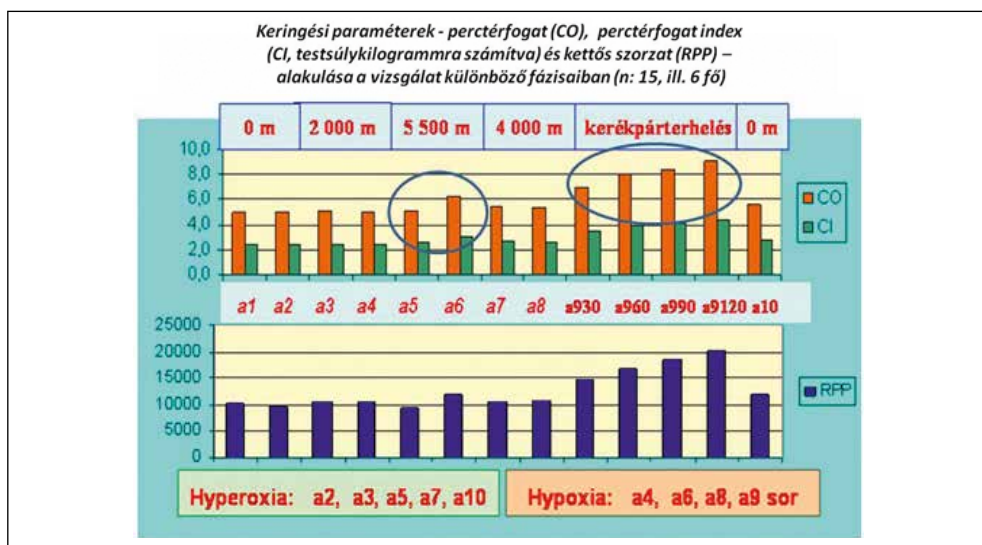


1. ábra. Oxigénhiány okozta egyensúlyvesztés a vegetatív idegrendszerben [24]

A klinikailag kivizsgált, „egészséges” és a kerékpár terhelésen az elvárt minimum 2,2 Watt/testsúlykg teljesítményt nyújtó, tehát kielégítő vagy jó tűrőképességű pilótáknál, a repült típustól függetlenül éves szinten 1,3–3,5%-ban tapasztaltunk beavatkozást igénylő állapotromlást a barokamrában, az 5500 méteres vizsgálat 15 perce alatt: vérnyomás-csökkenést, pulzus lassulást és a szellemi teljesítmény jelentős csökkenését, az önmentésre való képtelenséget. Ezt az ájulás közeli vagy a keringés tényleges összeomlását jelentő ájulásos rosszullétet a megelőző klinikai vizsgálatok eredményei nem jelezték előre, amelynek oka a hypoxia és a hyperventilláció, azaz az oxigénhiány és széndioxid kimosás szokatlan együttállása miatt kialakuló egyedi megterhelés, amely az agytörzsi légzés és keringés szabályozó központok, továbbá a szív-érrendszeri reakciók gyors alkalmazkodását igénylik [25].

Ezért a hypoxia „még mindig csendes gyilkos”, ami hadműveleti körülmények között is érezteti hatását: már tízezer láb alatt is hypoxia okozta kognitív zavarról számolnak be helikopter pilóták (számlási nehézség, dezorientáció, szédülés), 10-14 ezer láb (3000-4200 méter) közötti magasságon pedig Apache 64-D pilóták 70%-a egyértelműen teljesítmény csökkenést tapasztalt [21]!

A hypoxia tehát már „nyugalmi helyzetben” is rontja a keringés-légzés stabilitását és a szellemi teljesítőképességet. Ha a magassági hypoxiás epizódra rákódik bármilyen jelentősebb fizikai aktivitás is, akkor a helyzet gyors ütemben tovább romlik: a keringés gyorsulásával lecsökken a tüdőkeringésben a tranzitidő, vagyis az a diffúziós időtartam, ami a hemoglobin számára rendelkezésre áll, hogy az amúgyis csökkent parciális oxigénnyomás gradiens mellett az oxigén felvétel (szaturáció) megtörténjen.



2. ábra. Keringési teljesítmény jellemzők alakulása a hypoxiás terhelés fázisaiban. (n: 6 fő) 4000 méteren végrehajtott kerékpár terhelés és 5500 méteres nyugalmi hypoxia hatása az IKG paraméterekre

A magasságban végzett terhelés alacsonyabb maximális keringési és légzési perctérfogatot eredményez, csökkent szívműködésű pumpafunkcióval és elérhető maximális teljesítménnyel. Beteg emberen már 3000 méteres magasságban mintegy 10%-kal csökken a fizikai teljesítmény MET egységekben kifejezve. Az angina, illetve az EKG-n az ST szakasz depressziója kisebb munkaterhelés, illetve rövidebb idő után jelentkeznek [10]. Fentiek vonatkoztathatók a szélsőséges, magaslati körülmények között bevetésre kerülő egészséges katonákra is (pl. Afganisztánban). A magasság- és terhelésfüggő akut hegyi betegség veszélyét a NATO Szövetségi publikáció is részletesen ismerteti. Felhívja a parancsnok figyelmét az akklimatizáció, a magassághoz és oxigénhiányhoz történő fokozatos hozzászokás – akklimatizáció – fontosságára, az akut hegyi betegség kialakulásának veszélyére [22].

Saját kísérleti elrendezésünkben korábban Impedancia Kardiográf segítségével vizsgáltuk barokamrában a

nyugalmi és kerékpár terheléses – maximális terheléses kapacitás alakulását. A 4000 m-es kerékpár terhelés alatt tapasztaltuk az élettani adaptáció jeleit, a perctérfogat és a frekvencia progresszív, fokozatos emelkedését a terhelési watt szám függvényében, de alacsonyabb terhelhetőséget mutató watt számig: 180-210 W helyett 90-120 W összteljesítményig. A terhelés nélküli nyugalmi hypoxia és a hypoxiás terhelés összevetése azt bizonyította, hogy az akut hypoxia még nagyobb magasságban is kisebb adaptációt igényel önmagában (pihenő ülőhelyzetben), mint alacsonyabb magasságban a terheléssel való kombinációja (2. ábra) [25].

A terhelési kapacitás még sportolónál, hegymászónál is jelentősen beszűkül: a maximális oxigénfogyasztás ($VO_2\max$) és pulzusszám csökken (a tüdő korlátozott oxigén felvétele és a tüdőerek szimultán szűkülete mellett). Tengerszinten a $VO_2\max$ 46 l/perc, P: 180/perc normális értéke 6310 méteren

$VO_2\max$ 1 liter/perc értékre, a maximális pulzus 130/perc szintre csökken. Mexikóvárosban (tengerszint fölötti magasság 2240 méter) az 1968-as olimpián a futószámok eredménye 5-10 %-kal rosszabb volt [10]! Normobáriás hypoxiában (tengerszinti össznyomáson, de az oxigén százalékos arányának csökkentésével) nemcsak barokamrában, de ROBD készüléken is mérhető a hypoxiás terhelhetőség csökkenése: itt 1/3-1/3 arányban a belélegzett levegő oxigén szintjének csökkenése, a tüdőkeringés romlása és a perifériás (láb) keringés visszaesése okozza a $VO_2\max$ vesztesét [3].

GYORSULÁS – „eszméletvesztés álomképekkel”

A földi evolúció során az élő szervezetek a stabil 1 G gravitációs erőterhez alkalmazkodtak, a másodpercek alatt fellépő 5-9 G-s túlterhelés a harci repülések során szinte megoldhatatlan feladatot jelent a keringési és vérnyomás fenntartó reflexek, elsősorban a carotis reflex számára. Fej-far irányú túlterhelésnél az agy szintjén a vérnyomás (hidrosztatikai nyomás) hirtelen leesik, az agyi vérátáramlás megszűnik, G-LOC alakul ki. A periférián (elsősorban az alsó végtag visszer rendszerében) megrekedő jelentős vérmennyiség akutan hiányzik a keringésből, csökken az effektív keringő vérmennyiség, amit a szervezet csak a pulzusszám emelkedésével és az időfüggő vérnyomás emelő reflexek beindításával tud ellensúlyozni: 6-9 G-s túlterhelési tartományban nem ritka a 160-200 közötti pulzusszám és a kamrai ritmuszavar (a szív saját koszorúereinek is romlik a keringése). Ez a rendkívül magas pulzus szükséglet a hagyományos rendszerezített anti G védőruhákkal (FCAGT, Libelle Plus) csak mérsékelhető [7].

Élettanilag azonban az azonnali adaptáció így is csak részleges lehet, hirtelen túlterheléskor a vérnyomás csak lassan tér vissza az elfogadható szintre, ami elfogadhatatlan cselekvőképtelenségi kockázatot jelent (nem kellemetlen, álomképekkel kísért teljes és részleges emlékezetvesztés, „lebegés” kísérheti, akár 15-30 másodperces időtartamban) [5]. Folyamatos kényszer az anti-G feszítés (AGSM – izometriás izomkontrakció fenntartása az alsóvégtag és a gluteális régió nagy izmaiban, ill. a hasprés és *Valsalva*-manőver), ami rendkívül fárasztó.

Az aerob edzettség elsősorban a fokozatos pulzusszám emelkedéssel, a $VO_2\max$ emelésével és a tejsav termelés időbeli eltolásával csökkenti a fáradtságérzetet, javítja a terhelhetőséget. Ez a fajta edzettség azonban nem jelent feltétlenül előnyt, sőt még biztos cselekvőképességet sem repülési stressz helyzetben, túlterhelés alatt! Kiváló magyar pilótanövendék (civilben testnevelőtiszt) 18 MET aerob kapacitással (elit kategória a maximális oxigénfelvevő képesség alapján!) az NFTC programban alkalmatlan minősítést kapott, előbb a kiképzési repülés alatt bejövétel-leszállás során enyhe bedöntés közben 3-4 G körüli értéknél bekövetkezett eszméletvesztés, majd a kivizsgálás során a Lengyel Repülőorvosi Intézet varsói centrifuga létesítményében lassú túlterhelési profil (GOR) közben 6 G túlterhelésnél bekövetkező eszméletvesztés és átmeneti cselekvőképtelenség miatt. Az előzetes supramax (teljes kimerítéses futószőnyeg) terhelés során a szívfrekvencia elérte a 200/perc értéket, viszont a centrifugában – **rövidebb összterhelési idő alatt, alacsonyabb frekvenciánál** (150/perc) már összeomlott az agyi keringése!

Általánosságban is elmondható, hogy kb. hasonló időtartamú (10-15 sec.)

terheléseket összehasonlítva 100 méteres síkfutás során a vázizomzat ciklikus izotóniás és izometriás kontrakciója (erő és gyorsaság komponense), valamint az anyagcsere és keringés változása (energia és oxigén hasznosulása a kapilláris denzitás növelésével) sokkal gyorsabb és hatékonyabb adaptív erő és gyorsaság választ tesz lehetővé, mint a G-túlterhelés alatti AGSM és *Valsalva*, amelynek célja a túlterhelés alatt a vér hidrosztatikai nyomásgrádiensének növekedése miatt az alsó testfélben extrém módon növekvő, a szív szintje fölött (főleg az agyban) lecsökkenő vérnyomás kompenzálása, a vér kirekesztődésének, pangásának megakadályozása az alsó végtagokban. Az ülő helyzetben centrifugában végzett 7 G túlterhelés elviselése 15 másodpercig NATO szabvány szerint rögzített, elvárt G-tűrőképességi minimum vadászpilóták esetén. Megjegyzendő, hogy ehhez képest a magyar GRIPEN pilótákat még szigorúbban (15 másodperces, 9 G túlterhelés ROR profil mellett) minősítik, a svéd követelmények szerint [23]!

A gyorsulás okozta akut adaptációt a sportorvostanban a *Wingate*-teszttel lehet leginkább modellezni, melynek során az anaerob kapacitást mérjük (a módszer az 1970-es években, Izraelben, a *Wingate*-intézetben fejlesztették ki). A felmérés során a vizsgált személy lábával, maximális frekvenciával hajt egy kérekpárt, amelyen azonnal szubmaximális (a maximális teljesítőképesség 80–90%-át elérő) teljesítmény szintet kell elérni, ellenállással szemben, harminc másodpercen keresztül. Itt az anaerob teljesítmény nem a centrális (szív, tüdő), hanem a perifériás, lokális jellemzők függvénye, ennek értelmében vizsgálja valamely izomcsoport szubmaximális munkavégző képességét: felméri, hogy

az izomzat mekkora mechanikai teljesítményt tud nyújtani viszonylag rövid idő alatt. Az ilyen jellegű fizikai terhelésben a teljesítményt behatároló tényező a lokális anyagcsere, amelynek az anaerob forrásból rendelkezésre álló (tárolt) kémiai energiát kell mechanikai energiává átalakítani [11].

De ez a folyamat („hirtelen csúcsraajaratás”) is csak akkor működik, ha az agy és szív szintjén a vérátáramlás teljes, vagyis az akut agyi keringésromlás nem gátolja a vérnyomás reflexek megfelelő aktivációját! „Agyatlanul”, agyi keringés biztosítása nélkül a keringés összeomlása ezt a teljesítményt is lerontja. Bár pl. a Svéd Légierő Repülőorvosi Intézetében minden repülő kategóriánál alkalmazzák a tejsav küszöb meghatározást és a *Wingate*-tesztet a szelekciós folyamatban, a G-tűrő képességet igazából a DFS centrifuga tesztek során kell felépíteni a jelöltekénél és minősítő 9 G-s csúcsterhelés során igazolni a GRIPEN átképzés során.

A fizikai teljesítőképesség túlzott (vagy egyéb, pl. gyógyszeres) növekedése a légierő vonatkozásában veszélyekkel járhat. Felmerülhet az aerob kapacitás gyógyszeres fokozásának lehetősége is: a kanadai 3,2 km-es „harci futás” (*Warrior*-teszt) 11 kg-os menetfelszereléssel történő végrehajtása során az efedrin és koffein ugyan javította a futási teljesítményt, de magasabb szívfrekvencia tartomány mellett, tehát repülési környezetben alkalmazása ellentmondásos lenne [2]. Helyette szintén kanadai szerzők felvetik az izomerő-feszítés, különösen a légzőizmok erősítését-gyakoroltatását a G-tűrőképesség fokozására [26].

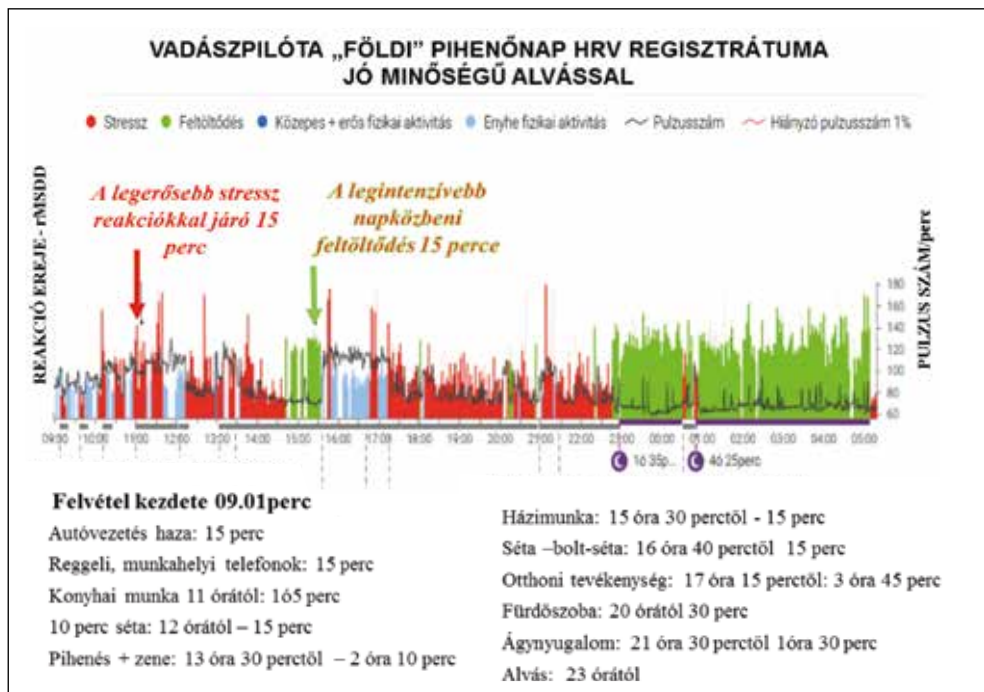
Az ausztrál légierő (Royal Australian Air Force) F-18-as pilótái körében végzett felmérés azt támasztja alá, hogy a pilóták többsége kellő, de nem kivételesen jó aerob kapacitással már képes megfele-

ni a *Hornet* által támasztott $+G_z$ gyorsulás tűrő képességi kihívásoknak: átlagos maximális oxigén felvételük 50 ± 6 ml oxigén/testsúlykilogramm/perc volt, ami 14 MET-nek felel meg [19]. Ugyanakkor az Izraeli Légierőben a kiválogatás során szelekciós előnyt jelentett a nagyobb aerob kapacitás (*Astrand*-féle kerékpár teszt), sőt az anaerob teljesítmény teszt eredménye is (magasugrás) [8].

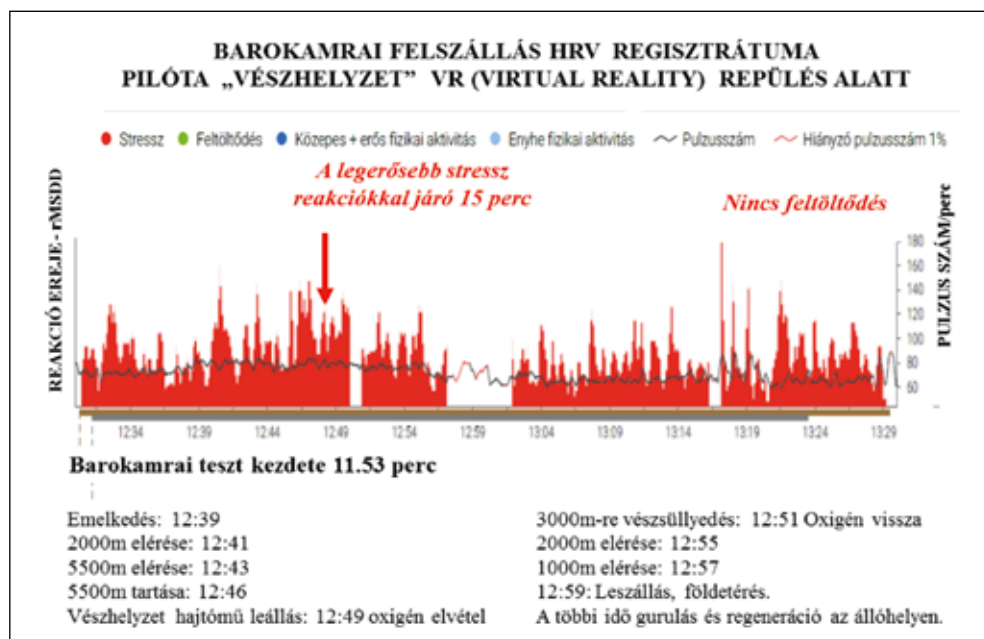
A túlzásba vitt futás, mint aerob teljesítmény növelés hatása nem egyértelműen pozitív: bradycardiát okoz, nagyobb SV „lökettérfogattal”. Ez a változó gyorsulások-túlterhelések mellett kifejezetten hátrányos lehet, a pilóta képtelen lesz a szívfrekvenciát kellő gyorsasággal felpörgetni („gázt adni”) a carotis depressor reflex miatt, azaz a pillanatnyi keringési perctérfogat kevés lesz az aktuális (agy, szív és vázizomzat által) megkívánt vérátáramláshoz

képest. Ezért több légierő ajánlásában limitálja a heti futási teljesítményt, 9 mérőföldnél (azaz kb. 15 km-nél) többet egyáltalán nem javasol (az amerikai légierő futás felmérésében is csak másfél mérőföld szerepel), nehogy a kedvezőtlen pulzuslassulás (és sportszív, balkamra hypertrophia) rontsa a G gyorsulástűrő képességet [14].

Az Amerikai Légierő kidolgozott egy súlyemelő programot is, amely a vázizomzat tartós megfeszítésével és izometriás összehúzódásával az anti-G feszítési manőver hatékonyságát volt hivatott növelni. Úgy találták, hogy 12 hetes speciális súlyemelő program révén 53%-kal sikerült növelni a SACM a tűrőképesség idejét [4]. Később – az ízületekre a súlyterhelés okozta káros hatása miatt – ezt a programot törölték, de a nyaki izmok minden irányú erősítésére, a nyaki gerinc kopásos, elfajulásos betegségei-



3. ábra. Pulzus trend és HRV alakulása pihenő napon, jó alvással (szerző saját regisztrátuma Fusion Vital Bodyguard2 készülékkel)

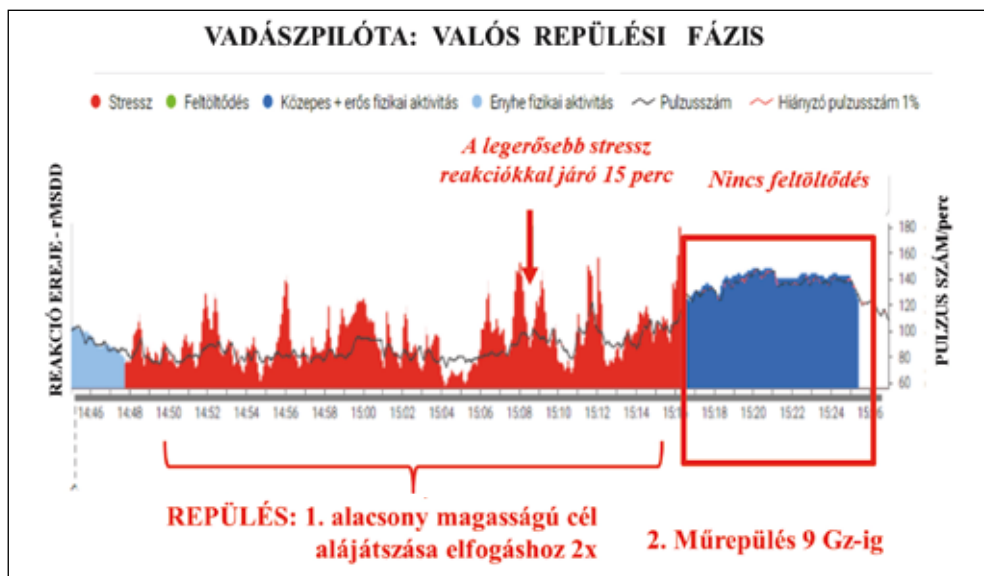


4. ábra. HRV monitorizálás eredményei barokamrai aktív VR repülés közben, hypoxiás vészhelyzet okozta stressz reakcióval
(szerző saját regisztrátuma FusionVital Bodyguard2 készülékkel)

nek megelőzésére speciális kondicionáló gépeket használnak. Hasonló edzőgépek a Gripen program keretében az F7 (Sältenäs) légibázison kiképzésben részt vevő magyar pilótáknak is rendelkezésére álltak Svédországban. Különösen a háti-ágyéki szakaszon a porckorongok tehermentesítése és a szalagok-izomrendszer erősítése lenne alapvető. A repült típussal ugyanis egyértelműen összefügg az MRI-n látható L.I.-IV. csigolya degeneratív elváltozása a nagy manőverező képességű gépeken repülő pilótáknál [15]. Ilyen típusú edzés (erőgép, TRX, funkcionális, saját súllyal történő edzés) a gerincoszlop működési egységeinek (izmok, szalagok, kiegészítő) épességét őrizheti meg, megelőzve a sisakra illesztett NVG készülék (túlterhelés alatt többszörös) súlya okozta fokozott nyaki izomfeszülés, nyakfájdalom és kopásos-elfajulásos betegségek kialakulását.

Fizikai teljesítmény és repülési stressz

A repülésélettani stresszorok okozta vegetatív disztónia, a bevetésekkel (műrepülés vagy légi harc) járó fizikai megterhelés nemcsak azonnali hatásokkal járhat (fent idézett hirtelen cselekvőképtelenség), hanem több napos, elhúzódó hatású is lehet, kifáradás-kimerülés jelentkezhet. Ilyen körülmények között nemcsak a fizikai teljesítmény, de a vegetatív disztónia és stressz tűrőképesség jellemzésére is felmerül a valós vagy szimulált repülés alatti pulzus és HRV (pulzus variancia) regisztrálása, melynek változása alkalmas lehet a regenerációs folyamat objektívizálására, az alvás minőség jellemzésére is. (Korábban a TAGUÁN fedélzeti adatrögzítő készülék fejlesztésével, a Haditechnikai Intézet és az Aviatronics Kft közreműködésével a pulzustrend rögzítése volt a cél.)



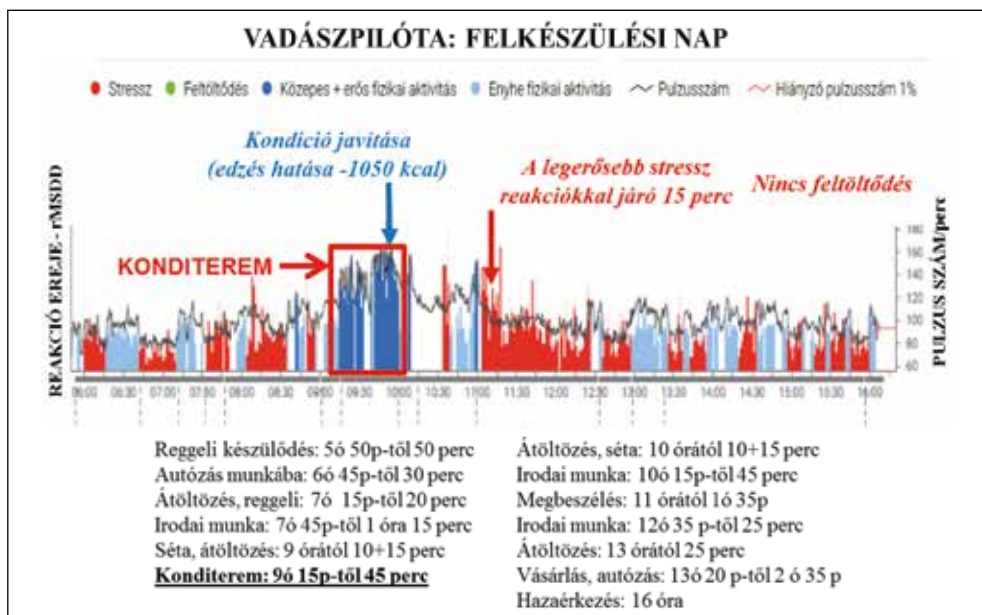
5. ábra. HRV monitorizálás eredményei GRIPEN valós repülése (útvonal és műrepülés) során (szerző saját regisztrátuma FusionVital Bodyguard2 készülékkel)

A HRV trendek kereskedelmi célú alkalmazása informatív útmutatót jelenthet amatőr és profi sportolók, katonák számára pl. az éjszakai regeneráció és az aktív kiképzés, tréning/sportverseny periodizálására, az optimális teljesítmény növekedés eléréséhez, hasznos lehet a cirkadián ritmus utazás okozta felborulása (jet lag) esetén is (természetesen itt az idő felbontás kevésbé fontos, a hosszabb monitorizálási időtartam és a mobilitás javára [6].

Katonai célú alkalmazása is felmerült: a fokozott (vagy napszakokat, egymást követő napokat összehasonlító ismét fokozódó HRV értékek (paraszimpatikus túlsúly) jelzi a kellő regeneratív képességet, amely csökkent szív-érrendszeri halálózással és megbetegedési mutatókkal párosul. A Fusion Vital cég mellkasi pántos realtime vagy Firstbeat Bodyguard 2 komplett archiváló rendszere automatikusan továbblépő idő és frekvencia keretek mellett (pl. Fourier-analízis alkalmazásával, idő és frekven-

cia domén szerint a pulzus variancia paraméterek elemzésével) statisztikailag jellemzi az egész napi aktivitást, stressz szintet és feltöltődést. A real-time valós idejű regisztrátum Légiközlekedési szakirány hallgatók, pilóta jelöltek pályakörülmények közötti fizikai teljesítmény értékelésében most kerül bevezetésre, a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Katonai Repülő Intézetének irányításával. (GINOP-2.3.2-15-2016-00007 azonosító számú „A légiközlekedés-biztonsághoz kapcsolódó interdiszciplináris tudományos potenciál növelése és integrálása a nemzetközi kutatás-fejlesztési hálózatba a Nemzeti Közszolgálati Egyetemen (VOLARE)” projekt.)

A Kanadai Fegyveres Erők keretében most kezdődött Fitness (edzettségi állapot felmérését célzó) Program tudományos elemzése pl. a Haditengerészet katonáinak aktivitását követi 6 napon keresztül, összehasonlítva a stresszes munkanapok és a pihenőnap alatti



6. ábra. HRV monitorizálás eredményei GRIPEN pilóta felkészülési napja során, aerob edzés periódusának kiemelésével
(szerző saját regisztrátuma FusionVital Bodyguard2 készülékkel)

pulzus varianciát, ebből következtetve a stressz reakció okozta eltérésekre és a regeneráció hatékonyságára, a csökkenő rezerv (pszichés tartalék) minőségére [17]. Több napos vizsgálat során ez már összevethető a repüléssel, akár analógiaként alkalmazva a repülésélettani megterhelés kapcsán jelentkező kifáradás és elégtelen alvás időbeli lefolyását is demonstrálni lehet. (Stressz periódusok jelölése pirossal, feltöltődés és alvás jelölése zölddel, az intenzív edzés sötétkéssel jelölve (3. ábra).

Jelenleg a vegetatív idegrendszeri paramétereket longitudinális validálással (beleértve a HRV, vagy egyéb EKG jel átlagolt paramétert a pulzusszám kivételével) egyik légierő sem alkalmazza szelekciós kritériumként. Ugyanakkor kutatási jelleggel, a stressz szint jellemzésére pl. a Finn Légierő nagy-hűségű földi szimulátorban, megközelítés-leszállás repülési fázisában, műszeres repülés körülmé-

nyei között vizsgálja a pszichés kognitív terhelés alatt a szívfrekvencia és HRV paraméterek (elsősorban az idődomén jellemzők) alakulását [16].

