

Dr. Szabó Sándor András¹

A NATO REPÜLŐORVOSI HARMONIZÁCIÓS TÖREKVÉSEI A HADMŰVELETI TAPASZTALATOK ÉS A REPÜLÉSBIZTONSÁGI ADATOK TÜKRÉBEN

**Kulcsszavak: pilótahiba, repülésélettani stresszorok, időkényszer, letiltások, Egységes
Védelmi Előírások (STANAG-ek)**

BEVEZETÉS

A repülésbiztonság hosszútávú alakulásában - a repülőműszaki tudományok innovatív támogatása és az előrehaladó pilótaképzés, a repteknika szisztematikus elsajátítása mellett – napjainkban meghatározó tényezővé vált a repülőalkalmasság egészségügyi elbírálásának magas szintje, mind a kiválogatás, mind a rendszerben tartás során, az évente esedékes repülőorvosi vizsgálatok alkalmával. Ennek oka az, hogy a repülés „alrendszerei” közül a humán tényező az, amely napjainkban a leginkább esendővé vált, a modern harci technika irányításában, kezelésében, és a katonai feladat végrehajtásában leginkább korlátozó tényező lehet. Ez vonatkozik a repülés okozta fizikai-élettani kihívásokra és a mentális-pszichés megterhelésekre is: például a sárkányszerkezet, a strukturális elemek túlterheléssel szembeni ellenálló képessége könnyebben, nagyobbra tervezhető új kompozit anyagok felhasználásával, ugyanakkor az emberi gyorsulástűrő képesség limitált marad; magassági védőfelszerelés nélkül az átlagosan 9 G-t (a testsúly 9 szeresét jelentő túlterhelést!) 15 másodperc időtartamnál hosszabban nem haladhatja meg, az eszméletvesztés kockázata nélkül.

A ma és a közeljövő (4. és 5. generációs) vadászgépeinek technikai paramétereit megismerve állíthatjuk, hogy az „ember-gép-környezet” dinamikus rendszerében a pilóta a leggyengébb láncszem. Ezt igazolják a repülésbiztonsági statisztikák is: míg a motoros repülés első 50 évében a technikai hibák, a technológiai hiányosságok játszották a vezető szerepet a légi katasztrófák kialakulásában, addig a második 50 év az emberi tényező előtérbe kerülését hozta ezen a téren. (Az Amerikai Egyesült Államokban a közforgalmi repülésben jelenleg mintegy 70 %-ra teszik az emberi hibát is magában foglaló katasztrófák arányát. Az Amerikai Repülőorvosi Társaságot ez a felismerés indította arra, hogy a polgári „általános repülésben” is az emberi tényező szerepére a civil pilótákat oktassák, kapjanak kiképzést a repülési jogosítvány megszerzése előtt.²) [31]

¹ MH Honvéd Egészségügyi Központ, Repülőorvosi-, Egészségvizsgáló és Kutató Intézet, Kecskemét sasi19620@gmail.com

² AsMA Amerikai Repülő- és Űrorvosi Társaság 96-3 határozata „Az emberi tényezők oktatásáról”. www.asma.org/publications/toc_compendium

Amit felismertek a polgári repülésben, természetesen megnyilvánul a katonai repülésben is. A NATO mint nemzetközi szervezet megalakulása óta nagymértékben épít a nemzeti légierők tapasztalataira, mint Szövetség kiaknázza a repülőegészségügy speciális Légi Művelet Támogató (Air Operation Support) képességét, amelyre szükség is van. A Légierő potenciális szerepvállalása a jövőben új területekkel bővíthet: csapásmérő ereje fokozódhat, mely az Élőerő (a pilóta és repülőszemélyzet) fokozott védelmét és harcképességének fenntartását indokolja. Légi szállító eszközei révén a stratégiai (akár egylépcsős) légi egészségügyi kiürítésben játszott szerepe elmélyülhet. Természetesen ez megköveteli a légierő személyzeti és technikai feltételrendszer, az eljárásrendek egységes elvek szerinti kialakítását a repülőegészségügy területén is. A jogszabályi harmonizáció nem öncélú: jelentős megtakarítást eredményezhet a befektetett energiában, pénzben, időben. A közös egészségügyi adatbázisok alkalmazása lehetővé teszi a fenyegető vagy újszerű repülőegészségügyi kockázatok elemzését, kezelését, ezzel a repülésbiztonság növelését és a pilóta rendszerben tartását hosszabb ideig.

Katonaorvosi tudományos oldalról ebben az RTO / AGARD³ játszik vezető, koordináló szerepet: a Humán Factor és Orvostudomány (Human Factor & Medicine) Panel vizsgálja a tagországok részéről érkező jelzések alapján a klinikai szakterületeken teendő lépéseket: ilyen például a gyógyszerelés lehetősége a szívérrendszeri kockázati tényezők csökkentésére illetve a mentális teljesítmény fokozására hosszútávú bevetések során. Ugyancsak vizsgálja a nemzeti repülőalkalmasság vizsgáló rendszerek egységesítését a „Különleges Elbírálással Alkalmas” minősítések elemzésével. De a repülésbiztonság szempontjából legfontosabb, hogy a baleseti adatokat elemzi, és összefüggést keres a repülésélettani stresszorok területén jelentkező új kihívásokkal, illetve keresi a technikai megelőzés lehetőségeit: ilyen a túlterhelés okozat eszméletvesztés megelőzése új típusú magassági védőfelszereléssel, anti-G ruhával, éjszakai látás segítő berendezés⁴ alkalmazásának repülőorvosi vizsgálata. Ez a Panel figyelemmel kíséri a klinikai orvostudomány legújabb tapasztalatait⁵, a repülőműszaki fejlesztések humán tényezőre gyakorolt hatását (elsősorban az információ túlterhelés területén).

Repülőorvosi standardizációs oldalról a Szövetség országainak nemzeti eljárásrendjeit (azaz a nemzeti repülőorvosi intézetek működési és kiképzési rendjét) az MCASB⁶ haderőnemi bizottság, illetve az alá rendelt AOSpWG⁷ koordinálja. Ennek van alárendelve a Repülőegészségügyi Panel⁸, amely ilyen szempontból egyedülálló az orvosi munkacsoportok, panelek sorában a NATO-n belül: míg a többi orvosi grémium a COMEDS (Chiefs of the Medical Services - Egészségügyi Szolgálatfőnök Bizottsága) közvetlen alárendeltségében működik, addig a Repülőegészségügyi Panel

³ Research and Technology Organization, azaz NATO Kutatási és Technológiai Szervezet

⁴ NVG: Night Vision Goggles – éjjellátó készülék

⁵ EBM Evidence Based Medicine, azaz Bizonyítékokon Alapuló Orvoslás szemlélete

⁶ Military Committee Air Standardisation Board, azaz a NATO Katonai Bizottsága alá rendelt Légügyi Standardizációs Bizottság

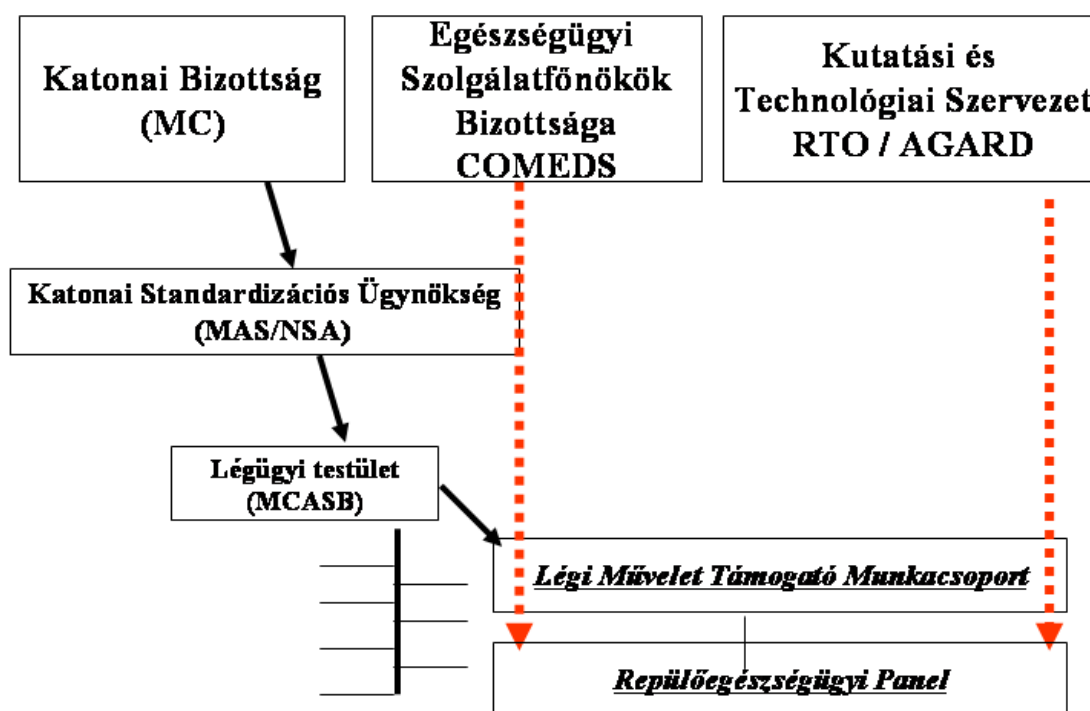
⁷ Air Operation Support Working Group (Légi Műveleteket Támogató Munkacsoport)

⁸ AMDP: Aeromedical Panel (Repülőorvosi Panel)

megtartotta szoros munkakapcsolatát (és ezzel gyors reagálóképességét a felmerülő problémákra) a repülőműszaki és repülésbiztonsági területekét felelős panelekkel és munkacsoportokkal.

Természetesen a COMEDS-nek van rátása és jogköre arra, hogy a repülőegészségügy operatív kérdéseiben (AirEVAC , azaz Légi Egészségügyi Kiürítés, Repülőegészségügyi Doktrína) előjáróként feladatot szabjon és ellenőrizzen: ez a **katonaorvosi szervezési oldal**. (1. ábra)

Jelen cikkben mindhárom – a katonaorvosi szervezési, a katonaorvosi tudományos és a repülőorvosi (standardizációs) oldal - legfrissebb tapasztalatait, kezdeményezéseit összegzem, a 2009. őszen lezajlott NATO konferenciák eredményei alapján.



