

**GONDOLATOK EGY RITKÁN FELTETT KÉRDÉSRŐL: VIZSGÁLJUK-E
A PRIMER ALVÁSBETEGSÉGEK ELŐFORDULÁSÁT ÉS HATÁSAIT A HIVATÁSOS ÉS
SZERZŐDÉSES ÁLLOMÁNY TAGJAI KÖZÖTT?****THE PREVALENCE AND IMPORTANCE OF PRIMARY SLEEP-WAKE DISORDERS IN MILITARY
POPULATION**

A megfelelő alvásmennyiség hiánya kognitív és viselkedés zavarokhoz vezet. Döntően a figyelem fenntartása, a munkamemória használata, és a tervezés, a döntéshozás folyamata károsodik. A hálózat központú hadviselés folyamatosan fenntartott figyelmet igényel a műveletekben résztvevő összes féltől. Ennek zavara balesetekhez, katasztrófákhoz vezethet. Az elégtelen alvás, mint kockázati tényező ismert, számos munkacsoport foglalkozik a káros hatások lehetőség szerinti kiküszöbölésével. Okai lehetnek elsődleges és másodlagos alvászavarok. Amíg a másodlagos alvászavar lehetséges okai és következményei intenzív vizsgálat tárgyát képezik, az elsődleges alvászavarok előfordulásának gyakorisága, káros hatásának megítélése illetve lehetőség szerinti kezelése eddig nem kapott kellő hangsúlyt. Jelen munkánkban erre a hiányosságra hívjuk fel a figyelmet.

Adequate sleep is essential for general healthy functioning. Restricting sleep can cause a range of cognitive and behavioural deficits, including lapses of attention, slowed working memory, reduced cognitive throughput. Since network-centric doctrine requires sustained cognitive performance, U.S. Army Medical Research and Materiel Command is seeking prompt effective measures to minimize human errors and catastrophic failures. Restriction of sleep can be consequence of primary or secondary sleep-wake disorders. On the one hand secondary sleep-wake disorders are thoroughly investigated, and a number of programs, teams and research projects are operating in order to develop neurocognitive monitors and neurophysiological contra measures. On the other hand the role of primary sleep-wake disorders contributing to failures of cognitive performance has not been fully elucidated. In our present work we bring these primary disorders into the focus of interest. In the future efforts will be made to investigate their prevalence in military population, and to establish the underlying pathology.

A TÉMA AKTUALITÁSA ÉS A TÉMAVÉLASZTÁS INDOKLÁSA

A központi idegrendszer számára a folyamatos oxigén és energia ellátáshoz hasonlóan az alvás is létfontosságú szükséglet. A megfelelő mennyiségű és minőségű alvás hiánya elsősorban a homloklebeny úgynevezett prefrontális területének működési zavarával jár [1].

Klinikailag a tünetek exekutív zavarként foglalhatók össze. Az exekutív funkciók magukban foglalják a kezdeményezést, a döntést, a jelenségek fontosságának felismerését, a tervekészítést, a munka memóriatartalmak használatát és a cselekvések következményeinek felismerését.

A prefrontális lebeny fontos kognitív funkciója, hogy az információkat az agy számára elérhetően tárolja a megfelelő válasz, vagy cselekvés végrehajtásáig. A lebeny működése biztosítja a képességet, hogy a cselekvő személy (operációs

Dr. BERNÁTH István, Dr. SZAKÁCS Zoltán

körülmények közt feladatot végrehajtó katoná) az éppen jelen lévő külső ingertől függetlenül el tudja képzelni a válasz vagy a cselekvés lehetséges körülményeit és arra fel tudjon készülni.

Funkcionális vizsgálatok igazolták, hogy az alvás különböző stádiumaiban jelentős az ingadozás az egyes régiók aktivitását tükröző agyi anyagcserében [2–5]. A fluktuáció mozaik jelleggel jelentkezik, komplexen változva, egyéni különbségeket is mutatva, két szempontból azonban mindig konzekvensen egybevágó eredményt adva.