Saját esettanulmányunk (amely alapján jelenleg standardizált barokamrai felzállási protokoll kialakítása folyik) azt mutatja, hogy a szimulált barokamrai VR repülési vészhelyzet közben a HRV monitorizálás hasznos lehet a stressz szint jellemzésére, a legerősebb stressz reakcióval járó időperiódus a színkódolás alapján beazonosítható (rMSDD – az RR intervallumok rövid idejű változékonysága az izgalmi állapot szintjét jellemzi) (4. ábra).

Ezzel párhuzamosan valós repülési helyzetben is vizsgáltuk a pszichés és fizikai teljesítményt, elsődlegesen felmérve a Bodyguard2 készülék gyorsulás-túlterhelés tűrőképességét és összehasonlítva a repülésmentes és az operatív kiképzési napokon a GRIPEN harci pilóta műrepülése, valamint hivatásos ejtőernyős

RÖVIDÍTÉSEK és SZAKSZAVAK JEGYZÉKE (előfordulási sorrendben)

1 MET	relatív aerob kapacitás, azaz oxigén felvevő képesség egysége (metabolikus egység)	= 3,5 ml O ₂ /testsúly kg/perc
NIRS	Near infrared spectroscopy:	infravörös tartományhoz közel 880 mikrométernél meghatározott agyi oxigénszint a homloklebeny fölé helyezett elektródákkal.
ROBD	Reduced Oxygen Breathing Device:	Csökkentett oxigéntartalmú (normobariás) gázkeverék Lélegeztető Eszköz: 10,5% arányú oxigén kb. 5300 méteres magasságnak felel meg.
G-LOC	G induced loss of consciousness –	túlterhelés okozta eszméletvesztés
pooling		a vér összegyűlése az alsó testfélben fej-far irányú túlterhelés során
FCAGT	full coverage anti G trousers	levegővel felfújt, teljes testfedésű anti G nadrág
Libelle plus		foliadékkal feltöltött anti G ruha
AGSM	anti-G straining manoeuvre	túlterhelés elleni izomfeszítési manőver
Valsalva manőver		légzés visszatartás és hasprés a mellkasi nyomás emelésével növeli az agy szintjén is a vérnyomást, így módon segít fenntartani az agyi keringést.
NFTC	NATO Flight Training in Canada	a NATO közös repülőharcászati kiképző programja, melyben magyar pilóták is részt vesznek még a GRIPEN átképzés előtt.
GOR	Gradual Onset Rate,	kb. 0,1 G/sec túlterhelés növekedési profil centrifuga létesítményben
ROR	Rapid Onset Rate -	3-5 G/sec gyorsulási ütem növekedés
OBLA teszt	Onset Blood Lactate Accumulation	tejsav felhalmozódási küszöb, az aerob-anaerob küszöb átcsapás meghatározására.
DFS	Dynamic Flight Simulator:	dinamikus repülési szimulátor (centrifuga) Linköpingben (Svédország)
SV	stroke volume	„lököt térfogat”, balkamra által továbbított vér-mennyiség egy systole során
SACM	simulated air combat manoeuvre	szimulált légi harc centrifuga programban
TRX	Totalbody Resistance Exercise	teljes testtel végzett ellenállásos edzés
HRV	Heart Rate Variability	pulzus variancia paraméterek számítása frekvencia és idődomén szerint
VR	Virtual Reality	Virtuális Valóság, 3D-s szemüvegben kivetített látszólagos kép alkalmazása szimulált repülési feladat végrehajtására.
rMSDD	root mean square of successive RR-interval differences	az egymás utáni RR intervallum különbségek négyzetes átlagának négyzetgyöke

beosztásban lévő ejtőernyős ugrása során mért pulzus és HRV trendeket.

Megállapítható, hogy tapasztalt, a repülési/ugrási feladatra kiválóan képzett hajózó, illetve ejtőernyős számára az „éles bevetés” limitált időszaka nem jelent extrém megterhelést, még a normális fizikai kiképzés (konditerem) fizikai terheléséhez képest sem, utána pedig kellő ütemű a regeneráció. Ugyanakkor a 9 G_z (fej-láb irányú) túlterheléssel végrehajtott műrepülés alatti túlnyomásos légzéses rezsim vagotóniára (fokozódó paraszimpatikus tónusra) gyakorolt hatása is felismerhető (a kék szín a vagotóniára utaló fokozott pulzus variancia), amely az AGSM légzésvisszatartás és izomfeszítés folyamatos kényszere miatt itt nem a stressz oka, hanem élettani következménye! A G (túlterhelés) tűrőképesség megítélésére viszont a HRV görbe jól használható, amely alapján a bradycardia hajlam (rossz tűrőképességgel) időben felismerhető (5–6. ábra).

Összefoglalás

A repülés, mint magasan fejlett, technicizált három dimenziós mozgási képesség és lehetőség megköveteli a magasszintű aerob teljesítményt is (mint biztos biológiai-élettani hátteret), de egyelőre úgy tűnik – a levegőnél nehezebb repülőeszközök fejlődésének evolúciós távlatban röpke 120 éve alatt – hogy a magasságelettani kockázatok (főleg az oxigénhiány, gyorsulás) megfelelő kezeléséhez populáció szintű adaptív evolúciós válasz és szelekciós előny nem várható el. Az individuális válaszreakció összetett mind a hypoxia, mind a túlterhelés okozta agyi keringészavar esetében, a „földi” állóképesség fokozottan sérülékeny, instabil ebben a szokatlan helyzetben. Az aerob kapacitás, illetve a futási

teljesítmény túlzásba vitele nem javasolható a nagy manőverezőképességű gépek pilótáinál, kedvezőtlen szív-érrendszeri hatása miatt.

Ugyanakkor stabil, magasszintű fizikai edzettség talaján kell a repüléselettani stresszor tényezőkkel szemben a speciális stressz tűrőképességet fejleszteni, megfelelő földi alapú szimulációs környezetben (barokamrában, centrifugában) kialakítani, mind jobban közelítve a valós bevetés/végrehajtás körülményeihez. (Train as fight, fight as train – azaz: Képezd ki, ahogy harcol, harcolj úgy, ahogy (és amire) ki vagy képezve).

Az egészségtudatos szemlélet és életmód hozzájárulhat a repülő-hajózó állomány speciális (rövidebb távú), és általánosságban a honvéd életpálya modell hosszabb távú egészség-megőrzési programjaiban is a szolgálatképesség fenntartásához. Az egészségi állapot megőrzésében fontos szerepe van a Honvéd Testalkati Program elindításának és kiteljesítésének [9].

Az AVIATION-HUMAN KKT – a GINOP-2.3.2-15-2016-00007 pályázat (VOLARE projekt) keretében, a Nemzeti Közszerződési Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Katonai Repülő Intézet keretében a repülési környezet és humán stressz tűrőképesség, az agyszív tengely dinamikus viszonyának tovább vizsgálatát tervezi.

Irodalom

- [1] Balogh, L.: Bevezetés a sportdiagnosztikába. Campus kiadó, 2015. ISBN 978-963-9822-43-6 (TÁMOP-4.1.2.E-15/1/Konv-2015-0001) projekt p. 126. online url.: sporttestudomany.unideb.hu/wp-content/uploads/.../Bevezetés-a-sportdiagnosztikába.pdf (2017. március 02.)
- [2] Bell, D.G., Jacobs, I.: Combined caffeine and epinephrine ingestion improves run times

- of Canadian Forces Warrior Test. *Aviat Space Environ. Med.* 1999, 70: 325-329.
- [3] Calbet, J.A, Boushel, R., Rådegran, G. et al.: Determinants of maximal oxygen uptake in severe acute hypoxia. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, 2003, 284(2): 291-303. DOI: 10.1152/ajpregu.00155.2002
- [4] Epperson, W.L., Burton, R.R.: The effectiveness of specific weight training regimens on simulated aerial combat manoeuvre G tolerance. *Aviat. Space Environ. Med.*, 1985, 56: 534-539.
- [5] Ernsting's Aviation and Space Medicine, (Ed.: David P. Gradwell and David J. Rainford) 5. Kiadás, 2016. CRC Press Taylor & Francis Group, pp. 138.
- [6] FIRSTBEAT/Fusion Vital: A 360-degree Understanding Helps Get Athletes 100-percent Game Ready. <https://content.firstbeat.com/firstbeat-guide-to-understanding-athlete-stress-and-recovery>.
- [7] Hoepfner, M.T., Schultz, M.C., Schultz, J.T.: Libelle Self-Contained Anti-G Ensemble: Overcoming Negative Transfer. *Journal of Aviation/Aerospace Education & Research*, 2004. 13 (2). <https://commons.erau.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1555&context=jaaer> DOI: 10.15394/jaaer.2004.1555
- [8] Hoffman, J.R. et al.: The Relationship of Physical Fitness on Pilot Candidate Selection In The Israel Air Force. *Aviation Space and Environmental Medicine*, 1999, 70: 131-134.
- [9] Hornyák B., Kósáné Koppányi É., Sóter A.: A preventive programme aiming complex lifestyle change. *Hadmérnök*, 2013, 8(4): 252-257.
- [10] Hultgren, H.N.: *Scientific American* (OrvosTudomány 1993), Orvostudomány aktuális kérdései IX. Magaslati orvosi problémák p. 12.
- [11] Kağan Üçok¹, Hakkı Gökbek², Nilsel Okudan: The load for the wingate test: according to the body weight or lean body mass. *Eur. J. Gen. Med.*, 2005; 2(1):10-13. www.bioline.org.br/pdf?gm05003
- [12] Kavas L., Óvári Gy.: A XXI. század helikopterfejlesztésének néhány fontosabb irányzata. *Repüléstudományi Közlemények* (Szolnok, online tudományos folyóirat) 2013, 25(1): 210-222. http://www.repulestudomany.hu/index_rtk.html
- [13] Király T., Szakály Zs.: Mozgásfejlődés és a motorikus képességek fejlesztése gyermekkorban. http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0025_Kiraly-Szakaly-Mozgasfejlodes_es_a_motorikus_kepessegek_fejlesztese_gyermekkorban/ch07s02.html 7.5 ábra. TAMOP 4.2.5 Pályázat, 2011.
- [14] Krishnamurty, A: Current concept in acceleration physiology. *Essays and articles of Indian Society of Aerospace Medicine*, 2003, p. 12. www.isamindia.org/essays
- [15] Landau, D.A., Chapwick, L., Yoffe, N.: Cervical and lumbar MRI findings in aviators as a function of aircraft type. *Aviat. Space Environ. Med.*, 2006., 77: 1158-1161
- [16] Mansikka, H, Simola, P, Virtanen, K, Harris, D, Oksama, L: Fighter pilots' heart rate, heart rate variation and performance during instrument approaches. *Ergonomics*, 2016, 59(10):1344-1352. DOI: 10.1080/00140139.2015.1136699
- [17] Martin, J., Spivock, M: Firstbeat brings scientific perspective to Canadian Armed Forces Fitness Study. <https://www.firstbeat.com/en/news/ca/>
- [18] Neuhaus, C., Hinkelbein, J: Cognitive responses to hypobaric hypoxia: implications for aviation training *Psychol Res Behav Manag.* 2014, 7: 297–302. Published online 2014 November 10. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4234165/> DOI: 10.2147/PRBM.S51844
- [19] Newman, D.G., et al: Patterns of Physical Conditioning in Royal Australian Air Force F/A-18 Pilots and the Implications for +Gz Tolerance. *Aviation Space and Environmental Medicine* 1999, 70: 739-744.
- [20] Reason, J.: Human error: models and management. *British Medical Journal* 2000., 320 (7237): 768–770. DOI: 10.1136/bmj.320.7237.768

- [21] Smith, A.M. : Hypoxia symptoms reported during helicopter operations below 10,000 ft: a retrospective survey. *Aviation Space and Environmental Medicine*, 2005, 76: 794-799.
- [22] STANAG 2458 Egységes Védelmi Előírás (AMedP 14 Szövetségi Publikáció), „Prevention and treatment of climatic and environmental injuries”, azaz „Klimatikus és környezeti tényezők által okozott sérülések megelőzése és kezelése” 1.fejezet (magashegyi betegség). Jelenleg átdolgozás alatt (új study) STANAG 2589 (Ed.1) Prevention and management of high altitude injuries. https://nso.nato.int/protected/nsdd/_CommonList.html
- [23] STANAG 3827 (Egységes Védelmi Előírás) Tartós G túlterhelési tréning kapcsán megvalósítandó minimális feltételek http://nso.nato.int/protected/nsdd/_CommonList.html
- [24] Szabó S.A.: Orvosbiológiai monitorizálás jelene és jövője a katonai repülésben, Repüléstudományi Közlemények (1997-től) 2018/2 XXX: 145-162. <http://www.repulestudomany.hu/>
- [25] Szabó S.A.: A katonai repülő-hajózó állomány repülőorvosi minősítése és NATO képzése a NATO Standardizációs Egyezmények szellemében (Különös tekintettel a szív-érrendszeri adaptáció és readaptáció vizsgálatára komplex és szimulált repülési stressz környezetben) PhD dolgozat, 2009, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, pp. 84-85.
- [26] Young, P., Frier, B.C., Goodman, L., Duffin, J.: Respiratory muscle training and performance of a simulated anti G strain manoeuvre. *Aviat. Space Environ. Med.*, 2007., 78:1035-1041.

Col. S. Szabó MDMC, PhD

Sports and aviation: Human performance diagnostic tools in aeromedical evaluation of aircrew and in aviation scientific research

In order to provide the pilot's maximum level of tolerability and special working capacity (either in military or civilian/sport flight), he/she shall prove excellent performance both from physical (somatic) and psychic side (as stress tolerance), furthermore from information working ability aspect. In the big triplétt of physical parameters (force-readiness-stamina) we sometimes overestimate the importance of stamina/endurance, although the momentary reflexive cardiovascular responses, muscle coordination (Valsalva and anti-G straining manoeuvres) demand the adaptive improvement and adjustment of force and readiness components as well. The training and gradual improvement of above mentioned physical responses should involve the complexity of performance diagnostic tools during the exposure to simulated aeromedical stressors (hypoxia, G-loads), where the real-time biomedical monitoring system we can make finite distinction between acceptable physiological and avoidable pathophysiological reactions.

Key-words: aeromedical stressors (accelerations, G-loads, hypoxia awareness, altitude adaptation, sudden incapacitation and physical endurance

*Dr. Szabó Sándor András o. ezds.
6000 Kecskemét, Balaton u. 17.*

Sugárterhelés a gyógyászatban

Deli Gábor

Kulcsszavak: *nukleáris medicina, CT, brachyterápia, sugárterápia, ALARA elv, radioaktív hulladék, sugárvédelem*

A röntgensugárzás felfedezése óta, a különféle, sugárzáson alapuló orvosi alkalmazások elterjedésével a lakosság mesterséges eredetű sugárterhelése megnőtt. Az ionizáló sugárzás orvosi célra történő felhasználásának előnyei megkérdőjelezhetetlenek. Mindazonáltal az emberek többsége nem szívesen veti alá magát ilyen kezeléseknél, hiszen minden ilyen eljárás egészségügyi kockázatot is hordoz magában, még ha csak kis mértékben is. Minden érintett védelme érdekében az ALARA elv betartása az első és legegyszerűbb lehetőség az orvosi beavatkozások során a lehető legkisebb sugárdózis elérésére. Az internethasználat elterjedésével, az anyanyelven hozzáférhető, megbízható forrásból származó ismereteknek meghatározó szerepe lehet abban, hogy az ionizáló sugárzás gyógyászati alkalmazásával kapcsolatos túlzott félelmeket eloszlassuk, a sugárforrások helytelen kezeléséből adódó problémákat komolyan vegyük. Jelen összefoglaló ismerteti az ionizáló sugárzással járó diagnosztikai eljárások – röntgen, komputertomográfia, izotópdiagnosztika ezen belül a pozitronemissziós tomográfia is – valamint a terápiás alkalmazások – sugárterápia, izotópterápia, brachiterápia-elvét, az ezekből származó sugárterhelés mértékét és a kockázat csökkentés lehetőségeit, emellett érinti a fontosabb sugárzó hulladék kezelésére, tárolásra és a kezelőszemélyzet védelmére szolgáló előírásokat is.

A lakosság mesterséges eredetű sugárterhelése a röntgensugárzás felfedezésével (1895), majd az orvosi röntgendiagnosztikai vizsgálatokkal és természetes radioizotópokkal (pl. ^{226}Ra) végzett su-

gárterápiával kezdődött [1]. A természetes eredetű sugárterhelés után az ionizáló sugárzás orvosi alkalmazása adja a népesség sugárterhelésének legjelentősebb hányadát [2]; a mesterséges forrásokból

eredő egy főre eső éves sugárterhelés világszerte megközelítőleg 0,7 mSv, amely szinte kizárólag az orvosi alkalmazásokból származik [3]. Természetes, hogy az ilyen irányú felhasználásból minden esetben közvetlen haszon várható a betegségek megállapításában és gyógyításában és itt a legnyilvánvalóbb mindenki számára a kockázatvállalás szükségessége.

Mindezen orvosi haszon mellett az ionizáló sugárzás orvosi alkalmazása több ponton is kockázatot jelenthet nem csak a betegnek, hanem a környezetének, valamint az egészségügyi szakszemélyzetnek is.

Diagnosztikai alkalmazásokból eredő sugárterhelés

A diagnosztikai vizsgálatokból származó sugárdózisok és a velük összefüggő kockázat megértésének praktikus módszere, ha összehasonlítjuk a természetes háttersugárzással. (3 mSv/év) [4], illetve a mindennapi élet általános tevékenységeiből eredő kockázattal. Például: 0,1-1 mSv sugárdózis, ami már megnövekedett kockázatot jelent, egyenértékű 7200 kilométer repülőúttal, amíg az 1-10 mSv dózistartomány – ami még nagyobb kockázatot jelent – egyenértékű 3200 kilométer gépjárművel megtett út kockázatával [5].

Az Európai Unióban a Tanács 2013/59/EURATOM Irányelve [6] szabályozza az ionizáló sugárzás miatti sugárterhelésből származó veszélyekkel szembeni védelmet szolgáló alapvető biztonsági előírásokat. Ezzel összhangban van a magyar szabályozás, az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről szóló 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet. Ezek szerint a sugárveszélyes munkahelyeken dolgo-

zókra és a lakosságra az alábbi korlátok vonatkoznak:

A foglalkozási sugárterhelésre vonatkozó effektív dóziskorlát évi 20 mSv. Különleges körülmények között vagy a nemzeti jogszabályokban meghatározott bizonyos sugárzási helyzetekben azonban az illetékes hatóság egy-egy évben ennél nagyobb, de legfeljebb 50 mSv nagyságú effektív dózist is jóváhagyhat, amennyiben bármely egymást követő öt évben – azokat az éveket is ideértve, amikor a korlátot meghaladták – az éves átlagos dózis nem haladja meg a 20 mSv értéket.

A lakossági sugárterhelésre vonatkozó dóziskorlát a lakosság tagjait az összes jóváhagyott tevékenységből ért éves sugárterhelések összegére érvényes, ez az effektív dóziskorlát 1 mSv/év.

A korlátok nem vonatkoznak az egyén érdekében végrehajtott orvosi eljárásokból származó, vagy baleseti sugárterhelésre [6] (I. táblázat).

A sugárdózist esetenként belépő bőr dózisban adjuk meg. A belépő bőr dózist a hagyományos radiográfiában használják: a sugárnyaláb egy pontjának dózisbecslése lehetővé teszi a szervi dózisok és az effektív dózis becslését. A kis sugárdózisok egészségügyi kockázatának becslésére a Nemzetközi Sugárvédelmi Bizottság (International Commission on Radiation Protection, ICRP) az effektív dózist használja [5]. Az effektív dózis nem mért, hanem számított dózis, amit a szövetben vagy szervben elnyelt dózis szöveti súlyozó tényezővel való szorzásával kapunk. Mivel a szöveti súlyozó tényezők változhatnak az új információkkal és a meglévő adatok folyamatos vizsgálatával, az effektív dózis becslése is változhat az idővel. Érdemes megjegyezni, hogy a dózisbecslések általában átlagos méretű felnőttre vannak megadva és jelentősen eltérhetnek a pá-

I. táblázat. Az orvosi képalkotó eljárások sugárdózisának és a háttérsugárzás összehasonlítása [4]

Vizsgálat	Effektív sugárdózis (mSv)	Az ugyanekkora mennyiségű háttérsugárzás akkumulálódásához szükséges idő
CT – komputertomográfia		
Szinuszok	0,6	2 hónap
Fej	2	8 hónap
Mellkas	7	2 év
Mellkas (tüdőembólia)	10	3 év
Has és medence	10	3 év
Multifázisos has és medence	31	10 év
Fogászati CT	0.2	20 nap
Radiográfia		
Végtagok	0,001	<1 nap
Mellkas	0,1	10 nap
Ágyéki gerinc	0,7	3 hónap
Has	1,2	5 hónap
Fogászati röntgen	0.005	<1 nap
Fogászati panoráma röntgen	0.01	1 nap
Egyéb		
Mammográfia	0,7	3 hónap
Csont denzitometria (DEXA)	0,001	<1 nap
Nukleáris medicina		
Tüdő ventilláció/perfúzió	2	8 hónap
Csont scan	4,2	1 év 4 hónap
Szív perfúzió (99mTc sestamibi)	12,5	4 év
Fluoroszkópia		
Nyelérröntgen	1,5	6 hónap
Koronária angiográfia	5-15	20 hónap – 5 év

ciens méretétől és a képalkotó technikától függően. Az effektív dózis a sugárzás által okozott kockázat becslésére, nem pedig egy adott vizsgálat konkrét sugárdózisának meghatározására alkalmazott

dozimetriai fogalom. Az effektív dózis becslése jelentős bizonytalanságot hordoz magában [5].

A sugárzás okozta kockázat vitatott 10 és 100 mSv között, abban a dózistar-

tományban, amely az orvosi képalkotás, különösen a CT szempontjából releváns. Egyetlen hasi CT vizsgálat megközelítőleg 10 mSv dózisterhelést jelent és azok a betegek is ebbe a dózistartományba esnek, akik több CT vizsgálaton vagy egy multifázisos CT vizsgálaton esnek át. A kardiológiai képalkotó eljárások is tipikusan ebbe a dózistartományba esnek [4]. 10 mSv alatt – ami a radiográfia, néhány nukleáris medicina és CT vizsgálat dózistartománya – nincsenek olyan epidemiológiai adatok, amelyek a rákos megbetegedések megnövekedett kockázatára utalnának. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a kockázat nincs jelen, csupán a nagy volumenű epidemiológiai vizsgálatok sem voltak képesek statisztikailag kimutatni az ilyen alacsony dózison megnövekedett kockázatát [5].

Röntgen

A röntgensugárzás diagnosztikai célokra történő alkalmazásának kezdete az 1900-as évek elejére tehető. Felfedezését követően rövid időn belül, az orvosi diagnosztika fontos elemévé vált. Az első ilyen irányú vizsgálat kevesebb, mint egy hónappal *Röntgen* cikkének megjelenése után történt [7]. A vizsgálati irányok, az alkalmazott eljárások, valamint az alkalmazó személyek és páciensek száma is rohamosan nőtt az évek során, csak 2010-ig mintegy 5 milliárd röntgenvizsgálatot végeztek el világszerte [8].

A felvétel során kapott sugárterhelést a vizsgálat típusa és a készülék határozza meg. A vizsgálat típusától függően (fejlett országokban) a jellemző effektív dózistartomány a 0,07-9 mSv vizsgálatonként. A vizsgálatok gyakoriságát tekintve igen nagy különbségek tapasztalhatóak, 1000 főre számítva egyes országokban 15-20, fejlett orszá-

gokban akár 1600 is lehet az éves vizsgálatok száma. Az egy főre eső átlagos éves sugárterhelés 0,03-1,9 mSv közé tehető, de jelentős eltérések mutatkoznak a különböző fejlettségi szintű országok között, így az eloszlás igen egyenetlen, a súlyozott világátlag 0,62 mSv. Az orvosi eredetű sugárterhelés mintegy felét a röntgendiagnosztikai eljárások teszik ki [3].

A radiográfia dózisa abba a tartományba esnek, ahol nincs epidemiológiai bizonyíték megnövekedett rák kockázatra (nagyon kis kockázatnövekedés jelen lehet, amennyiben a sztochasztikus (valószínűségi) sugárhatásokra elfogadott lineáris küszöbdózis nélküli modell helyes). A gerinc és has radiográfiás vizsgálata jelentősen nagyobb sugárdózissal jár, mint a mellkas, vagy a végtagok radiográfiás vizsgálata [4].

CT – komputertomográfia

A röntgenvizsgálati rétegfelvétel-sorozatból háromdimenziós leképezést nyújtó komputertomográfia és néhány nukleáris medicina vizsgálat szinte nagyobb dózissal jár, mint a radiográfia. Ezen eljárás sugárdózisa abba a tartományba esik, ahol közvetlen epidemiológiai bizonyítékok utalnak a daganatos megbetegedések megnövekedett kockázatára. Azt is érdemes megjegyezni, hogy az adatok arra mutatnak, hogy a CT-ből származó sugárdózisok nagyban változhatnak az egyes intézetek között [9].

Noha a CT vizsgálatok jelentősen nagyobb dózissal járnak, mint az egyszerű röntgenfelvételek, az általuk nyújtott információ sokkal részletesebb, különösen, ha más vizsgálati eljárásokkal is ötvözik (PET, izotópdiagnosztika – lásd később).

Izotópdiagnosztika

Az izotópdiagnosztikai vizsgálatok során a betegnek radioaktív izotóppal jelzett vizsgálati anyagot adnak be és ennek sugárzását mérik a test felszínén. A nyomkövetés történhet időben, amikor a vizsgálati anyag felhalmozódásának és kiürülésének sebességéből következtetnek a vizsgált szerv működésére (dinamikus vizsgálat). Térbeli nyomkövetésnél a vizsgált szerv helyzetéről, alakjáról, nagyságáról kapnak képet és a radioaktív anyag eloszlásából következtetnek a szerv funkciójára, annak szerven belüli eloszlására (statikus vizsgálat). A térbeli nyomkövetésnél a vizsgált szervet képszerűen lehet megjeleníteni. Ha a vizsgálat gamma-sugárzó radioizotóppal jelzett vizsgálati anyaggal történik, a módszert szcintigráfiának nevezik. Sok esetben nem teljesen kielégítő, ha a radioaktív anyag eloszlásának csak a vetületi képét lehet rekonstruálni. Ha a vetítési irány mentén is szükség van a különböző szöveti mélységben elhelyezkedő részeket megkülönböztetésére, akkor rétegvizsgálatra van szükség. A detektor egy köríven körbejárja a beteget és eközben a berendezés több mint száz vetületi képet készít el. A sok, különböző vetítési irány mellett elkészített vetületi képből rekonstruálható a teljes, háromdimenziós eloszlás is (SPECT vizsgálat), amin a vizsgált funkció szerven belüli, háromdimenziós eloszlása tehető láthatóvá.

A SPECT készülék röntgensugaras rétegvizsgálatra alkalmas CT készülékkel építhető egybe (SPECT/CT). A készülék a két különböző diagnosztikai vizsgáló módszer egyidejű alkalmazásával a funkcionális és morfológiai információ szimultán megjelenítésére képes. A módszer segít a kóros elváltozások precíz, pontos lokalizálásában, a korai

diagnózis felállításában és a hatékony terápia minél korábban történő elkezdésében [10] (II. táblázat).

Az izotópdiagnosztikai vizsgálatoknál már nem csak a páciens érti sugárterhelés, hanem valamilyen mértékben szűkebb-tágabb környezetét is. Figyelembe kell azonban venni, hogy a diagnosztikai célra alkalmazott radioizotópok általában igen rövid felezési idővel rendelkeznek, valamint az eljárás során felhasznált aktivitások is jelentősen kisebbek, mint a terápiás alkalmazások esetében. Ezen tevékenységek során az egy főre eső dózisok világátlagos 0,03 mSv, a fejlett országokra jellemző érték ennek háromszorosa [3].

Az egyes radiofarmakonok más-más útvonalakon dúsulhatnak és ürülhetnek ki a szervezetből. Ennek megfelelően számos technika áll rendelkezésre az izotópos vizsgálattal járó sugárdózis csökkentésére. Az izotópdiagnosztikai vizsgálatok során a beteg szervezetébe juttatott radiofarmakon kiürülését specifikus és aspecifikus eljárásokkal lehet elősegíteni. Az aspecifikus eljárások lehetnek például: jelentős mennyiségű folyadék megittatása vizsgálat előtt és után, zsíros étel-ital alkalmazása, enyhe laxatívumok adagolása és diuretikumok alkalmazása. A specifikus kezelések azok az eljárások, amelyeket a radionuklidok sejtekbe, szövetekbe való bejutása után kell alkalmazni. Például: radioaktív jóddal inkorporáció estén stabil (nem sugárzó) jóddal akadályozható meg a pajzsmirigy jóddizotóp felvétele [12].