1. ábra: A Repülőorvosi Panel helye a standardizációs hierarchiában

A STANDARDIZÁCIÓ ÁLTALÁNOS ELVEI

Az erők-eszközök egységes alkalmazhatóságának igénye a Szövetség lényegéből fakad. Ennek négy egymásra épülő szintje van, amely a tagországok részéről folyamatos kompromisszum keresést igényel;

- **Kompatibilitás:** A felszerelések, vagy anyagok azon képessége, hogy ugyanabban a rendszerben vagy környezetben, egymás kölcsönös zavarása nélkül létezzenek vagy működjenek.
- **Interoperabilitás:** A rendszerek, egységek, vagy erők azon képessége, hogy biztosítsák és/vagy elfogadják azokat a szolgáltatásokat, amelyek lehetővé teszik, hogy hatékonyan működjenek együtt.

- **Csereszabatoság** (vagyis kölcsönös kicserélhetőség): azon állapot, amikor két vagy több dolog olyan működési és fizikai jellegzetességekkel rendelkezik, hogy azok teljesítőképességében és tartósságában egyenértékűek, valamint egymással felcserélhetők.

- **Kommonalitás** (azaz egységesség): egyének, szervezetek, vagy nemzetek csoportjai által alkalmazott közös doktrínák, eljárások, felszerelések használata során valósul meg.

A Szövetség célja **legalább** az interoperabilitás szintjének elérése, távlati célként a teljes egységesség megvalósítása minél több területen. A Military Committee, (NATO Katonai Tanácsa) alá rendelt Standardizációs Bizottság felügyeli az egységesítési folyamatot és sokirányú kapcsolatot alakított ki a politikai szintekkel, a hasonló polgári szerveződési formákkal és létrehozta saját, haderőnemekre lebontott intézmény rendszerét. Az Észak Atlanti Tanács megalapította az NSA (NATO Standardizációs Ügynökség) szervezetét, mely összhaderőnemi és speciális haderőnemi Testületek (Board) alá rendelve Munkacsoportokat alakított ki az egyes technikai (materiális, azaz anyagi szintű), operatív (azaz műveleti-módszertani) és logisztikai, adminisztratív (szabályzat szintű) paraméterek egységesítésének végrehajtására. **Ezek felelősek valamennyi Egységes Védelmi Előírás (STANAG) és Szövetségi Publikáció (AP) fejlesztéséért.** ⁹

Ugyanakkor átfogóbb, magasparancsnoki (vagy akár katonapolitikai) szinten született irányelvek, doktrínák kidolgozott, részletes tervezetei is kaphatnak Standardizációs Egyezmény szerinti besorolást, a jogi folyamat egyértelmű végigvitele céljából. Ilyen például az MC 326/1.-2. számú dokumentum a NATO Katonai Bizottság részéről „A NATO egészségügyi biztosítás irányelvei és politikája” címmel, melynek alapján kidolgozott 4.10-es Szövetségi Közös Publikáció (AJP 4.10) a Szövetséges összhaderőnemi egészségbiztosítási doktrínáját részletezi, STANAG 2228 Egységes Védelmi Előírásként. Ennek elemzése, adaptálása a honi viszonyokra a Magyar Honvédség egészségügyi szolgálata számára kulcsfontosságú lépés volt.¹⁰ [25]

A REPÜLŐORVOSI STANDARDIZÁCIÓ FŐ IRÁNYAI

Az AMDP feladata a standardok kialakítása és gondozása a repülőorvostan területén, és ezzel a Szövetség rendelkezésére álló repülőerők, repülőeszközök hatékonyságának és biztonságos alkalmazásának növelése. Az évenkénti Panel ülések célja a munkacsoport által gondozott STANAG-ok (Standardization Agreements, Standardizációs Egyezmények, azaz Egységes Védelmi Előírások) áttekintése. A 3-5 éves akciótervben megfogalmazottak szerint elsőbbséget kell biztosítani a hajózállomány repülőorvosi egységes kiképzésének, a hajózárszemélyzet kölcsönös kicserélhetősége biztosításának és a Légi Kutató-Mentő Szolgálat, valamint a harcászati légi kiürítés repülőegészségügyi felszerelésének, létesítményrendszere kialakításának. Gyakrabban áttekintik és a

⁹ STANAG: Standardization Agreement, AP: Allied Publication

¹⁰ SVÉD, L.: A Magyar Honvédség egészségügyi biztosítása, elvének és gyakorlatának változásai, sajátosságai, különös tekintettel a haderő átalakításra, a NATO-ba történő integrálásra, a különböző fegyveres konfliktusok, valamint a békefenntartó, béketeremtő, és –támogató tevékenységre. PhD értekezés, 2003. ZMNE Hadtudományi Iskola, Budapest.

tudományos haladásnak, illetve a szükségleteknek megfelelően újratárgyalják a következő témákat: a hajózási kiképzése, repülési időtartamai és pihenési rezsime, a Kutató-mentő és MEDEVAC (Légi egészségügyi Kiürítés) Szolgálat repülőorvosi kiképzése, a repülőgép egészségügyi felszerelése, nagy túlterhelésekkel és G hatásokkal járó repülési környezet élettani hatásai, nukleáris robbanás okozta vaktság megelőzése, NBC fegyverek elleni védelem, nagymagasságú ejtőernyős ugrás során szükséges élettani védelem.

Mindez úgyis felfogható, mint az élőerő védelmének speciális, a repülési környezetre alkalmazott megjelenítése, az egyes harcos cselekvőképességének, speciális munkavégző képességének fenntartása a katonai repülésben, azt is figyelembe véve, hogy a légierő nem V. cikkely szerinti támogató-logisztikai misszióiban (például MEDEVAC Légi egészségügyi kiürítés, SAR Légi Kutató-Mentő Szolgálat) is a fenti elv maradéktalanul érvényesítendő. Az Egyezmények jelentős része a pilóta személyével, az ő védelmével és harcképességének fenntartásával foglalkozik, kisebb része pedig az általa szállított payload („hasznos teher”) optimális és hatékony célba juttatásával, ami lehet sebesültek, betegek légi egészségügyi kiürítése is.

Figyelembe véve a tudományos képzettség és a klinikai repülőorvosi tapasztalatok hasonlóságát az egyes nemzetek szakemberei között, összességében állítható: a módszertani, szakmai-elvi egyezmények jelentős részükben akár fenntartás nélkül ratifikálhatók. Az elvi alapok azonosak, a gyakorlat a hazai gyakorlattal összhangba hozható. A ratifikálás nem jelent mindig egyértelműen teljes végrehajtást, csak elvi egyetértést és a jövőre vonatkozó elkötelezettséget, vagy fenntartásokkal történő végrehajtást, vagy elfogadást konkrét gyakorlati végrehajtás nélkül is. A technikai, materiális jellegű STANAG-ek esetében ugyanakkor sok függ a Gripen program folyamatában megvalósuló és a NATO kötelezettségvállalásokhoz biztosítandó tárgyi-technikai feltételektől és a hozzákapcsolódó kiképzési lehetőségektől.

PILÓTAHIBA

Az orvostudomány alapelve – mely szerint a megelőzés (népegészségügyi szinten) hatékonyabb, mint az egyedi esetben a gyógyítás – szinte változatlan formában érvényes a repülésbiztonság területén. Jobb a repülésre veszélyes problémákat proaktívan kezelni és elkerülni, mint a bekövetkezett katasztrófa, repülőbaleset után a kivizsgálás folyamán rögzíteni, „mit kellett volna másképpen csinálni?” (Természetesen erre is szükség lehet, ez is integráns része az általános repülésbiztonságnak, csak ebben a fázisban már összehasonlíthatatlanul nagyobb a bekövetkezett veszteség emberéletben és anyagi költségekben.)

A katasztrófahelyzet előtti pillanatokban a pilóta cselekvése, adekvát cselekvőképessége perdöntő, utolsó láncszem lehet egy folyamatban, melynek sok láncszeme gyakran csak utólag rekonstruálható, nagy kihívást jelentve a repülőorvos és a repülésbiztonsággal foglalkozó más szakemberek számára.

Ilyenkor joggal tehető fel a kérdés: a pilóta a leggyengébb (vagy csak a legutolsó?) láncszem a hibafolyamatban?

A repülés rendszerelméleti szempontból számos alrendszer kombinált, térben és időben összerendezett folyamatos működését feltételezi, amelybe beletartoznak technikai komponensek éppúgy (pl. avionika, hajtómű rendszer épsége), mint külső tényezők (meteorológiai viszonyok). Így tekintve a repülés végrehajtó alanya, a pilóta is "csak" egy alrendszer, a maga inherens, belsőleg meghatározott "meghibásodási arányával", legyen szó akár hirtelen egészségi állapotromlásról (ezzel a klinikai repülőorvostan foglalkozik, például a leszállás közben bekövetkező szívinfartus valószínűségének értékelése), akár a hibáról, mint az aktuális szellemi teljesítmény elégtelenségéről. Az egész repülés során, de különösen vészhelyzetben érvényesül a pilótamunka pszichés szempontból legnagyobb stresszt és kihívást jelentő jellemzője, az **időkényszer** és az ebből fakadó beszűkült, lerövidült döntéshozatali folyamat, amely egyfajta folyamatos vészhelyzet „menedzselést”, az alternatívák közül a legkisebb rosszat, veszélyt jelentő megoldási módozat kiválasztását jelenti, gyakran csak a tudatalattiban, az automatizmusok szintjén, a korábban felhalmozott repülési tapasztalatok birtokában.

Az Egyesült Királyságban a katonai repülésben összesen 80% körül van a humán tényezőt, vagyis az emberi hibát involváló baleseti arány.¹¹ [6] Ebből 40% , ahol elsődleges vagy kizárólagos a légi személyzet hibája, 17%, ahol erősen valószínű a pilóta hiba oki szerepe a balesethez vezető folyamatban.¹² Amerikai statisztikák szerint „A” osztályú (súlyos vagy halálos) F-16-os balesetekben a pilóta oki szerepe összességében 55 %-ban volt igazolható, ezek 30 %-ban a figyelem beszűkülése és a térbeli tájékozódóképesség elvesztése biztosan szerepet játszott. Ha azonban a fatális kimenetelt tekintjük (19 év alatt 190 repülőesemény alapján, a balesetek 27 %-ában valamelyik pilóta meg is halt), akkor a fatális esetek 97 %-ban volt igazolható a humán tévedés szerepe!¹³ [11] Ennek oka az, hogy míg a technika megbízhatósága gyors ütemben növekedett (precíziós avionika, modern kompozit anyagok, biztonsági és tartalék repülőműszaki, navigációs-elektronikai és hajtómű rendszerek), addig a repülés alanya, a pilóta alapvetően ugyanazokkal a szubjektív teljesítménykorlátokkal repül, redundanciája nem változott. Ahogy az HFACS¹⁴ rendszer kidolgozói megfogalmazták: „Az ember természeténél fogva hajlamos a hibára; ésszerűtlen hibamentes teljesítményt várni tőle.”¹⁵ [22]

¹¹ ERNSTING, J. (Ed.): Aviation Medicine Oxford, Butterworth-Heinemann, 2000, 3. Kiadás, p. 599.