Egyrészt a prefrontális kéreg az alvás teljes idejében, minden stádiumban folyamatosan csökkent aktivitást mutatott [6]. Másrészt igazolható volt a prefrontális kéreg diszkonnekciója azon agyi területektől, melyekkel a nappali aktivitás során intenzív oda–vissza kapcsolatban áll [7–8]. Vizsgálatok igazolják [9], hogy éber tudati állapotban az agy „legkeményebben dolgozó” területe a prefrontális kéreg, így feltételezhető, hogy az alvás során ennek a területnek a legnagyobb a regenerációs igénye. A funkcionális rekalibráció elengedhetetlen feltétele, hogy ennek során a prefrontális kéreg elektromos körei az agy egyéb területei felől ne kapjanak zavaró bemenő jeleket. Mennyiségi EEG-vizsgálatok igazolták, hogy a frontális régió a legérzékenyebb az alvásmegvonásra [10] tovább erősítve a funkcionális vizsgálatok eredményeit [11]. Mivel az alvás–ébredés zavarok a frontális lebeny regenerációs nyugalmi állapotát megszakítva azt aktiválják, így jellemzően prefrontális eredetű kognitív zavart okoznak [11].

A prefrontális kognitív deficit mellett az alvás–ébredés zavarok vezető tünete a napközbeni fokozott aktív, vagy passzív alváskészletés és a viselkedés–hangulatzavarok megjelenése. A három tünet összefoglaló definíciója: fokozott nappali aluszékonyosság (excessive daytime sleepiness, EDS).

Az EDS okai:

- fragmentált alvás;
- fokozott alváskészletés;
- elégtelen alvás.

Az alvás–ébredés zavarok lehetnek elsődlegesek és másodlagosak.

A *másodlagos* vagy *szekunder alvászavarok* háttérben jellegzetes életmódot, más betegségeket vagy külső környezeti hatásokat találunk.

A szekunder alvás ébredés zavarok fokozott alváskészletéssel, vagy elégtelen alvással vezetnek EDS-hez.

Fokozott alváskészletéssel járó állapotok:

- cirkadián alvás–ébredés ritmus zavarai;
- alvást befolyásoló gyógyszerek;
- belgyógyászati betegségek.

Elégtelen alvással járó állapotok:

- helytelen alváshigiéne;
- alvásmegvonás;
- időzónaváltás szindróma;
- elégtelen alvás szindróma.

Az *elsődleges* vagy *primer alvászavarok* háttérben a környezettől és életmódtól független alvás betegségek állnak.

Fokozott napközbeni aluszékonytságot okozhatnak egyrészt az alvásszerkezetmegtörésével (fragmentált alvás), vagy fokozott alváskészletéssel.

Az alvásfragmentációval járó kórképek a következők:

- obstruktív alvási apnoe szindróma (OSAS);
- fokozott felsőlégúti rezisztencia szindróma (UARS);
- centrális alvási apnoe szindróma (CAS);

HADTUDOMÁNYI SZEMLE

Budapest, 2010.
3. évfolyam 1. szám

Dr. BERNÁTH István, Dr. SZAKÁCS Zoltán

- nyugtalan láb szindróma (RLS);
- periódusos lábmozgás zavar (PLM);
- alvás alatti fogcsikorgatás (bruxismus).

A fokozott alváskészítéssel járó kórképek:

- narkolepszia;
- idiopátiás hiperszomnia.

A hadsereg speciális munkahely, ahol az átlagosnál nagyobb igénybevétel elégtelen alváshoz vezethet. Ez a szekunder alvászavar intenzív vizsgálatok tárgya és a következményes EDS, azon belül a frontális kognitív deficit felismerésével illetve lehetőség szerinti kezelésével számos speciális orvos-katonai munkacsoport foglalkozik [12–18].

Az EDS közvetett megnyilvánulásai, közlekedési és munkahelyi balesetek, munkahelyi/iskolai teljesítmény romlása, családi/társadalmi kapcsolatok zavara, depresszió/ingerlékenység megjelenése, romló életminőség szintén aláhúzzák az elégtelen alvásnak rizikó tényezőként való kezelését a honvédségen, mint veszélyes munkahelyen belül.