PET

Az elmúlt évtizedben a CT és az MR vizsgálatok mellett a pozitron sugárzó izotópokkal végzett PET- és PET/CT-vizsgálatok egyre nagyobb szerepet ját-

II. táblázat. *Rutin izotópdiagnosztikai vizsgálatok gamma-sugárzó radiofarmakonokkal, [11] alapján módosítva (E: effektív dózis)*

Nuklid	Radiofarmakon	Vizsgálat	Fizikai felezési idő (óra)	Aktivitás (MBq)	E (mSv)
⁹⁹ Tc	Pertechnetát	agyszcintigráf	6	500	6
⁹⁹ Tc	HSA	vérpool-szcintigráfia	6	800	7
⁹⁹ Tc	DTPA	veseszcintigráfia	6	300	2
⁹⁹ Tc	DMSA (III)	veseszcintigráfia	6	80	0,7
⁹⁹ Tc	Kolloid	nyirokcsomó-szcintigráfia	6	40	0,4
⁹⁹ Tc	Kolloid	könny	6	4 csepp (10 MBq)	0,4
⁹⁹ Tc	MIBI	szívizom-szcintigráfia	6	300	4
⁹⁹ Tc	HM-PAO	agyi véráramlás	6	500	5
⁹⁹ Tc	Techgáz	tüdőventilláció	6	400	0,07
¹¹¹ In	Anti-miozin monoklonális ellenanyag	szívscintigráfia	67	80	19
¹¹¹ In	Anti-CEA monoklonális ellenanyag	gasztrointesztinális tumor szcintigráfia	67	150	37
¹²³ I	Jodide	pajzsmirigy-szcintigráfia	13	20	4
¹²³ I	o-lodo-hippurate	veseszcintigráfia renográfia	13	20	0,2
¹²³ I	HSA	plazmatérfogató	13	0,2	0,06
²⁰¹ Tl	Tl-klorid	szívscintigráfia	73	80	18
²⁰¹ Tl	Tl-klorid	tumorszcintigráfia	73	150	37

szanak elsősorban a daganatos betegségek diagnosztikájában. A PET/CT nem csak az elsődleges diagnózis felállításában és a differenciáldiagnosztikában segít, hanem a betegség követésében, a daganat kiterjedésének pontos megítélésében, esetleges metasztázisok igazolásában is fontos és hatékony eszközt jelent. A PET/CT-nek mindezek mel-

lett kiemelten fontos eszköz a sugárterápia tervezési folyamatában, főként a céltérfogatok definiálásában, a pontos nyirokcsomóstátusz meghatározásában, valamint a távoli metasztázisok kimutatásában is [13].

A szakértők egyetértenek abban, hogy a radionuklid alapú pozitron emissziós tomográfia (PET) és a „single photon”

emissziós komputer tomográfia (SPECT) a legérzékenyebb molekuláris képalkotó eljárások. A PET és a SPECT rendelkeznek azzal az érzékenységgel, ami ahhoz kell, hogy vizualizálják az interakciót a legtöbb fiziológiai target és a hozzá specifikusan kötődő ligandok között, mint például a neurotranszmitterek és az agyi receptorok esetében. A radionuklid alapú képalkotó eljárások képesek konkrét biomolekulák koncentrációját meghatározni akár picomol-os nagyságrendben is.

A PET képalkotó ágenseket pozitron emittáló radionukliddal jelölik, amely pozitron kibocsátása mellett bomlik. Az emittált pozitron rövid távolságot tesz meg a környező anyagban, vagy szövetben mielőtt egy elektronnal kölcsönhatásba lépve megsemmisül. Ez a megtett távolság a pozitron távolság. Az emittált pozitron energiája meghatározza a megtett utat és minden pozitron emittáló radionuklid esetében eltérő. Minél nagyobb a pozitron energiája, annál nagyobb távolságot tesz meg a megsemmisülés előtt és annál nagyobb a térbeli felbontásban beálló veszteség. A megsemmisülés két 511 keV γ -sugarat hoz

létre, amely megfelel a pozitron és az elektron együttes tömegének. A két γ -sugár az ellentétes irányokba egyidejűleg sugárzódik ki, majd detektálásra kerül az elhelyezett detektorok által. Habár az egyes megsemmisülések pontos helye nem ismert, a nagyszámú véletlenszerű esemény detektálása a vonalak mentén lehetőséget ad képet alkotni a radioaktivitás eloszlásáról [14]. A PET különleges előnye, hogy a mért szöveti radioaktivitás abszolút mértékegységben mérhető (Bq/ml), azonban előzetes korrekciók szükségesek a fizikai hatások, mint például a szóródó sugárzás esetében. A modern PET kamerák két és háromdimenziós módban is gyűjtenek adatokat.

A nukleáris medicina képalkotó eljárásai közül a PET sajátos előnye, hogy a szén, nitrogén és oxigén (ezek az elemek a biomolekulák fő alkotóelemei) pozitron emittáló izotópjainak alkalmazásával lehetőség van olyan radiofarmakonok szintézisére, amelyek kémiaiag megkülönböztethetetlenek a nem radioaktív megfelelőiktől. Ezek a radiofarmakonok azonos fizikokémiai és biokémiai tulajdonságokkal rendelkeznek, mint a nem jelölt molekulák (III. táblázat).

III. táblázat. *Pozitron sugárzó izotópokkal végzett diagnosztikai vizsgálatok (PET), [11] alapján módosítva*

Nuklid	Radiofarmakon	Vizsgálat	Fizikai felezési idő (perc)	Aktivitás (MBq)	Effektív dózis (mSv)
^{11}C	l-metionin	agytumor	20,3	400	2
^{13}N	ammónia	szív véráramlás	10	550	2
^{15}O	víz	agyi véráramlás	2	2000	2
^{18}F	FDG	tumor szcintigráfia	110	400	10
^{18}F	fluorid	csont szcintigráfia	110	250	7
^{68}Ga	somatostatin analógok	neuro-endokrin tumorszcintigráfia	68,1	100–150	1

A PET során használt molekulák közül a ^{18}F -al jelölt radiofarmakonok bírnak a legelőnyösebb fizikai tulajdonságokkal, mert a ^{18}F -nak van a legjobb képalkotási karakterisztikája az alacsony pozitron energia miatt. 110 perces fizikai felezési ideje komplexebb radioszintézist, hosszabb *in vivo* vizsgálatot és a PET centrumok felé történő könnyebb elosztást tesz lehetővé [15].

A leggyakrabban a ^{18}F -FDG alkalmazásával végzett különböző vizsgáló eljárások során a PET berendezéssel egybeépített CT adja a pontos szerkezeti és megbízható lokalizációs ábrázolást, ami a PET által nyújtott funkcionális leképezéssel ötvöződik, így növelve a kombinált vizsgálatok diagnosztikai hatékonyságát. A megfelelő felbontóképességű CT-vel kombinált PET-vizsgálatok során jódos CT-kontrasztanyag alkalmazásával további diagnosztikai információ is nyerhető [11].

A diagnosztikai vizsgálatok sugárterhelésének csökkentési lehetőségei

A radiológiai diagnosztika során számos olyan sugárfizikai és technikai tényező van, amely befolyásolja a páciensdózist. Ilyen tényező például a sugárnyaláb minősége, a fókusz bőr távolság, a mező nagysága és a szervek takarása is. A különböző erősítőfóliák, az előhívási technika helyes megválasztásával, de a digitális technológiák használatával is csökkenthető a páciensdózis. Időben elhúzódó eljárások esetén a sugárzásnak kitett bőrfelület dózisének csökkentése elérhető például a nyaláb irányának változtatásával [11], [16].

A diagnosztikai eljárások megválasztásánál a sugárvédelem legelső szempontja az indokoltság, vagyis hogy az el-

járásból származó, jelen vonatkozásban diagnosztikus haszon meghaladja az eljárás alkalmazásából eredő kockázatot. Az ionizáló sugárzást alkalmazó diagnosztikus eljárásoknak akkor van létjogosultsága, ha a megszerezni kívánt információ más, kisebb kockázattal bíró módszerrel nem biztosítható. A képalkotó eljárásokból származó sugárdózis 3 módon csökkenthető. Az első, hogy egyáltalán nem végzik el a vizsgálatot. Ehhez szükséges teljesen megérteni a vizsgálat célját, át kell tekinteni a korábbi vizsgálatokat, amelyek esetlegesen már megválaszolhatták a klinikai kérdést és fel kell mérni a páciens egyéni tényezőit, ami növelheti, vagy csökkentheti a kockázatot. A második egy olyan alternatív eljárás, amely nem használ ionizáló sugárzást. A harmadik pedig, hogy kevesebb sugárzást használnak a képek elkészítéséhez. Rendkívül fontos, hogy minden képalkotó vizsgálatot – különösen, amelyek potenciálisan károsíthatják a beteget – csak akkor kell elvégezni, ha feltétlenül szükséges.

A vizsgálat indokoltságának megítélése az azt elrendelő, és nem az azt végrehajtó orvos felelőssége. Ennek feltétele viszont az, hogy a vizsgálatot elrendelő orvos is tisztában legyen az azzal összefüggő egészségkárosodási kockázat mértékével. Sajnos a gyakorlatban sok esetben csorbát szenved, pedig ha valahol, akkor itt nincs helye az automatizmusok, a rutin és szokásjog érvényesülésének.

A kívánt diagnosztikai eredményt az ésszerűen elérhető legalacsonyabb sugárterheléssel kell megszerezni. ALARA-elv (As Low As Reasonably Achievable): betartása, érvényesítése az intézmény vezetésétől a vizsgálatot vagy beavatkozást végrehajtó személyig terjed.

„A sugárvédelem alapelve, amely szerint bármely ionizáló sugárzást alkalma-

zó tevékenység esetében a védelmet és biztonságot optimalizálni kell annak érdekében, hogy az egyéni dózisok nagysága, a sugárzásnak kitett személyek száma és a sugárterhelés valószínűsége az észszerűen megvalósítható legalacsonyabb szinten maradjon – tekintettel a gazdasági és társadalmi tényezőkre – az egyéni dóziskorlátokon belül, figyelembe véve a forrásra vonatkozó dózismegszorításokat” (155/2014. Kormányrendelet megfogalmazása).

Habár az egyes orvosi képalkotó vizsgálatok abszolút sugárzási kockázata kicsi, ezek a kockázatok klinikailag relevánsak lehetnek a nagyon alacsony vagy nem meghatározott előnyökkel összehasonlítva. Például a tünetmentes egyének teljes test CT szűrésének előnyei nem egyértelműek. Ezeknek a vizsgálatoknak (és a kezdeti szűrésből származó lehetséges nyomon követési vizsgálatoknak) a sugárterhelés kockázata klinikailag releváns lehet, ha összehasonlítjuk a bizonytalan előnyökkel, különösen, ha figyelembe vesszük a fals-pozitív eredmények és a „túldiagnosztizálás” kockázatait. A beteg képalkotási háttérének áttekintése elengedhetetlen, mert időnként elháríthatja a további képalkotás szükségességét, vagy lehetővé teheti a koncentráltabb, alacsonyabb dózisu vizsgálatot. A képalkotási háttér áttekintése során fel kell tárni a magas kumulatív sugárterhelést is, ami megváltoztathatja a jövőbeli döntéseket a képalkotó eljárások vonatkozásában.

Még több megfontolást érdemel a mérsékelt magas dózisu sugárterhelés alkalmazása terhes vagy fiatalabb betegeknél, a mellkasi CT esetén nőknél, a magas testtömegindexű (BMI) vagy a többfázisú CT-n áteső betegeknél. Bár az anyai has és a medence képalkotó vizsgálatából származó abszolút

magzati kockázat kicsi, ezeket a vizsgálatokat el kell kerülni, hacsak nincs más lehetőség. Az anyai fej, a nyak, a mellkas és a perifériás végtagok képalakító vizsgálata azonban elhanyagolható kockázattal jár a magzatra nézve. A mellkast érintő vizsgálatokban résztvevő nők esetében a tervezett kockázat nagyobb, mint a férfiaknál, ami az emlőkarcinoma további kockázata és a magas tüdőrák kockázati együtthatók miatt van [17]. A magas BMI indexű betegek gyakran nagyobb sugárdózist kapnak. Ahogy a vizsgált terület vastagsága nő, nagyobb röntgensugárzásra van szükség ahhoz, hogy elfogadható képeket hozzon létre, ami növeli a sugárdózist. A magas BMI indexű betegeknél a radiológiai és fluoreszkógi vizsgálatok effektív sugárdózisa sokkal magasabb lehet [18], [19]. A CT-n áteső betegeknél a magas BMI gyakran korlátozza a sugárzáscsökkentő technikák alkalmazását. Ha egy magas BMI indexű beteget vizsgálunk ugyanazzal a módszerrel, mint egy alacsonyabb BMI-vel rendelkező beteget, a sugárzás mennyisége nem lesz optimális, és a keletkező képek általában szemcsés vagy „zajosak” lesznek. A röntgenvizsgálattal ellentétben a BMI lényegesen nem befolyásolja a nukleáris medicina vizsgálatok sugárdózisát [20].

A többfázisú CT során ugyanazt a szervet többször képezik le a kontrasztjavítás különböző fázisaiban. Például egy többfázisú máj CT-ben a májat akár négyszer is leképezhetik. Egy standard CT-vel összehasonlítva egy multifázisú máj CT javíthatja a máj elváltozások kimutatását és jellemzését. *Smith-Bindman* és munkatársai [9] tanulmányában azonban a többfázisú CT vizsgálatok sugárdózisa közel 4-szer nagyobb volt, mint az egyfázisú CT vizsgálatok

esetében. A mágneses rezonancia képalkotás gyakran lehet helyettesítő eljárás a többfázisú vizsgálatokban, hasonló, de nem nagyobb diagnosztikai pontossággal [21], [22].

Terápiás alkalmazásokból eredő sugárterhelés

Külső sugárforrással végzett sugárterápia

Sugárterápiát általában a rosszindulatú daganatok kezelésére használnak. Tekintve a sugárzás szervezetet károsító hatását, egyéb, nem rosszindulatú betegségek esetén ritka a sugárterápia alkalmazása (például súlyos reumás panaszok és hipertrófiás heg esetében). Terápiás célra korábban röntgensugárzást és a ^{226}Ra izotópot használták, mára használatuk azonban jelentősen visszaszorult. Napjainkban nagyenergiájú gammasugárzást (^{60}Co radioizotóp) vagy részecskesugárzást, lineáris gyorsítókat alkalmaznak, mivel ezek lehetővé teszik a leadott dózisnak a célszervre történő nagyobb mértékű koncentrációját.

Tekintettel arra, hogy külső terápiás besugárzásban a világnépességnek csak igen kis hányada részesül, (megközelítőleg 5 millió ember évente) a nagy páciensdózisok ellenére az egy főre eső átlagos effektív sugárterhelés igen kis mértékű [11].

Brachyterápia

A brachyterápia radioaktív sugárforrások tumorba, vagy annak közelébe történő beültetéséből áll. Az eljárást újonnan kialakult tumoros elváltozások kezelésére és a daganatok kiújulásának

megelőzésére alkalmazzák. A prosztatarák brachyterápiás „seed”-jei titánium burkolattal ellátott, ^{125}I , ^{103}Pd , vagy ^{131}Cs sugárforrást tartalmazó apró fémimplantátumok. Az eljárást általánosan alkalmazzák a méhnyak-, prosztata-, emlő- és bőrrák kezelésére, azonban alkalmas sok egyéb daganattípus (például agy, szem, emésztő traktus) kezelésére is [23]. Az eljárás legfőbb előnye, hogy az ép szöveteket megkíméli a sugárzástól, ugyanis a sugárforrás környezetében a dózis grádiens meredek, hiszen a sugárzás intenzitása a távolság négyzetével arányosan csökken. A tumor közelében magas, attól távolabb, a normális szövetekben pedig alacsonyabb dózisértékek találhatók. Az eljárás további előnye, hogy a biopszia és az utána végzett szövettani vizsgálattal egy ülésben elvégezhető és olcsó. Az intersticiális besugárzással ugyanakkor nem lehet homogén dózisviszonyokat kialakítani.

A brachyterápiának több lehetséges eljárása ismert a dózisteljesítmények alapján. A HDR-(high dose rate) kezelésnél a dózis teljesítmény 1-2 Gy/perc, a besugárzás pedig egy óránál rövidebb ideig tart. A LDR- (low dose rate) sugárzás 0.3-0.6 Gy/perc dózis teljesítménnyel, napokig, néha hetekig tartó, a VLDR-BT (very low dose rate brachyterápia) 0,05-0,1 Gy/min dózissal 1,5-2,5 hónapig tartó sugárkezelést jelent [24].

Az átmeneti brachyterápia esetében nem maradnak sugárforrások a testben a kezelés után, így a hozzátartozók nincsenek kitéve kockázatnak. Ha permanens brachyterápiát alkalmaznak, alacsony dózisú sugárforrások maradnak a testben a kezelés után. Ez a sugárzás nagyon alacsony dózisú és ez idővel csökken is. A sugárzás csak a sugárforrás néhány milliméteres közelében lévő szöveteket éri. Elővigyázatosságból azonban azt

szokták tanácsolni a betegeknek, hogy rövid ideig ne tartózkodjanak kisgyermek és terhes anyák közvetlen közelében [25].

A brachyterápiás sugárforrások kis mérete és a kezdeti évtizedekben történt nem megfelelő szabályozás miatt fennáll a veszélye, hogy néhány ilyen sugárforrás a környezetbe kerülhetett. 2011-ben rádium tűt találtak egy prágai játszótéren amelytől egy méterre a sugárzás 500 $\mu\text{Sv/h}$ volt [26].

Radioizotóppal történő terápiás beavatkozások

Nyitott radioaktív készítmények diagnosztikai és terápiás felhasználásával a nukleáris medicina foglalkozik. Az izotópterápia leggyakoribb alkalmazási területe az ambuláns vagy kórházi bennfekvéssel végzett ^{131}I pajzsmirigy-terápia. Az izotópterápia további két alapvető alkalmazási területe a csontmetasztázisok palliatív (fájdalomcsillapító) terápiája és a krónikus ízületi gyulladásos elváltozások kezelése. A terápiás hatás minden esetben a készítmények célszervben vagy target szövetekben elnyelődő béta-sugárzásának köszönhető. Az utóbbi években az alfa-sugárzó izotópok is megjelentek a radioizotópos terápiában.

A gamma-sugárzó ^{131}I felezési ideje 8,1 nap, valamint a felhasznált aktivitás is nagy (GBq nagyságrendű), így figyelemmel kell lenni a beteg környezetének külső sugárterhelésére, illetve az esetleges szennyeződésre is.

A radioizotópokkal elvégzett éves terápiás kezelések száma jelenleg töredéke a külső terápiás sugárkezelésben részesülőkének [11].

A radionuklid terápiás beavatkozások során is van lehetőség az egészséges

szervek sugárterhelésének csökkentésére. A terápiás radiofarmakon klinikai alkalmazásával egyidőben (például a somatostatin receptorokban dús daganatok speciális radiofarmakkal végzett izotópterápiája esetében) lizin és arginin tartalmú aminosav keverék infúzió alkalmazásával a vese sugárterhelése 40%-kal csökkenthető [27].

A radioaktív hulladék kezelése, tárolása

Számos radioaktív anyagot használnak különböző diagnosztikai, terápiás és kutatási célra. Ezeknek az anyagoknak a felhasználása közben nagy mennyiségű radioaktív hulladék keletkezik. Ennek a hulladéknak a mennyisége és típusa az adott orvosi alkalmazástól és a felhasznált izotóptól függ. Ezeket a hulladékokat orvosbiológiai hulladékoknak tekintik és sok esetben tartalmaznak fertőző biológiai komponenseket klinikai, anatómiai, vagy egyéb forrásból.

Az így keletkező hulladékok kezelése átfogó management rendszert igényel. Sok esetben a kémiai, biológiai, vagy fizikai anyagokból származó potenciális veszély nagyobb, mint a radionuklidból származó sugárzás kockázata.

Az orvosi alkalmazásból származó hulladékot a Nemzetközi Atomenergiái Ügynökség ajánlásainak megfelelően kategorizálni majd kezelni kell [28].

Magyarországon az 1998-ban megalakult Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhazsnú Társaság (RHK Kht.) foglalkozik a radioaktív hulladékok elhelyezésével és a nukleáris létesítmények leszerelésével.

A radioaktív hulladékot előbb speciális kezelésnek vetik alá, tömörítik (amennyiben lehetséges), majd becsomagolják és speciális, vastag falú beton-

vagy acélhordókba zárják. A kis- és közepes aktivitású hulladékot földfelszíni, felszín közeli vagy felszín alatti tárolóban (néhányszor 10 méter mélységű) helyezik el, a nagyaktivitású és más hosszú élettartamú radioaktív hulladékot mélygeológiai tárolóban. Az RHK Kht adatai alapján a kisebb radioaktív hulladék termelőknél (kórházak, laboratóriumok, ipari vállalatok) megközelítőleg 5-15 m³ kis és közepes aktivitású hulladék és kb. 300 db elhasznált sugárforrás, valamint kb. 1000 db füstérzékelőből kiszerelt sugárforrás keletkezik évente. A leggyakoribb izotópok a ⁶⁰Co, a ¹³⁷Cs, a ⁹⁰Sr és a ³H.

Hazánkban a kis- és közepes aktivitású nem atomerőművi hulladékokat a Püspökszilágy térségében épült hulladéktárolóban helyezik el [29].

Az orvos és az ápoló személyzet, hozzátartozók védelme, előírások

A külső sugárzás elleni védekezési lehetőségek az idővédelem, távolságvédelem és sugárelnyelő rétegek alkalmazása. A leghatékonyabb sugárvédelem a fenti három módszer együttes alkalmazása, egymással kombinálva.

Idővédelem: Az elnyelt dózis a sugárzási térben eltöltött idővel egyenesen arányos. A sugárzási időt csökkenteni lehet felkészüléssel (munkafolyamatok átgondolása, szükséges eszközök előkészítése), begyakorlással, létszámkorlátozással és dózismegosztással, valamint a tartózkodási idő korlátozásával.

Távolságvédelem: Pontszerű sugárforrások esetén a kialakuló sugárzási tér dózisteljesítménye a sugárforrástól mért távolság négyzetével arányosan csökken.

Sugárelnyelő rétegek alkalmazása: A sugárforrás és a védeni kívánt személy közzé helyezett, megfelelően ki-

választott anyagból, méretezett sugárvédelmi falak, rétegek, ólmozott paravánok. Ólomlemez alkalmazása esetén, az ólomártalom veszélye miatt, burkolattal kell ellátni (falap, festék, stb.) [16]. A megfelelő anyag kiválasztásához ismernünk kell a sugárzás energiáját, mivel más-más fajta anyagot kell alkalmazni. Például a béta sugárzás hatótávolságának megfelelő vastagságú anyag alkalmazása teljes védelmet nyújt, azonban lényeges szempont a kis rendszámú anyag (például plexi) alkalmazása, így a fékezési röntgensugárzás keletkezése elkerülhető [12].

A sugárdózis nyomon követését segíti a különböző, a test egyes pontjain elhelyezett személyi doziméterek viselése. Ezek segítségével lehetőség van megállapítani, hogy a személyzet sugárterhelése az előírt korláton belül van-e (habár ezek a doziméterek nem fedik le a test teljes felületét). Az orvosi gyakorlatban használt doziméterek segítségével csak utólagosan lehet megállapítani a megnövekedett sugárterhelés tényét, a megelőzésben nem nyújtanak segítséget, de támpontot adhatnak a megfelelő védőfelszerelés megtervezéséhez. Ezek a védőfelszerelések (például ólomgumi kötény, kesztyű, védőszemüveg) védik a személyzetet a sugárzásnak leginkább kitett testfelületeken.

Az ionizáló sugárzás orvosi felhasználását és a védelmet elsősorban az 1996. évi CXVI. törvény az atomenergiáról, illetve 487/2015. kormányrendelet, a páciensek egészségének védelméről pedig a 31/2001. (X. 3.) EüM. rendelet szabályozza. Az atomenergia – így az izotópok – felhasználása során kialakítandó fizikai védelmi rendszerről és a kapcsolódó engedélyezési és ellenőrzési rendszerről a 190/2011 kormányrendelet rendelkezik [30].

Összegzés

A emberek nagy része idegenkedik az ionizáló sugárzástól, de az orvosi diagnosztikában és a terápiában ez olyan esz-közt jelent, amit nem lehetne mellőzni. Az idegenkedés többnyire az ismeretek hiányán alapszik, ezért azon betegeknek esetében, akik aggodalmukat fejezik ki a kérdésben, hasznos a tanácsadás során alapvető ismereteket átadni magáról a sugárzásról és a sugárterhelésről, hiszen az előnyök a legtöbb esetben jelentősen meghaladják a daganatos betegségek kialakulásának kockázatát. Az internet-használat elterjedésével, az anyanyelven hozzáférhető, megbízható forrásból származó ismereteknek szintén meghatározó szerepe lehet.

Minden érintett védelme érdekében az ALARA elv betartása az első és legegyszerűbb lehetőség az orvosi beavatkozások során a lehető legkisebb sugárdózis elérésére. Ennek szellemében a dózis csökkentésére és a nehezen hozzáférhető szervekbe való precízebb célba juttatás érdekében egyre több technológiai újítás születik. A védőfelszerelések fejlesztésével jelentősen csökkenthető a szakszemélyzet sugárterhelése, a mozgás szabadságának minél kisebb mértékű korlátozása mellett, míg az eljárások technológiai fejlesztése a páciensek sugárdózisát csökkentheti nagymértékben. Szintén fontos összetevője a védelemnek a szabályok betartása, hiszen így csökkenthető a radiológiai balesetek valószínűsége.

A digitális képpalkotás és egy megfelelően kiépített infrastruktúra segítségével csökkenthető a feleslegesen elvégzett vizsgálatok száma, hiszen ha a korábban elkészített felvételek gyorsan eljutnak a kezelőorvosokhoz, elkerülhető egy esetleges újbóli vizsgálat.

Az ionizáló sugárzás orvosi célokra történő alkalmazása nemcsak veszélyes biológiai hulladék képződésével jár együtt, de sugárzó anyag is lehet hulladék. Ezek a sugárzó hulladékok néhány esettől eltekintve (brachyterápiás seed-ek, sugárforrások) kis aktivitásúak, azonban kezelésük közben a szabályok szigorú betartásával kell eljárni és az ilyen hulladék elszállítása és kezelése a radioaktív hulladék kezelésére specializálódott társaság feladata. Így elkerülhető a radioaktív hulladék környezetbe való kikerülése.

Az ionizáló sugárzás orvosi célra történő felhasználásának előnyei megkérdőjelezhetetlenek. Mindazonáltal az emberek többsége nem szívesen veti alá magát ilyen kezeléseknél, hiszen minden ilyen eljárás egészségügyi kockázatot hordoz magában, még ha csak kis mértékben is. Fontos azonban megjegyezni, hogy a fókuszálhatóság miatt az akut mellékhatások (például hajhullás) nagyobb valószínűséggel kerülhetők el, mint például a kemoterápia esetében. A páciensek megfelelő informálása, a szabályok betartása és a technológiai fejlődés/fejlesztés vezethet a biztonságos és a legkisebb kockázattal járó radiológiai alkalmazásokhoz.

Irodalom

- [1] Thomas, A.; Banerjee, AK.: The History of Radiology. Oxford: Oxford University Press, 2013. ISBN: 9780199639977
- [2] ELTE, Sugárvédelmi gyakorlat <http://pavogy.web.elte.hu/Fizikus/SUG/sug.html>
- [3] UNSCEAR: Sources and Effects of Ionizing Radiation, 2010, Vol. I., UNSCEAR, New York
- [4] Lin, E.C: Radiation Risk From Medical Imaging, Mayo Clin Proc. 2010; 85(12):1142-1146, DOI: 10.4065/mcp.2010.0260

- [5] Verdun, FR., Bochud, F., Gudinchet, F., et al.: Radiation risk: what you should know to tell your patient. *Radiographics*, 2008, 28:1807-1816, DOI: 10.1148/rg.287085042.
- [6] Az Európai Unió Tanácsának 2013/59/Euratom irányelve, 2013. december 5. [https://www.oah.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/C9BF8EABD6BD39ECC1257E4A002AF331/\\$File/2013-59-euratomiranyelv.pdf](https://www.oah.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/C9BF8EABD6BD39ECC1257E4A002AF331/$File/2013-59-euratomiranyelv.pdf)
- [7] Spiegel, P.K.: „The first clinical X-ray made in America—100 years”. *American Journal of Roentgenology*. Leesburg, VA: American Roentgen Ray Society. 1995, 164 (1): 241–243, DOI: 10.2214/ajr.164.1.7998549
- [8] Roobottom, C.A., Mitchell, G., Morgan-Hughes G.: Radiation-reduction strategies in cardiac computed tomographic angiography, *Clin. Radiol.* 2010, 65(11): 859-67, DOI: 10.1016/j.crad.2010.04.021.
- [9] Smith-Bindman, R., Lipson, J., Marcus, R., et al.: Radiation dose associated with common computed tomography exams and the associated lifetime attributed risk of cancer. *Arch. Intern. Med.*, 2009, 169(22): 2078-2086, DOI: 10.1001/archinternmed.2009.427.
- [10] Országos Onkológiai Intézet, Nukleáris Medicina Osztály, http://www.onkol.hu/hu/nuklearis_medicina
- [11] Turai I., Köteles GY. (szerk.): Sugáregészségtan. Budapest: Medicina Kiadó, 2014. ISBN: 9789632265032
- [12] Porcs-Makkay L.: Sugárvédelem a Nukleáris Medicinában, Nukleáris medicina „kötelező szinten tartó” tanfolyam előadás
- [13] Sinkó D., Landherr L.: PET/CT-vizsgálatok szerepe és hatása a megfelelő terápia megválasztásában az onkológiai betegek kezelése során. *Magyar Onkológia*, 2012, 56:230–234
- [14] Levin, C.S.: Primer on molecular imaging technology, *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging* 2005, 32: 325-45, DOI: 10.1007/s00259-005-1973-y
- [15] Ametamey, S.M., Honer, M., Schubiger, P.A.: Molecular Imaging with PET, *Chem. Rev.* 2008, 108: 1501–1516, DOI: 10.1021/cr0782426.
- [16] Váradi Cs.: *Sugárvédelem röntgendiagnosztikai létesítményekben*, Átfogó fokozatú sugárvédelmi tanfolyam, 2016. október 5.
- [17] Berrington De Gonzalez, A., Mahesh, M., Kim, K.P., et al.: Projected cancer risks from computed tomography scans performed in the United States in 2007. *Arch. Intern. Med.*, 2009, 169(22):2071-2077, DOI: 10.1001/archinternmed.2009.440.
- [18] Yanch, J.C., Behrman, R.H., Hendricks, M.J., McCall, J.H.: Increased radiation dose to overweight and obese patients from radiographic examinations. *Radiology*, 2009, 252(1):128-139, DOI: 10.1148/radiol.2521080141.
- [19] Ector, J., Dragusin, O., Adriaenssens, B. et al.: Obesity is a major determinant of radiation dose in patients undergoing pulmonary vein isolation for atrial fibrillation. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 2007, 50(3): 234-242, DOI: 10.1016/j.jacc.2007.03.040
- [20] Clark, L.D., Stabin, M.G., Fernald, M.J., Brill, A.B.: Changes in radiation dose with variations in human anatomy: moderately and severely obese adults. *J. Nucl. Med.*, 2010, 51(6): 929-932, DOI: 10.2967/jnumed.109.073015.
- [21] Pitton, M.B., Kloeckner, R., Herber, S., et al.: MRI versus 64-row MDCT for diagnosis of hepatocellular cancer. *World J. Gastroenterol.*, 2009, 15(48): 6044-6051, DOI: 10.3748/wjg.15.6044
- [22] Park, H.S., Lee, J.M., Choi, H.K. et al. Pre-operative evaluation of pancreatic cancer: comparison of gadolinium-enhanced dynamic MRI with MR cholangiopancreatography versus MDCT. *J. Magn. Reson Imaging*, 2009, 30(3):586-595, DOI: 10.1002/jmri.21889.
- [23] Gerbaulet, A., Pötter, R., Mazon, J., et al.: The GEC ESTRO handbook of brachytherapy. Leuven, Belgium: European Society for Therapeutic Radiology and Oncology. 2002, ISBN 90-804532-6
- [24] Thomadsen, B.R. et al.: Brachytherapy Physics, AAPM Medical Physics Monograph #31, Medical Physics Publishing, 2005. ISBN: 9781930524248, 1930524242

- [25] „Treatment Types: Brachytherapy”. RT Answers. American Society for Radiation Oncology. <http://www.rtanswers.com/Brachytherapy/>
- [26] iDNES.cz, https://praha.idnes.cz/zdrojem-zvysene-radiace-v-prazskem-podoli-byl-maly-zakopany-valecek-1gw-/praha-zpravy.aspx?c=A110929_083242_praha-zpravy_cen
- [27] Hammond, P.J., Wade, A.F., Gwilliam, M.E. et al.: Amino acid infusion blocks renal tubular uptake of an indium-labelled somatostatin analogue. *Br. J. Cancer.*, 1993, 67(6):1437-9.
- [28] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY: Management of radioactive waste from the use of radionuclides in medicine, IAEA, Vienna, 2000. ISSN 1011–4289
- [29] Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Korlátolt Felelősségű Társaság, <http://www.rhk.hu>
- [30] Hatályos jogszabálygyűjtemény, <https://net.jogtar.hu>

G. Deli

Radiation exposure in medicine

Since the discovery of X-rays, the spread of various radiation-based medical applications has led to an increase in the exposure of the population to artificial radiation. The benefits of using ionizing radiation for medical purposes are unquestionable. However, many people are

reluctant to engage in such diagnostic examinations or treatments, as all such procedures involve a health risk, even if only to a minor extent. To protect everyone involved, adherence to the ALARA principle is the first and easiest way to achieve the lowest possible radiation dose during medical interventions. With the spread of internet usage, reliable sources available in the native language can also play a decisive role in overcoming the unnecessary fears of the medical use of ionizing radiation, and to take seriously the problems caused by improper handling of radiation sources. This summary describes the principles of diagnostic procedures – X-ray, computed tomography, isotope diagnostics (positron emission tomography included) – as well as therapeutic applications – radiation therapy, isotope therapy, brachytherapy – the resulted radiation exposure and the possibility of risk reduction. The paper also mentions the main requirements for waste management, storage and the protection of personnel.