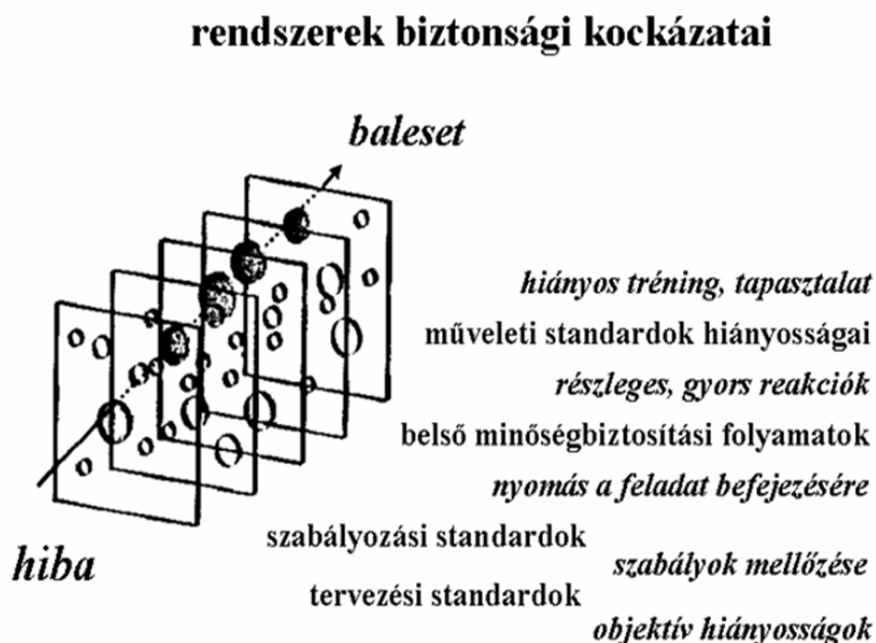
¹² DAVMED: Repülőorvosi Diploma tanfolyam, Pszichológiai szekció DERA, Farnborough, 1999.

¹³ KNAPP, C.J., JOHNSON, R. : F-16 Class A mishaps in the U.S. Air Force, 1975 - 93. Aviat Space Environ Med 1996., 67., p. 777-783.

¹⁴ Human Factor Analysis and Classification System: Emberi hiba Elemzési és Osztályozási Rendszere

¹⁵ SHAPPELL, S. A., WIEGMANN, D. A. (1997). A human error approach to accident investigation: The taxonomy of unsafe operations. International Journal of Aviation Psychology, 7 (4), 269-291. 1997

A baleset - és ez az utólagos katasztrófa elemzések során egyértelműen látható - nem a pillanat műve, több tényező, történés együttes és fatális egymás utánisága hozza létre a kritikus helyzetet, vagyis **dinamikus folyamat**. Ezt a Reason-féle "sajtmodel" szemlélteti: mint a sajtszeleteken a lyukaknak egy egyenesbe kell esni ahhoz, hogy átlássunk rajtuk, úgy az önmagukban ártatlan kis eltérések is felfűzhetők egy eseményláncra, amely a balesethez vezet.¹⁶ [19] A pilóta lehet elindítója illetve máskor passzív elszenvedője az eseményeknek, de gyakran hibás vészhelyzeti tevékenységével ő is rásegít tőle független hiba források realizálódásához, a lánc tovább haladásához. **(2. ábra)** A légijármű parancsnokaként vagy a repülési szabályzatok megalkotójaként közvetlen jogi felelőssége lehet a szabályzatokban rögzítettektől való eltérésért.¹⁷ [4]



2. ábra: A hibafolyamat sajtmodelje (James Reason „Swiss Cheese Model”)

Bár a képi illusztráció a linearitást, a dolgok egymásutániságát és egy hibafolyamatra történő felfűzését demonstrálja, az angol repülőorvosi szakirodalom térképszerűen inkább az aktuális hiba típusokról és a nekik hátteret biztosító, hosszabb távon ható jellemzők tartományairól, a doménekről beszél, melyek mindegyikében külön-külön azonosítható az emberi hibakomponens.¹⁸ [2] **(3. ábra)**

Hiba típusok

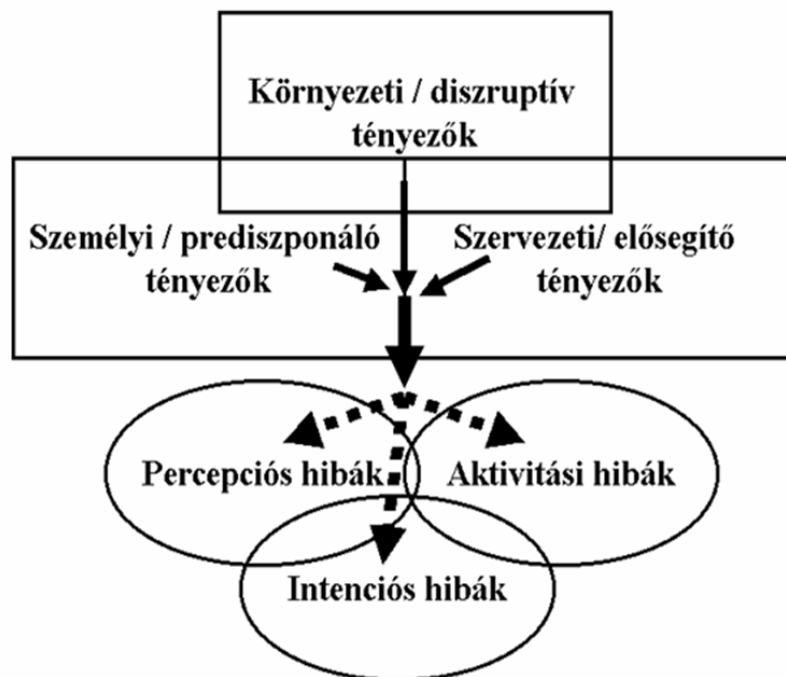
Az első nagy csoport a percepciós vagy észlelési hibák csoportja: egy fontos információt a pilóta nem észlel vagy félreértelmez. Ennek lehet oka a percepciós folyamat időbelisége, az észlelés élettani

¹⁶ REASON, J.: Human error: models and management. British Medical Journal 2000., 320., (7237) p. 768–770.

¹⁷ DUDÁS, Z.: Repülésbiztonsági kockázat, repülésbiztonsági felelősség. www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2009/cikkek/Dudas_Zoltan.pdf

¹⁸ CHAPPELOW, J.W.: Error and accidents. In Ernsting, J. (Ed.): Aviation Medicine Oxford, Butterworth-Heinemann, 2000, 3. Kiadás, p. 599.

korlátja, pl. nagy sebességgel szemből közeledő repülőgépek esetében a légi összeütközés veszélye áll fenn, mert az egyszerű reakcióidőnél is rövidebb idő áll csak rendelkezésre az észleléshez és esetleges cselekvéshez.



3. ábra: Hiba típusok és háttér tartományok

A vizuális illúziók, a térbeli dezorientáció a félreértelmezés tipikus példái: pl. földi fények tükröződése inverziós légrétegen becsapja a pilótát, a szemének hisz és hibás útvonalat, magasságot választ, vagy ferde felhőalaphoz igazítja a gépét, és így magasságot veszít, ahelyett, hogy vízszintben repülne. A térbeli dezorientációt erős stressz is kísérheti (a pilótában tudatosul, hogy valami nincs rendben, és a konfliktusos érzetek miatt feszült, ideges), vagy teljes egészében a fals érzeteket és információkat követi, tájékozódó képességét elveszíti és aszerint cselekszik - rosszul. Mind a kettőnél igen gyakori a CFIT¹⁹, főleg rossz időjárási körülmények közé történő berepülés során, ha nincs a földközelséget jelző automata riasztó rendszer.²⁰ [27]

A második nagy emberi hiba csoport a szándék, az intenció hibái: a pilóta által megformált repülési terv, illetve annak adott repülési helyzetben megvalósítandó részlete kockázatot hordoz magában, mert ütközik a repülési körülményekkel. A pilóta szándékosan is megszegheti durván a szabályokat, vagy félreérti a helyzetet, illetve félreértelmezi a szabályokat, amelyek az adott helyzetben irányadóak kell hogy legyenek.

A harmadik nagy emberi hibacsoport a kivitelezés, a tényleges tevékenység hibája: a megfelelő terv rossz végrehajtása okozza a bajt. Egyszerű kihagyások egy összetett, egymásra épülő

¹⁹ Controlled Flight into terrain, kontrollált földnek repülés

²⁰ THOMAS, T.K., et al.: Controlled Flight into Terrain Accidents Among Commuter and Air Taxi Operators in Alaska. Aviat Space Environ Med 2000., 71., p. 1098-1103.

cselekvéssorban bajt okozhatnak, pl. ha a leszállási esemény láncolatban, a checklist (utasításlista) felolvasásakor kimarad valami, a tett nem követi a szót, vagyis a parancssort. Például a pilóta nem engedi ki a futóművet, vagy a futómű kiengedése helyett a katonai gép pilótája a póttartályt dobja le, mert a másik géptípuson megszokott helyen levő kezelőszervet (gombot vagy kapcsolót) összekeveri.

A pilótamunka pszichés szempontból legnagyobb stresszt és kihívást jelentő jellemzője az **időkényszer**: lelassulhat a mozgás, mint válaszreakció, vagy éppen ellenkezőleg, kapkodóvá és összerendezetlenné válik, mindkettő veszélyes.