A hálózat központi doktrína elterjedésével (C⁴ISR) a technikai eszközök az egyéni katonától kezdve minden operációs szinten, megjelennek. A fegyveres küzdelemben résztvevő katonák megóvása érdekében a NATO tagállamai kutatásokat folytatnak, melyek lényege, hogy a harcoló katonát rendszerként vizsgálják, és szereljük fel [19–20]. A ma katonájától a modern ütközet megköveteli, hogy a terhelések mellett is nyitott legyen az információk számára, azokat helyesen értékelje, elhatározását pedig komplex cselekvésben hajtsa végre, ezért kiemelt jelentőségű, hogy ellenálljon a tevékenységgel járó kimerítő pszichikai hatásoknak. A katonák kiválasztásakor a fizikai és szakmai kiképzés mellett egyre nagyobb figyelmet kell fordítani a pszichikai felkészítésre. A fentiekben összegzett katonai szempontok messzemenően összhangban vannak az exekutív funkciókkal.

Amíg az elégtelen alvás, mint szekunder alvászavar a katonai orvostudomány érdeklődésének középpontjában áll, addig a hasonló jelentőségű primer alvászavarok katonai jelentőségének feltérképezése még várat magára [18].

Ismereteink szerint még nem született olyan átfogó tanulmány, amely a hivatásos és sorozott állományban előforduló primer alvásbetegségek gyakoriságával és negatív hatásaival behatóan foglalkozott volna. Következő hároméves klinikai kutatásunk célkitűzése az EDS-en belül a kognitív deficit kiszűrése, műszeres vizsgálattal történő objektivizálása, a háttérben álló primer alvásbetegség diagnosztizálása, továbbá az egyidejű agyi regionális funkcionális eltérések igazolása, majd a megfelelő kezelést követően a fenti eltérések esetleges változásának vizsgálata.

NEMZETKÖZI TAPASZTALATOK

A harci cselekmények során bekövetkező balesetek mintegy 80–85%-a az exekutív zavarból adódó emberi tévedések számlájára írható: baráti tűz, saját állás bombázása, ágyúzása, repülőgép és helikopter összeütközése [21]. A cikk 2003-as konkrét példákkal illusztrálja a kognitív zavar okozta baleseteket. *Március 22-én két Sea King típusú helikopter ütközött össze az északi öbölben. Hét halálos áldozat – köztük egy amerikai. Március 23-án US Patriot rakéta találat miatt egy angol Tornádó gép lezuhant a kuvaiti határ közelében. Két halott. Március 25-én Basra közelében két angol tank baráti tüzet nyit egymásra. Két halott. Március 29-én baráti tűz Basra közelében. Egy halott, öt sebesült. Április 6-án amerikai gép saját konvojt bombáz. Legalább tíz halott, köztük az USA speciális erők tagjai is.*

A cikk szerint a jövőben az operációs rendszerek egyre bonyolultabbá válásával az ilyen típusú veszteségek növekedése várható. A probléma fontosságát felismerve a lehetséges megelőző intézkedések meghozatalára 2004 áprilisban az amerikai hadsereg orvosi kísérleti csoportja — Army Medical Research and Material Command (AMRMC) — az exekutív kognitív teljesítőképesség vizsgálatára — Cognitive Performance, Judgement, Decision-making Research Program (CPJDRP) — külön programot indított [21]. Ennek keretében a hadsereg orvos csoportja együttműködik más szövetségi

HADTUDOMÁNYI SZEMLE

Budapest, 2010.
3. évfolyam 1. szám

Dr. BERNÁTH István, Dr. SZAKÁCS Zoltán

szervezetekkel és akadémiákkal, hogy a leghatékonyabban javíthassa a katonai vezetők, csoportok továbbá az egyes katonák kognitív teljesítőképességét.

A CPJDRP célkitűzései a következők:

1. szimulált operációs körülmények mellett vizsgálni a különböző katonai vezetési szintek döntéshozatali folyamatát;
2. a döntéshozatali folyamatok során elkövetett hibák vizsgálata;
3. noninvaszív vizsgálati módszerek (EEG, aktigráfia, neuropszichológiai tesztek) alkalmazása az egyén kognitív státuszának felmérésére és a várható teljesítménycsökkenés előrejelzésére;
4. az egyéni kognitív terhelhetőség határainak megállapítása;
5. gyógyszeres és nem gyógyszeres kognitív teljesítmény javítás lehetőségeinek felmérése és az FDA ellenőrzése melletti alkalmazása.