Key-words: *PET, CT, brachytherapy, radiation therapy, ALARA principle, radioactive waste, radiation protection*

Deli Gábor

1134 Budapest, Róbert Károly krt. 44.

Magyar Honvédség Egészségügyi Központ
Központi Aneszteziológiai és Intenzív Terápiás Osztály

Az egészségügyi ellátórendszerrel kapcsolatos lehetséges elvárások vegyi, illetve biológiai fegyverek alkalmazása esetén

Dr. Péter Ádám orvos őrnagy

Kulcsszavak: ABV-védelem, egészségügyi ellátás, rendszerfejlesztés, kémiai és biológiai fegyverek

Az első világháború befejeztével a tiltó nemzetközi egyezmények ellenére sem múlt el a vegyi és biológiai fegyverek alkalmazásának veszélye. A második világháborúban ugyan elmaradt az ilyen fegyverek alkalmazása, de a hidegháborúban mindkét hatalmi csoport továbbfejlesztette ezeket, még hatékonyabbá, még halálosabbá téve őket, időről-időre proxy háborúkban bevetve. A hidegháború véget érte Irakban, Iránban és Szíriában a reguláris hadsereg és a lázadó csapatok is használtak kémiai és biológiai fegyvereket. Az ilyen fegyverek megszerzésére terrorista csoportok is törekedtek. Ezen felül a nagyhatalmak célzott likvidálásokra is használták ezeket. Emiatt nem kizárható, hogy az egészségügyi ellátórendszerben Magyarországon is megjelenjenek vegyi vagy biológiai fegyverek áldozatai vagy sérültjei. Erre a lehetőségre az egészségügyi rendszert is fel kell készíteni. „Sok ifjú van itt ma, akik a háborúban dicsőséget keresnek, de fiúk, ez itt maga a pokol. Elvihetitek ezt a figyelmeztetést a következő generációnak” [1] (William Tecumseh Sherman).

Bevezetés

A vegyi fegyverekről a legtöbbször a történelem órákon tanultak, az első világháború szörnyű állóháború, lövészárk harcai, gáztámadásai juthatnak eszébe. A vegyi fegyverektől sérült emberek szenvedése a mai Magyarországon

élő emberektől térben messzinek, időben távolinak tűnnek. A magyar egészségügyi ellátórendszerben ilyen sérültekkel évtizedek óta nem találkoztunk, így az ezirányú szakmai tudás marginalizálódott, jelentéktelennek tűnik. Sajnos azonban a béke évtizedei ellenére sem elképzelhetetlen, hogy a vegyi vagy biológiai

fegyverek okozta sérültekkel találkozson az egészségügyi rendszer. A NATO tagság ugyan védelmet is jelent, de a belőle adódó külföldi katonai szerepvállalásunk kockázatot is jelent. A vegyi és biológiai fegyvereket tiltó egyezmények, az 1925-ben aláírt Genfi Protokoll [2], az 1993-ban aláírt CWC [3] és az 1972-es BWC [4] egyezmények ellenére ezek a fegyverek továbbra is, a modern korban is használatban vannak világszerte.

A környező háborúk, a terrorista aktivitás, és a közelmúltban lezajlott, vegyi fegyverekkel végrehajtott célzott likvidálások miatt szükséges a prehoszpitális ellátórendszer és a kórházi sürgős ellátással foglalkozó szakmák számára tanítani a vegyi és biológiai fegyverek áldozatai felismerésének lehetőségeit és a primer ellátás szakmai szabályait.

Milyen tapasztalatok vonhatóak le a történelemből ismert vegyi és biológiai támadásokból? Kerülhet-e a magyar egészségügyi ellátórendszerbe váratlanul vegyi vagy biológiai támadás sérültje? Fel van-e készülve a magyar egészségügyi ellátórendszer az ilyen sérültek ellátására? Milyen további lépések szükségesek az egészségügyi ellátás fejlesztése érdekében, a támadás sérültjeinek gyógyítására és a szekunder expozíciónak kitett egészségügyi személyzet védelmére?

A vegyi és biológiai fegyverkezés történetéről

Ypern addigra elhagyatott városa körzetében a lövészárkaik mélyén megbúvó francia katonákat nem érhetette váratlanul az 1915. április 22-én megindult újabb német tüzérségi támadás [5]. Az addigra már megszokott fülsiketítő ágyúlövések és lövedékbecsapódások mellett azonban Langemark falunál két, formálódó, sárgászöld felhőre lettek figyelmesek, ami

az irányukba fúvó széllel gyorsan terjedt feléjük. A felhő a német 26. hadtest speciális, vegyi hadviselésre kiképzett katonái által 4 kilométer széles arcvonalon kinyitott majd hatezer speciális, klórtartalmú gázpalackból származott. Ahogy a folyékony klórt tartalmazó gázpalackokat kinyitották, az azonnal elpárologva halálos felhőt formált. A megfelelő időjárás, a megcélzott francia katonák irányába fújó szél a gázfelhőt néhány perc alatt a francia katonák fölé vitte. A lövészárkokban megbúvó brit és francia katonák az árok mélyére bekúszó sűrű gázfelhőben látni sem tudtak. Azonnal hevesen köhögni kezdtek, heves légúti váladékozás miatt a saját váladékukkal küszködtek, majd a levegőért küzdve eszméletlenül estek össze. A gázfelhőt a német gyalogság óvatos előrenyomulása követte. Ők a franciákkal ellentétben tudva a támadásról kezdetleges „gázmaszkkal”, légzőnyílásaik elé tett benedvesített pamutdarabbal haladtak előre. Beköszöntött a vegyi fegyverek harctéri alkalmazásának kora [5].

A németek ötlete nem volt minden előzmény nélküli. Már az amerikai függetlenségi háborúban, 1862-ben javasolta egy civil geológus a konföderációs hadsereg vegyi anyagokkal, klórral, illetve hidrogénianiddal töltött tüzérségi lövedékekkel történő támadását. A javaslata talán nem jutott el a megfelelő döntéshozókig, pedig az közvetlenül a Fehér háznak címezte, így a vegyi támadás akkor elmaradt [6].

Az Ypern mellett elkövetett első német kémiai támadás a francia egységekben iszonyatos pusztítást végzett. A német parancsnokot *Falkenhayn*-t arról tájékoztatták, hogy a szövetségesek 5000 katonát veszítettek, emellett több, mint 10 000 katonát kellett sérüléseik miatt a harcmezőről kivonniuk [7].

A korábban hosszú állóháborúba tört, változó sikerű ütközetekhez képest hatalmas előrenyomulást értek el, 5 kilométer mélyen tudtak előre haladni. Mai szemmel az ezért az öt kilométer előrehaladásért életét vesztett 5000 katona halála felfoghatatlan arányúnak tűnik, de akkoriban az új harcmodor jelentős előrelépést jelentett. Használhatatlannak bizonyultak ugyanakkor a zsákmányolt hadieszközök. Amilyen fémtárgyat, fegyvert csak érintett a sűrű klór gázfelhő, az oxidálódott, elszíneződött és rozsdássá vált. A sikert látva a német vezetés azonnal újabb gáztámadást vezetett. Április 24-én a hajnali órákban a kanadai egységeket érte heves ágyútűz és klórgáz támadás. A lövészárkokban ismét több ezer katona lelte halálát. Sokan azok közül is életüket veszítették, akiket átmenetileg a rögtönzött segélyhelyekre tudtak szállítani. A felcserek, orvosok nem tudták mivel állnak szemben, így rengetegen haltak meg a segélyhelyeken, így a háború előtt kaszinóként működő Le Touquet tábori kórházban is. Ypernnél az első támadástól számítva az első hónapban több, mint 500 tonna klórgázt vetettek be a németek [8]. Utólag tudható, hogy a németek a tervezett akciót nem tudták teljesen titokban tartani, egy elfogott német katona vallomásából tudták, hogy a német hadsereg gáztámadásra készül. A veszély mértékét azonban a szövetséges parancsnokságon nem ismerték fel, nem számoltak a várható súlyos veszteséggel, így a brit és a francia legfelsőbb parancsnokság nem rendelte el a visszavonulást vagy a gázpalackok bombázását [9].

Az Ypernnél történtek, a vegyi fegyverek első harctéri alkalmazása, mint később látni fogjuk, több szempontból is figyelmezteti az utókort. A válogatás nélkül gyilkoló vegyi fegyverek a betiltásuk-

ról szóló korai egyezmény, a Hágai Deklaráció ellenére továbbra sem kerültek a történelem szemétdombjára. Az 1915-ös támadás ellentmondott az addigra Németország által is aláírt Hágai Deklarációnak [10], aminek IV. 2 pontja tiltotta a fojtó, fullasztó hatású gázokat tartalmazó tüzéségi lövedékek használatát. A németek azonban arra hivatkoztak, hogy a Hágában 1899-ben aláírt egyezmény nem volt vonatkoztatható az Yperni támadásokra, mivel ott nem lövedékek révén, hanem gázpalackok kinyitása révén engedték ki a gázfelhőt. Cinikus érvelésüket sok mai, hasonló támadás elkövetője megirigyelhetné. A világháború háborús propagandája mellett is kitűnően provokatív és cinikus volt a Kölnische Zeitung híre, amelyben a támadásokat üdvözlötték, azokat a nemzetközi joggal összeegyeztethetőnek és „különlegesen enyhe (harci) ametódusnak” nevezték [11]. Az első támadás tapasztalatai alapján ezután mindkét hadviselő oldal jelentős erőfeszítéseket tett újabbnál újabb, hatékonyabbnál hatékonyabb harcanyagok kifejlesztésére. A klórgáz után a foszgén, majd a kénmustár bevetése következett. A célba juttatás legmegfelelőbb módjainak kutatására, a saját harcoló alakulataik és civil lakosságuk védelmi eszközeinek kifejlesztésére mindkét harcoló fél komoly erőforrásokat biztosított. A háború és a fejlesztések előrehaladtával később aztán egyik félnek sem volt fenntartása a vegyi fegyvereknek az ellenség ellen történő alkalmazásával szemben, az aláírt tiltó egyezmények ellenére. A háborús gyártókapacitások nagy részét irányították át a vegyi fegyver gyártásra. Az angliai Porton Down, az amerikai Edgewood Arsenal, a francia Atelier de Pyrotechnie du Bouchet, vagy a német, országszerte elhelyezett Interessen Gemeinschaft mind a vegyi fegyverek tökéletesítésén dolgoztak.

Az utólagos, hivatalos, szinte biztosan nem teljes összeírás szerint a háborúban összesen 180 893 brit katona sérült meg vegyi fegyver támadásból, ebből később 6062 halt meg. Az Osztrák–Magyar Monarchia katonáiból 3000 esett el, 71 300 sérült meg gáztámadásban [12]. Az ezekből az adatokból számolható 3% alatti mortalitásra hivatkoztak a vegyi fegyverkezés támogatói, a módszert humanusnak nevezve, igyekezve elnyeri a parancsnokságok mellett a lakosság támogatását is.

A gáztámadásoknak a súlyos veszteségek, a sérültek nagy száma mellett volt egy fontos pszichológiai hatása is. A katonák harci morálját jelentősen csökkentette, a még harcmezők közelében ragadt lakosság is pánikban menekült. A vegyi fegyverekkel történő támadásnak napjainkban is legalább akkora pszichológiai hatása lenne, mint amekkora konkrét veszteséget tudna okozni [13].

Vegyi fegyverek alkalmazása a XX. század háborúiban

Bár a cikk elején említett átlagos olvasó valószínűleg a vegyi fegyverekkel az első világháborút kapcsolja össze, a vegyi hadviselés korántsem ért véget az első világháború befejeztével. A bolsevik lázadásban, feltételezések szerint a 1919-ben az afganisztáni harcokban, 1925-ben Marokkóban többször bevették ezeket. Végül a 1925 június 17-én a világ 38 országának részvételével született meg a Genfi Protokoll (lásd fent), ami megtiltotta a „fullasztó, mérgező vagy más gázok, illetve hasonló folyadékok” és a biológiai fegyverek alkalmazását. Az egyezmény azonban nem tiltotta az ilyen anyagok előállítását, szállítását vagy tárolását, és nem tiltotta az egyezményt alá nem író országok ellen had-

viselésben történő alkalmazásukat [14]. Így az egyezményt aláíró és ratifikáló országokban is folytatódott a vegyi fegyverek fejlesztése, legtöbbször védelmi célú kutatásnak álcázva, sőt az egyezményt többször nyíltan is megszegték, mint például a japánok az 1937-es kínai offenzívában vagy az olaszok 1936-ban Etiópiában [12].

A második világháború előestéjén, 1937-ben egy német vegyész, *Schröder* hatékonyabb rovarirtók után kutatva véletlenül, saját magán észlelte, hogy a rovarok ellen rendkívül hatékony anyagnak az emberi testre is hatása van. Önmagán látásvesztést, koncentrációzavart, pupillaszűkületet és légzési nehézségeket észlelt, amikor az anyaggal közvetlen kapcsolatba került. Felfedezte az első idegmérget, a tabunt [15]. A vegyület beszédes nevét a tabu szóból kapta. Az akkoriban már háborúra készülő Németországban felfedezése felkeltette a katonai tervezők figyelmét is. Felismerve az anyag hatásosságát külön gyárat építettek Elberfeld mellett az új harcanyag gyártásra és fejlesztésére. Az eredeti anyagot továbbfejlesztve készült el a tabunnál a még sokkalta mérgezőbb szarin 1938-ban, nevét a felfedezésében közreműködő német vegyészek nevének kezdőbetűiből formálva. A németek Lengyelország elfoglalása után a gyártókapacitásukat növelték, a gyárakat a megtámadni tervezett Szovjetunióhoz közelebbi Dychernfurthba telepítették. A gyárban 1942-től a háború végéig tíz technikus és mérnök vesztette életét bal esetekben. Ők voltak az első emberek, akik az újonnan felfedezett idegmérgek áldozataivá váltak [16]. A háború közepére a németek havi 12 000 tonnányi harianyag előállítására voltak képesek, kifejlesztve vegyi aknákat, vegyi lövedékeket, vegyi gránátokat és vegyi bom-

bákat egyaránt, sokszor a koncentrációs táborokba zárt embereken kísérletezve [17]. Hogy a náci Németország kegyetlen katonai vezetői, illetve maga *Hitler* miért nem adott parancsot végül a vegyi fegyverek bevetésére a világháborúban nem egyértelműen tisztázott. Több történész utal arra, hogy *Hitler* maga is megsérült az első világháborúban egy gáztámadásban, ezáltal gyűlölte ezeket a fegyvereket. Nehéz elképzelni azonban, hogy a világháború végéhez közeledve egyre elkeserítőbb pozícióba kerülő Németország vezetője *Hitler*, aki nem habozott a koncentrációs táborokba zárt milliókkal szemben vegyi anyagot alkalmazni, fenntartásai lettek volna azokat a harctéren alkalmazni a háború megfordítása érdekében. Még a háború kezdetén, Svájcban, 1939 szeptemberben a brit nagykövet átadott egy iratot a svájci külügyminisztériumnak, amelyet pár nappal később a német nagykövet is aláírt. Ebben vállalták, hogy országuk tartózkodni fog a vegyi fegyverek bevetésétől, kötelezőnek ismerik el magukra a Genfi Protokollt. A hitleri Németország azonban több hasonló egyezményt is felmondott vagy megszegett a világháború alatt, így önmagában ez sem lehetett a náci vegyi fegyverek bevetése elmaradásának az oka. *Hitler* többszöri fenyegetőzése, utalásai ellenére, katonai parancsnokai sürgetése ellenére azonban a vegyi fegyverek bevetésére végül nem adott parancsot. *Hitler* talán inkább a megtorlástól tarthatott. Emellett *Speer* és *Ambros* tábornokok is igyekeztek lebeszélni a fegyver alkalmazásáról [18]. A németek feltételezései ellenére a szövetségesek nem voltak az idegmérgek titkának tudtában, egészen 1945 áprilisáig, amikor egy német fegyverraktárat elfoglalva ismerték fel a németek fejlesztéseinek rémisztő súlyát. A második világháború szörnyű-

ségeihez, hatalmas katonai és civil veszteségeihez egy esetleges vegyi fegyverekkel vívott háború újabb tízezrek halálát és akár százezrek sérülését okozta volna.

A németek mellett az angolok is tartózkodtak a vegyi fegyverek bevetésétől. Amikor a náci Németország V-1 támadásai megindultak, az angol hírszerzés úgy tudta, hogy a fegyver modernebb, V-2 változata már sokkal pusztítóbb robbanófejjel lesz felszerelve. A védekezés lehetőségeit taglalva *Churchill*ben felmerült a vegyi fegyverek bevetésének lehetősége. Az angol hadsereg vezetése mellett a Joint Planning Staff is feladatul kapta, hogy ennek lehetőségeit és következményeit megvizsgálja. A brit Joint Planning Staff [19] hosszú napok után egy hosszú jelentést állított össze, amelyben az amerikai és brit erők bombázóegységeinek bevetését, kémustár alkalmazását majd gyújtóbombák ledobását javasolták taktikai célpontok mellett 40-60 nagyvárosra is. Számításuk szerint ez a támadás megtörte volna a németek morálját. Viszont a katonai tervezők azt is kijelentették, hogy bár az első vegyi támadás meglepetésszerű alkalmazása taktikai előnyt jelenthetett volna, a Genfi Protokoll megszegése mellett a Normandiában partraszállt szövetséges csapatok előrenyomulását is hátráltatta volna, és a civil lakosságot is szembeállította volna a szövetséges haderőkkel. Számítottak arra is, hogy a németek azonnal megtorolták volna a támadást, akár London ellen intézett vegyi támadással, ami a rengeteg halott és sérült áldozat mellett a hátország civil morálját is szétbombázta volna. Összességében a Joint Planning Staff a vegyi fegyverek bevetése ellen foglalt állást [20]. *Churchill*, bár kijelentette, hogy nem ért egyet a végkövetkeztetéssel, elfogadta a tervezők döntését és a vegyi fegyverek beve-

tését „a rosszabb időkre” halasztotta – amelyek a háború előrehaladtával nem következtek be. A szövetségesek sikeres előrenyomulása Európában nem tette szükségessé a vegyi fegyverek bevetését.

Az amerikai katonai parancsnokságokon is felmerült a vegyi harcianyagok bevetése, főleg a Csendes óceáni hadszíntéren, Iwo Jima körzetében. A Lethbridge Report vegyi fegyverek bevetését javasolta. Az ajánlás a legfelsőbb katonai parancsnokok támogatását is bírta, de *Roosevelt* elnök megakadályozta a vegyi fegyverek bevetését.

A lengyel ellenállók viszont felhasználták mikrobiológiai tudásukat. Egyfajta hamis biológiai fegyvert vetettek be. A Rozwadów városában dolgozó orvosok meghamisították pácienseik dokumentációit és laborleleteit úgy, hogy azok tífuszt igazoljanak. A német harcoló alakulatok a konfirmáltaként vélt tífuszos gócpontot elkerülték, így Roswadów városában 8000 civil menekült meg [21].

A második világháborúban tehát épp hogy csak, de a reguláris harcoló felek elkerülték a vegyi fegyverek alkalmazását. Ez azonban nem jelentette azt, hogy pusztító erejével ne lettek volna tisztában, és hogy a háború után ne fejlesztették volna tovább a nem konvencionális fegyvereiket. Ebbe a fegyverkezési versenybe a Szovjetunió is belevetette magát. Ráadásul mindegyik, a németek ellen harcoló ország igyekezett a német vegyi fegyverek titkát, az ezeket gyártó gyárakat megszerezni, és magának megtartani – a visszavonuló németek pedig az elraktározott idegméreg készleteket megsemmisíteni, a dokumentumokat elégetni. A háború végére azonban minden harcoló fél megismerte az idegméreg titkát és saját céljaira igyekezett továbbfejleszteni azt.

A háború végén Amerika bevetette a atombombáit Japánban. A Szovjetunió

akkoriban még nem bírt hasonló nukleáris képességgel, így alternatívaként a vegyi, és még inkább a biológiai fegyverkezés felé fordult.

Biológiai fegyverkezés a XX. században

A biológiai fegyverkezésben a Szovjetunió a távol-keleti hadszíntéren elfogott japán hadifoglyok beszámolóira is támaszkodhatott. A moszkvai rádió nyilvánosan jelentette be a negyvenes évek végén, hogy japán hadifoglyokat biológiai hadviseléssel vádolnak meg. Bár a tárgyalás a kornak megfelelően megrendezett volt, a japánok beszámolóit hitelesnek tűnnek. Eszerint a japán hadsereg a világháborúban elfogott kínai katonákon kísérletezett, többek között gáz gangréna és anthrax bombákkal fertőztek meg hadifoglyokat, a néhány napon bekövetkező halálukat pedig gondosan dokumentálták [22]. A szovjetek különösen erős érdeklődésének az is oka volt, hogy saját, meglevő kapacitásukat fejlesszék a japánoktól megtudottak révén. A Szovjetunió ugyanis már 1930-tól kísérletezett biológiai fegyverekkel az Aral-tó szigetén létrehozott titkos létesítményekben, a pestist, anthraxot, takonykórt (glanders) arany háromszögnek nevezve, de a tularémiát, leprát, kolerát, tetanuszt és tífuszt is vizsgálva. A korábban szövetséges hatalmak a háború után ellenségekké váltak, egymás elleni háborúra készültek. Az amerikai és brit hírszerzésnek igen kevés információja volt a szovjet biológiai fegyverprogram kiterjedtségéről. A szovjetek teljes titkolózásba burkolódtak. Ugyanakkor tudható volt, hogy a biológiai program létezik. Még 1938-ban ismerte el egy New York Times-ban megjelent interjúban egy szovjet tábornok, hogy bár tartják ma-

gukat a Geneva Protokollhoz, de teljesen felkészültek visszavágni az agresszoroknak, ha azok nem konvencionális fegyverekkel intéznek ellenük támadást [23]. A szovjetek bár létesítményeiket igen szigorúan őrizték, a munkabiztonságra kevesebb figyelem jutott. Nem egyszer történt olyan baleset, amikor a fertőző anyag kiszabadulva ártatlanokat fertőzött meg. A legsúlyosabb, több száz ember halálát okozó eset 1979-ben történt.

Szverdlovskz, a mai Jekatyerinburg szigorúan őrzött 19-es szovjet katonai létesítményében antraxspórákban készítették igen finom port, amit aeroszolként terveztek használni biológiai fegyverekben. Katonai alkalmazás esetén a finom por a levegőben robbanva messzi területeket fertőzött volna meg. Szűrőegységeket alkalmaztak, hogy az anyag a környezetbe ne juthasson. 1979. március 30-án azonban az egyik ilyen szűrő eltömődött. Egy technikus ezt észlelte és az előírások szerint leállt gyártás mellett a szűrőt eltávolította. A csereegységet, az új szűrőt viszont nem szerelte vissza azonnal, hanem feljegyzést hagyott hátra, hogy a szűrő cseréje szükséges. A gyárba érkező új váltás, az új műszak felügyelője erről nem tudva a gyártósort újraindította, ezzel nagy mennyiségű anthrax spóra került a gyárból a levegőbe, lassan lebegve a város felett, majd a szél irányának megfelelően 50 kilométeres távolságra is eljutott. Néhány nap múlva jelentkeztek az első megbetegedések. Néhány héten belül több, mint száz ember halt meg. A szovjet hatóságok fertőzött hús fogyasztásának próbálták meg beállítani a történeteket. A KGB a kórházi dokumentációt, a halálozási számokat is meghamisította. Egy, a harvardi egyetemen dolgozó professzort, *Matthew Meselson*-t is beengedték, aki az elé tárt adatok alapján megerősítette, hogy étel-

mérgezés történhetett. Évekkel később azonban kénytelenek voltak elismerni a szovjet vezetőket a nyilvánvalót. A gyárból kiszabaduló felhő a szél irányának megfelelően terjedve, az abban a pillanatban ott dolgozókat betegítette meg. A holttestekből évtizedekkel később is sikerült a rendkívül ellenálló anthrax spórákat azonosítani, megerősítve, hogy súlyos, katonai eredetű anthrax fertőzés történt. A túlélőkkel, helyi lakosokkal beszélgetve *Meselson* professzor is megváltoztatta a véleményét [24] és a *Science*-ben megjelent írásában nemcsak az anthrax fertőzés tényéről számolt be, hanem később arról is, hogy a helyiek elmondása szerint több, mint 60 hasonló baleset történt csak ebben a komplexben. A szovjet biológiai fegyverprogramot ez akkorigiban természetesen nem vetette különösképpen vissza. Az országszerte működő, Biopreparat néven hálózatba szervezett katonai biológiai laborokban tovább kísérleteztek kórokozókval és igyekeztek a célba juttatásukhoz is legmegfelelőbb eszközöket kifejleszteni. A Biopreparat vezetője, *Kanatzhan Alibekov* később az Amerikai Egyesült Államokba disszidált, ahol részletesen beszámolt a kiterjedt szovjet biofegyver programról. Biohazard című könyve a széles közönség számára is elérhető. A szverloszki gyárba azóta sem engednek látogatókat. A gyár azóta is folytatja működését, részben földalatti üzemekben [25]. Az 1990-es években az orosz gazdaság hanyatlásával sok tudós, technikus, kutató, mikrobiológus vesztette el az állását a szovjet Biopreparat egységeiben. Sokan kaptak ugyan az Amerikai Egyesült Államoktól támogatást, és a oroszok is igyekeztek némelyik egységüket békés célokra, vakcina termelésre, antibiotikum készítésre átcsoportosítani. A munkájukat elvesztő tudósok, mikrobiológusok nagy

tömege külföldön kapott új megélhetést, a biotechnológiai tudásukat Kubának, Észak-Koreának, Iránnak, Iraknak, Szíriának adva át [25].

A hidegháborúban a vegyi és biológiai anyagokat nemcsak az ellenséges katonák pusztítására tervezték használni. A közvetlen halálozás mellett legalább olyan fontos cél volt a harcképtelenné tétel, az egészségügyi ellátórendszer túlterhelése, megbénítása. Emellett számtalan olyan anyagot kísérleteztek ki, amelyek az ellenséges, de akár a saját katonák viselkedését módosította, harcképtelenné vagy éppen ellenkezőleg, „szuperemberré” téve őket. A pszichotróp hatású meszkalinnal, LSD-vel, annak továbbfejlesztett, technikailag is könnyebben bevethető változatával, a BZ-vel, amfetaminnal folytak kísérletek. Az amerikai Chemical Corps célja a kísértetiesen, cinikusan hangzó „halottak nélküli háború” elérése volt. A vegyi anyagokkal a hagyományos fegyverekkel harcoló alakulatok taktikai hátrányát is igyekeztek csökkenteni. A vietnámi háborúban az esőerdőt írtandó többezer tonna dioxin szennyezést, a tároló hordó színe alapján Agent Orange-nak is hívott anyagot diszpergáltak alacsonyan szálló repülőkről. Az anyagot az emberekre teljesen ártatlannak mondták, a növényzetet viszont extrém módon stimulálva az esőerdő kipusztulását okozta. Később kiderült, hogy a vietnámi harcosok, de az USA katonák között is extrém módon megemelkedett a rákos megbetegedések aránya, utódjaik között pedig a születési rendellenességek előfordulása – emberre tehát az anyag ugyanúgy káros volt, mint az eredeti célra, a növényzetre.