Háttér tényezők

Kibernetikai - rendszerelméleti oldalról tovább elemezve a hibafolyamatot, az utolsó (az esetleges katasztrófa előtti) pillanatban a humán tényező mindig is főszereplő marad, a fenti hibák másodperceken belül az adekvát repülési tevékenység szünetéhez vezetnek. Ugyanakkor mind a pilóta, mint ember, mind a környezet, mint stressz forrás, mind a szervezet, mint működési keret rejthet olyan tényezőket, amelyek ezt megelőzően **hosszabb** távon létezhetnek és befolyásolhatják az egyéni vészhelyzeti teljesítményt.

E háttér domének közül az emberi tulajdonságok predisponáló, hajlamosító tényezők. Lehetnek abszolút individuálisak: a személyiség, a rátermettség, a motiváció, a vészhelyzeti stressztűrő képesség (ezek repülőalkalmasság szempontjából történő megítélése a pszichológia feladata), és az aktuális mentális teljesítmény és éberség, amelyet a speciális környezeti (repülésélettani) stresszorok befolyásolnak. Vezető szerepben az oxigénhiány, a gyorsulás és a dezorientáció, háttértényezőként a zaj, vibráció esetleg a kifáradás, vércukorszint csökkenés, alkoholos, illetve gyógyszerezett állapot említhető meg.

A környezeti stresszorok szituatív jellegűek, helyzet és feladat függő módon befolyásolják a teljesítményt, alkalmanként diszruptív - kiszakító jelleggel, akár teljes cselekvőképtelenséget okozva. A **repülésélettani stresszorok**, például az oxigénhiány, a túlterhelés ilyen obligát módon rontják a pszichés teljesítményt. A fej-far irányú túlterhelés okozta agyi vérátáramlás csökkenés eszméletvesztést (G-LOC²¹) okoz, mely álmokközeli hallucinációkkal, érzékszálódásokkal, halálközeli élményekkel társul. Amerikai tapasztalatok szerint az 1990-es évek elején jelentős különbség alakult ki a US NAVY Haditengerészeti légierő és a USAF Légierő repült típusain, és a kiképzőgépen repülő növendékek G-LOC gyakorisága között: az eltérő kiképzőgép, centrifuga használat és az előrehaladó kiképzés különbsége miatt sokkal gyakoribb volt a Légierő fiatal pilótái között az eszméletvesztéssel járó incidens (bár a tapasztalt oktató jelenléte természetesen a végzetes kimenetelt általában megelőzte).²² 20 év G-LOC eseteit feldolgozva pedig azt találták, hogy a 29 halálos kimenetel közül a

²¹ G-LOC: Loss of Consciousness: Túlterhelés okozta eszméletvesztés.

²² NATO Repülőorvosi Munkacsoport ülése, 2002. Brüsszel, amerikai előadás.

földi célok ellen támadó harci (együlési) gépek pilótái esetében volt a legnagyobb a fatális kimenetelű G-LOC aránya (73 %).²³ [14]

A Typhoon/Eurofighter rendszerbe állítása miatt a Brit Királyi Légierő is felmérte a G-LOC előfordulási gyakoriságát; a pilóták 20,1 %-ánál legalább egyszer előfordult, nagyobb arányban a kiképzés alatt állóknál (kiképzőgépeken 77,4 %-nál,) és az alacsony repült óraszámnál (64 %, 100 repült óra alatt). A tipikus G-LOC nem túl magas, 5-5,9 Gz túlterhelési tartományban következett be, a push-pull manőverek (a botkormány gyors előre-hátramozgásával keltett pozitív és negatív, de vektoriálisan összeadó túlterhelések és következményes szívérrendszeri reflexek okozta vérnyomás és pulzus ingadozások) 31,3 %-ában.²⁴ [8]

Az oxigénhiány is jelentős pszichés változásokkal, tudatállapot romlással jár, ami éles repülési helyzetben még mindig vészhelyzetet jelent, bár a katasztrófák abszolút száma csökkent. Például az Amerikai Haditengerészet 1941 óta használ barokamrai hypoxiás edzést, mégis 2001 óta 3 halálos hypoxiás esetük volt, pedig a maszk pozícióban volt az arcon, csak az oxigénrendszer nem működött. 1991-2002 között pedig 9 esetben fordult elő hypoxiás rosszullét „mask-on” (arcon) helyzetben, mert a fedélzeti oxigén generátor nem működött Hornet harci gépeken.²⁵ [1]

Biztonságos körülmények között barokamrában szemléltethető a kognitív szellemi teljesítményromlás: a jól begyakorolt kézírás olvashatatlanná válik, mérhetjük az érzékszervi teljesítmény romlását (látóélesség csökkenését, látótér beszűkülést), a hosszabbá váló reakcióidőket, a két-kéz koordináció változását. A Magyar Honvédség 59. Szengyörgyi Dezső Repülő Bázis Gripen századánál berepülő pilóták 2008-ban 4 alkalommal észlelték az amerikaihoz hasonló, nagymagasságú (13 000 méter fölötti dehermetizáció kapcsán jelentkező) oxigénhiányt, de időben és hatékonyan le tudták reagálni a vészhelyzetet, ebben a barokamrai edzés számukra egyértelműen hasznos volt.²⁶

Korábban a civil pilóták között mérték, hogy 8000 láb (2600 méter) fölötti magasságokban jelentősen romlik a helikopter vezetők új feladat végrehajtására való képessége, 8-12000 láb között csökken a megközelítési-leszállási művelet hibátlan végrehajtása.²⁷ [15] De a hypoxia „csendes gyilkos” minősítését sajnos a katonai műveletek során még ma is igazolja! **Akár 10000 láb alatt** (3300 méter körüli magasságig), fizikai aktivitással párosulva a hypoxia tünetei jelentkezhetnek: számolási hibák, zavartság, szédülés léphet fel.²⁸ [23] 10-14000 láb között Apache 64-D harci helikopterek pilótái 70 %-ban tapasztalták az oxigénhiány ilyen teljesítmény rontó hatását. Egy

²³ LYONS, T. J., KRAFT, N., COPLEY, B., : Analysis of mission and aircraft factors in G-induced loss of consciousness in the USAF: 1982-2002. Aviat Space Environ Med, 2004., 75., p. 479-481.

²⁴ GREEN, N.D.C., FORD, S.A.: G induced loss of consciousness. Retrospective survey results from 2259 military aircrew. Aviat Space Environ Med 2006., 77., p. 619-623.

²⁵ ARTINO, A.R., FOLGA, R.V., SWAN, B.D.: Mask-on hypoxia training for tactical jet aviators. Aviat Space Environ Med 2006., 77., p. 857-863. www.safetycenter.navy.mil/media/approach/issues/mayjun05/pdfHypoxiaIntheHornet.pdf

²⁶ 2009-ben megtartott bázisszintű Repülésbiztonsági Konferencia jelentése alapján.

²⁷ NESTHUS, T.E., RUSH, L. L., WREGGIT, S. S. (United States. Office of Aviation Medicine. & Civil Aeromedical Institute). Effects of mild hypoxia on pilot performance at general aviation altitudes DOT/FAA/AM-97/9. 1997. <http://purl.access.gpo.gov/GPO/LPS84887>

²⁸ SMITH, A. M. (2005). Hypoxia symptoms reported during helicopter operations below 10,000 ft: a retrospective survey. Aviation, Space, and Environmental Medicine, 76, 794-799.

Afganisztáni hadműveletben (Operation ISAF ANACONDA) harci helikopterek 700 méteres tengerszint fölötti magasságból indulva 2000-3500 méter közötti magasságban támadtak célpontokat: a gyors bevetéssel párosuló fizikai aktivitás, a rossz időjárási körülmények miatt a kórházi felvételt indokló állapotromlás 12 %-ában a magashegyi betegség tünetei domináltak.²⁹ [21]

Korábban felmerült, hogy MEDEVAC küldetések során a hypobaria-hypoxia ronthatja a keringést, hozzájárulhat a vizenyő és izomelhalás fokozódásához a sérült végtagban.³⁰ [20] A NATO Egységes Védelmi Előírásban (STANAG 3204 Légi egészségügyi kiürítés témakörében) limitáló, a merevszárný repülőeszközön történő kiürítést akár ellenjavalló tényező a csökkent vérsűrűség (haematokrit) például vérvesztés miatt, hiszen ilyenkor az anemiás (vérszegénység miatti) és hypobáriás (légnomás csökkenés miatti) hypoxia kedvezőtlen hatása összeadódik.

A hypobáriás hypoxia hosszabb idő alatt a magashegyi hadműveletekben résztvevő csapatok általános harcképességét is nagymértékben befolyásolja; minél rövidebb idő alatt minél magasabbra kell feljutniuk és fizikai erőt kifejteniük, annál súlyosabb formájában jelentkezik a magashegyi betegség tüdő- illetve agyvizenyővel járó formája. Ezt a veszélyt, ennek kezelést, megelőzését az AMedP-14 NATO Szövetségi Publikáció - „*Klimatikus és környezeti tényezők által okozott sérülések megelőzése és kezelése*”-STANAG 2458 - részletesen tárgyalja. [32] (4. ábra)

Összetettebb a térbeli dezorientáció hatása a hiba mechanizmusában: a tájékozódóképesség teljes elvesztése közvetlenül is balesethez vezethet (I. hiba), vagy „csak” dezorientációs stresszt okoz, ami lelassítja, széttördeli a pilótamunkát (II. típusú hiba). Az USAF felmérése szerint 1990-2004 között a repülőbalesetek 11 %-a volt visszavezethető térbeli dezorientációra (ez 2,9 eset/1 millió bevetés), ennek 69 %-a volt végzetes kimenetelű, főleg támadó harcigépeken és helikoptereken. Az éjszakai eseteket elemezve 23 %-kal volt magasabb a lezuhanás, katasztrófa aránya.³¹ [13]

Különösen kritikus lehet az éjszakai bevetés NVG alkalmazása mellett. 2006-2008 között az Amerikai Hadsereg (US Army) szervezeti kötelékében 87! „A” osztályú végzetes repülőbaleset volt („B” osztályú, kevésbé súlyos 124 eset, „C” osztályú 417 eset) térbeli dezorientáció miatt, az esetek 43 %-ában a baleset az Éjjellátó készülék (NVG) alkalmazásával volt összefüggésben.³² [10] Különösen gyakori, hogy sivatagi körülmények között a leszállás során felkavart por okoz látási – tájékozódási nehézséget: ez a „brown-out” vagy „minden barna” jelenség, mely 1991 óta 230 repülőgép balesethez/sérüléshez vezetett az amerikai szárazföldi haderőnem repülő alakulatainál. (Ezen belül 2002-2005 között 41 repülőgépet veszítettek, 80 %-ot leszállási manőver közben). Az Egyesült Királyság légierije 2000-2007 között 16 repülőgépet veszített ugyanilyen okok miatt.³³ [29]

²⁹ RÖDIG, E.: 2nd Flight Physiology USER MEETING Zágráb, 2009. szeptember 04-06. (előadás)

³⁰ RITENOUR, A.E., CHRISTY R.J. ET AL.: The Effect of a Hypobaric, Hypoxic Environment on Acute Skeletal Muscle Edema after Ischemia-Reperfusion Injury in Rats. Journal of Surgical Research. Online 2009. május 3. óta.