A harmadik pontban megfogalmazott noninvaszív vizsgálatokon belül speciális jelentőségű a neurofiziológiai monitorozás kérdése (EEG, alvás latencia vizsgálat, regionális agyi áramlás vagy anyagcsere változás vizsgálat), ezért erre külön munkacsoport — Neurophysiological Measures and Cognition Focus Team (NMCFT) — alakult 2004-ben. A csoport feladata olyan kisméretű hordozható eszközök fejlesztése, melyek élettani funkciók regisztrálásával lehetővé teszik a bevetés során fellépő stressz hatások okozta kognitív teljesítőképesség csökkenésének előrejelzését [22–30]. Az együttműködésre jó példa az USAMRMC által szponzorált kórházi csúcstechnika, a pozitron emissziós tomográfia (PET) alkalmazása az alvásmegvonás agyi anyagcserére kifejtett hatásának vizsgálatára [31–32]. A tanulmány 24–48–72 órás alvásmegvonás hatását térképezte fel, jelzett fluoro-deoxy-glucose alkalmazásával.

Már 24 órás alvásmegvonás jelentős metabolizmus csökkenést mutatott a vigiliásért felelős átkapcsoló magban, a thalamusban. Az alkalmazott PET-készülék felbontóképessége nem tette lehetővé az egyes thalamus magcsoportok izolált vizsgálatát, de a szummált metabolizmus csökkenés — a nyugalmi alapérték 17%-a — így is szignifikáns volt. Egyéb régiók tekintetében a thalamushoz hasonló mértékű metabolizmus csökkenést észleltek a prefrontális valamint az aszociatív parietális régióban. Ez fontos megfigyelés mivel az érintett területek felelősek az exekutív (feladatmegoldás, munkamemória) és percepció (vizuális és akusztikus információk integrálása) funkciózavarokért. Az alváslatencia vizsgálattal megerősített objektív álmoság továbbá a kognitív funkció zavar szintén igazolható volt, és mértéke az alvásmegvonás idejével a 72 óra során folyamatosan nőtt. Korreláció analízis igazolta, hogy a thalamus hipometabolizmus mértéke arányban volt az objektív álmoság mértékével (alváslatencia vizsgálat), valamint a szakkadikus szemmozgás csökkenésével (okulometria), és a kognitív teljesítmény csökkenés mértékével (számsor-összeadás, kivonás feladat). Neurofiziológiai szempontból értékes információ, hogy az objektív álmoság mértéke a thalamus deaktivációval korrelált. Ez igazolja a korábbi feltételezést, hogy az álmoság fokozódása, vagy az éberség csökkenés a thalamus hypometabolizmusával jár együtt. Szintén fontos megfigyelés, hogy az említett thalamus aktivációs változások a prefrontális régió anyagcsere változásaival korreláltak.

Ez igazolja a thalamus, prefrontális régió feed back kapcsolatát a nucleus reticularis thalamin keresztül, és magyarázza a bevezetőben leírt összefüggést a prefrontális kéreg funkció csökkenése és a kognitív zavar megjelenése között.

A neuroophthalmológiai mérések és eredmények korreláltak az agyi anyagcsere változással valamint a kognitív teljesítőképesség csökkenésével is. Az így kapott eredmények tették lehetővé az NMCFT által fejlesztett hordozható eszközök fejlesztését és operációs körülmények közötti tesztelését. A gyakorlati haszon egyértelmű, a költséges, csak kórházi körülmények között nyerhető adatokkal egyenértékű információk nyerhetők az operációs körülmények között is alkalmazható egyszerű élettani változásokat mérő eszközökkel. Ugyanakkor a hordozható eszközök egyszeri vizsgálat helyett folyamatos monitorozást tesznek lehetővé. A szerzők ismertetik a 2004–2008 közötti időszak célkitűzéseit és az elért eredményeket, valamint a gyakorlatban kipróbált vizsgálati eszközöket.