A hidegháború végére minden nagyhatalom hatalmas készleteket halmozott fel kénmustárral, foszfénnel, idegmérgekkel töltött rakétákból. A befolyásolási övezetekben, a vélt ellenséghez lehető

legközelebb is tároltak nagy mennyiségben mérgező harcanyagokat, az USA Nyugat-Németországban és Okinawán, Japánban, a Szovjetunió NDK-ban. Biológiai hadviselésben talán a szovjetek jártak legelőbb, óriási mennyiségben tároltak biológiai fegyvereket. Anthraxszal, tularémiával, pestissel, kolerával, tífusszal, ricinnel töltötték ezeket, de igyekeztek az újonnan előbukkanó vérzések lázait is katonai célra alkalmassá tenni. Emellett génmódosításokkal az amúgy is letális baktériumokat az ismert antibiotikumokra rezisztenssé tették. Talán a legfejlettebb és legrémisztőbb módszer a chimera vírusok kifejlesztése volt, amikor is a vírusok tulajdonságait géntechnológiai módszerekkel úgy módosították, hogy a lehető leghalálosabb, legellenállóbb és legfertőzőbb legyenek.

A változatos kémiai és biológiai fegyverek tehát a hidegháború végére rendelkezésre álltak. Rendelkezésre állt a mögöttes tudás, a technológiai részletek, az alkalmazás leghatékonyabb módjának ismerete. Ekkora viszont már nemcsak a nagyhatalmak voltak ezen tudás birtokában, hanem a kisebb államok is. Önerőből, vagy átállt tudósok segítségével számtalan állam fejlesztette saját kémiai és biológiai fegyver programját.

A közel-keleti országok vegyi és biológiai fegyverprogramja

Irán a muszlim többségű volt szovjet tagköztársaságokkal – Örményországgal, Kazahsztánnal – szorosra fűzte kapcsolatait azok önállósodása után. A Biopreparátnak sok üzeme volt ezekben a tagköztársaságokban. Ebből egy teljes, működő örményországi üzemet adtak el az örmények Iránnak [25].

Iraknak is volt biológiai fegyverprogramja. Egy a New York Timesban

2002-ben megjelent cikk szerint, amely CIA forrásokra támaszkodott, meg is nevezték azt az orosz tudóst, *dr. Nelli Maltseva*-t, aki 1990-es látogatása során Irakba vitte a korábban szovjetek által katonai célokra fejlesztett himlő vírust, emellett a üzemeltetési, technológiai adatokat is átadott [26]. Irak ráadásul korábban sem csinált titkot abból, hogy birtokában van vegyi fegyvereknek és azokat kész bevetni is. Irak katonai vezetői „rovarirtók” használatával fenyegették meg a „betolakodó rovarokat”, utalva a birtokukban lévő vegyi fegyverek hatásmechanizmusára is. Irak végül be is vetette a vegyi fegyvereit az 1980-as évek háborúiban, idegmérgeket és kénmustárt alkalmazva a kurdok és az iráni csapatok ellen. A Faw félszigeten támadó Iráni egységek a vegyi támadásokban az első világháború vegyi csapásaihoz mérhető vegyi támadásokat szenvedtek, legalább 150 000 iráni katona halálát okozva ezzel. Az iraki hadsereg később a civilek ellen is bevetette vegyi fegyvereit – volt, hogy ezekkel direkt a helyi kórházakat célozta [27].

Szíria 2013-ban vegyi fegyvert, szarint vetett be a lázadók ellen Aleppo-nál, Ghouta és Saraqib térségében. A nemzetközi felháborodás hatására 2014-ben a vegyi fegyvereket a szíriai katonaság ugyan állítólag megsemmisítette, 2016-ban újra klórgáztámadást hajtottak végre Talmenes-nél. 2016 decemberében pedig ismét szarinnal támadták az ISIS Uqairabat-közei állásait. Az ENSZ és az amerikai hadsereg vizsgálatai a vegyifegyver támadásokat megerősítették és azokat egyértelműen az Assad vezette szíriai kormány, a szíriai hadsereg számlájára írták. Nyilvános adatbázisokban [28] és sokszor a háborúról tudósító médiában ezeken a megerősített támadásokon kívül is számtalan, meg nem erősített, fel-

tételezett vegyi fegyver támadás szerepelt. A Human Rights Watch szervezet 2018 áprilisi jelentése szerint összesen 85 esetben tudták megerősíteni a vegyi fegyver használatát a polgárháborúban [29].

Terrorszervezetek vegyi és biológiai fegyverkezése

A vegyi és biológiai fegyvereket nemcsak a nagyhatalmak, állami szereplők használták céljaik elérésére. Ismert, hogy az al-Kaida terrorhálózat nukleáris fegyverek beszerzésére törekedett, de bőséges pénzügyi háttérük ellenére sem sikerült a jól őrzött állami raktárakból ilyenre szert tennie. Ugyanakkor az USA-ban 2002-ben több év börtönre ítélték *José Padilla*-t, aki az Al-Qaeda hálózattal kapcsolatban állva, tőlük kiképzést kapva „piszkos bomba”, sugárzó anyagot tartalmazó bomba robbantására készült. 2004-ben ausztráliai nukleáris intézményekben gyanúsán viselkedő dolgozókat tartóztattak le, akik szintén piszkos bomba készítését tervezték.

Az ISIS terroristszervezet a szíriai polgárháborúban kénmustár klórt és szarint vetett be a városi harcok során. A japán Aum Shinrikyo szekta teljesen civil környezetben támadott szarinnal. A szekta 1994-ben Matsumoto városában 8 embert ölt meg szarin támadással. A helyi egészségügyi hatóságoknak több, mint 500 embert kellett ellátni különböző súlyosságú tünetekkel. Korábban sikertelenül próbálkoztak anthrax támadással, de később sikerült szarint és VX idegmérget szintetizálniuk. A matsumotoi támadással a helyi, korábban a szekta ellen ítélő bírót célozták, de céljuk volt a szarin hatásosságának kipróbálása is. 12 kg folyékony szarint bocsátottak ki egy átalakított teherautó rakteréből, ami a környező épületekbe, az éjszakára nyitva hagyott

ablakokon, szellőzőnyílásokon bejutva mérgezett [30]. Ezt a terrorcselekményt egy névtelen tipp ellenére a helyi hatóságok nem tudták összefüggésbe hozni a világvége közeledtét hirdető szektával. 1995-ben újabb támadás történt, ez alkalommal a tokiói metróban. 1995 március 20-án szarint engedtek szabadon a tokiói metró szerelvényeiben. 13 halott, 54 súlyos sérült és több mint 1000, könnyebben sérült lett a támadás eredménye. A civil környezetben végrehajtott támadásnak számos, az ABV védekezésében máig irányadó tanulsága volt. Ismert, hogy a támadás után elsőként helyszínre érkező mentőegységek – érthető módon – nem voltak felkészülve szarin támadásra, nem viseltek megfelelő védőeszközöket, így számtalan sérült az egészségügyi személyzetből került ki. A kórházakat, a sérülteket ellátó személyzetet azonban akkor sem értesítették, amikor a hatóságok számára egyértelművé vált, hogy szarin támadás történt. Ezáltal sok, a kórházi ellátásban résztvevő személy is sérültté vált a szekunder expozíció miatt. Ez felhívja a figyelmünket arra, hogy tömeges sérülések esetén elengedhetetlen egy közös irányító szervezet felállítása, a felszámolásban résztvevő szervezetek döntéshozóiból az információk megosztása érdekében. A tokiói támadásban számtalan sérült a mentőszervezetet megkerülve a legközelebbi kórházakat kereste fel. Számolnunk kell tehát azzal, hogy hasonló helyzetben nemcsak azok a kórházak lesznek érintettek, ahová a felkészülést koncentráljuk, hanem ahova a betegeket irányítani tervezzük. A rengeteg sérült, meghaladva a mentőszolgálat szállítókapa-
citasát saját lábán fogja felkeresni az általa ismert legközelebbi ellátóhelyet. Emiatt, ahogy a későbbiekben erről szó lesz, nem elegendő néhány egészségügyi szolgáltatót kijelölni az ellátásukra. A vegyi fegyverek áldozata-

inak ellátásához szükséges tudást terjeszteni kell a teljes sürgősségi ellátórendszerben. A támadások utóéletéről beszámoló irodalomban olvasható, hogy hatalmas számban keresték fel az egészségügyi szolgáltatókat olyan betegek, akik a hírekben hallottak a támadásról és magukon a tüneteket felfedezni vélték – később kiderült, hogy nem sérültek. Az úgynevezett „worried well” populáció további terheket ró az ellátórendszerre, így a valóban sérülteken felül sok fizikálisan tünetmentes, de pszichés tüneteket mutató “érintettek” ellátására is fel kell készülni [31].

A vegyi és biológiai fegyvereket többször alkalmazták célzott likvidálásokra is. *Georgi Markov* bolgár disszidens író át alakított esernyőből kilőtt apró, ricint tartalmazó lövedékkel végezték ki 1978-ban Londonban. Egy másik bolgár disszidens, *Vladimir Kostov* pedig csak a fegyver hibájából adódóan élt túl egy hasonló támadást Párizsban [32]. 2018-ban pedig továbbfejlesztett, „negyedik generációs” idegmérget használtak *Sergei Skripal* ellen. Ő és lánya ugyan túlélte a támadást, de a vegyi anyagot tartalmazó fiolát megtaláló pár női tagja belehalt a mérgezésbe [33]. Az újabb, negyedik generációs idegmérgek újabb alkalmazásának veszélyére is tekintettel több amerikai minisztérium közös ajánlást adott ki az ilyen fegyverek áldozatául esett emberek egészségügyi ellátására [34].

A hazai egészségügyi rendszer lehetőségei és felkészültsége vegyi és a biológiai fegyverek alkalmazása esetén

A vegyi és biológiai fegyverek hatalmas fejlődésen menve keresztül továbbra is használatosak harcérintkezésekben, katonák és civilek százainak halálát okozva, de terrorcselekményekben és célzott

likvidálásokban is, a modern kor ezeket tiltó egyezményei ellenére is. Nem kizárható tehát, hogy a jövőben az ilyen fegyverek hatásának áldozatául esett emberek Magyarországon is megjelenjenek. Akár a környezetünkben vívott háborúk, akár behurcolt megbetegedések, akár az államunk területén végrehajtott terrorcselekmény vagy targeted killing következtében. Emiatt a vegyi és biológiai fegyverek elleni megfelelő védekezés érdekében nemcsak a Magyar Honvédség vegyivédelmi erőit szükséges felszerelni megfelelő információkkal, képességekkel és tudással. A magyar hírszerző szervezeteknek a katonai és civil környezetben is számolnia kell ilyen támadások bekövetkeztével, még a mai, békés környezetben, Magyarországon is. A védekezésben mindig komoly szerep hárult és fog hárulni a hírszerzésre, a kockázatelemzésre, amely a beérkező információk elemzésével a védekezésben résztvevő nem katonai szervezeteket is előzetesen értesíteni tudja a várható támadásról. Ugyanakkor a civil környezetben bekövetkező vegyi és biológiai támadások, terrorcselekmények kezelése érdekében nemcsak a fegyveres szervezeteket és a katasztrófa elhárítást, de az egészségügyi ellátórendszert is képessé kell tenni a vegyi vagy biológiai támadások sérültjeinek felismerésére, a szükséges konfirmáló vizsgálatok elvégzésére, a megfelelő szakmai ellátásra és az ellátók személyes védelmére – mivel az első világháborúban megkezdett vegyi és biológiai hadviselés napjainkig sem ért véget. A vegyi és biológiai fegyverek, illetve vegyi anyagok hatásait, az ellátás módjait nemcsak az első világháború felcsereinek és orvosainak, de a mai, magyar sürgősségi ellátásban, primer betegellátásban dolgozó orvosoknak, mentőtiszteknek is tanítani, ismerni kell.

Magyarországon az egyetemi orvosképzésben, majd a posztgraduális sür-

gősségi szakorvosi vagy aneszteziológiai szakorvosi képzésben a vegyi és biológiai fegyverekről nem esik érdemben szó, annak ellenére, hogy ezen szakmában dolgozó orvosok azok, akik a szakmájukból adódóan elsőként találkozhatnak ilyen sérültekkel. Az ilyen képzés hiánya nemcsak a sérültek megfelelő ellátását hátráltatja, hanem a fegyverek sajátságaiból adódóan az ellátószemélyzetet is veszélyezteti.

A fegyverfejlesztés elmúlt száz éve alatt sokféle hatásmechanizmusú és szerteágazó kémiai jellemzőkkel bíró anyagokat fejlesztettek ki. Az angliai Public Health England szerkesztette 2018-as kiadványt [35] a civil egészségügyi személyzetet célozva adták ki, összefoglalva legfontosabb tudnivalókat a vegyi, biológiai, radiológiai és nukleáris fegyverek sérültjeinek ellátásával kapcsolatban. A legfontosabb, elsőként kiemelt ajánlás a következő: ha három vagy annál több, ismeretlen okból eszméletlen sérülttel találkozunk az ellátó, feltételezhető a vegyi anyagok hatása, így csak megfelelő védőeszközök birtokában lehet megközelíteni a helyszínt. A hazai gyakorlatban persze előfordul három vagy annál több sérült a fűtési időszakban szénmonoxid mérgezés kapcsán is. Ennek észlelésére azonban a mentőszolgálat egységei és a katasztrófavédelem egységei is rendelkeznek megbízható műszerrel. Az angol kiadvány ajánlása tehát hazai környezetre úgy alkalmazható, hogy ha 3 vagy annál több, ismeretlen okból eszméletlen sérülttel találkozunk az ellátó és a szénmonoxid érzékelő nem jelez, fel kell tételezni, hogy eszméletlenségüket CBRN (Chemical, Biological, Radiological, Nuclear) incidens, vegyi vagy biológiai harcanyag okozhatja. Az angliai ellátórendszerben ilyenkor speciális képzettségű és felszereltségű egységek riaszthatók. Ezek a hazai gyakorlatban nem állnak egyelőre rendelkezésre. Az

angliai kiadvány részletes útmutatást tartalmaz a megfelelő védőruházat, védőfelszerelés kiválasztására és felvételére is, a látható klinikai jelek alapján értékelve a sérültek állapotát és sérülésük feltételezhető okát. A hazai gyakorlatban helyszíni vagy kórházi sürgősségi egészségügyi ellátószemélyzet nincs megfelelően felkészítve a vegyi vagy súlyosan fertőző biológiai fegyverek esetén alkalmazandó ruházat viselésére.

Az ellátásban a betegek észlelése után a következő kérdés a mentesítés biztosítása. A külföldi tapasztalatok alapján is ez az egyik legnehezebben megoldható feladat. Az ilyen, tömegpusztító fegyverek bevetése esetén sokszor tömeges sérült-ellátási helyzettel találkozhatunk. Ilyen esetben a megfelelő áteresztő képességű mentesítő állomás felállítása, üzemeltetése, a megfelelő személyzet és annak időnkénti rendszer cseréjének biztosítása, a mentesítésig szükséges crowd-control megoldása hatalmas feladatot jelentenek minden ellátórendszer számára. A tervezés folyamán ráadásul figyelembe kell venni az prehoszpitális ellátást kikerülő, közvetlenül kórházakba áramló sérülteket is, akiknek mentesítését a kórházakon belül kellene megoldani. Külföldi tervezőkkel beszélve erre még nyugati országokban sincs teljesen kidolgozott terv. A feladat nagysága, változatossága miatt *ad hoc* megoldások lehetnek szükségesek. Ilyen megoldások viszont csak akkor lehetnek hatásosak, ha azokat megfelelő tudással felvértezett, vegyi mentesítésben jártas, a várható egészségkárosodás klinikai tüneteit ismerő és a tömegirányításban tapasztalatokkal bíró szervezetek kijelölt vezetői közösen hozzák meg. Külön nehézséget jelent biológiai támadások esetén, hogy ezek tünetei a támadás időpontjához képest csak napokkal később jelentkeznek és a tünetek eleinte

aspecifikusak, felsőlégúti vírusinfekcióra emlékeztetőek. Láz, köhögés, orrfolyás jelentkezik, amikkel a betegek jellemzően háziorvosukhoz fordulnak. A fertőzés után jóval később kialakuló, a kórokozó konkrét patomechanizmusára jellemző eltérésekkel (hólyagok, vérzéses köhögés, stb.) szintén az alapellátó rendszerbe kerülnek a betegek először. Így, míg a vegyi fegyverekkel kapcsolatos képzést elsősorban a sürgősségi orvosok, aneszteziológusok részére szükséges szervezni, a biológiai fegyverek hatásának felismerését az alapellátók, a háziorvosok részére is szükséges oktatni. A hírszerzésnek azonban mind a két esetben alapvető szerepe van. Amennyiben a felderített információk alapján ilyen fegyverekkel történő támadás valószínűsíthető, arról az operatív szempontok figyelembevétele mellett tájékoztatni kell az egészségügyi ellátórendszer szereplőit, hogy a sérültek felismerése időben megtörténhessen és ezáltal az ellátásuk késlekedést ne szenvedjen.

Külön figyelmet kell fordítani a vegyi, biológiai támadások menedzselése kapcsán a megfelelő, törvényszéki és laboratóriumi szempontoknak megfelelő mintavételre. Magyarországon az elmúlt évtizedekben a honvédségen belül létrehozásra került az a képesség, amely a biológiai anyagokat, kémiai anyagokat identifikálni tudja. A képesség kihasználásához, az eredményes értékeléshez azonban a megfelelő mintavételt és a vizsgálatok elvégzésének szervezési feladatrendszerét is biztosítani kell.

A magyarországi egészségügyi ellátórendszer fejlesztési irányai

Magyarország a NATO tagság kapcsán a szövetség védőernyője alá került.

A szerződés harmadik cikkelye [36] nemcsak a kollektív védelemről szól.

A cikk szó szerinti idézete „A jelen szerződésben kitűzött célok hathatósabb elérése érdekében a Felek külön-külön és együttesen, folyamatos és hathatós önszegély és kölcsönös segítség útján, fenn tartják és kifejlesztik egyéni és kollektív védelmi képességüket fegyveres támadással szemben” alapján minden országnak önállóan, folyamatosan fejlesztenie kell a saját képességeit is. Ide sorolható a vegyi, biológiai, radiológiai és nukleáris fegyverekkel szembeni katonai és civil egészségügyi védekezés is. A kollektív védelem sem csak az adott esetben szükségessé váló, konkrét harci tevékenységben nyilvánul meg, hanem a tagállamok közötti hatékony kommunikáció, a tapasztalatok, a képességek megosztásában, közös gyakorlatokban is. A tagság révén Magyarország hozzáférhet a NATO standardjaihoz. A 2018-ban kiadott AMedP-7.1 NATO Standard a CBRN sérültek egészségügyi ellátásáról szóló részletes dokumentum [37]. Nem szükséges tehát új, teljesen önálló hazai irányelveknek az alapoktól kezdett részletes kidolgozása, kifejlesztése, de szükségesnek látszik a vonatkozó NATO irányelvek alkalmazása az egészségügyi rendszer felkészítése, az oktatás és az ellátásszervezés vonatkozásában. Megemlítendő, hogy a NATO AMedP-7.2 CBRN First Aid Handbook-ban [38] szintén az ellátás elsődleges szempontjaira koncentrálnak megtalálhatók a vegyi, biológiai vagy radiológiai-nukleáris fegyverek sérültellátási szempontjai.

Az egészségügyben megfogalmazható fejlesztési irányok

A történelmi tapasztalatok, a hazánkban sem kizárható ABV támadások és a vonatkozó NATO irányelvek, alapelvek alapján

tehát a magyar egészségügyi ellátórendszer számára a szerző véleménye szerint következő fejlesztési javaslatok tehetők:

- A Magyar Honvédség Egészségügyi Központ (MH EK) vezetésével a vegyi, biológiai, radiológiai és nukleáris fegyverek hatásaival és különösen azok egészségügyi ellátási módjaival foglalkozó dedikált egészségügyi fejlesztése.
- A társszervekkel (Terrorelhárító központ, Katasztrófavédelem, Országos Mentőszolgálat), a Honvédség vegyi védelmi csapatainak képviselőivel MH GAVIK (MH Görgei Artúr Vegyivédelmi Információs Központ), és a fenti MH EK egészségügyi személyzettel egy közös egyeztető bizottság létrehozása a jelenleg rendelkezésre álló eszközök és kapacitások értékelésére, a szükséges tárgyi és személyzeti fejlesztésekkel kapcsolatos javaslatok kidolgozására.
- A jelenlegi prehospitalis és kórházi mentesítési kapacitások, a rendelkezésre álló konfirmáló laborvizsgálatok felülvizsgálata, szükségszerű bővítése.
- A tapasztalatok birtokában a hazai sürgősségi ellátórendszer és alapellátás szereplői számára egy egynapos, akkreditált tanfolyam szervezése.
- Az EBP keretében kidolgozásra kerülő új kórházi kapacitások tekintetében javaslatként a kémiai, biológiai, radiológiai és nukleáris támadásokra vonatkozó szempontok figyelembevételére, a megfelelő mentesítési lehetőségek, elkülönítési lehetőségek megteremtésére.

Összefoglalás

A fenti, a magyar egészségügy vegyi, biológiai, radiológiai és nukleáris fegyverek sérültjeinek ellátásával kapcsolatos tuda-

tosság javításáról, az ország ilyen irányú védelmi képességének javításáról szóló javaslatok megvalósítása érdekében a hazai civil és katonai egészségügy felkészítése, a társszakmák együttműködése és megfelelő elhivatottság és előrelátás szükséges. Az ellátáshoz szükséges felkészültségre, szervezetségre, tudásra – ugyan mindannyian reméljük, hogy Magyarországon sohasem lesz szükség, de amennyiben ilyen támadás mégis bekövetkezne – csak előzetes tervezéssel, oktatással, a személyi védelmi, a szükséges laboratóriumi és egészségügyi eszközrendszer biztosításával képzelhető el a sérültek ellátása, megmentése és az ellátó személyzet megóvása.

Irodalom

- [1] Sherman, W.T.: https://citatum.hu/szerzo/William_Tecumseh_Sherman
- [2] Genfi Protokoll (Geneva Protocol) 1925-ben kidolgozott nemzetközi egyezmény, amely a kémiai és biológiai fegyverek harcéri alkalmazását tiltja, de nem tiltja azok fejlesztését és előállítását
- [3] CWC: Chemical Weapons Convention. 1992-ben kidolgozott nemzetközi egyezmény a kémiai fegyverek használatának, fejlesztésének, előállításának, raktározásának és átadásának betiltására.
- [4] BWC: Biological Weapons convention 1972-ben kidolgozott egyezmény a biológiai és toxin alapú fegyverek alkalmazásának tiltásáról
- [5] The release of poison gas 100 years ago changed the face of World War I and gave humanity a new weapon of mass destruction. <https://chemicalweapons.cenmag.org/when-chemicals-became-weapons-of-war/>
DOI: 10.2307/2708558
- [6] Wyndham, M.: The Idea of Chemical Warfare in Modern Times. *Journal of the History of Ideas*, 1970, 31(2): 297–304.
- [7] Public Record Office, London WO 32/5183, “An account of German gas cloud attacks on the British front in France”
- [8] Szinicz L: History of chemical and biological Warfare agents. *Toxicology*, 2005, 214:175.
DOI: 10.1016/j.tox.2005.06.011
- [9] R. Harris, R.: A higher form of Killing. Random House, 2002, 6.
- [10] https://media.nti.org/documents/1925_geneva_protocol_text.pdf
- [11] Harris, R.: A Higher form of Killing. Random House, 2002, 7.
- [12] <http://www.johnstonsarchive.net/terrorism/chembioattacks.html>
- [13] Bongar, B.: Psychology of Terrorism. Oxford University Press, 2007, 153-164
- [14] https://unoda-web.s3-accelerate.amazonaws.com/wp-content/uploads/assets/WMD/Bio/pdf/Status_Protocol.pdf
- [15] <https://cen.acs.org/articles/94/i41/Nazi-origins-deadly-nerve-gases.html>
- [16] Schmidt, U.: Secret Science. A century of Poison Warfare ad Human Experiments, 82. Oxford University Press, 2015, 77
- [17] Borkin: Crime and Punishment of IG Farben. Barnes and Noble Books, 1996, 132.
- [18] Schmidt, U.: Secret Science. A Century of Poison Warfare and Human Experiments, 77.
- [19] Joint Planning Staff: A második világháborúban brit katonai stratégiai tervező szervezet
- [20] The National Archives, Public Record Office, Prime Minister Office Files 3/89 „Military Considerations Affecting the Initiation of Chemical and Other Special Forms of Warfare”
- [21] <https://www.warhistoryonline.com/world-war-ii/polish-doctor-created-fake-typhus-epidemic-saved-8000-jews-wwii.html>
- [22] Hersh, Chemical and Biological Warfare, Doubleday, 2000, 13-18.
- [23] Harris, R.: A Higher form of Killing. Random House, 2002, 147 pp.
- [24] Meselson, M: The Sverdlovsk anthrax outbreak of 1979. *Science*, 1994, 266: 1202-1208
DOI: 10.1126/science.7973702
- [25] Shoham, D.: The Russian Biological Weapons Program: Vanished or Disappeared?; Critical

Reviews Microbiology, 2004, 30: 231-261.
DOI: 10.1080/10408410490468812

- [26] Goldberg, R.: The Russian Strain; Wall Street Journal, 2003. március 27. <https://www.ph.ucla.edu/epi/bioter/russianstrain.html>
- [27] Goldberg, R.: Saddam's War. Williamson National Defense University Press, 2008, 57.
- [28] https://en.wikipedia.org/wiki/Use_of_chemical_weapons_in_the_Syrian_Civil_War
- [29] <https://www.hrw.org/news/2018/04/04/syria-year-chemical-weapons-attacks-persist>
- [30] <https://www.opcw.org/media-centre/news/2001/06/sarin-gas-attack-japan-and-related-forensic-investigation>
- [31] Stone, F.P.: The Worried Well Response to CBRN Events: Analysis and Solutions; Air University, 2006. <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a475818.pdf>
- [32] Schep "Ricin as a weapon of mass terror - separating fact from fiction". Environ. Int., 35 (8): 1267–71.
DOI: 10.1016/j.envint.2009.08.004
- [33] https://en.wikipedia.org/wiki/Poisoning_of_Sergei_and_Yulia_Skipal
- [34] https://chemm.nlm.nih.gov/nerveagents/FGA_Medical_Management_Guidelines_508.pdf
- [35] Gent, N: Chemical, biological, radiological and nuclear incidents: clinical management and health protection. Public Health England, 2018
- [36] Az Észak-Atlanti Szerződés https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_17120.htm?selectedLocale=hu
- [37] NATO STANAG AMedP-7.1 Medical Management of CBRN Casualties; NATO Standardisation Office, 2018
- [38] NATO STANAG AMedP-7.2 CBRN First Aid Handbook; NATO Standardisation Office, 2018

Maj. Á. Péter MDMC

Strengthening the Hungarian health system's capabilities of treating casualties of chemical and biological weapons

The danger of using chemical or biological weapons on the battlefields did not cease after the end of the first world war, even when these weapons got banned by international agreements. No chemical or biological weapon was used in large scale attacks during the second world war but during the cold both side improved these weapons to make them more efficient, more deadly. The weapons were used in proxy wars from time to time. After the cold war has ended, the chemical weapons were in operation again – for example in Iraq, Iran and Syria used both by the state army and the rebels. Terrorist groups have tried to get their hands on chemical or biological weapons. These were also used in targeted killings in the past. Therefore the possibility of victims of chemical or biological weapons emerging in the Hungarian health system can not be fully excluded. We must prepare the our health system for this possibility.

Key-words: CBRN, medical management, system improvement, chemical and biological weapons

*Dr. Péter Ádám o. őrgy.
1134 Budapest, Róbert Károly krt. 44.*

Obstruktív alvásfüggő légzészavarok hatása a kognitív és exekutív teljesítményre

Dr. habil Szakács Zoltán orvos ezredes, PhD

Kulcsszavak: alvásfüggő légzészavar, hipoxia, Wisconsin teszt, agyi áramlás vizsgálat, CPAP kezelés

Jelen munkánkban több évtized alvásdiagnosztikai, neuropszichológiai és funkcionális agyi áramlási vizsgálatok egybevetésével nyert tapasztalatait összegezzük.

Fontos eredmény, hogy az obstruktív légzészavarok korán, még normál oxigenizáció mellett is jelentős áramlási deficitet okoznak. Másrészt igazoltuk, hogy a funkcionális áramlási rezervkapacitás beszűküléséért, a hipoxia és nem az alvásfragmentáció, vagy a deszturáció a felelős. Szintén új eredmény a nappali mentális flexibilitás csökkenése és a rezervkapacitás beszűkülése közötti összefüggés igazolása. Hangsúlyozzuk, hogy a konkrét eredmények a megfelelő páciens szelekció, a rutin számára jól értelmezhető neuropszichológiai, és agyi áramlás vizsgálatok együttes alkalmazásának köszönhető.

Az alvásfüggő légzészavarok jól diagnosztizálhatók, eredményesen kezelhetők. A kezeletlen esetek és a keringési vagy anyagcsere betegségek közötti egyértelmű összefüggések felismerése után, a nappali életminőség megőrzése is fontos kérdéssé vált.

A közelmúlt politikai eseményeit követően a katonai feladatok jellege megváltozott. A megelőzően egymás mellett működő alakulatok tevékenységét felváltotta a többnemzeti kötelékben, otthoni szövetséges bázisok nélkül végrehajtott információs, hálózatközpontú, hatásalapú, legtöbbször aszimmetrikus művele-

tek végrehajtása [1–2]. Ennek kapcsán a műveletben résztvevő katona nem csupán parancsot teljesít, hanem szükség esetén kezdeményező, folyamatosan értékeli helyzetét, döntéseket hoz és mint önálló egység, része az informatikai hálózatnak.