³¹ LYONS, T.J., ERCOLINE, W., O'TOOLE, K.: Aircraft and related factors in crashes involving spatial disorientation: 15 years of USAF data. Aviat Space Environ Med 2006. 77. p. 720-723.

³² JOHNSON, C.W.: 2nd Flight Physiology USER MEETING Zágráb, 2009. szeptember 04-06 (Vine, D.C előadása, AMST)

³³ VINE, D.C.: 2nd Flight Physiology USER MEETING Zágráb, 2009. szeptember 04-06 (Vine, D.C előadása, AMST)

Magashegyi betegség

**szervi (agy, tüdő) vizenyők és funkcióképtelenség
kialakulása a magassági tartomány függvényében**

**< 24 óra alatt 1 800 - 2 500 méter közötti magassági
tartomány: 10-20 % - nál enyhe tünetek**

**< 24 óra alatt 3 000 méteres magassági szint: 75 % - nál
enyhe tünetek**

**< 24 óra alatt 3 600 – 4 300 méter közötti magassági
tartomány: 50 % - nál mérsékelt tünetek, 12 - 18
% - nál súlyos tünetek**

**< 24 óra alatt 5 400 méteres magassági szint: közel 100
%-nál súlyos, cselekvőképtelenséget okozó tünetek**

4. ábra: A hosszútávú hypobáriás hypoxia és következményei

Ritkább, hogy a pilóta elbizonytalanodása és pszichés teljesítőképességének csökkenése (II. hiba) vezethet katasztrófához, illetve a repülési ambíció elvesztéséhez, averzió (elfordulás) kialakulásához, ami ma is letiltási ok lehet. Nagymagasságú, ingerszegény környezetben történő repülés során (a horizont bizonytalan, a relatív elmozdulást külső vizuális megerősítés nem kíséri) disszociatív (kiszakadási) szenzáció, elszakadás érzés³⁴ léphet föl. A pilóta úgy érzi, hogy kilép a testéből, vagy mint egy aranyhal utazik a nagy semmiben³⁵, illetve egy óriás hordozza a tenyerén³⁶. Angol felmérések szerint a pilóták 14 - 35 %-a tapasztal ilyet és ezek 1/3-ánál a jelenség nyugtalanító, zavart provokáló; ha generalizált nyugtalansághoz vezet, végül is a repüléshez nélkülözhetetlen önbizalom elvesztése, a repüléstől való félelem, sőt teljes elfordulás lehet az eredménye.

A mai hosszútávú bevetések időbeli lefolyását tekintve a kifáradás (és a monotónia miatt a II. típusú dezorientáció stressz lehetősége) óhatatlanul jelentkezik. Az amerikai szárazföldi bázisról induló stratégiai bombázó légiszemélyzete háromszori légi utántöltéssel akár 50 órán keresztül repül, teljesíti a bevetést és tér haza, miközben kimutatható, hogy 17 órás repülés 0,05 %, 24 órás ébrenlét pedig 0,10 % véralkohol koncentrációnak megfelelő szellemi teljesítmény csökkenést idéz elő: ez még az USA-ban is tiltott szintnek számít! A több időzónás transzkontinentális repülések felborítják az alvás-ébrenlét megszokott ritmusát, a pilóták hirtelen fáradtságról, máskor szokatlan álmatlanságról panaszkodhatnak. Ennek gyógyszeres befolyásolása, az optimális teljesítmény időzítése a serkentők („go pills”) és altatók („no-go pills”) gondos megválogatásával lehetséges (természetesen előzőleg

³⁴ break off - kilépési effektus

³⁵ goldfish bowl - aranyhal effektus

³⁶ giant hand – óriáskéz effektus

földi szolgálat mellett kell a gyógyszert beállítani, figyelve az esetleges egyedi mellékhatásokra).³⁷
[20] Az 1970-es években megjelenő pszichofiziológiai szemlélet ezért helyez nagy hangsúlyt a repülőmunka pszichikai sajátosságaira, a pilótával szemben támasztott ergonómiai követelményekre, törekszik a funkcionális tartalékok felmérésére, az esetleges korai kifáradás előrejelzésére.^{38, 39} [9, 26]

PILÓTAHIBA KIVÉDÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI

a standardizáció szempontjából

A hajózási állomány repülőorvosi kiképzésével, alkalmassági minősítésével kapcsolatos módszertani és technikai Egyezmények célja kettős: földi szimulált és kontrollált környezetben (de azért a valóságos kihíváshoz közelítve) mutassa be az adott repülésélettani stresszor potenciális hatását az emberi szervezetre, ezzel szemléltesse a pilóta számára a folyamat dinamikáját. Másrészt a technikai védelem megfelelő alkalmazásával tanolja meg és kellő magabiztossággal hajtsa végre a vészhelyzetben szükséges eljárásokat, azért, hogy „éles” helyzetben idővesztés nélkül tudjon cselekedni. Ahogy a kiképzésekkel foglalkozók mondják: „Train as fight, fight as train!” (Úgy légy kiképezve, mintha harcolnál, és úgy harcolj, mintha a kiképzést hajtánád végre!)

A legnagyobb és legfontosabb a *STANAG 3114 (Hajózási állomány repülőorvosi kiképzése)*, mely Függelékekben részletezi a pilóták alapkiképzésekor és ismétlő tanfolyamain végrehajtandó repülőorvosi demonstrációk, tréningek, kiképzések rendszerét. (Korábban egységes volt, hiszen a gyorsulás-túlterhelés, hypoxia és térbeli dezorientáció elleni védelem is ebben az Egyezményben szerepelt, jelenleg a centrifuga terheléssel kapcsolatos Egyezmények már különválnak, önálló Egyezményekben szerepelnek). Nagy hangsúlyt fektetnek a kiképzés során a kezdeti fázisban a pilótajelöltek általános repülésélettani kiképzésére, összesen 20 óra tejedelemben, míg az ismétlő, felfrissítő tanfolyamon a hangsúly inkább a gyakorlati oktatáson van, a repült típus függvényében, összesen 5 óra terjedelemben. Nincs egyetértés a különböző országok között a vizsgálatok gyakoriságát, illetve típusát érintően: barokamrában lehetnek például csak az oxigénhiányt szemléltető profilok, vagy túlnyomásos lélegeztetés szemléltetésével kiegészítve, vagy rapid dekompresszióval (a kabinnyomás elvesztését imitálva) kombináltan hajtják végre.

Erre vonatkozóan még a standardizáció folyamata előtt a NATO RTO Kutatási és Technológiai Szervezete tartott egyeztető fórumot, egymás módszereinek jobb megismerése céljából.⁴⁰ [33] Az országok többsége – bár a repült géptípusok függvényében bizonyos egyedi barokamrai felszállási protokollokat is kidolgoznak és végrehajtanak (12 000 és 45 000 láb, azaz 4000-13 500 méter között) - alaprepsimként elfogadja az évente, 25 000 láb (kb. 7600 méteres) magasságnak megfelelő

³⁷ RÖDIG, E.: 2nd Flight Physiology USER MEETING Zágráb, 2009. szeptember 04-06. (előadás)

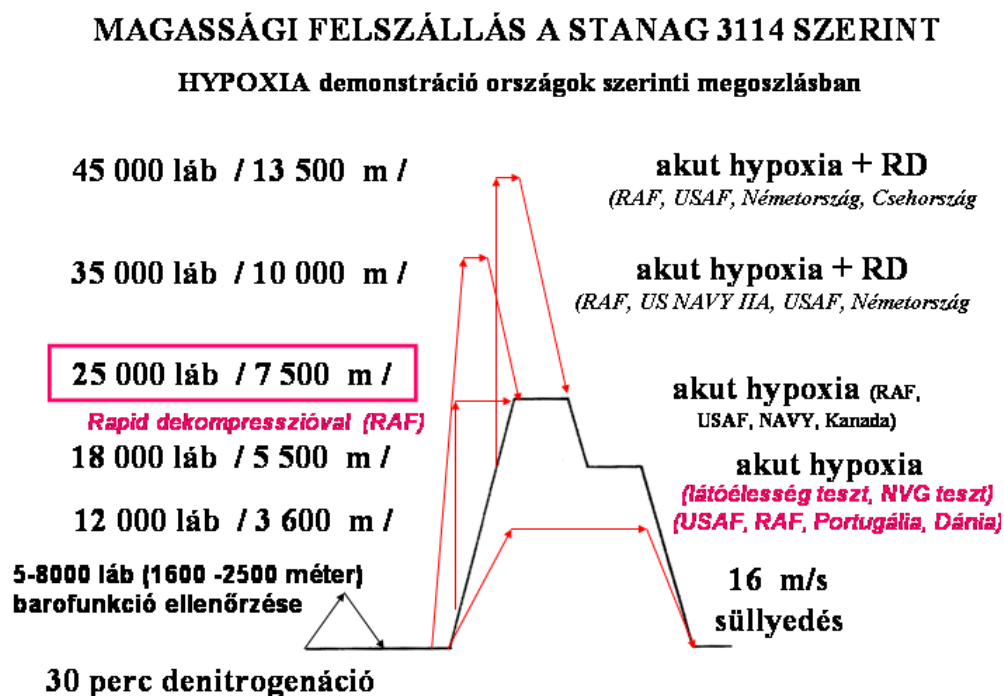
³⁸ HIDEG, J.: A magyar űrhajósjelöltek kiválogatása és az első szovjet-magyar űrrepülés során szerzett tudományos tapasztalatok felhasználása vadászpilóták alkalmasságának elbírálásában. Hadtudományi értekezés, 1981. p. 1-5.

³⁹ SZABÓ, J. (Ed.): Repülési Lexikon 1991, Akadémiai Kiadó, Budapest, II. kötet, p. 172.