A neurofiziológiai monitorozás információt nyújt arról, hogy az adott személy kognitív állapota, az adott operációs körülmények között megfelelő-e a feladat elvégzésére. Az így nyert információ logisztikai jelentőséggel bír, mivel

csökkenő teljesítményszint esetén tervezhető a szükséges ellenintézkedések (pihenés, gyógyszeres stratégia) alkalmazása.

HAZAI SZAKMAI HÁTTÉR

A primer alvászbetegségek vizsgálatát a Szakács Zoltán által — a honvédség keretein belül — megszervezett alvási diagnosztikai hálózat teszi lehetővé. Szakács Zoltán doktor PhD értekezésében részletezi a hálózat kiépítésének gyakorlati, szervezési kérdéseit [33]. Eredményei évtizedes gyakorlati munkán alapulnak. Ez a folyamatos szakmai tevékenység teszi lehetővé, hogy a kórképek igazolása vagy kizárása szabályozott protokollok alapján történik, melyek kompatibilisek a nemzetközi, az európai és az amerikai alvástudomány, illetve a magyar szakmai kollégiumok által elfogadott protokollokkal.

Az értekezés úttörő jelentőségű, mivel elsőként vetette fel, hogy szükséges lenne a honvédségi alkalmassági vizsgálatok közé az alvászbetegségek szűrését beilleszteni, ugyanakkor a szűrési feladat intézményi kereteit is meghatározta.

További úttörő eredményt jelentett Szternák Nóra doktor munkássága is.

PhD értekezésében [34] felmérte az alváslaboratóriumi diagnosztikai módszerek hatékonyságát az önkéntes 18–25 éves korosztályban.

Munkájának aktualitását az adta, hogy a Magyar Honvédség NATO csatlakozása illetve a hivatásos és szerződéses haderő létrehozása jelentősen átalakította a katonai alkalmasság kérdését. A válságreagáló műveletekben való részvétel speciális képzettséget és elvárásokat fogalmaz meg a szolgálatot tevővel szemben. Ezért fontos a primer alvászavarok korai felismerése, kiszűrése.

A szerző célkitűzéseit a következőben határozta meg:

1. milyen gyakorisággal jelentkeznek a fokozott nappali aluszékonyság a vizsgált populációban (önkéntes 18-25 éves korosztály);
2. milyen betegségek állnak az aluszékonyság hátterében;
3. mennyire alkalmasak a nemzetközi irodalomban ajánlott kérdőívek a fokozott nappali aluszékonyságot okozó betegségek diagnosztikájára;
4. a kérdőívek és az alváslaboratóriumi diagnosztikai módszerek mennyire alkalmasak a katonai alkalmasság megítélésére?

Összegzett következtetések:

1. a 18–25 éves civil populációban a validált kérdőív alapján 35,4%-ban igazolódott hiperszomnia, melynek hátterében narkolepszia, fokozott felső légúti ellenállás szindróma és idiopathias hiperszomnia állt;
2. az alkalmazott narkolepszia skála megbízhatóan választotta ki az érintett betegeket;
3. a műszeres vizsgálatok (poliszomnográfia, alváslatencia vizsgálat) elengedhetetlenek a betegségek diagnosztizálásában;
4. a laboratóriummunkában alkalmazott vizsgálatok használata megalapozott, értékük megbízhatóan magas. Használatuk a katonai alkalmasság megítélésében megalapozott.

A szerző által meghatározott további kutatást igénylő területek:

1. az alvászdepriváció hatásának elemzése a katonai szolgálatra;
2. más fegyveres erők állományának vizsgálata;
3. az önkéntes bevonulók körében elkészíteni a felmérést a hiperszomniával járó alvászavarok előfordulási gyakoriságára nézve.

Az utolsó három bekezdés képezi saját munkánk kiindulópontját.

HADTUDOMÁNYI SZEMLE

Budapest, 2010.
3. évfolyam 1. szám

Dr. BERNÁTH István, Dr. SZAKÁCS Zoltán

ÖSSZEGZÉS

A NATO keretein belül 2004 óta folyamatosan alakulnak meg a jelentős igénybevétel — többek között az alváshiány — okozta kognitív funkciózavarokat vizsgáló orvos–katonai munkacsoportok. Saját munkánkban az említett munkacsoportok eddigi eredményei irányadóak. Ugyanakkor hangsúlyozzuk, hogy saját kutatásunk során nem az alvásmennyiség deficitjével, hanem annak szerkezeti sérülésével foglalkozunk. Legjobb tudásunk szerint még nem végeztek olyan hasonló vizsgálatot, amely a hivatásos és szerződéses állomány tagjai között egyidejűleg méri a kognitív teljesítmény zavarát, műszeres vizsgálattal térképezi fel a háttérben álló alvászavarok minőségét és a következményes agyi funkció változását.