A fenti megváltozott típusú kihívások nem egyeztethetők össze az alvás-ébredlét zavarok okozta fokozott nappali álmoság tünet együttesével [3–4]. Azonban a keringési betegségekkel, bármennyire is evidens az összefüggés a jó minőségű alvás és a másnapi teljesítmény között, ebben a témakörben ok és okozati összefüggések helyett csak következtetésekről és korlá-

tozott értékű asszociációkról beszélhetünk. Ennek hátterében döntően három fő probléma, a poliszomnográfias eredmények nem egységes értelmezése, a nap-pali teljesítmény körüli definíciós bizonytalanságok és a vizsgált betegcsoportok inhomogenitása áll.

Jelen munkánk több évtized eredményeinek összegzésével próbál rávilágítani a tényre, hogy a fenti ellentmondások lehetőség szerinti kiküszöbölésével és a műszeres vizsgálatok harmonizálásával, megfelelő vizsgálati csoportok kialakításával, szakmailag iránymutató, egyértelmű eredmények nyerhetők.

Páciensek kiválasztása

A nemzetközi gyakorlatban elsőként korrekt alcsoportokat képeztünk, szubjektív panaszok, kérdőívek mellett objektív poliszomnográfias eredményekre támaszkodva.

Elkülönítettük a súlyos hipoxiával járó intermittáló hipoxia reoxigenizáció (IHR) eseteket, a megtartott oxigenizációjú, de szintén súlyos OSAS espektől (normoxémiás OSAS csoport). További alcsoportokat képezve külön vizsgáltuk a hagyományos és a nem konvencionális izolált alvászfragmentációval járó esetek (régibbi nomenklátúra szerint fokozott felsőlégúti ellenállás (UARS szindróma) eredményeit. Többszöri vizsgálati periódusokban összességében több mint 200 páciens került beválasztásra az egyes protokollokba [5–8].

Neuropszichológiai vizsgálatok

Saját munkáink során, célzott egyszerűsítést követően, nem lebefnyfunktioakat, hanem vigilitásra és fenntartott figyelemre épülő mentális flexibilitást vizsgáltunk.

Vigilitás és fenntartott figyelem vizsgálatát SART (sustained attention to response task) próbával végeztük [9]. A teszt lényege, hogy a számítógép képernyőjén 1–9 közötti számok jelennek meg, véletlenszerűen, eltérő méretben. A vizsgált személynek a szám megjelenésekor minél előbb, gombnyomással kell reagálnia, kivéve, ha a felbukkanó szám 3-as. Egymás után 225 alkalommal jelennek meg a számok, ezen belül a 3-as 25 esetben.

Az instrualás során egyaránt hangsúlyozzuk a minél rövidebb reagálási idő, illetve a megfelelő reakció fontosságát. Az eredményeket számszerűen értékeljük, ezen belül megkülönböztetünk úgynevezett „no-go hibát”, amikor a 3-as számra való tekintettel nem kellett volna megnyomni a gombot, valamint „go” hibát, amikor a gombnyomás elmaradt. A kettő összege adja a teljes hibaszámot. Az egyes vizsgálatok 4 percig tartanak. A kezdés előtt rövidített próbára is lehetőség nyílik.

Az ismert napszaki teljesítményingadozás miatt a próbát két időpontban, 8.00–9.00 óra, illetve 13–14 óra között is elvégeztük. Tekintettel a hibás válaszadás módosító, lassító hatására, a reakció időket nem, csak a hibás válaszok számát értékeltük. A vizsgálat alkalmazásával, az alvászbetegséghez társuló pszichomotoros tempó és vigilitás zavarmentális flexibilitást módosító hatását kívántuk feltérképezni.

A mentális flexibilitást, a nemzetközileg is standardizált, automatizált Wisconsin kártya szortírozó teszttel (Wisconsin Card Sorting Test Computer Research Edition WCST:CV4™) végeztük. Ez a 128 kártyából álló hagyományos vizsgálat számítógépes változata. Az eljárás során négy stimuluskártyát és (2×64) válaszkártyát alkalmaztunk. A stimuluskártyák mindegyike eltér egymástól színben, számban

és formában. A vizsgálati személyeknek a válaszkártyákat a stimuluskártyákhoz kell illeszteniük úgy, hogy a program a válaszadás után visszajelez arról, hogy a válasz jó volt-e vagy sem.

A vizsgálati személy nem tudja, hogy milyen osztályozási elvek alapján kell válaszolnia, és hogy ezek az elvek hogyan változnak. Az osztályozási elveket (szín, forma, szám, szín, forma, szám) akkor változtatja meg a program, ha a páciens 10 kártyát egymás után a megfelelő stimuluskártya alá helyezett el, vagyis megtanult egy kategóriát. A vizsgálat akkor fejeződik be, ha a vizsgálati személy mind a hat kategóriát megtanulta, illetve ha a 128 válaszkártya elfogy. Minden esetben életkorral korrigált t értékeket kaptunk, ahol a nagyobb szám jobb teljesítményt jelent. A normál átlag a 45–54 értéknek felel meg.

A teszt 16 mutatójából külön kiemeltük az alábbi kategóriákat: perszeveratív válaszok t -értéke, perszeveratív hibák t -értéke, nem perszeveratív hibák t -értéke, konceptuális válaszok t -értéke.

Regionális agyi funkcionális vizsgálatok

Összességében az IHR-OSAS, normoxémiás OSAS és az izolált alvászfragmentációval járó esetek alkotta csoportok résztvevői kerültek a regionális agyi működés térképezésére szolgáló technetium 99m-al jelzett hexamethylpropylene amine-oxime (Tc99m-HMPAO rCBF) regionális „single photon emissziós computer tomográfias” (SPECT) áramlás vizsgálatra.

Egyúttal kiegészítő intravénás Acetazolamid terheléses rezervkapacitás mérés is készült.

A vizsgálatokra kétféles General Electric Infinia készülékkel, a standard

poliszomnográfias vizsgálat utáni reggelen került sor azonos időpontokban.

A hosszmetzeti követés során, 12 hónappal a megkezdett kezelést követően esedékes kontroll kapcsán a funkcionális vizsgálatokat megismételtük és az esetleges változások felmérésére a kezelés előtti és utáni eredményeket összehasonlítottuk. Áttekintve a nemzetközi szakirodalmat, munkánk ezen a ponton úttörő jellegű. Az alvászvizsgálatok során eddig nyert SPECT eredmények vagy epizodikus, önkontroll nélküli vizsgálatok, vagy a számos módszertani hiányosság (betegcsoportok kiválasztása, jelzőanyag minősége, vizuális értékelés hiánya) miatt értékelhetetlenek, illetve nem tartalmazznak egyidejű rezervkapacitás és neuropszichológiai kiegészítést [10–12].

Eredmények

SART vizsgálat kapcsán az első vizsgálat minden alcsoportban kóros eredményt adott, mind a *go*, mind a *no-go* hibák tekintetében. Követéses kontroll kapcsán az esetek 95%-ban az értékek rendeződtek, sőt egyes esetekben a javulás kapcsán a korrelált normál kontrollnál is jobb eredményeket mutattak.

Wisconsin-kártya teszt eredményei kapcsán a normoxémiával járó esetekben a pozitivitás mértéke 5% alatt maradt, ezzel szemben az IHR-OSAS alcsoportban 50% feletti volt a pozitív esetek aránya. A kóros eseteket a perszeveratív hibák dominálták, a nem perszeveratív hibák t -értékének csökkenése nem érte el a szignifikáns szintet. Kontroll során javulás csak 30%-ban fordult elő, a többi esetben a kóros eredmények változatlanok maradtak.

SPECT vizsgálat az izolált alvászfragmentációval járó esetekben, vagy

az apnoe normoxémiás alcsoportjaiban azonos számban (90%-ban pozitív eredményekkel) és mértékben (egy, vagy több lebenyre kiterjedő hipofixációs minta) mutatott eltérést, mint a típusos IHR alcsoportban.

Különbség a lokalizációban volt. A hipoxémiával járó esetekben döntően a frontális lebeny és ezen belül is a szubdomináns oldal volt érintett. Ezzel szemben a normoxémiával járó eseteket temporo parietális érintettség jellemezte, az egyes oldalak azonos bevonásával.

Kontroll SPECT vizsgálat az IHR esetekben csak 40%-ban mutatott rendeződő állapotot. Ezzel szemben a normoxémiával járó különböző alcsoportokban ez az arány 80% feletti volt.

A funkcionális rezervkapacitás mérés során pozitivitás csak az IHR alcsoportban, egyidejű jelentős hipoxémia mellett jelentkezett.

Hosszmetszeti képből az eltérés perisztáló SPECT pozitivitás ellenére is rendeződhetett.

SPECT és neuropszichológiai eredmények egyidejű elemzésekor a vigilitást és pszichomotoros tempót jellemző, de egyúttal fenntartott figyelmet és válaszgátlást is igénylő SART átlagok minden alcsoportban, a SPECT eltérés lokalizációjától és a kísérő funkcionális rezervkapacitás értéktől függetlenül, kórosan magas értéket adtak, ezen belül a hipoxiás esetek délelőtti „go hiba” átlagértékei voltak a legmagasabbak, jellemzően frontális SPECT eltéréssel kísérve. Ugyanakkor a kontroll mérés kapcsán az eltérő súlyosságú esetek mindegyike szignifikánsan, „prompt” javultak.

Ezzel szemben a mentális flexibilitást vizsgáló Wisconsin próba pozitivitás kizárólag az egyidejűleg igazolt hipoxémia + beszűkült rezervkapacitással járó esetekben fordult elő. Kontroll kapcsán,

szemben a vigilitás azonnali javulásával, itt ez csak részlegesen és csak a rezervkapacitás egyidejű rendeződése esetén fordult elő.

Összegzés

Vizsgálataink során munkacsoportunk elsőként igazolta, hogy a poliszomnográfias eredmények alapján még enyhének tartott normoxémiás esetek heterogén alcsoportjai, a súlyos, intermittáló hipoxia-reoxigenizáció mintával járó alvásfüggő légzésszavarokkal azonos gyakorisággal és kiterjedéssel okoznak regionális áramlás eltéréseket, amelyeken belül a normoxémiával járó esetekben a halántéklebeny, a hipoxiával kísért esetekben a homloklebeny eltérések domináltak. Elsőként igazoltuk, hogy a regionális rezervkapacitás beszűkülésének hátterében nem az alvásfragmentáció vagy a deszturáció, hanem döntően az intermittáló hipoxia áll. Rámutattunk a mentális flexibilitás teszt pozitivitás és a beszűkült rezervkapacitás kapcsolatára. A követéses kontroll eredmények alapján kimutattuk, hogy a vigilitás és figyelem az eredményes kezelés kapcsán javult, illetve rendeződött. Ezzel szemben az exekutív zavart okozó mentális flexibilitást érintő eltérések, a rendeződő áramlási viszonyok ellenére is perzisztálhatnak.

Követéses eredményeink alapján, a kontroll kapcsán észlelt irreverzibilis, magasabb szintű exekutív funkciózavarok aláhúzzák a korai felismerés és az ennek alapját képező szűrővizsgálatok fontosságát.

Irodalom

- [1] Szternák Gy.: A NATO új stratégiája és a fegyveres erő feladatai, fejlesztése közötti kapcsolat. Sereg Szemle, 2011, 9 (1): 21-35.

- [2] Koós G., Szternák Gy.: A katonai műveletek megvívásának jellemzői napjainkban és a jövőben. *Sereg Szemle*, 2012, 10(4): 5-18.
- [3] Szakács Z., Köves P.: Screening for the obstructive sleep apnea syndrome among guards in alternating work shifts. *AARMS* 2005, 4 (1): 201-9.
- [4] Szakács Z., Köves P.: Alvás-ébredlét zavarok és sajátos vonatkozásai a katonai szolgálat körülményei között. *Honvédorvos*, 2005, 1 (2): 30-40.
- [5] Koves P., Szakacs Z., Bernath I., Molnar M.: Cognitive deficits in obstructive sleep apnea. *Sleep*, 2001, 24: A287-A287, 494 Suppl. S.
- [6] Köves P., Z. Szakács Z., Bernát I., Molnár M.: HMPAO SPECT and neuropsychological examinations in OSAS patients treated with CPAP. *J.S.R.*, 2002, 11S1: 127-128.
- [7] Köves P., Szakács Z., Bernát I.: Tc99mHMPAO rCBF SPECT findings in OSAS patients. *Sleep*, 2003, 26S: 232.
- [8] Bernát I., McNamara P., Szakács Z., et al.: Hyperviscosity as a possible cause of positive acoustic evoked potential findings in patients with sleep apnea: A dual electrophysiological and hemorheological study. *Sleep Medicine*, 2009, 10: 361-67, DOI: 10.1016/j.sleep.2008.03.012
- [9] Van, S.M.K., Thijs, R.D., Fronczek, R. et al.: Sustained attention to response task (SART) shows impaired vigilance in a spectrum of disorders of excessive daytime sleepiness. *Journal of Sleep Research*, 2012, 21 (4): 390-5, DOI: 10.1111/j.1365-2869.2011.00979.x.
- [10] Ficker, J.H., Feistel, H., Moller, C. et al.: Changes in regional CNS perfusion in obstructive sleep apnea syndrome: initial SPECT studies with injected nocturnal 99mTc-HMPAO. *Pneumologie*, 1997, 51(9): 926-930.
- [11] Eun Yeon Joo, Woo Suk Tae, Sun Jung Han, et al.: Reduced Cerebral Blood Flow During Wakefulness In Obstructive Sleep Apnea-Hypopnea Syndrome. *Sleep*, 2007, 30(11):1515-1520, DOI: 10.1093/sleep/30.11.1515
- [12] Shiota S, Inoue Y, Takekawa H, et al.: Effect of continuous positive airway pressure on regional cerebral blood flow during wakefulness in obstructive sleep apnea. *Sleep Breath*. 2013, Sept. 13. [Epub ahead of print], DOI: 10.1007/311325-013-0887-S

Col. Z. Szakács MDMC, PhD

Neuropsychological consequences of different types of sleep related breathing disorders

In the present work we give an overview of our cumulating results gained in our sleep laboratory while investigating the occurrence and the neuropsychological consequences of different types of SRBD with extended imaging of regional cerebral brain functioning, and also estimating cerebral functional reserve capacity by SPECT. To our knowledge, it was a crucial step to demonstrate that both normoxemic and hypoxic cases had the capacity to give rise to regional cerebral blood flow alterations by SPECT. Furthermore, by monitoring autoregulation capacity we have realised, that not fragmented sleep, but hypoxia is responsible for impaired cerebrovascular reserve capacity. Our results have also shed light on the relationship between failure on mental flexibility test and altered reserve capacity. Follow up results underlined that launching effective therapy was associated only in limited number of cases with improvement on mental flexibility test. The issue is of importance, because improving knowledge about the mechanism of regeneration could enhance our ability to rehabilitate military personnels having been previously trained at high-cost.

Keywords: sleep related breathing disorders, hypoxia, Wisconsin test, regional cerebral blood flow investigation, CPAP therapy

*Dr. Szakács Zoltán o. ezds.
1134 Budapest, Róbert Károly krt. 44.*

*MH Egészségügyi Központ Sürgősségi Betegellátó Centrum¹
SE ETK² mentőtiszt hallgató, PTE ETK² mentőtiszt hallgató
MH EK SBC³ ambulanciavezető főorvos*

Ciklohexanal okozta görcsroham a sürgősségi betegellátásban – Esetismertetés

**Márton István¹,
Dankó Réka²,
Lakó Kamilla²,
Dr. Kiss Attila³**

Kulcsszavak: *tramadol, görcsroham, mellékhatás, farmakovigilancia, túladagolás*

A cikk egy igen ritka és érdekes gyógyszer mellékhatást, illetve friss nemzetközi szakirodalmi adatokat kíván megosztani. Rutinszerű gyógyszerelés kapcsán igen kevés szakember gondol a tramadol mellékhatásaira, főleg ritka mellékhatásokra. Új farmakológiai tudományág született, a farmakovigilancia. Fogalma felöleli a biztonságos gyógyszeralkalmazás érdekében kifejtett tevékenységek összességét. A WHO 2002-es meghatározása szerint a farmakovigilancia a gyógyszerek káros hatásaival, vagy gyógyszerrel kapcsolatos egyéb problémák észlelésével, értékelésével, megértésével és megelőzésével foglalkozó tudomány, illetve tevékenység. Szakirodalmi adatok egyértelműen alátámasztják a ciklohexanal konvulziót okozó ritka mellékhatását, amellyel minden esetben számolnunk kell. Gyógyszergyártók honlapján megtalálható a mellékhatás bejelentésére szolgáló adatlap. Ezt az adatlapot laikusok is kitölthetik, de szakembereknek, orvosoknak sokkal nagyobb figyelmet kellene erre fordítani. Visszajelzés kulcsfontosságú a gyógyszerek biztonságos alkalmazásának érdekében.

1. Esetismertetés

2011. február hónapban egy 31 éves férfi érkezett az Országos Mentőszolgálat egyik budapesti mentőállomására. Ne-

héz fizikai munkavégzése közben (nehéz tárgy megemlése után) heves deréktáji fájdalma lett, nem tudott kiegyenesedni a fájdalomtól. Trauma nem érte. Élvezeti szerek hatása alatt (dohányzás,

alkohol fogyasztás, drog) nem állt. Fizikális vizsgálattal eltérést nem észleltünk. Kardiorespiratórikusan stabil állapotú volt. Gyógyszer túlérzékenységről nem tudott. Anamnézisében gyermekkori koponyasérülést, valamint asthma bronchiale-t említett. Gyógyszert kizárólag alkalmanként használt Berodual-t. Vérnyomása 130/80 Hgmm, pulzusa 89/perc, szaturációja 98%, vércukor értéke 7.4 mmol/L, fájdalom erőssége 10/8 erősségű volt. Elmondása alapján testsúlya 80 kg volt. Vénabiztosítás G18 méretű perifériás branül behelyezésével történt, majd 100 mg ciklohexanal (hatóanyag-neve: tramadol) adása történt lassan, kb. 4-5 perc alatt, intravénásan. Gyógyszer beadását követően a beteg hirtelen szédülésre, hányingerre kezdett panaszkodni, eszméletét elvesztette, majd tónusos görcsrohamra zajlott. Azonnali oxigén terápiát indítottunk, majd antikonvulzív szerként 10 mg diazepam adása történt intravénásan. Allergiás mellékhatást is feltételezve, 125 mg methylprednisolon és 20 mg chloropyramine adására került sor. EKG monitoron ritmuszavar nem volt észlelhető. Vérnyomása stabil volt. A görcsroham 3 percig tartott. 12 elvezetési EKG készült, amelyen kóros görbe nem volt észlelhető. A beteget tenebrosus állapotban a területileg illetékes Neurológiai Osztályra szállítottuk. Akut natív LS gerinc és koponya CT történt. Koponya CT kóros eltérést nem írt le. A LS gerinc felvételeken spondylosis és multiplex discopathia jeleit véleményezték. EEG-n kóros regisztrátumot nem észleltek. Laborjában gyulladási markerszint emelkedés (leukocitózis, CRP-emelkedés) nem volt. Szérum ion-szintek normálisak voltak. Máj és vese-funkciók jók voltak. Vizeletében kóros nem volt látható. 4 nap hoszpitalizációt követően, roham- és panaszmentesen

emittálták. A kórházban töltött ápolási napok száma megegyezett a nemzetközi irodalmakban leírt adatokkal. A képalkotó és laboratóriumi vizsgálatok is hasonlóságot mutattak a szakirodalomban fellelt és alkalmazott módszerekhez képest. Szakirodalmi adatok szerint leg több esetben a tramadol konvulzív mellékhatását diazepam adásával szüntették meg. A készítményt gyártó gyógyszer-céghez a mellékhatás bejelentésre került.

2. Szakirodalmi összefoglaló

Az Egyesült-Királyságban publikált egyik cikk [4] a fájdalom értékelését, az alkalmazott prehoszpitális gyógyszerelést és a paramedikusok képzését tárgyalja. A cikk ismerteti az ópiát és nem ópiát fájdalomcsillapítók hatásait, mellékhatásait. A szerzők bemutatják a különböző fájdalomskálák használatát (VAS, NRS, VRS), valamint részletezi a tramadol hatásmechanizmusát. Magyarországon a MESZK készített egy hatásköri listát, amely a szakdolgozók kompetenciáit tartalmazza [6]. Ebben a kiadványában részletezik, hogy az egészségügyi szakdolgozók milyen gyógyszereket alkalmazhatnak és adhatnak be utasításra vagy önállóan. A MESZK a hatásköri listák előkészítését országos struktúrájának megfelelően a szakmai bizottsága – az OTTB – és 11 érintett szakmai tagozatának bevonásával valósította meg. Az Anesthesia Essays and Researches egy törökországi esetet írt le [8]. Két napon át alkalmazott, napi 75 mg dózisu tramadol szedését követően visszatért a klinikára, mert felesége elmondása szerint 10 perccel a gyógyszer bevétele után remegni kezdett, elvesztette az eszméletét, ami kb. 1 percig tartott és verejtékezett. A férfit befektették megfigyelésre, a tramadolt leállították, azonban aznap

még 2 tónusos-klónusos rohama volt. Koponya CT és EEG nem mutatott neurológiai eltérést.

Teheránban 363 gyermeket vizsgáltak [5]. Mindegyik 12 évnél fiatalabb gyermekből 20-nál tapasztaltak súlyos tüneteket (átlag életkoruk $3,7 \pm 2,9$). 14 esetben csökkent tudatállapotot, 3 esetben apnoét és 4 gyermekeknél hányingert, hányást észleltek. Rohamot nem észleltek egyik betegnél sem. Az átlag tramadol dózis $9,6 \pm 5,5$ mg/kg volt. Az apnoe és a becsült toxikus dózis között nem volt jelentős összefüggés. Az apnoés betegeknek naloxont adtak és nem kellett őket intubálni, azonban 2 beteg nem reagált a naloxon bólusra és eszméletlen maradt, de őket sem kellett intubálni. Az apnoés betegeknek nagyobb naloxon dózissra volt szükségük.

Hamed A. [3] a szerkesztőhöz írt levélben egy érdekes esetet mutatott be, a tramadol kiváltotta szerotonin szindrómáról (SS). Ennél a betegnél megfigyelték, hogy a tramadol önmagában képes volt SS-át okozni, amelyre jellemzők többek között a nyugtalanság, az autonóm idegrendszer rendellenességei, izom spazmusok, illetve a tudatzavar. Ezen túlmenően CPK emelkedéssel járó rhabdomyolysist, következményes veselégtelenséget és emelkedett májenzim értékeket észleltek nála. A CPK emelkedésével járó rhabdomyolysis a tramadol hatásának ritka, de komoly szövődménye. A tünetek hasonlóak voltak BZD megvonása okozta tünetekhez.

Iráni kutatásban [2] vizsgálták a tramadol mellékhatásait, túladagolás kapcsán. A tanulmányban 150 beteg vett részt, akiket 3 csoportba soroltak és mindegyik csoportban 50 főt vettek be. Bevágatási kritérium volt: a mentális betegség és ismert függőségek hiánya, a 200 mg összdózis feletti tramadol bevétel,

tramadolra pozitív vizelet teszt, markáns myoclonus jelenléte, lényeges kóros fizikális lelet hiánya, valamint normál elektrolit és laboreredmények.

Az „A” csoportba sorolt betegek nem kaptak semmilyen preventív kezelést a lehetséges görcsrohamok megelőzésére. 50 főből 37 betegnek volt tónusos-klónusos rohama ($p < 0,003$), ők kezelést igényeltek és 5 esetben haláleset következett be hipoxiás-anoxiás encefalopátia miatt. A görcstevékenység az első 24 órában jelentkezett.

A „B” csoport tagjai, max. 30 mg diazepam készítményt kaptak a görcsrohamok megelőzése céljából. 10 betegnek volt tónusos-klónusos rohama ($p < 0,01$), 7 betegnek az első 24 órában, 3-nak pedig a második 24 órában.

A „C” csoportba sorolt betegek 2 g magnézium-szulfátot kaptak 8 óránként a görcsrohamok megelőzésének céljából. 50 emberből senkinél nem tapasztaltak rohamot, 72 óra elteltével mindenkit kiengedtek a kórházból. Valamennyi csoportban 50–50% volt a férfi-nő arány és a páciensek 16–35 év közötti fiatalok voltak. Átlagos bevett gyógyszer dózis 400 ± 200 mg volt és nem találtak szignifikáns különbség a tramadol mennyisége és a rohamok előfordulása között ($p > 0,01$). Görcsroham 30 évnél fiatalabb betegeknél fordult elő.

Törökországban EKG elváltozásokat figyeltek meg [7] a tramadol indukálta idioszinkráziás görcsrohamok esetében. 1 év alatt 170 ember vett részt a tanulmányban. 157 beteg anamnézisében betegség nem szerepelt, 13 betegnek pedig nem volt értékelhető dokumentációja ezzel kapcsolatosan. 2 beteg anamnézisében szerepelt korábban görcsroham (1 betegnél tramadol használatot követően). Megmérték a gyógyszerbeadás és a konvulzió fellépése közti időt (150–235 perc). 68 be-

tegnél alakult ki tachycardia, 4 betegnél sinus bradycardia. A leggyakoribb EKG eltérések a tachycardia, bradycardia, terminális S-hullám, terminális R-hullám az aVR elvezetésben, valamint T-hullám inverzió. Nem tapasztaltak LBBB-t, QT idő megnyúlást, másod, illetve harmadfokú AV blokkot.

Indiában a tapentadol és a tramadol összehasonlítását végezték [9] szívműtéten átesett betegeken. 60 beteg vett részt a vizsgálatban.

Az „X” csoport 50 mg tapentadolt kapott *per os* napi 3 alkalommal, az „Y” csoport 100 mg tramadolt *per os*. Mind a 60 beteg kapott emellett szájon át paracetamolt 650 mg-ot, napi 4 alkalommal, valamint intravénásan fentanylt 25–50 µg/kg-ot a műtét közben. A két csoport tagjai életkorban és testsúlyban is hasonlóak voltak. A tapentadolos csoportban a fájdalom kisebb mértékű volt a gyógyszer beadása után 3 órával, mint a tramadolos csoportban (2,68 vs. 3,91). Posztoperatív hányinger, és hányás többször jelentkezett a tramadolos csoportban. GCS értékelésnél a tapentadolos csoportban mindenki spontán nyitotta a szemét, míg a tramadolos csoportban 8 ember csak felszólításra. A tramadolos csoportban 3 betegnél BIPAP (Kétfázisú pozitív légúti nyomású lélegeztetés) lélegeztetést kellett alkalmazni, tapentadolos csoportból pedig 2 beteg esetében non-invazív maszkos lélegeztetés történt. Tramadolos csoportban 1 betegnél pszichózis alakult ki. Az Egyesült Királyságban [1] jogi kérdések merültek fel, hogy kik és milyen körülmények között alkalmazhatnak tramadolt. A cikk különböző klasszifikációkba sorolja a beadható szereket és a gyógyszerek beadására jogosultak körét. A szerzők részletesen leírják a PM (paramedic) és RN (registered nurse) által adható szerek dózisát.

3. Felmérés

Sürgősségi ellátásban dolgozó orvosok, mentőtisztek és szakápolók körében készült egy elemzés, amely a tramadol adásának elrendelésének gyakoriságát, valamint a mellékhatások ismeretét kívánta felmérni. Az „A” csoport tagjai mind szakápoló képesítésű egészségügyi szakdolgozó (50 fő), akik sürgősségi osztályon triage feladatot látnak el. A feltett kérdésekre mindenki (100%) válaszolt. „A1” csoport, 31 fő (62%) nem szokott elrendelni tramadolt, „A2” csoport, 19 fő (38%) igen (átlagban 50–100 mg dózisban). A válaszadók egészségügyben eltöltött munka éveinek számában szignifikáns különbség nem volt, $p < 0,017$. Az „A2” csoportból 48% hányást, 39% allergiás reakciót nevezett meg indoklásként. 6% úgy gondolta, hogy a tramadol elrendelése nem az ő feladata, 7% pedig nem tudta megindokolni. A megkérdezett szakápolók 100%-a nem tudott a tramadol görcsrohamot okozó mellékhatásáról. „B” csoport tagjai orvosok és mentőtisztek voltak. Orvosok 65%-a hányást, 29%-a allergiát, 6%-a kollapszust jelölt meg olyan mellékhatásként, ami miatt nem ad tramadolt. Mentőtisztek 88%-a hányást, 6%-a allergiát, 6%-a görcsrohamot jelölt meg. Kollapszust nem jelöltek meg indoklásként.

4. Következtetések

Számos nemzetközi szakirodalom támasztotta alá a ciklohexanal (tramadol) görcsokozó mellékhatását, sokszor dózistól függetlenül. Külföldi publikációkból kiderült, hogy ezt a konvulzív mellékhatást a diazepam sikeresen megszüntette. Felmérésünkben tükröződött, hogy az orvosok, mentőtisztek és egészségügyi szakdolgozók többsége

ezt a mellékhatást nem ismerte. Publikációnk szerette volna bemutatni a rutinszerű gyógyszeradás veszélyét és kihangsúlyozni, a gyógyszer mellékhatás lejelentésének fontosságát. Mindannyiunk érdeke a biztonságos gyógyszeradás, ezért mindig gondoljunk a nem várt mellékhatások fellépésére és legyünk képesek azokat elhárítani.