⁴⁰ NATO RTO (AGARD) Meeting Proceedings 21 (RTO-MP-21, AC/323(HFM)TP/8): Aeromedical Aspects of Aircrew Training. 1999. június.

hypobárikus hypoxia demonstrációját barokamrában, ellenőrzött körülmények között, instruktor, oktató pilóta vezetésével. (5. ábra)

De vannak új, meghökkentő elképzelések is: az EFA 2000 Eurofighter rendszerbe állítása kapcsán a Brit Királyi Légierő 59000 láb (kb. 18 ezer méteres) magasságnak megfelelő expozív dekompresziós profilt is tervez!⁴¹



5. ábra: A hypoxiás edzésmódszerek profiljai különböző NATO országokban

A hajózó állomány elméleti oktatása az éves repülőalkalmassági vizsgálat (ROB) keretében végrehajtható, a szükséges technikai háttér biztosítható. De a legfontosabb a hypoxiaélmény tudatosítása: a felszállás után a pilótákkal történő egyénre lebontott, individuális elemzés, hogy jobban tudatosuljon a mentális deficit, és kellő önbizalommal értékeljék limitált teljesítményüket (például kártya felismerés és összeadás, labirintus feladat megoldása stb.) Ilyen hypoxia-tudatos kiképzést a katonai és polgári repülésben egyaránt fontosnak tartanak, pszichomotoros feladatok értékelésével.⁴² [24]

A térbeli dezorientáció elleni kiképzés alapvetően GYRO rendszerű forgó szimulátor és éjjellátó készülékkel történő terepasztal gyakorláson, szimulált repülési feladatok végrehajtásán alapul. Ennek a repülésbiztonság szempontjából óriási jelentősége lenne, tekintve a térbeli tájékozódóképesség elvesztésére visszavezethető balesetek növekvő arányát. Különösen a megközelítés-leszállás fázisában jelentkező illúziók kivédésének gyakorlása lenne fontos. Miközben a megközelítés és leszállás a

⁴¹ 2007. AMDP Panel ülés szóbeli angol nemzeti kommentár, Cesme, Törökország.

⁴² STEPANEK, J., BUCK, C., HOLETS, S.: Hypoxia awareness training: past, present and future developments. Mayo Clinic Rochester, MN. Aviat. Space Environ Med 2004., 75., B56 AsMA Meeting Abstracts

repülési idő alig 4 %-át teszi ki, a balesetek 52 %-a ekkor következik be, 55 %-uk a légi személyzet hibája miatt, egyik vezető okként a kontrollált Földnek repülés esetével.⁴³ [7]

Csak az amerikai légierő (USAF) az utóbbi 15 évben 82 pilótát veszített térbeli dezorientáció miatt (az utóbbi 4 évben 4 pilótát), és az anyagi kár elérte az 1,9 milliárd dollárt. Ez a szám az összes „A” osztályú (legsúlyosabb) légibalesetek 20 %-át teszi ki a fenti időszakban. Az amerikai haditengerészetre (US NAVY) a térbeli dezorientáció okozta halálos légibaleset részaránya 15 %, a szárazföldi haderőnemre (US ARMY) vonatkozóan 30 %.⁴⁴ [5] Az Egyesült Királyságban 1982-2002 között a vadászgépek esetében a balesetek 25 %-a következett be térbeli dezorientáció miatt, a helikopter balesetek 30 %-ánál elsődleges ok volt a tájékozódóképesség elvesztése (80 %-ban a pilóta nem is ismerte fel, hogy dezorientált!).⁴⁵ [3]

A legmodernebb szimulátorok (az ETC cég GYROLAB illetve az AMST cég AIRFOX DISO berendezése mellett a holland légierő új berendezése, a DESDEMONA említendő meg) alkalmasak nemcsak a látórendszert érintő típusos illúziók, de egyéb – belsőfül, illetve helyzet/nyomás érzékelő graviceptor eredetű – illúziók élethű demonstrálására illetve a műszeres repülés begyakorlására ilyen körülmények között is. (Fontos különbség: ezek nem teljesértékű (full mission) repülési szimulátorok, hanem „csak” élettani demonstrációra szolgáló berendezések, így költségvonzatuk alacsonyabb!)

Nagyon fontos lenne a legfrissebb hadműveleti tapasztalatok alapján az éjjellátó berendezéssel történő repülés szimulált végrehajtása is, mellyel külön Egységes Védelmi Előírás (STANAG 7147 Éjjellátó berendezés alkalmazására történő kiképzés repülőorvosi szempontjai) foglalkozik. Európában egyedülálló módon az osztrák AMST cég az, amely NATO tagországok számára is komplex kiképzést biztosít a terepasztal gyakorlat és a repülési feladat végrehajtásával, az éjjellátó készülék integrált alkalmazásával (INVTS).⁴⁶

A túlterhelés okozta eszméletvesztés kivédésére irányuló legfontosabb Egységes Védelmi Előírás a STANAG 3827: Tartós G túlterhelési tréning kapcsán megvalósítandó minimális feltételek. Tagadhatatlan, hogy a centrifuga edzések bevezetése a G—LOC (akár halálos kimenetű) arányát jelentősen csökkenti, szükség van rá. Az USAF adatai szerint 1/3-ára csökkent az előfordulás, jelenleg 1,6 G-LOC eset jut 1 millió bevetésre.⁴⁷ [12].

⁴³ GIBB, R.W.: Visual spatial disorientation: revisiting the black hole illusion. Aviat Space Environ Med 2007., 78., p. 801-808. in Boeing Statistical summary of commercial jet airplane accidents <http://www.boeing.com/news/techissues/pdf/statsum.pdf>

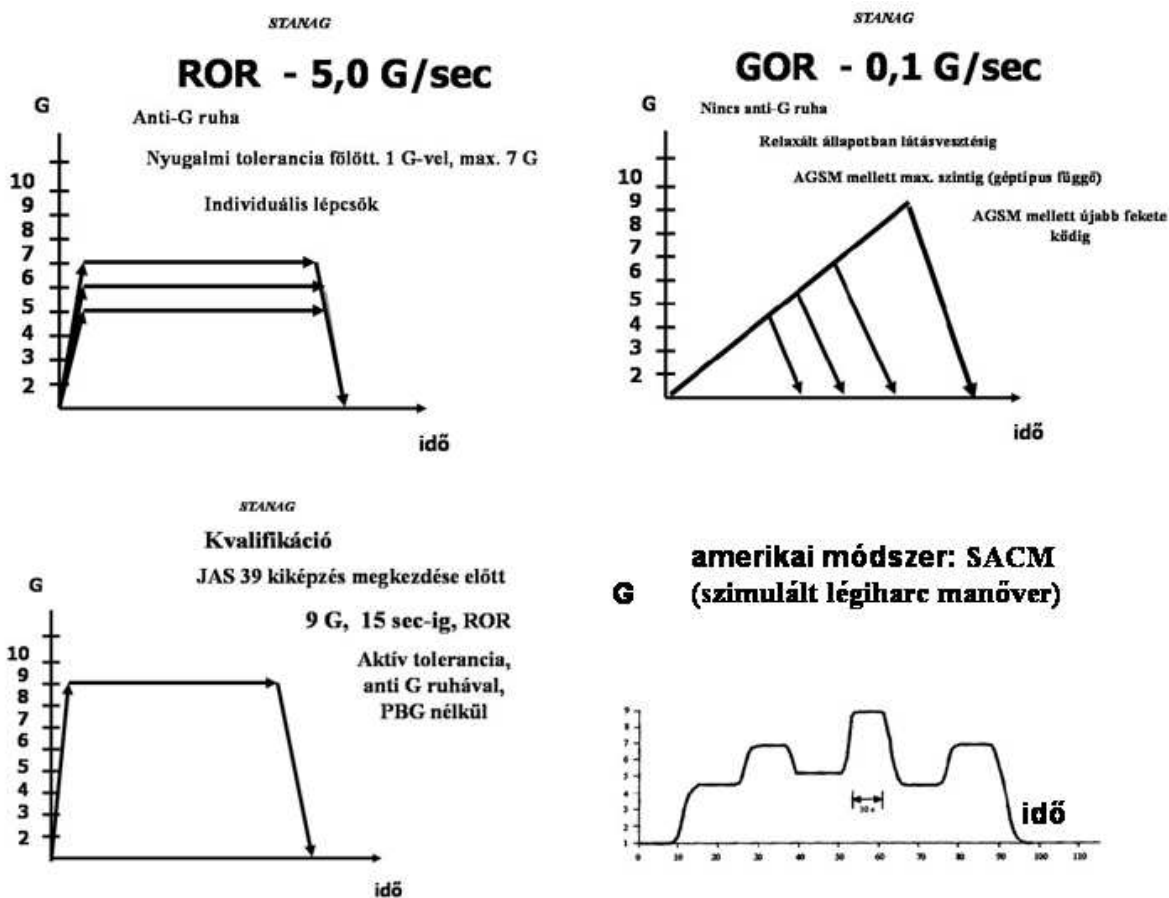
⁴⁴ ERCOLINE, W.: 2nd Flight Physiology USER MEETING Zágráb, 2009. szeptember 04-06. (előadás)

⁴⁵ DAULBY, D.: 2nd Flight Physiology USER MEETING Zágráb, 2009. szeptember 04-06. (előadás)

⁴⁶ INVTS: Integrated Night Vision Training System.

⁴⁷ LYONS, T., DAVENPORT, C., COPLEY, B., BINDER, H.: Preventing G-induced loss of consciousness: 20 years of operational experience. Aviat Space Environ Med 2004., 75., p. 150-153.