Kulcsszavak: alvás-ébredési zavar, kognitív funkció zavar, szerződéses állomány

Keywords: sleep wake disorders, cognitive deficits, military population

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1]. BEEBE, D., GOZAL, D.: Obstructive sleep apnea and the prefrontal cortex: towards a comprehensive model linking nocturnal upper airway obstruction to daytime cognitive and behavioral deficits. *J. Sleep Res* 2002; 11:pp1-16
- [2]. BRAUN, A., BALKIN, T., WESENTEN, N., CARSON, R., VARGA, M., BALDWIN, P., SELBIE, S., BELENKY, G., HERSCOVITCH, P.: Regional cerebral blood flow throughout the sleep-wake cycle. *An H2(15)O PET Study. Brain.* 1997 Jul; 120 (Pt 7):1173-97
- [3]. BUCHSBAUM, M., GILLIN, J., WU, J., HAZLETT, E., SICOTTE, N., DUPONT, R., BUNNEY, W. JR.: Regional cerebral glucose metabolic rate in human sleep assessed by positron emission tomography. *LifeSci.*1989;45(15):1349-56
- [4]. MADSEN, P. L.: Blood flow and oxygen uptake in the human brain during various states of sleep and wakefulness. *Acta Neurol. Scand.*, 1993, 148 (Suppl.): 3–27.
- [5]. MAQUET, P., PÉTERS, J., AERTS, J., DELFIORE, G., DEGUELDRE, C., LUXEN, A., FRANCK, G.: Functional neuro-anatomy of human rapid-eye-movement sleep and dreaming. *Nature.* 1996 Sep 12; 383(6596):163-6.
- [6]. FINELLI, L. A., BORBELY, A. A., ACHERMANN, P.: Functional topography of the human nonREM sleep electroencephalogram. *Eur. J. Neurosci.*, 2001, 13: 2282–2290.
- [7]. MAQUET, P.: Functional neuroimaging of normal human sleep by positron emission tomography. *J. Sleep Res.*, 2000, 9: 207–231
- [8]. HOBSON, J., STICKGOLD, A. R., PACE-SCHOTT, E. F.: The neuropsychology of REM sleep dreaming. *NeuroReport*, 1998, 9: R1–R14.
- [9]. HARRISON, Y., HORNE, J. A.: The impact of sleep deprivation on decision making: a review. *J. Exp. Psychol.*, 2000a, 6: 236–249.
- [10]. CAJOCHEN, C. (et al.): Dynamics of frontal low EEG-activity and subjective sleepiness under high and low sleep pressure. *Sleep*, 2001, 24 (Suppl.): A77A77.
- [11]. BANKS, S., DINGES D.: Behavioral and Physiological Consequences of Sleep Restriction, *J Clin Sleep Med.* 2007 August 15; 3(5): 519–528.
- [12]. THOMAS, M., RUSSO, M.: Neurocognitive monitors: toward the prevention of cognitive performance decrements and catastrophic failures in the operational environment. *Aviat Space Environ Med* 2007; 78 (5, Suppl.):B144-52
- [13]. KERICK, S., HATFIELD, B., ALLENDER L.: Event related cortical dynamics of soldiers during shooting as a function of varied task demand. *Aviat Space Environ Med* 2007; 78 (5, Suppl.): B 153-64