Irodalom

- [1] Ed, E.: Paramedics and medicines: legal considerations. *Journal of Paramedic Practice*, 2016, 408-415.
- [2] Fares, N.: A Study of the Importance of Clonus Symptoms in Patients with Tramadol Poisoning. *Journal of Toxicology*, 2017, ID 2151536, 4 pages, DOI: 10.1155/2017/2151536
- [3] Hamed, A.: Tramadol Pill Alone May Cause Serotonin Syndrome. *Chinese Medical Journal*, 2016, 129(7): 877–878, DOI: 10.4103/0366-6999.178957
- [4] Misiołek, Hanna, Wawrzyniek, J.: Analgesia Methods in the Prehospital Setting. *Emergency Medical Service. Ratownictwo Medyczne*, 2017, Nov. 2.
- [5] Hossein, H.M.: Tramadol overdose and apnea in hospitalized children. A review of 20 cases. *Research in Pharmaceutical Sciences*, 2015, 10(6): 544-552.
- [6] Oláh A.: Magyar Egészségügyi Szakdolgozói Kamara - Hatásköri listák. Forrás: www.meszk.hu: <http://meszk.hu/info.aspx?sp=61>.
- [7] Peyman, H.: Electrocardiographic changes in patients with tramadol-induced. *Turkish Journal of Emergency Medicine*, 2016, 151-154, DOI: 10.1016/j.tjem.2016.08.05
- [8] Serbürent, G.: Seizures associated with low-dose tramadol for chronic pain treatment. *Anesthesia Essays and Researches*, 2016, 10(2): 376–378, DOI: 10.4103/0259-1162.177181
- [9] Srinivas, K.: Comparison of tapentadol with tramadol for analgesia after cardiac surgery. *Annals of Cardiac Anaesthesia*, 2015, 18(3): 352–360.

**I. Márton,
Réka Dankó,
Kamilla Lakó,
A. Kiss MD**

Tramadol-induced seizure in emergency care. Case report

This article aims to share a very rare and interesting side effect of the drug and recent international literature. With regard to routine medication, very few experts consider the side effects of tramadol, especially rare side effects. A new pharmacological discipline was born, a pharmacovigilance. Its concept encompasses all activities undertaken for the safe use of medicines. According to the WHO 2002 definition, pharmacovigilance is the science or activity of detecting, evaluating, understanding and preventing adverse effects of drugs or other drug-related problems. Literature data clearly support the rare side effect of cyclohexanal convulsions that should always be taken into account. A list of adverse drug reactions is available on the Pharmaceutical Manufacturers website. This form can be filled in by lay people, but professionals and doctors should pay much more attention to it. Feedback is key to the safe use of medicines.

Key-words: tramadol, seizures, side effect, pharmacovigilance, overdose

*Márton István
1134 Budapest, Róbert Károly krt. 44.*

HÍREK

2018 második félév

Az alábbi összefoglaló a **2018. év második felének** jelentősebb nemzetközi katonaegészségügyi eseményeit és változásait foglalja össze a COMEDS¹ 50. Plenáris Ülésén elhangzottakat rögzítő jegyzőkönyv alapján – kivonatosan, a szerkesztő kiegészítéseivel.

A COMEDS 50. Plenáris Ülésére a NATO Székhelyén, 2018. november 19-21 között került sor. A tárgyalásokon Hazánk és a Magyar Honvédség érdekeit Dr. Kopcsó István orvos dandártábornok, a Magyar Honvédség egészségügyi főnöke képviselte.

Az ülés napirendjéből kiemelésre érdemes az utolsó pont. **Az 50. COMEDS Plenáris ülés zárásaként a COMEDS elnöki tisztét 3 évre átvette a cseh egészségügyi szolgálatfőnök, Dr. Bubenik Zoltán dandártábornok.** A COMEDS elnöke mellé, kétoldalú megállapodás alapján **hazánk biztosít összekötő tisztet Dr. Vekerdí Zoltán o. ezredes személyében.**

Zárt ülés, kizárólag NATO-tagországok képviselői részére. A COMEDS elnöke (CCOMEDS) Bernier vezérőrnagy (Kanada) nyitotta meg a zárt ülést a NATO székhelyén, A jóváhagyott napirend felölelte a NATO Parancsnoki Struktúra átalakítás (NCS-A), a NATO egészségügyi kockázatértékelés, a NATO magas szintű készenléti kezdeményezés, a NATO védelmi tervezési folyamat (NDPP) és a NATO műveleti tervezés aktuális kérdéseit. Az ülés során a SHAPE / ACO MEDAD² bemutatta a „Az általános védelmi egészségügyi tervezéshez kapcsolódó teljes harci veszteségszám becslésére vonatkozó ajánlások” című munkát. Ez a nem minősített dokumentum feltöltésre került az NSO³ tárhelyére.

A tanácskozás ezen része minősített adatok felhasználásával zajlott (melyen a partner nemzetek képviselői nem, csupán a NATO tagállamok küldöttjei vehettek részt). Az ott elhangzottak nem jelenhetnek meg nyílt terjesztésű anyagokban – így sem a plenáris ülés jegyzőkönyvében, sem pedig szaklapunkban.

A COMEDS elnökének beszámolója. Bernier vezérőrnagy, elnöki beszámolóját négy területre összpontosította, azaz:

1. a COMEDS és az egészségügyi kérdések láthatósága a NATO-ban,
2. az egészségügyi biztosítás kapacitásai,
3. a NATO egészségügyi biztosítás jövője, valamint
4. a COMEDS elnöki feladatkör átadásának előkészítése.

A COMEDS elnöke részletes jelentést tett a Katonai Bizottságnak 2018. november 15-én a **NATO egészségügyi biztosítás képességhiányairól.** A kockázatértékelés azt célozta, hogy mennyiségileg meghatározza és minősítse az egészségügyi biztosítás tagországokat érintő kihívásait. A COMEDS elnöke biztosította a Katonai Bizottsá-

¹ **COMEDS** – Committee of the Chiefs of Military Medical Services in NATO (NATO Katona-egészségügyi Szolgálatfőnökök Tanácsa)

² Supreme Headquarters Allied Powers Europe / Allied Command Operations / Medical Advisor

³ NATO Standardization Office jelszóval védett tárhelyére (https://nso.nato.int/protected/zzlinks/medical_wgs_comeds_comeds%20plenary__2018-11%20nato.html)

got afelől, hogy a COMEDS közössége mindent megtesz a képességhiányok mérséklésére. A COMEDS elnöke hangsúlyozta az egészségügyi személyzet kulcsfontosságú kérdését, s összefoglalta az egyéb egészségügy biztosítási kockázatokat, amelyek a polgári egészségügyi rendszer kapacitása, ellenálló képessége és vészhelyzeti tervezése, továbbá az egészségügyi ellátási készletek, felszerelések és az egészségügyi informatikai támogató eszközök jelenlegi helyzetéből adódnak. A Katonai Bizottság elfogadta a COMEDS elnökének jelentését és támogatta arra vonatkozó javaslatát, hogy a NATO Stratégiai Parancsnokságok (együttműködve a COMEDS-el) dolgozzák ki a szövetségi szintű képességhiányok hatásának mérséklési tervét.⁴

A COMEDS és az egészségügyi biztosítás szövetségi kérdései a NATO állam- és kormányfők 2018. évi brüsszeli csúcstalálkozójának záróközleményében nem lettek külön megemlítve, s így ezzel kapcsolatos kötelezettségvállalás sem történt. Ugyanakkor az abban kiemelt fontosságú területek (a gyors és rövid távú, határokon átnyúló légi mobilitási képesség; a gyorsított, határokon átnyúló csapatmozgások; a polgári-katonai hálózatok együttműködési hatékonyságának erősítése) mindegyike hordoz magában egészségügyi vonatkozású feladatokat. Ez lehetőséget ad láthatóságunk növelésére a szövetségen belül és kötelezettséget is ró a COMEDS közösségre a megoldások kidolgozása és azok alkalmazásának elősegítése terén.

A jövő műveletek egészségügyi biztosítási követelményei terén a COMEDS elnöke rámutatott, hogy a COMEDS Plenáris testületének közvetlen alárendeltségében létrehozott új testület (CFAB⁵) megkezdte munkáját. A CFAB feltárja és rangsorolja azokat a kutatási területeket, melyek eredménye segíteni fogja a nemzeteket a jövő műveleti követelmények előrejelzésében, s az azok lefedéséhez szükséges és elégséges katonai-egészségügyi képességek felállításában. Kiemelte, hogy ezen képességek működtetésében fontos szerep hárul a tartalékos egészségügyi szakállományra. A feladatok összehangolása érdekében a COMEDS szoros együttműködésre törekszik és ezt ajánla fel a NATO Átfogó Szövetségi Tartalékos Egészségügyi Tisztek Szervezete (CIOMR⁶) részére.

A COMEDS elnöke rámutatott, hogy az Európai Bizottság 500 millió Eurós Kutatási Alapja is segítheti a NATO egészségügyi képességhiányok mérséklését. Az alap célja, hogy támogassa azon kutatásokat, melyek eredménye erősíti az Európai Unió tagországainak védelmi készenlétét, figyelembe véve a NATO védelmi tervezési célkitűzésekben megjelölt képességek kutatását, meghatározását és fejlesztését.

A COMEDS elnöki feladatkörök átadásának előkészítése megkezdődött. Ennek keretében a COMEDS következő elnöke és összekötő tisztje is részt vettek a Katonai Bizottság 2018 november 15-i ülésén, melyen az egészségügyi képességhiányok jelentésre kerültek. Bernier vezérőrnaggyal együtt tisztelgő látogatást tettek a NATO

⁴ A szerkesztő megjegyzése: Két év távlatából ma már világosan látható és érthető, hogy a katonai-egészségügyi képességhiányok megszüntetése túlmutat a nemzeti egészségügyi szolgálatfőnökök hatáskörén. A megoldás átfogó megközelítést, kormánysszintű beavatkozást, s nemzetközi összefogást igényel. Ennek alapja, hogy a Haza, a régió és a Szövetség biztonsága nem csupán katonai, de állampolgári érdekek és feladat, s így a biztonság garantálásának feltételeit és eszközeit ezen szinteken kell és lehet biztosítani.

⁵ COMEDS Futures Advisory Board

⁶ A szervezet nevének francia rövidítése. Angol megfelelője: *Interallied Confederation of Reserve Medical Officers*

Nemzetközi Katonai Törzs főigazgatójánál (DGIMS⁷), akivel áttekintették az együttműködés jelenlegi helyzetét és felvázolták annak jövőbeni irányait. A COMEDS távozó összekötő tisztje, Rots ezredes (Hollandia), az IMS egészségügyi tanácsadói beosztását veszi át, s így tudásával és kapcsolatrendszerével a jövőben is támogatja a COMEDS közösségét és annak új összekötő tisztjét.

A Katonai Bizottság képviselője, Grampis vezérőrnagy a Szövetség katonai érdeklődésének kiemelt területeit az alábbiak szerint jelölte meg:

- Elrettentés és védelem, amely magában foglalja a szövetséges európai legfelsőbb parancsnok (SACEUR⁸) felelősségi körének és annak megerősítésének elgondolását,
- Stabilitás kivetítése, mely magában foglalja a terrorizmus elleni küzdelmet, s ennek kiemelt területei az afganisztáni Rolute Support és az iraki missziók,
- NATO és az EU közötti együttműködés, melynek során a két szervezet erőfeszítéseinek kiegészítő jellegét folyamatosan hangsúlyozni szükséges,
- Szövetség korszerűsítése, összpontosítva a NATO Parancsnoki Szervezet átalakítása kapcsán a beosztások feltöltésének szükségességére,
- Tehermegosztás, amelynek célja a védelmi beruházási kötelezettségvállalások teljesítése, ahogy azt a NATO állam- és kormányfők a walesi csúcstalálkozón elfogadták, a varsói, valamint a brüsszeli csúcstalálkozón pedig megerősítették.

NATO Készenléti Kezdeményezés.⁹ Ezt a kezdeményezést a NATO állam- és kormányfők a brüsszeli csúcstalálkozón hagyták jóvá. Célja, hogy legyenek olyan fegyveres egységek, melyek 30 nap, vagy annál rövidebb idő alatt készen állnak a bevetésre. Az elgondolás szerint a fenyegetettségi szintnek megfelelően, ily módon készenlétben tartott erők biztosítják a SACEUR-nak a szükséges beavatkozó képességet és az ahhoz szükséges zökkenőmentes vezetést, irányítást. Ezzel garantálható, hogy a Szövetség képes mind kollektív védelmi, mind válságkezelési műveletek végrehajtására. Ezen egységek rendelkezésre állása a nemzetektől függ, hogy képesek-e felállítani és kiképezni őket.

A Katonai Bizottság elvárásai és követelményei a COMEDS felé. A NATO katonai stratégiája „MC 0400” azonosítószám alatt véglegesítésre vár és 2019 májusára előreláthatólag elkészül.¹⁰

A Szövetség politikai oldalán, de a Katonai Bizottság tevékeny részvétele mellett a 2019. évi Politikai Útmutató¹¹ szintén fejlesztés alatt áll. Mindkét tervezési anyag kiemeli, hogy a nemzeteknek, a mi nemzeteinknek kell felelősséget gyakorolni azok alkalmazásában.

Kormányzás.¹² Az egészségügyi biztosítás fontosságát mind a 2019-es politikai útmutatóban, mind a NATO katonai stratégiájában fel kell tüntetni. Ez a COMEDS felelőssége és lehetősége. A COMEDS tagjainak felelőssége pedig az, hogy az egész-

⁷ Director General International Military Staff

⁸ Supreme Allied Commander Europe

⁹ NATO Readiness Initiative

¹⁰ A szerkesztő megjegyzése: a dokumentum minősített, valóban elkészült és kiadásra került.

¹¹ Political Guidance 2019.

¹² Governance

ségügyi biztosítás feladatköre és szükségletei megfelelő módon jelenjenek meg a nemzeti fegyveres erők fejlesztési programjaiban, összhangban az említett tervezési dokumentumokkal. Nem engedhetjük meg maguknak, hogy folyamatosan az egészségügyi biztosítás jelentőségéről beszéljünk, s közben az egészségügyi biztosítási egységek fejlesztését és a tervek teljesítését a 2036 utáni évekre tegyük, ahogy ezt nemzeteink jelenleg a NATO Védelmi Tervezési Dokumentumokban feltüntetik. Az egészségügyi biztosításnak meg kell jelennie a Szövetség legfelső szintű irányelveiben és stratégiájában. Ezeket a lehetőségeket ki kell aknázni.

Az egészségügyi biztosítás kapcsolata a logisztikai feladatrendszerrel.¹³

“Whilst the medical function remains closely aligned to some of the logistics functions, it remains a separate functional area.”

A COMEDS ülés tárgyalási programja, jegyzőkönyve és háttéranyagai elérhetőek a NATO Szabványosítási Ügynökség honlapján (<http://nso.nato.int/nso>). A hozzáférés előzetes regisztrációhoz kötött (csak hivatalos honvédségi elektronikus postafiók címmel lehetséges), s az ennek során kapott bejelentkezési név és jelszó adatokat szükséges megadni. A NATO Szabványosítási Ügynökség honlapján elérhetőek, visszakereshetőek, s elemezhetőek az eddigi összes COMEDS plenáris ülés jegyzőkönyvei és külön könyvtárban az egyes munkacsoportok munkatervei, beszámoló (POWER¹⁴) és munkaanyagai is.

Szerkesztette: Dr. Vekerdí Zoltán orvos ezredes, PhD

¹³ A szerkesztő megjegyzése: ez a témakör a COMEDS 48. Plenáris ülésén került napirendre, ám fontosnak tartom megismételni az ott kialakított és elfogadott egységes COMEDS álláspontot, mely szerint „Bár az egészségügyi feladatrendszer továbbra is szorosan kapcsolódik a logisztikai feladatrendszer egyes elemeihez, az továbbra is külön feladatrendszer marad.”

¹⁴ POWER – Program of Work Evaluation Report

A MAGYAR KATONAI-KATASZTRÓFAORVOSTANI TÁRSASÁG,
és a
MAGYAR HADTUDOMÁNYI TÁRSASÁG
KATASZTRÓFA- és VÉDELEM-EGÉSZSÉGÜGYI SZAKOSZTÁLYA

B E S Z Á M O L Ó

A MAGYAR KATONAI-KATASZTRÓFAORVOSTANI TÁRSASÁG XXI. TUDOMÁNYOS KONFERENCIÁJÁRÓL

2018. november 14.

*„A terrorizmus okozta kihívások, a következmények
felszámolásának egészségügyi vonatkozásai.
Honvédorvostan-katasztrófaorvostan aktualitása.”*

A Tudományos Konferencia fővédnöke:

Tömböl László ny. mérnök vezérezredes
a Magyar Hadtudományi Társaság elnöke

Védnöke:

Kun Szabó István vezérőrnagy
Magyar Honvédség Egészségügyi Központ, parancsnok

9.00 – 10.10 REGISZTRÁCIÓ

10.00 – 10.15 MEGNYITÓ

Dr. Németh András ny. orvos dandártábornok,
Magyar Katonai- Katasztrófaorvostani Társaság, elnök

KÖSZÖNTŐK

Üléselnök: **Dr. Kasznár Attila nb. alezredes, PhD,**
Dr. Fehér Éva igazgató

10.15 – 10.35 A posztmodern terrorizmus és annak sajátosságai

Dr. Kasznár Attila nb. alezredes, PhD

Terrorelhárítási Központ, Főigazgatói Kabinet, főtanácsadó

10.35 – 10.55 Az Iszlám Állam terrorszervezet által Európában végrehajtott
terrorcselekmények magyarországi vonatkozásai

Majoros Csaba rendőr alezredes

*Terrorelhárítási Központ, Felderítési Igazgatóság,
II. Felderítési Főosztály*

10.55 – 11.15 A közelmúlt terror cselekményeinek nyilvános tapasztalatai

A NATO Medical Sharing Group harmadik ülésének összefoglalója

Dr. Bognár Tamás orvos alezredes

NATO Katonaegészségügyi Kiválósági Központ

11.15 – 11.35 Bioterrorizmus

Dr. Faludi Gábor ny. orvos ezredes, PhD

*SOTE ÁOK Honvéd-, Katasztrófa- és Rendvédelem Orvostan
Tanszéki Csoport*

11.35 – 11.55 Terrortámadáshoz felhasználható biológiai ágensek

Bognár Csaba

*Terrorelhárítási Központ, Személyvédelmi Igazgatóság,
CBRN Osztály*

11.55 – 12.25 SZÜNET

12.25 – 12.55 TEK BEMUTATÓ

Üléselnök: **Prof. Dr. Rókusz László ny. orvos ezredes, PhD,**
 Dr. Zsiros Lajos ny. orvos dandártábornok, PhD

12.55 – 13.15 Taktikai Medicina

Dr. Faggyas Attila rendőr orvos alezredes
Terrorelhárítási Központ, Műveleti Igazgatóság,
Speciális Egészségügyi Főosztály

13.15 – 13.35 A Mobil Biológiai Laboratórium „Bio-Garden” belgiumi
gyakorlaton szerzett tapasztalatai

Nagy Ágnes őrnagy
MH Egészségügyi Központ, Mobil Biológiai Laboratórium (MBL)

13.35 – 13.55 A bioterrorizmus szempontjából számításba vehető legfontosabb
kórképek ellátásának klinikai vonatkozásai

Prof. Dr. Rókusz László ny. orvos ezredes, PhD
MH Egészségügyi Központ, Honvédkórház

13.55 – 14.15 Robbanásos sérültek ellátásának elmélete és gyakorlata

Dr. Várhelyi Levente orvos ezredes, PhD
MH Egészségügyi Központ, Honvédkórház, MH fősebész

14.15 – 14.35 Égési sérültek ellátása

Dr. Halmy Csaba orvos ezredes, PhD
MH Egészségügyi Központ, Honvédkórház, MH főszakorvos

14.35 – 14.55 SZÜNET

Üléselnök: **Prof. Dr. Svéd László ny. orvos altábornagy, PhD,**
Dr. Kopcsó István orvos dandártábornok, PhD

14.55 – 15.15 A nemzet reziliencia szintjének növelése a civil-katonai együttműködésben rejlő lehetőségek hatékonyabb kihasználásával

Dr. Kopcsó István orvos dandártábornok, PhD

MH Egészségügyi Központ, MH egészségügyi főnök

15.15 – 15.35 A NATO első kiszervezett tábori kórházának (Role-2 Basic) kihívásai és tapasztalatai (Skyp kapcsolaton keresztül)

Dr. Vekerdi Zoltán orvos ezredes, PhD

NATO Egészségügyi Szolgálat Főnökök Tanácsa Elnökség

15.35 – 15.55 Katasztrófa-egészségügy fejlesztési irányai

Dr. Meglécz Katalin orvos ezredes

MH Egészségügyi Központ, MH tisztifőorvos

15.55 – 16.00 ELNÖKI ZÁRSZÓ, A KONFERENCIA ZÁRÁSA

Dr. Németh András ny. orvos dandártábornok

Magyar Katonai- Katasztrófaorvostani Társaság, elnök

A KONFERENCIA SZERVEZŐ BIZOTTSÁGA

Elnök: **Dr. Sótér Andrea alezredes PhD**

Tagjai: **Dr. Szomolányi Gábor tüz. orvos ezredes,**
Andó Sándor ezredes

A KONFERENCIA TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁGA

Elnök: **Prof. Dr. Rókusz László ny. orvos ezredes, PhD**

Tagjai: **Dr. Meglécz Katalin orvos ezredes,**
Dr. Faludi Gábor ny. orvos ezredes, PhD

Magyar Katonai- Katasztrófaorvostani Társaság

1134 Budapest, Róbert Károly krt. 44.

E-mail: mkkot2015@gmail.com

Telefon: +36 1 465-1800 / 71015

Számlaszám: OTP 11713005-20128304-00000000

IN MEMORIAM

**Professzor Dr. Hideg János ny. orvos vezérőrnagy
(1933–2018)**

Mély fájdalommal tudatjuk, hogy
Prof. Dr. Hideg János ny. orvos vezérőrnagy
életének 85. évében elhunyt.

Prof. Dr. Hideg János 1933-ban a Tolna megyei Kalaznóban született. Tanulmányait Budapesten a Ciszterci Rend, majd Bencés Gimnáziumban végezte. 1951-ben érettségizett és felvételt nyert a Pécsi Orvostudományi Egyetemre, de miután katonának is jelentkezett, azonnal beiskolázták akarata ellenére az Egészségügyi Tiszti Iskolába (az orvostudományi egyetem helyett).

1951. október 24-én katona lett. Az Egészségügyi Tiszti Iskolát egy év alatt elvégezte, és a nyíregyházi hadosztályhoz alhadnagyi rendfokozatban anyagi tisztnek nevezték ki. Érdekes módon az akkori hadosztályvezető orvos *Dr. Németh István* orvos főhadnagy, a későbbiekben tragikusan elhunyt egészségügyi szolgálat főnök volt. 1953-ban három személynek engedélyezték az orvostudományi egyetemre való visszatérést, akik közé ő is tartozott. Az orvostudományi egyetemet 1959-ben fejezte be. Az oktatás és kutatás iránti elkötelezettségét jelzi, hogy demonstrátor lett a Kórleletani Intézetben, majd a táplálkozás-élettan különböző kérdéseit tanulmányozta állatkísérletes munkáiban. Az egyetem elvégzése után Egerbe került ezred vezető orvosnak. Repülőorvosi karrierje 1960-ban kezdődött, amikor a Gyáli úti Repülőorvosi Alkalmassági Vizsgáló Állomásra, *Dr. Vámos László* helyére került. Először a barokamra orvosaként dolgozott, majd 1964-től a Repülésélettani

Osztály vezetője lett. Időben ez egybeesett a magyar repülőorvostan ismételt kényszerű, de végül nagy sikerrel járó diszlokációjával, a Gyáli úti közös civil-katonai repülőorvosi intézet szétválasztásával és új helyen, Kecskeméten a 2. számú Katonai Kórház mellett felépülő, önálló katonai Repülőorvosi Vizsgáló- és Kutatóintézet megteremtésével. Ezekben az években a hypoxia élettani hatásait vizsgálta állatkísérletekben, különböző fekélymodelleken. 1969-től lett a Repülőorvosi Intézet parancsnoka, felelős vezetőként már a repülő egészségügyi alkalmassági vizsgálatok teljes spektrumának kérdéseivel foglalkozott. Az 1970-es évek előtt részt vett a kecskeméti barokamra tervezésében. 1970-ben az Országos Légierő Parancsnokság (OLP) vezető orvosa lett. 1968–69 között a leningrádi KIROV Katonaorvosi Akadémián felső orvos vezetői képzésben vett részt. 1972-ben kettévált az OLP, Honi Légvédelmi Parancsnokságra és Légvédelmi Repülő Főnökségre. A Repülőorvosi Vizsgáló- és Kutatóintézet átkerült az MN EÜSZF-ség alárendeltségébe. *Dr. Hideg János* lett az MN Repülő főszakorvosa. 1983 augusztusában a Magyar Néphadsereg Egészségügyi Szolgálatfőnökének nevezték ki, amely beosztásban 1991. december 1-jéig szolgált. Ez idő alatt a Magyar Néphadsereg egészségügyi szolgálata óriási fejlődésen ment át, mind szakmailag, mind technikailag és infrastruktúráját illetően. Nevéhez számtalan új fejlesztés kötődik, amelyet nyilván még főnöki pozíciója előtt kezdett meg. 1993-ban vonult nyugállományba, de ezt követően sem maradt tétlen, hisz tudományos munkáját folytatva a Magyar Honvédség Katonaorvosi Kutató Intézetében mint parancsnok tevékenykedett.

Tudományos munkássága hosszabb emlékeztetést igényel, hisz az egyik legkiemelkedőbb repülő-orvosa volt a Magyar Néphadseregnek, a Magyar Honvédségnek. 1976-tól volt elnöke annak az orvosi bizottságnak, mely a magyar úrhajós jelöltek kiválogatását, ürrepülésre történő felkészítését végezte. Sikerrel adaptálta a szovjet úrhajós kiválogatási rendszert a hazai repülő-alkalmassági vizsgálati struktúrába. A bizottság elnökeként a közel 100 jelentkezőből a kemény és fárasztó terheléses és műszeres vizsgálatok során megmaradt 7 jelölttel – kiváló vadászpilótákkal – ő közölte a végeredményt. Mindenki emlékszik természetesen a „Balaton” készülékre, az egyik legelső mobil pszicho-kalkulátorra, mely számszerű jellemzést adott a pilóta/úrhajós aktuális pszichés munkavégző képességéről. A műszer kiválóan működött az űrben is, a súlytalanság körülményei között mérte az úrhajósok pillanatnyi szellemi tevékenységét. A hatalmas rendszerezett információ halmaz, a kiválogatás során végzett vizsgálatok eredményeinek összehasonlító elemzése és az űrben megvalósuló komplex magyar orvos-biológiai kísérletek eredményeinek feldolgozása alapján 1983-ban írt és a kecskeméti Repülőorvosi Vizsgáló- és Kutatóintézet nagytérmeiben megvédett disszertációjával elnyerte az orvostudomány (MTA) doktora fokozatot a „A magyar úrhajós jelöltek orvosi kiválogatása és az első szovjet-magyar ürrepülés során szerzett tudományos tapasztalatok felhasználása vadászpilóták alkalmasságának elbírálásában” című tudományos munkájával. Az eredményes úrhajós kiválogatás és az Interkozmosz Katonaorvosi – Repülőorvosi Konferenciáin ezzel kapcsolatos sikeres előadások nemcsak a Varsói Szerződés országaiban, de neves nyugati fórumokon is jelentős erkölcsi megbecsülést hoztak Professzor Úr számára: Ő lett 1980-ban a Budapesti Élettani Világkongresszuson az űrorvosi

gravitációval és a súlytalanág kérdéseivel foglalkozó „Gravity Szekció” társelnöke és az 1981-ben kiadott Gravitational Physiology élettani tankönyv társszerzője. Munkásságát számos repülőorvosi szakmai grémium ismerte el. 1983-tól Az Amerikai Repülőorvosi Társaság tagja lett, 1984-től első magyar űrorvosként a Nemzetközi Űrkutatási Akadémia levelező, majd rendes tagjává választották. 1984-ben tábornokká nevezik ki. 1989-ben az Orvostovábbképző Egyetem javaslatára a repülő szakorvos képzésben végzett munkája, valamint tudományos-kutató tevékenysége alapján címzetes egyetemi tanárrá nevezték ki. Tagja volt a MTA Orvostudományi Osztály Klinikai I. Bizottságának az űrkutatási komplex bizottságnak. Tudományos tevékenységének egyfajta testületi megkoronázása a MOTESZ Magyar Orvostudományi Társaságok Szövetsége keretében tagként működő Magyar Repülő és Űrorvosi Társaság volt, amely létrehozása után nem sokkal Hideg professzor elnökletével az 1999-es ICASM Repülő- és Űrorvosi Világkongresszus megszervezését vállalta magára.

Végül, de nem utolsó sorban tudományszervező minőségében is maradandót alkotott. Az 1980-as évek végétől társszerkesztőként, 1991-től főszerkesztőként, végül örökös tiszteletbeli főszerkesztőként a legfontosabb katona-egészségügyi szakfolyóirat, a Honvédorvos szerkesztő bizottságának vezetője volt. Több évtizeden keresztül, fáradhatatlanul segítette a szakmai publikációk megjelenését a honvédorvosok és katona-egészségügyi szakemberek tollából. Orvostechnikai fejlesztései közül kiemelkedik a ROVKI barokamrája, az első korszerű szív ultrahang és 24 órás EKG holter készülék beszerzése, sőt, az atomabszorciós spektroszkóp telepítése is az Ő nevéhez kötődik. Utolsó munkahelyén, az MH KOKI-ban megteremtette a lehetőséget a molekuláris mikrobiológia alapkutatásainak végzéséhez. Szinte élete utolsó pillanatáig dolgozott, ezzel is megbecsülést szerezve mindazoknak, akik őt tisztelték és szerették. Tudása, tisztessége, példamutatása, alapossága mind hazánkban, mind nemzetközileg is nagy tekintélyt szerzett a magyar katona-egészségügynek.

2018. május 25-én váratlanul ragadta el közülünk a halál.

Munkatársként és barátként búcsúzunk Tőle.

Emlékét örökre megőrizzük.

Temetése katona tiszteletadással 2018. július 2-án történt a Farkasréti temetőben.

IN MEMORIAM
Dr. Bakity Boldizsár ny. orvos ezredes
(1952–2017)



Súlyos veszteség érte a Magyar Honvédséget, az MH Egészségügyi Központ Honvédkórház állományát, és az orvostársadalmat. Dr. Bakity Boldizsár ny. orvos ezredes életének 65. évében hosszú, türelemmel viselt betegségben 2017. március 2-án elhunyt. Eltávozott közülünk a kiváló orvos, a gondos és tehetséges szakember, a Barát, az Ember.