Az Egyezmény a centrifuga- kiképzés követelményeivel foglalkozik, + 7 Gz-t 15 sec-ig meghaladó, 1 G/ sec-nál nagyobb sebességgel fellépő G gyorsulási környezetben. Meghatározza az egészségügyi személyzet feladatait: ezek a minősítés elvei, a G-LOC ismertetése, familiarizálás, azaz a tünetekkel történő minél alaposabb és szemléltetőbb megismerkedés a demonstráció során. Ismerteti a technikai minimális feltételeket, de tág teret enged a nemzeti saját minősítési rendszereknek, eljárásoknak. Jelenleg a Gripen program keretében végrehajtott DSF (Dinamikus Repülési Szimulátor, Linköping, Svédország) centrifuga edzés és minősítés teljesen megfelel a NATO standardizációs elvárásainak, sőt annál szigorúbb: 15 másodpercig 9 Gz fej-far irányú túlterhelést kell kibírnia a jelöltnek. Elméleti előadások után a nyugalmi G-tűrőképességet határozzák meg, majd lassú „felpörgetés” (GOR: 0,1 G/sec gyorsulás növekedés) kapcsán edzések következnek, a maximális túlterhelés fokozatos emelésével és a kompenzáló AGSM feszítési manőver mind tökéletesebb elsajátításával. A végcél az, hogy a Gripen jelölt a 9 G-s túlterhelést 15 másodpercig bírja ki eszméletvesztés nélkül, gyors felpörgetéssel (ROR: 5 G/sec)⁴⁸ is, anti-G ruhában. Ez több, mint ami a NATO szabványban minimumként szerepel! A centrifuga futam minősítő jellegű, és a lépcsőzetes, fokozatos kiképzésnek köszönhetően eddig minden magyar pilóta teljesíteni tudta. (6. ábra)



6. ábra Lassú (GOR) és gyors (ROR) ütemű túlterhelés a svéd GRIPEN programban, valamint a szimulált légiharc profilja.

⁴⁸ GOR: gradual onset rate, ROR: rapid onset rate. A centrifuga lassú illetve gyors felpörgetése.

Centrifuga tréningre vonatkozóan a vezető nemzetek többsége 7 Gz fölötti (hossztengelymenti, fej-láb irányú) terhelések kapcsán a rendszeres edzést és a minél valóságosabb (esetleg feladat végrehajtással egybekötött) szimulációt tartja fontosnak. A németek például az Eurofighter kapcsán az első 4 év alatt 3-5 alkalommal minősítik az EFA pilótákat, illetve átképzésre jelöltek. A Repülőorvosi Panel állásfoglalása szerint a folytatólagos, vagy ismétlődő centrifuga kiképzés kívánatos, de nem kötelező, ha valaki folyamatos, előrehaladó repülőkiképzést folytat.

Az amerikai álláspont kissé eltér az európai nemzetek többségétől, hangsúlyozza a szimulált légiharc manőver⁴⁹ végrehajtásának fontosságát, az 1990-es években elsősorban a légierő kiképző gépein előforduló gyakori G-LOC esemény miatt.⁵⁰ Mitchell és Deaton felmérése szerint a többi repült típushoz képest szokatlan mértékben halmozódtak a túlterhelés miatti eszméletvesztések a légierő T-37-es kiképző repülőgépein (220 eset a légierőnél, csak 46 eset a haditengerészetnél.) Megfelelő centrifuga edzések bevezetésével illetve a T-6 Texane II kiképző gép alkalmazásával, az anti G feszítési manőver szisztematikusabb gyakoroltatásával a G-LOC jellegű incidensek előfordulása jelentősen csökkenthető volt. A G-LOC kapcsán fellépő eszméletvesztés amerikai vélemény szerint hasznos lehet, ismételt átélése lerövidítheti a teljes emlékezet kiesés periódusát, a pilóta hamarabb magához tér az álomszerű állapotból, ha ismételten van kitéve neki. Ezt az elvet korábban James Whinnery tábornok (pilóta és orvos) ismertette először⁵¹ [17], de az európai NATO tagországok nem fogadták el ezt az álláspontot: a jelenleg érvényben levő szabvány a centrifuga edzés hatékonyságára minimum 7 G fej-far irányú túlterhelés 15 másodpercig, anti G ruha nélkül és AGSM feszítési manőver alkalmazásával, de nem elvárta a teljes eszméletvesztés!

Érdekes, hogy az egyezmény még nem tárgyalja a gyorsulás ellen védő ruha és túlnyomásos légzés együttes alkalmazását, vagy annak minősítését, pedig ez a COMBAT EDGE⁵² rendszer (kombinált továbbfejlesztett G ruhaegyüttes) 7-9 Gz túlterhelés közötti tartós munkavégzést is lehetővé tesz, a folyamatos izomfeszítés kényszere nélkül. [30]

Külön Egységes Védelmi Előírás foglalkozik a *G túlterheléssel szemben védő rendszerek minimum követelményei*-vel, ez a STANAG 3200. Az anti-G ruha és szelep fizikai paramétereit tárgyalja, valamint a minimális követelményeket rögzíti. A rendszer biztosítja, hogy az anti-G nadrág gyors felfújással a vér áthelyeződését az alsó testfél felé megakadályozza. Ezt a követelményt a Gripen magassági és anti-G ruhája a teljes gyorsulási tartományban biztosítja: az egytömlős rendszerű anti-G nadrág 2-9 G között fúj fel, próbababán 20 kPa teszt nyomásig, éles helyzetben azonban akár 72 kPa-ig (100 kPa = 1 atm = 760 Hgmm). Németország alternatív véleménye szerint a folyadékkal töltött anti-G ruha (Libelle Plus) is élettanilag kellő védelmet nyújthat (ugyanaz a hidrosztatikai gradiens

⁴⁹ SACM: simulated air combat manoeuvre

⁵⁰ NATO Repülőorvosi Munkacsoport 2002. ülése, Brüsszel.

⁵¹ PÁSZTI, Zs.: USAFSAM Amerikai Légierő Repülőorvosi Haladó Tanfolyam, AFB Brooks, Texas, 1998.

⁵² ZHANG, L.: Cognitive performance and physiological changes in females at high G while protected with COMBAT EDGE and ATAGS. Aviat Space Environ Med 1999., 70., p. 857-862.

felépül a ruha belsejében, mint a szervezetben és kívülről kellő ellennyomást ad minden testrésze). A hőkomfort biztosítása szempontjából talán még előnyösebb is lehet, bár nehezebb benne mozogni.

A pilóták közvetlen egészségvédelmével 3 fontosabb Egyezmény foglalkozik: a hajózállomány ideiglenes letiltásai, a pihenési rezsimek előírásai (a repült óraszám maximálása) azt a célt szolgálják, hogy külső, a pilóta egészségi állapotát, reakció készségét rontó tényezők esetén csak átmeneti földi szolgálat után térhessen vissza a repüléshez a pilóta.

Ezek közül a legfontosabb a *STANAG 3474 Átmeneti repülési korlátozások külső tényezők miatt*, mely az ideiglenes repülési letiltások, átmeneti földi szolgálatok egyes eseteit elemzi. Foglalkozik a gyógyszereszedéssel, oltásokkal, véradással, dekompressziós vizsgálat ill. bűvármerülés, extrém sportterhelés utáni alkalmassággal: ezek általában 24–48 órás letiltást, földi szolgálatot jelentenek. (A tartós gyógyszerelést indokló idült betegségek minősítése illetve a megengedett gyógyszerek listája még most van nemzetközi egyeztetés alatt.

A *STANAG 3526 „A NATO repülőszemélyzetek repülőorvosi kategóriái, egyenértékűségük-felcserélhetőségük biztosítására” témakörben* részletezi a repülőszemélyzet kategóriáit, minősítési elveiket, NATO országok között az orvosi adatok közlésének feltételeit. Az Egyezmény előírja, hogy 30 nap után a fogadó nemzet felelőssége az egészségügyi biztosítás és minősítés akut betegség esetén. Ha komolyabb, elhúzódó betegség áll fenn, az anyanemzet repülőorvosa rendelkezhet a kivizsgálás menetéről. Ismert, kivizsgált, anyaországban minősített, esetleg gyógyszeresen kezelt egészségi állapotot el kell fogadni.

A *STANAG 3527 (Hajózállományra vonatkozó repülési idők és pihenési rezsimek)* maximálja az egyes egy-, illetve többszemélyes, túlnyomásos, vagy nem hermetizált kabinnal rendelkező géptípusokon a havonta, negyedévente, évente repülhető óraszámot. Figyelembe kell venni a tényleges kiképzési repülések mellett egyre nagyobb arányban megvalósuló szimulátor képzéseket (30 % full mission simulator, azaz teljes bevetésnek megfelelő), melyeket sok ország egy az egyben átszámít repült kiképzési időtartamként. Természetesen csak felső határt állapít meg, amitől a jelenlegi gazdasági lehetőségeket figyelembe véve messze vagyunk, pilótáink távolról sem merítik ki a repülőorvosi szempontból megengedhető időkeretet. Ugyanakkor távlatilag (az Egyezményre javasolt új megnevezésből, a „Kifáradás menedzselése” címből kiindulva), az operatív érdekből alkalmazott pszichostimuláns, fáradtság elleni gyógyszerek alkalmazási protokollja is belekerülhet, ami már etikai aggályokat is felvethet az egyes nemzetek részéről.

Kétségtelen, hogy a nagyszámú bevetés okozta fizikai terhelés, igénybevitel elviselésére a pilótát már békeidőben fel kell készíteni.⁵³ [28] Hosszú idejű bevetések során a teljesítőképesség fenntartása céljából az amerikaiak intenzíven kutatják az ébrenlét-alvási ciklust befolyásoló (altató, illetve élnkítő) hatóanyagok alkalmazását.⁵⁴ [16] Míg korábban amfetamin jellegű pszichostimulánsok

⁵³ VARGA, F.: A Légiharc változása az I. világháborútól napjainkig. PhD értekezés Bp., 2001., p. 42

⁵⁴ PAUL, M.A., GRAY, G., MACLELLAN, M., PIGEAU, R.A.: Sleep-Inducing Pharmaceuticals: a comparison of Melatonin, Zaleplon, Zopiclone, and Temazepam. *Aviat Space Environ Med* 2004. 75. p. 512-518.