HADTUDOMÁNYI SZEMLE

Budapest, 2010.
3. évfolyam 1. szám

Dr. BERNÁTH István, Dr. SZAKÁCS Zoltán

- [14]. MARSHALL, S.: Identifying cognitive state from eye metrics. *Aviat Space Environ Med* 2007; 78(5, Suppl.):B165-75
- [15]. RUSSO, M., STEZT M., THOMAS, M.: Monitoring and predicting cognitive state and performance via physiological correlates of neuronal signals. *Aviat Space Environ Med* 2005; 76 (7, Suppl.):C59-63
- [16]. RUSSO, M., WILSON, G.: Neurophysiologic indicators of alertness, attention, and cognitive performance. *Aviat Spece Environ Med* 2006; 77:186
- [17]. SCHMORROW, D., REEVES, L.: 21th century human system computing augmented cognition for improved human performance. *Aviat Space Environ Med* 2007; 78(5, Suppl.): B7-11
- [18]. KRYGER, M., POULIOT, Z., PETERS, M., NEUFELD, H., DELAIVE, K.: Sleep disorders in a military population. *Mil Med.* 2003 Jan; 168(1):7-10.
- [19]. Future Soldier Systems. *NATO Nations and Partners for Peace 2004.* IV-V szám. 122-154, 76-95 oldalak, fordította: Szabó Ferenc.
- [20]. U.S. Army Combat Readiness Center. Retrieved from <https://crc.army.mil/home/>;22
- [21]. THOMAS, M., RUSSO, M.: Neurocognitive monitors: toward the prevention of cognitive performance decrements and catastrophic failures in the operational environment. *Aviat Space Environ Med* 2007; 78(5, Suppl.):B144-52
- [22]. KERICK, S., HATFIELD, B., ALLENDER, L.: Event related cortical dynamics of soldiers during shooting as a function of varied task demand. *Aviat Space Environ Med* 2007;78 (5, Suppl.):B 153-64
- [23]. MARSHALL, S.: Identifying cognitive state from eye metrics. *Aviat Space Environ Med* 2007; 78(5, Suppl.):B165-75
- [24]. RUSSO, M., STEZT, M., THOMAS, M.: Monitoring and predicting cognitive state and performance via physiological correlates of neuronal signals. *Aviat Space Environ Med* 2005; 76 (7, Suppl.):C59-63
- [25]. RUSSO, M., WILSON, G.: Neurophysiologic indicators of alertness, attention, and cognitive performance. *Aviat Space Environ Med* 2006; 77:186
- [26]. SCHMORROW, D., REEVES, L.: 21th century human system computing augmented cognition for improved human performance. *Aviat Space Environ Med* 2007; 78(5, Suppl.): B7-11
- [27]. St. JOHN, M., RISSER, M., KOBUS, D.: Toward a usable closed-loop attention-management system: predicting vigilance from minimal contact head, eye, and EEG measures. *Strategic Analysis, Inc.* 2006:12-8
- [28]. TSAI, Y., VIIRRE, E., STRYCHACZ, C.: Task performance and eye activity: predicting behavior relating to cognitive workload. *Aviat Space Environ Med* 2007; 78(5, Suppl.): B176-85
- [29]. VERVES, P.: Field testing a prototype cognitive monitor. *Aviat Space Environ Med* 2006; 77:186
- [30]. YU, M., KATZ, M., THOMAS, M.: Stability of saccadic velocity under varying ambient light levels, repeated testing, and times of day for application of oculomotoric monitoring in operational environments. *Aviat Space Environ Med* 2006; 77:184
- [31]. THOMAS, M., SING, H., BELENKY, G.: Neural basis of alertness and cognitive performance impairments during sleepiness. I. Effects of 24 hours of sleep deprivation on waking human regional brain activity. *J Sleep Res* 2000; 9:pp335-52
- [32]. THOMAS, M., SING, H., BELENKY, G.: Neural basis of alertness and cognitive performance impairments during sleepiness. II. Effects of 48-72 hours of sleep deprivation on waking human regional brain activity. *Thalamus Relat Syst* 2003; 2:pp199-229
- [33]. SZAKÁCS Zoltán: *Hatékony szűrő-gondozó hálózat kiépítése a katonai szolgálatot jelentősen befolyásoló alvász-ébredési zavarok kezelése céljából.* -Bp.: ZMNE, 2007. (PhD-értekezés)
- [34]. SZTERNÁK Nóra: *Alváslaboratóriumi diagnosztikai módszerek a katonai alkalmasság megítélésében.* Bp.: ZMNE, 2008. (PhD-értekezés)