Dr. Bakity Boldizsár 1952. július 3-án született Kaposváron. Orvosi tanulmányait 1970-ben kezdte meg a Leningrádi Kirov Katonaorvosi Akadémián, majd általános orvosi diplomáját a Semmelweis Orvostudományi Egyetem Általános Orvostudományi Karán szerezte meg 1978-ban. A diplomaszerezés évétől a HM Központi Honvédkórházban gyógyított. 1983-ban sebészeti, 1996-ban katonai és katasztrófa-orvostani szakvizsgát tett. Szakmai tevékenysége elismeréseként előbb sebész adjunktusi, majd főorvosi kinevezést kapott. 2009. november 1-től az Állami Egészségügyi Központ I. Sebészeti Osztályának osztályvezető főorvosa lett.

Orvosi tevékenysége alatt a betegek és a betegségek sokféleségével találkozott. Több szakmai újdonság iránt mutatott mélyebb érdeklődést. A nehéz esetektől, helyzetektől sohasem menekült, mindig bátran nézett szembe a szakmai és emberi kihívásokkal.

Kollégaként biztonságot nyújtott személye. Számos nehéz helyzetben állt helyt. Véleményére és tisztességes hozzáállására mindig számíthattak betegek, azok hozzátartozói és munkatársai.

Nagy hiány maradt utána. Szakmai felkészültsége, tapasztalata, embersége, lendületes tettei készsége a jelenben is hiányzik és még hosszú ideig hiányozni fog mindenkinek, aki kapcsolatba került vele, legyen az munkatárs, beteg vagy barát.

Munkatársként és barátként búcsúzunk Tőle.

Emlékét örökre megőrizzük!

Könyvtári közlemények

MH EK VEIG TKLI Tudományos Könyvtár

„Tudományos Rendelő és Múzeum” a Magyar Néphadsereg Központi Kórházában

Pogányné Dr. Rózsa Gabriella PhD

A II. világháború után az akkori Budapesti 1. számú Helyőrségi Kórház (a mai Magyar Honvédség Egészségügyi Központ Róbert Károly körúti telephelye, Székhelye) újjáépítésének egyik területe volt az orvosi gyógyító és kutató munka támogatására megfelelő színvonalú orvosi tudományos könyvtár, illetve komplex információs szolgáltatásrendszer megteremtése. Az első intézkedések 1946 májusából származnak, amelyeket még számos további felterjesztés követett [1], a tudományos könyvtár struktúrája, illetve szervezeti helye tekintetében azonban sokáig nem született végleges döntés, így a központosított orvosi könyvtár és az „osztálykönyvtár” (sebészet, idegosztály, bőrosztály, belgyógyászat [2]) modell szerinti működés váltotta egymást [3]. Mindeközben a könyvtár katalógusának elkészítése is „kalákában” történt, ahogyan ez az 1953. évi április 10-ei napiparancsban olvasható: „A kiosztott csoportbeosztási íveknek megfelelően az osztályok a szakkönyveket a kiadott minta szerint vegyék fel.” [4], a szakrendes katalógus pedig *Dr. Sántha András* orvos ezredes munkája, aki ekkor a tudományos osztály vezetője volt [5]; és éppígy voltak a gyűjtemény(ek) kezelői a Kórház további orvosai. Minden igyekezettel együtt azonban a könyvtár fejlődése nem volt elég tempós, megmutatkozott a szakképzett könyvtáros hiánya [6]. A személyzeti kérdés rendezésére bizonyos több kísérlet is történt, ám ezek – még évekig – nem jártak sikerrel, az 1952/1953-as állománytábla sem tartalmazott könyvtárosi helyet [7]. Az ennek módosításával kapcsolatos egyik 1953-as jelentés a tudományos könyvtár személyi állományával is foglalkozik és önálló könyvtáros munkakör létesítését veti fel [8].

Mindezzel a stabilnak egyáltalán nem tekinthető személyzeti háttérrel a kórház orvosai mégis hozzájutottak orvosi könyvekhez, szakfolyóiratokhoz egyrészt mint a Honvédorvosai Közlemények (az 1950. évi 2. számtól Honvédorvos, 1953 és 1956 között Katonaorvosai Szemle) referátum-rovatának munkálataihoz, másrészt a Honvédelmi Minisztérium 529.823/Kfcs. X. 1948. számú rendelete alapján létrehozott dokumentációs szolgáltatás, „központi katonaegészségügyi irodalmi kartoték” elengedhetetlen előfeltételéhez [9].

Az orvosi könyvtár 1953. május 10-étől indította be „aktív folyóirat szolgáltatását”, vagyis a témafigyelést a kórház orvosai számára. Az osztályoktól bekért kutatási témáknak megfelelően „a könyvtárba érkezett új szakmai folyóiratokból felhívjuk az osztályok figyelmét az őket érdeklő cikkekre. Ez azonban semmi esetre sem jelenti azt, hogy az osztályok továbbra is ne foglalkozzanak önállóan anyagkereséssel, mivel sok esetben más irányú című cikkekben is találhatnak anyagot tudományos munkájukhoz.” – olvasható a felhívás a kórház napiparancsában [10]. A témafigyelés beindításával a könyvtár a korabeli könyvtári szakmai elvárásoknak messzemenően megfelelt, szolgáltatási palettája naprakész volt – még ekkor is képzett könyvtáros nélkül.

A kórházi, és szélesebb körben a katonatorvosi tudományos élet információs háttérének biztosítására alakította ki *Dr. Vadász Gyula* orvos alezredes, kórházparancsnok a Tudományos Rendelő és Múzeum koncepcióját 1951-ben. Az akkor még Tanulmányi Rendelő és Múzeum elnevezésű szervezeti egység személyi háttéréről már 1951 novemberében rendelkezett a parancsnok: alosztályvezetőként *Dr. Vasvári Jenő* orvos főhadnagyot rendelte, kollégája pedig egy laboráns és egy rajzoló lett [11]. Vasvári doktor 1953-ig volt a múzeum gondozója [12], 1953. november 12-étől pedig *Dr. Birtalan Győző* orvos főhadnagy [13], a későbbi jeles orvostörténész szakíró kapta meg e feladatot. A komplex tudományos szolgáltatás 1952. május 26-án indult útjára.

A szervezeti egység tevékenységével, feladataival kapcsolatban érdemes idézni az 1952. évi május 24-ei napiparancsból a vonatkozó parancspontot: „A Tudományos Rendelő és Múzeum felöleli a honvédorvosi szolgálat gazdag tapasztalatainak anyagát és annak irodalmát. Tárgya a kórházunkban előforduló ritka vagy tanulságos kóreseteknek és azok bibliográfiájának gyűjtése, mely a honvédorvosi szolgálat fejlődését elősegíti. A kóresetek tisztázásához el kell végezni minden olyan vizsgálatot, ami fontos és szükséges a pontos kórismézéshez. A kórlapokat két példányban kell elkészíteni, fel kell szerelni Rtg., EKG, laboratóriumi, kórszövettani és stb. lelettel, esetleg fényképfelvétellel. A kórlap egyik példánya kerül a Múzeumba, a másik marad az osztályon. Ugyanakkor mellékelni kell az anyagra vonatkozó bibliográfiát is. A Múzeum ezt kartotékozza, rendszerbe gyűjti és az összegyűlt anyagot feldolgozza.

A Tudományos Rendelő és Múzeum felölel patologanatómiai preparátumokat, fényképeket, tanulmányokat, rajzokat, a gyakran előforduló betegségek statisztikai adatait és sok más katonai vonatkozású kiállítási tárgyakat és dokumentumokat.

A Múzeum mellett levéltár is lesz, mely magában foglalja: honv. orvosi intézmények beszámolóit, dokumentjeit, kórtörténeteket, folyóiratokat és más katonai anyagokat, melyeket tudományos feldolgozásnak kell alávetni.

A Tudományos Rendelő és Múzeum munkatervre nem csak a beérkezett anyagok gyűjtése, konzerválása és kiállítása, hanem elsősorban tudományos feldolgozása, rendszerbe foglalása és előkészítése úgy a centralizációra, mint az egyéni elmélyülésre és kutatásra.

A Múzeum szorosan együttműködik a könyvtárral, mely tartalmazni fog minden kiadott eü. munkát és a honvédorvosi szolgálat munkáját, továbbá jellemző különálló munkákat, katonatorvosi kérdésekkel foglalkozó ki nem adott kéziratokat, plakátokat, rajzokat.

A Tudományos Rendelő és Múzeum a jó munka elvégzése érdekében a legszorosabb kapcsolatot veszi fel az osztályokkal. Az osztályvezető orvos jelenti a Tudományos Rendelőnek az egyes érdekes kóreseteket, melyet úgy vél, hogy a Múzeumba való, azonkívül a Tudományos Rendelő és Múzeum munkatervre szerint a vezető orvos naponta meglátogatja az egyes osztályokat és megbeszéli a vezető orvosokkal az általuk észlelt és a Múzeumba való eseteket.

Az anyagot az itt lévő káderek, úgy a szigorló orvosok, mint a középkáderek oktatásához fel kell használni” [14].

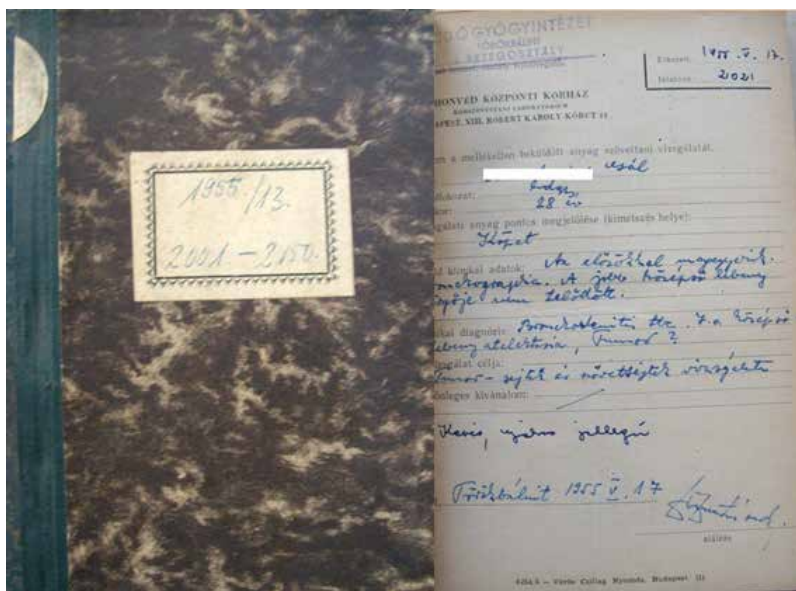
A Tudományos Rendelő és Múzeum tehát a gyógyítást, a kutatást és az oktatást támogató, a (katona)orvostudomány fejlesztésére, de ezzel egy időben tudománytörténeti feldolgozására is fókuszáló tárgyi, írásos és képi információforrásokat magában foglaló gyűjtemény (1. ábra).

Tanulságos röviden összevetni a gyűjtemény tervében foglaltakat az orvostudomány oktatásában és a tudományos munkában ma, a XXI. században használatos modern dokumentumokkal, szolgáltatásokkal. A kollekció tehát magában foglalta a betegdokumentációkat és leleteket, a vonatkozó szakirodalom bibliográfiáit, statisztikákat, preparátumokat és képanyagot, tehát – mai kifejezésekkel behelyettesítve az olvasottakat – a gyakorlati gyógyító

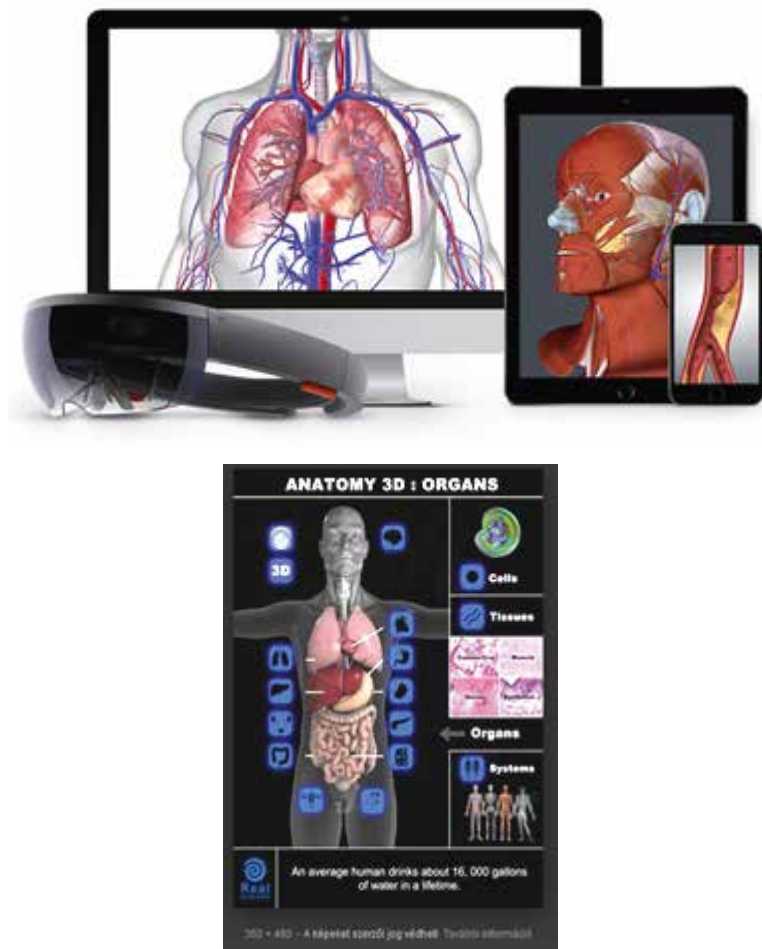
munka tapasztalatait, esetismertetéseket, szakirodalmi forrásokat, szakmai irányelveket, protokollokat, különféle technikájú illusztrációs anyagokat. Ilyen forrásokkal találkozhat a mai kutató, ha felkeresi a Clinical Key, az Up To Date, vagy folyamatosan gyarapodó magyar „testvérük”, a NOTA (Napivizit Orvosi Tudástár) honlapját, illetve belekattint a jelentős hazai és külföldi orvosi kiadók e-könyv kínálatába; ezt a szerepet töltik be manapság a multimédiás oktatóanyagok és a 3D-s ábrázolások (2. árba), atlaszok online és offline változatai.

A technika ma már számunkra rendelkezésre áll, de az alapkoncepció – az MH EK történetére visszatekintve –, a Magyar Néphadsereg Központi Kórház Tudományos Rendelő és Múzeum, ennek tervezete, kiépítésének megindítása pedig az akkori parancsnok, Dr. Vadász Gyula orvos ezredes érdeme.

A Kórházban folyó tudományos munka információs háttérét érintő fejlesztési tervek megvalósítására azonban az évek során egyre kevesebb forrás állt rendelkezésre, 1956. április 19-én Dr. Uray Gyula orvos ezredes, egészségügyi csoportfőnök levélben fordult Hazai Jenő vezérőrnagy, politikai főcsoportfőnökhöz, melyben kifejtette, hogy a katonai orvosi kutatások „különösen a tömegpusztító fegyverek megjelenése folytán” egyre nagyobb fontossággal bírnak, a külföldi szakkönyvek és szakfolyóiratok beszerzési kerete azonban 1952 és 1956 között az egyötödre csökkent le. A korabeli belpolitikai helyzet ismeretében érthető, hogy még a megfoglyatkozott kereten belüli is hatványozott arányban apadtak el a nyugati kiadványokra fordítható összegek, bár ez éppen ellentétes volt a védelem-politikai és -egészségügyi szempontokkal. „Ezért – olvasható a levélben – a sugárbiológiai kutatásokkal foglalkozó könyvek egyáltalán nem állnak rendelkezésünkre”. Emellett az egészségügyi csoportfőnök a külföldi tanulmányutak nagyobb mérvű támogatását is kérte, például állítva a hadvezetés elé a szocialista tábor országait: „tudomásunk van arról, hogy a szovjet és népi demokratikus katonai orvosok viszonylag gyakran és nagy számban járnak külföldi tanulmányutakra” – szól a megcáfolhatatlan érvelés [15].



1. ábra. Patológiai vizsgálatkérő lapok és leletek egybekötött gyűjteménye 1955-ből, illetve egy vizsgálatkérő lap, a leletet a hátoldalára gépelték rá



2. ábra. 3D anatómiai atlaszok (forrás: <https://www.biodigital.com/> és <https://www.pinterest.com/pin/501025527271339028>)

A Kórház tudományos könyvtára és a Tudományos Rendelő és Múzeumra fordítható pénzüsszegek csökkenése végül ellehetetlenítette a komplex információs bázis működését, az 1956 utáni napiparancsokban már nem található utalás a szervezeti egység létrejöttére. Mindazonáltal részleteiben a Honvédkórház folyosóin járva ma is láthatunk régi, a kórházban korábban használt orvosi eszközöket, a leletek, röntgen- és egyéb felvételek, betegdokumentációk megőrzésére kerülnek a MedWorks-ben, a Patológia osztály pedig vizsgálati eredményei, a boncolási és szövettani leletek mellett törvényi kötelezettségeinek megfelelően és lehetőségeinek keretei között megőrzi a vizsgált szövetek paraffinos blokkjait, illetve a metszeteket tartalmazó tárgylemezeket. A szakirodalmi források pedig nyomtatott vagy elektronikus formában állnak rendelkezésre a Tudományos Könyvtárban.

A Tudományos Rendelő és Múzeum ma már ebben a formában nem létezik, de létjogosultsága, mindezen forrástípusok szükségessége most is megkérdőjelezhetetlen, egyes eszközei, feladatai más-más, modern formában élnek tovább, így figyelemreméltó e régi koncepció, a katonai orvosi kutatások és praxis történetének ezen kevésbé ismert momentuma.

Irodalom

- [1] Részletesebben vö. Pogányné Rózsa G.: *Historia Domus : 1945-1950 : Források és adalékok a Magyar Honvédség Egészségügyi Központ Tudományos Könyvtára és a Honvédorvos című szakfolyóirat történetéhez.* In: Könyvtári Figyelő, 2018. 427-437.
- [2] 116. sz. kórházparancsnoksági napiparancs. Bp., 1948. május 31. HM HIM Hadtörténelmi Levéltár [a továbbiakban: HL]. X. 5. 1948. Honvéd Központi Kórház.
- [3] 68. sz. kórházparancsnoksági napiparancs. Bp., 1948. március 23.; 219. sz. kórházparancsnoksági napiparancs. Bp., 1948. szeptember 24. HL. X. 5. 1948. Honvéd Központi Kórház.; 1952. évi 2. sz. kórházparancsnoki napiparancs. Bp., 1952. január 3.; 1952. évi 253. sz. kórházparancsnoki napiparancs. Bp., 1952. október 27.; HL. MN. 1952. MN. Központi Kórház. 102/03.; 1953. évi 246. sz. kórházparancsnoki napiparancs. Bp., 1953. október 21. HL. MN. 1953. MN. Központi Kórház. 102/03.
- [4] 1953. évi 63. sz. kórházparancsnoki napiparancs. Bp., 1953. április 10. HL. MN. 1953. MN. Központi Kórház. 102/03.
- [5] Nyíri É. – Fűrész J.: MH EVI Tudományos Könyvtár. In: *Honvédkórház kórház történet : 1899-1999 : jubileumi emlékkönyv.* Honvéd Vezérkar Egészségügyi Csoportfőnökség, Bp., 1999. 197-201.
- [6] 1953. évi 122. sz. kórházparancsnoki napiparancs. Bp., 1953. május 28. HL. MN. 1953. MN. Központi Kórház. 102/03.
- [7] 06739/Htpszf. M.o.-1952. Bp., 1952. december 26. HL. X. 5. 1952/T. Honvéd Központi Kórház.
- [8] 0300/1953. Bp., 1953. május 23. HL. MN. 1953/T. MN. Központi Kórház.
- [9] 284. számú kórházparancsnoki napiparancs. Bp., 1948. december 11. HL. X. 5. 1948. Honvéd Központi Kórház.
- [10] 1953. évi 97. sz. kórházparancsnoki napiparancs. Bp., 1953. április 27. HL. MN. 1953. MN. Központi Kórház. 102/03.
- [11] 1951. évi 070. sz. titkos kórházparancsnoksági parancs. Bp., 1951. november 8. HL. MN. 1967/T. Központi Kórház.
- [12] 1953. évi 171. sz. kórházparancsnoki napiparancs. Bp., 1953. július 25. HL. MN. 1953. MN. Központi Kórház. 102/03.
- [13] Kivonat a Magyar Népköztársaság honvédelmi miniszterhelyettesének 01610 számú parancsából. Bp., 1953. november 12. HL. XIII. MN. 1953/T. Honvéd Egészségügyi Tudományos Kutató Intézet.
- [14] 1952. évi 121. sz. kórházparancsnoki napiparancs. Bp., 1952. május 24. HL. MN. 1952. MN. Központi Kórház. 102/03.
- [15] HM Egészségügyi Csoportfőnökség 0157/1956. Bp., 1956. április 19. HL. MN. 1956/T. Központi Kórház.

REFERÁTUM

**Valerie E. Martindale, PhD., CAsP, FAsMA: The gene therapy frontier
in Aerospace medicine**

(A génterápia határai a Repülő és Űrorvostanban)

Aerospace Medicine and Human Performance, 88/2017, 1059-1059.

A betegségek kezelésének egy olyan mezsgyéjén állunk, mint ami a védőoltások-, vagy az antibiotikum terápia bevezetése volt. 2017 októberében az FDA jóváhagyta a 2. génterápiás kezelést – mindössze 7 héttel az első jóváhagyása után- és tanácsadó testülete máris egyhangúlag jóváhagyásra terjesztett fel egy harmadikat.

Európában az első génterápiás kezelés 2012-ben került jóváhagyásra, majd a 2. 2016-ban. Mindkettő egy-egy olyan 1-génes öröklődésű betegség kezelésére, melyben nem működő gént cserélnek le működővel.

Az Amerikai Egyesült Államokban most engedélyezett 2 génterápiás kezelés a vérrákok kezelésére szolgál. Ez az USA-ban az első génterápiás kezelés egygénes öröklődő betegségre.

A Gene Therapy Net (Génterápiás Hálózat) jelenleg több mint 100 klinikai kísérletet kísér figyelemmel, és több mint 2400-at tart nyilván 1989-óta.

A génszerkesztés szabályozhatóságának lenyűgöző fejlődése-, valamint a kezelések engedélyezése kapcsán várható a génterápiás kutatások számának gyors emelkedése.

Lesz a génterápiának repülő- és űrorvosi következménye?

1. Lesznek olyanok, akik repülhetnek (és még számos más dolgot is megtehetnek majd), míg korábban az örökletes genetikai problémájuk miatt nem kaptak egészségügyi engedélyt. **A legtöbb – ha nem is minden esetben – az eredeti hibás gén és annak termékei továbbra is jelen lesznek az egyénben. Így továbbra is repülőorvosi megfontolás tárgyát képezhetik.**

Például a **sarlósejtes vérszegénység** génterápiája esetén a vad genotípus lévén képződhet elég egészséges HGB, hogy megfelelő mennyiségű oxigént szállítson, de lehetséges, hogy a hypoxiára történő válaszreakcióban megjelennek a sarlósejtek is, ami mikrocirkulációs veszélyforrást jelenthet.

Minden egyes kezelés – az azt szükségessé tevő betegség lefolyása, és a hibás gén genotípusának penetranciája egyéni megfontolást igényel majd.

2. A hypoxia egy sor genetikai válaszreakciót indukál, melyet a Hypoxia-által indukálható faktor-1a (**HIF-1a**) közvetít. Néhány kísérlet megpróbálja kiaknázni a **szolid tumorok gyakorta hypoxiás természetét, hogy olyan genetikai konstrukciókat hozzanak létre, amit a hypoxia aktivál.** Egy ilyen genetikai konstrukció az elképzelések szerint szabadon kering-, csak ott fejt ki toxicitást, ahol a sejtek hypoxiás környezetben vannak az ilyen tumorok belsőjében.

Nagy magasságnak kitenni egy ilyen génnel kezelt embert potenciálisan pusztító következményekkel járna, mivel a magashegyi körülmények ugyanilyen hypoxiás miliőt hoznak létre és ekkor minden sejt hypoxiás.

3. Valószínű, hogy a **színvakság** is a génterápia célterülete lesz. Míg a mókus-majom kísérletek meggyőzőek a szín diszkrimináció tekintetében, ötletünk sincs, hogy a természetes és a génterápiával módosított színlátás esetében **hogyan változnak** a fényérzékenység, a felbontás, a fényintenzitás, mozgás- és a **színérzékelés pszichofizikájának egyéb aspektusai és miképp reagálnak a repülés közbeni igényekre.**

Bizonyos értelemben ezen dolgok egyike sem újdonság, mivel a repülő és űrorvostan mindig is „személyre szabott” medicina volt, amely az egyéni teljesítményt és az adott foglalkozás igényeit veszi figyelembe. Megnyugtató tudni, hogy ez az alapelv nem fog változni, de **lesznek meglepetések és ezért érdemes most figyelemmel kísérni.**

Referálta: Dr Guth-Orji Ágnes őrnagy

SZERZŐINK FIGYELMÉBE!

A HONVÉDORVOS Szerkesztősége a cikk elkészítésénél az alábbi szerkesztési, megjelenítési formátum figyelembevételét kéri:

Munkahely megnevezése / Dolgozat címe / Szerző(k) neve (katonai és tudományos fokozat megjelölésével)
Kulcsszavak (5–6 db) feltüntetése – magyar és angol nyelven. **Összefoglalás (8–10 sor)** – magyar és angol nyelven. **Irodalmi hivatkozások (a cikk végén):** számozott, külön sorban történő felsorolás, lehetőleg ABC-sorrendben, folyóirat esetén: a cikk megjelenésének évszámával, kötetszámával és oldalszámával, könyv idézésekor: az évszám és kiadó megjelölésével. Szöveg közben az irodalmi hivatkozási számokat szögletes zárójelben kérjük feltüntetni. **Egyéb:** más szerzőktől átvett idézetek, ábrák stb. engedélyeztetése a szerző feladata.

ANYAG LEADÁSA

A HONVÉDORVOS Szerkesztősége címére **1 példányban + e-mailben** is.

(1134 Budapest, Róbert Károly krt. 44. – e-mail: mh.ek.tudomanyoskonyvtar@hm.gov.hu)

A nyomdai munka megkönnyítése, egységes formátum kialakítása érdekében az alábbiak betartását kérjük:

Formátum: DOC, XLS

Korrekktúrázott szöveg, csak fekete szöveget tartalmazzon.

Szövegnél aláhúzást ne alkalmazzanak (helyette dőlt v. félkövér betűt stb.). Az **ábrákat és táblázatokat** a cikk végéhez kérjük csatolni (szöveg közbeni helyüket zárójelben kérjük feltüntetni).

Ábráknál és táblázatok méretezésénél kérjük figyelembe venni az alábbi méreteket:

Hasábszélesség: 62 mm, oldalszélesség: 130 mm, oldalmagasság: 205 mm (a nagyítás minőségromlást von maga után).

Formátum (színes képek esetén): JPG, TIF, EPS

A képek (ábrák) ne legyenek 300 dpi felbontásnál kisebb méretűek. A képen (ábrán) lévő szöveg nem javítható. A színes képek CMYK vagy RGB színrendszerben adhatók meg. A képek méreténél a fenti hasábszélességek veendő figyelembe.

Egyéb tudnivalók

A fájlnevek ne tartalmazzanak ékezetet, max. 12 karakteresek legyenek és utaljanak az anyag címére. A vonalak vastagsága min. 0,25 pt legyen.

A dolgozat végén kérjük feltüntetni az első szerző postai címét a különlenyomat küldésének megkönnyítése céljából.

Felhívjuk a Honvédorvos Tisztelt Olvasóinak és Szerzőinek figyelmét, hogy folyóiratunk kurrens és archív számai a 2010-es évfolyamtól kezdődően most már a Magyar Honvédség Egészségügyi Központ honlapja (http://www.honvedkorhaz.hu/mh_egeszsegugyi_kozpont/honvedorvos) mellett megtalálható a Magyar Tudományos Akadémia Könyvtár és Információs Központ által gondozott REAL-J elnevezésű repozitóriumban, teljesszöveges folyóirat-adatbázisban (<http://real-j.mtak.hu/>). Utóbbi forrásban megtörtént kiadványunk visszamenőleges digitalizálása egészen a 2000. évi LII. évfolyamig és ehhez kötődően a Honvédorvos 2000–2012-es évfolyamai elérhetők a könyvtárak széles körében rendelkezésre álló Arcanum Digitális Tudománytárban (https://adtpus.arcanum.hu/hu/collection/MTA_Honvedorvos/) is.

Nagy jelentősége van annak, hogy a Honvédorvos a Magyar Tudományos Akadémiához (és Könyvtárához) kötődő fontos tudományos szövegtárban archiválásra kerül, ezzel együtt a szaklapban lehozott írások könyvészeti adatai pedig automatikusan az MTMT-ben (Magyar Tudományos Művek Tára) is megjelennek majd.

A folyóirat modernizálásának másik nagy lépése, hogy a közölt publikációk nemzetközi szintén való vizibilitásának alapjaként a REAL-J-ben való feltöltéssel együtt a közlemények DOI-t (Digital Object Identifier), nemzetközi elektronikus forrásazonosítót kapnak. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy az irodalomkeresés során kapott találatok DOI-jára (tulajdonképpen „link”-jére) kattintva az illető tartalom azonnal megjeleníthető. A rendszerhez már a legtöbb jelentős külföldi és hazai szakfolyóirat csatlakozott, így Crossref szolgáltatással összekötött DOI-k mentén a közlemények közötti hivatkozási kapcsolatok is láthatók lesznek. Ezért tisztelettel kérjük lapunk jelenlegi és jövőbeli szerzőit, hogy közleményeik citációiban – amennyiben van – a hivatkozott írás DOI-ját is adják meg.