(élénkítők) harctéri körülmények közötti tesztelése folyt, jelenleg a RTO/AGARD „WG 26” Munkacsoporttal közösen a Modafinil, a központi idegrendszerben több támadásponttal rendelkező, az ébrenléti szintet emelő hatóanyag tesztelése folyik: önkéntes jelentkezőkön több mint 60 órás, hatékony pszichés tempót és cselekvőképességet lehetett vele fenntartani, mellékhatás nélkül.⁵⁵ [18]

BEFEJEZÉS

A hypoxia, dezorientáció és a túlterhelések (mint humán szempontból vezető légibaleseti okok) elleni technikai védelemre és kiképzésre fókuszálva áttekintettem a NATO Repülőorvosi Panel által gondozott legfontosabb Egyezményeket. Megállapítható, hogy a NATO az egységesítési folyamatban nagy hangsúlyt fektet a pilóták repülésélettani stresszorokkal szembeni kiképzésére. Megkezdődött a letiltások és a „különleges elbírálással” történő repültetés egységes szerkezetbe foglalása is. Joggal reménykedhetünk abban, hogy miként a múltban az első szimulátorok és kiképzési metodikák lényegesen javították a repülésbiztonsági mutatókat, úgy a jövőben is a legújabb repülésélettani kihívásoknak megfelelő demonstrációk tovább javítják a humán tényező „hibamentes” működésének lehetőségét, fenntartva a pilóta cselekvőképességét és mentális teljesítményét a kritikus helyzetekben is.⁵⁶ [34] (7. ábra)



7. ábra: A humán tényező szűrővizsgálati és kiképzési rendszerének hatása a repülésbiztonságra

⁵⁵ PIERARD, C., LALLEMENT, G.: MODAFINIL: A Molecule of Military Interest. In RTO Technical Report 14, Medication for Military Aircrew. RTO-TR-014 AC/323 (HFM-014)TP/14

⁵⁶ Human Factors Councils & Human Factors Boards, Comnavairlantinst 5420.5b, Comnavairpacinst 5420.2a <https://www.netc.navy.mil/nascweb/sas/files/5420-2.pdf>

Biztató, hogy a mi válogatási elveinket mind Kanada (NATO ország), mind Svédország (nem NATO ország, de a repült géptípusok gyakorlatilag NATO elvárásoknak megfelelőek, nemzetközi konzorcium gyártja őket) a gyakorlatban is elfogadta. Vagyis a minősítési elveink a gyakorlatban is kompatibilisak a nemzetközi NATO elvárásokkal. Tartalmi szempontból fő feladatunk a hajózók repülőorvosi kiképzésének rendszeres áttekintése, nagyobb hangsúly fektetése az elméleti oktatás mellett a gyakorlati oktatásra és a demonstrációk bővítésére. Már megvalósult a hypoxiás tréning 7600 - 8000 m-en, szükség van a térbeli dezorientációs tréning kidolgozására, és az éjjellátó berendezés rendszeresítése esetén a dezorientációs tréning részeként speciális terepasztal és forgó GYRO szimulátor oktatásra is. A centrifuga tréning lehetőségének megteremtése más országban (a Gripen átképzés időszakában Svédországban, később esetleg Lengyelországban) jön szóba, esetleg már a szelekciós szakaszban. Az erősen technika/létesítményfüggő STANAG-ek (centrifuga, térbeli dezorientáció, vízalatti légzőkészülék, NVG éjjellátó berendezés) esetében a NATO-n belüli kooperáció keresése lehet a megoldás, a ratifikálás addig pusztán elméleti elkötelezettséget jelent, tényleges végrehajtás nélkül. A Gripen program keretében a repülőműszaki szakemberekkel és az Összhaderőnemi Parancsnokság pilóta, mérnök-műszaki és egészségügyi szakembereivel rendszeres információ cserére van szükség, a beszerzendő eszközök (fedélzeti oxigénkészülék, pilóta védőfelszerelés, CBRN⁵⁷ elleni esetleges védelem, NVG) NATO kompatibilitásának megítéléséhez.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] ARTINO, A.R., FOLGA, R.V., SWAN, B.D.: Mask-on hypoxia training for tactical jet aviators. *Aviat Space Environ Med* 2006., 77., p. 857-863. [www. safetycenter.navy.mil/media /approach/issues/mayjun05/pdfHypoxiaInthe Hornet.pdf](http://www.safetycenter.navy.mil/media /approach/issues/mayjun05/pdfHypoxiaInthe Hornet.pdf)
- [2] CHAPPELOW, J.W.: Error and accidents. In Ernsting, J. (Ed.): *Aviation Medicine* Oxford, Butterworth-Heinemann, 2000, 3. Kiadás, p. 599.
- [3] DAULBY, D.: 2nd Flight Physiology USER MEETING Zágráb, 2009. szeptember 04-06. (előadás)
- [4] DUDÁS, Z.: Repülésbiztonsági kockázat, repülésbiztonsági felelősség. www.szrfk.hu /rtk /kulonszamok/ 2009 cikkek / Dudas_Zoltan.pdf
- [5] ERCOLINE, W.: 2nd Flight Physiology USER MEETING Zágráb, 2009. szeptember 04-06. (előadás)
- [6] ERNSTING, J. (Ed.): *Aviation Medicine* Oxford, Butterworth-Heinemann, 2000, 3. Kiadás, p. 599.
- [7] GIBB, R.W.: Visual spatial disorientation: revisiting the black hole illusion. *Aviat Space Environ Med* 2007., 78., p. 801-808. in Boeing Statistical summary of commercial jet airplane accidents <http:// www. boeing. com /news / techissues / pdf1. statsum. pdf>
- [8] GREEN, N.D.C., FORD, S.A.: G induced loss of consciousness. Retrospective survey results from 2259 military aircrew. *Aviat Space Environ Med* 2006., 77., p. 619-623.
- [9] HIDEG, J.: A magyar űrhajósjelöltek kiválogatása és az első szovjet-magyar űrrepülés során szerzett tudományos tapasztalatok felhasználása vadászpilóták alkalmasságának elbírálásában. *Hadtudományi értekezés*, 1981. p. 1-5.
- [10] JOHNSON, C.W.: 2nd Flight Physiology USER MEETING Zágráb, 2009. szeptember 04-06 (Vine, D.C előadása, AMST)
- [11] KNAPP, C.J., JOHNSON, R.: F-16 Class A mishaps in the U.S. Air Force, 1975 - 93. *Aviat Space Environ Med* 1996., 67., p. 777-783.
- [12] LYONS, T., DAVENPORT, C., COPLEY, B., BINDER, H.: Preventing G-induced loss of consciousness: 20 years of operational experience. *Aviat Space Environ Med* 2004., 75., p. 150-153.
- [13] LYONS, T.J., ERCOLINE, W., O'TOOLE, K.: Aircraft and related factors in crashes involving spatial disorientation: 15 years of USAF data. *Aviat Space Environ Med* 2006. 77. p. 720-723.
- [14] LYONS, T. J., KRAFT, N., COPLEY, B., : Analysis of mission and aircraft factors in G-induced loss of consciousness in the USAF: 1982-2002. *Aviat Space Environ Med*, 2004., 75., p. 479-481.

⁵⁷ CBRN: Chemical, Biological, Radiological, Nuclear: a vegyi, biológiai, atomfegyverek új terminológiája.

- [15] NESTHUS, T.E., RUSH, L. L., WREGGIT, S. S. (United States. Office of Aviation Medicine. & Civil Aeromedical Institute). Effects of mild hypoxia on pilot performance at general aviation altitudes DOT/FAA/AM-97/9. 1997. <http://purl.access.gpo.gov/GPO/LPS84887>
- [16] PAUL, M.A., GRAY, G., MACLELLAN, M., PIGEAU, R.A.: Sleep-Inducing Pharmaceuticals: a comparison of Melatonin, Zaleplon, Zopiclone, and Temazepam. Aviat Space Environ Med 2004. 75. p. 512-518.
- [17] PÁSZTI, Zs.: USAFSAM Amerikai Légierő Repülőorvosi Haladó Tanfolyam, AFB Brooks, Texas, 1998.
- [18] PIERARD, C., LALLEMENT, G.: MODAFINIL: A Molecule of Military Interest. In RTO Technical Report 14, Medication for Military Aircrew. RTO-TR-014 AC/323 (HFM-014)TP/14
- [19] REASON, J.: Human error: models and management. British Medical Journal 2000., 320., (7237) p. 768–770.
- [20] RITENOUR, A.E., CHRISTY R.J. ET AL: The Effect of a Hypobaric, Hypoxic Environment on Acute Skeletal Muscle Edema after Ischemia-Reperfusion Injury in Rats. Journal of Surgical Research. Online 2009. május 3. óta.
- [21] RÖDIG, E.: 2nd Flight Physiology USER MEETING Zágráb, 2009. szeptember 04-06. (előadás)
- [22] SHAPPELL, S. A., WIEGMANN, D. A. (1997). A human error approach to accident investigation: The taxonomy of unsafe operations. International Journal of Aviation Psychology, 7(4), 269-291. 1997
- [23] SMITH, A. M. (2005). Hypoxia symptoms reported during helicopter operations below 10,000 ft: a retrospective survey. Aviation, Space, and Environmental Medicine, 76, 794-799.
- [24] STEPANEK, J., BUCK, C., HOLETS, S.: Hypoxia awareness training: past, present and future developments. Mayo Clinic Rochester, MN. Aviat. Space Environ Med 2004., 75., B56 AsMA Meeting Abstracts
- [25] SVÉD, L.: A Magyar Honvédség egészségügyi biztosítása, elvének és gyakorlatának változásai, sajátosságai, különös tekintettel a haderő átalakításra, a NATO-ba történő integrálásra, a különböző fegyveres konfliktusok, valamint a békefenntartó, béketeremtő, és –támogató tevékenységre. PhD értekezés, 2003. ZMNE Hadtudományi Iskola, Budapest.
- [26] SZABÓ, J. (Ed.): Repülési Lexikon 1991, Akadémiai Kiadó, Budapest, II. kötet, p. 172.
- [27] THOMAS, T.K., et al.: Controlled Flight into Terrain Accidents Among Commuter and Air Taxi Operators in Alaska. Aviat Space Environ Med 2000., 71., p. 1098-1103.
- [28] VARGA, F.: A Légiharc változása az I. világháborútól napjainkig. PhD értekezés Bp., 2001., p. 42
- [29] VINE, D.C.: 2nd Flight Physiology USER MEETING Zágráb, 2009. szeptember 04-06
- [30] ZHANG, L: Cognitive performance and physiological changes in females at high G while protected with COMBAT EDGE and ATAGS. Aviat Space Environ Med 1999., 70., p. 857-862.
- [31] AsMA Amerikai Repülő- és Űrorvosi Társaság 96-3 határozata „Az emberi tényezők oktatásáról”. www.asma.org/publications/toc_compendium
- [32] AMedP-14 NATO Szövetségi Publikáció - „Klimatikus és környezeti tényezők által okozott sérülések megelőzése és kezelése” - STANAG 2458
- [33] NATO RTO (AGARD) Meeting Proceedings 21 (RTO-MP-21, AC/323(HFM)TP/8): Aeromedical Aspects of Aircrew Training. 1999. június
- [34] Human Factors Councils & Human Factors Boards: Comnavairlantinst 5420.5b, Comnavairpacinst 5420.2a <https://www.netc.navy.mil/nascweb/sas/files/5420-2.pdf>