

Az alvásmegvonás hatása a figyelemre és a koncentrációra

**Dr. Nagy Attila,
Dr. Szakács Zoltán orvos ezredes, PhD**

Kulcsszavak: alváskutatás, alvásmegvonás, harci műveletek, emberi teljesítmény, hatékony alvás, alváskezelő rendszer

Az alvásmegvonás a teljesítmény csökkenését, a hatékonyság romlását, hangulatzavart okozhat; feszültséget, depressziót, agressziót, kimerültséget és zavartságot eredményez, amely állapotok harckészültség esetén kifejezetten kritikusak lehetnek. Tanulmányunk a katonák alvásmegvonás alatti viselkedésével kapcsolatos kutatás eredményeit, és ennek konzekvenciájaként a harci műveletek vonatkozásában a teljesítményjavítást és a hatékonyságfejlesztést vizsgálja.

Ismertetjük az alvás, az alvásdepriváció és a harci/műveleti teljesítmény korrelációit, górcső alá vesszük továbbá az alváshiány és a komplexebb mentális folyamatok, illetve kognitív teljesítmény összefüggéseit, valamint azt, hogy az alvás rekuperatív értéke hogyan alakul fragmentált alvás esetén. Vizsgálódásunk kiterjed az alváshiány teljesítményre gyakorolt hatására, illetve az alvásmegvonás hatásának előrejelzésére szolgáló alvás/teljesítmény modell bemutatására, amely a korábbi alvásmennyiségek alapján mutatja meg a jelen és a jövő várható teljesítményét. Érdekességként bemutatjuk az alvás és a teljesítmény monitorozására vonatkozó alváskezelő rendszert (Sleep Management System, SMS).

Összegzésként megállapítjuk, hogy az idegtudomány hogyan teszi fenntarthatóbbá a harci hatékonyságot, ezáltal csökkentve az áldozatok számát, javítva a műveleti eredményt.

Bevezetés

Napjainkban az egyik legdinamikusabban fejlődő tudományág az idegtudomány és a pszichofarmakológia, ahol új eszközök állnak rendelkezésre az agyi tevékenység, az elektromos, valamint kémiai stimuláció, továbbá az emberi viselkedés közötti kapcsolatok alapvető megismerésére. Orvosi szempontból az emberi teljesítmény javítása kiemelkedő kutatási terület, különös tekintettel a katonai erők működésére és hatékonyságára vonatkozó fejlesztésekre, mind a szimmetrikus, mind az aszimmetrikus háborúban; a tudományos áttöréseknek nemzetbiztonsági következményei lehetnek [1].

Az emberi teljesítmény javításának egyik módja az alvás természetének megértése és lehetséges manipulálása. A harctéren szolgáló katonák állandóan alvásmegvonásban szenvednek, időnként igen súlyos mértékben. Az alvásmegvonás a teljesítmény csökkenését, a hatékonyság romlását, hangulatzavart okozhat; feszültséget, depressziót, agressziót, kimerültséget és zavartságot eredményez. Ezek a tünetek nyilvánvaló hátrányt jelentenek a harckészültségben, amely hozzájárul az ún. harci stressz kialakulásához.

Mivel az alváshiány jelentős teljesítményromláshoz vezet, ebből következik, hogy a katonák alvásmegvonás alatti viselkedésének javítására szolgáló módszerek komoly következményei lesznek a saját erőinkre és az ellenfélre egyaránt, mivel az alvási előny determináló lehet a harctéren. [2].

A megfelelő hosszúságú alvásidő engedélyezése alapvető fontosságú. Az alvásidő nem áldozható fel más tevékenységek javára, mivel az alváshiány nyilvánvaló, illetve közvetlen ódioma a

teljesítmény, és a katonai hatékonyság romlása. Ez különös jelentőséget akkor kap, amikor a munkakör szoros megszorításokkal jár (pl. többműszakos beosztás, katonai szolgálat), és a tartós, magas szintű éberség jelentős szerepet játszik a munkateljesítményben, a döntéshozatalban vagy a túlélés szempontjából. A katonai szolgálattal összefüggő környezeti feltételek, mint például a kényelmetlen munka- és alváskörülmények, a gyors hadműveleti tempó, a tartós hadműveletek, önmagukban is kimerültséget eredményezhetnek, nem beszélve arról, amikor az alváshiányt egyéb alvászavar tovább súlyosítja [3].

Alvás, alvásdepriváció és a harci/műveleti teljesítmény

A modern harcászat egyik alaptézise, hogy valamely csata kimenetele egységnyi szinten is eldőlhet, mivel egyetlen kis alakulat, amely megfelelő erejű tüzertől képes alkalmazni a megfelelő helyen és időben, meghatározhatja a csata sorsát.

A hatékony kognitív teljesítmény, valamint a parancs, a kontroll, a kommunikáció és az intelligencia lényeges szerepet játszik az eredményes harci műveletekben. Az alváshiány rontja a magasabb, komplexebb mentális folyamatokat. Az alváshiánnyal küzdő személyek képesek ugyan megőrizni a kognitív feladatok végrehajtásának pontosságát, ám az ébrenléti idő megnyúlásával a feladatok megvalósításának gyorsasága csökken. Alvásmegvonás esetén a katonák gondolkodása lelassulhat arra a pontra, hogy a rendelkezésre álló időn belül már nem tudnak helyes döntést hozni. Ha pedig a katonáktól az adott helyzetben várt döntés rendszerkritikus, akkor a rendszer nem fog működni. A katonák elveszítik a harctéren

a tudatosságot, amivel az információkat a megfelelő taktikai helyzetekben képesek alkalmazni. Ez nem azt jelenti, hogy a katonák és a harci egységek egyáltalán ne tudnának harcolni alvásmegvonásban, csak kevésbé lesznek eredményesek.

A tudatossággal szemben az egyszerű mentális folyamatok változatlanok. Alvásmegvonásban az állomány tagjai még mindig jól, pontosan tudnak célozni, azonban a terephez és a taktikai körülményekhez való orientáció romlik, így előfordulhat, hogy már nem képesek megkülönböztetni a barátot az ellenségtől [2, 4].

Az alvás rekuperatív értéke

Az alvás rekuperatív értéke függ annak időtartamától és folytonosságától. A rövid, fragmentált alvásnak csökkent, vagy semmilyen rekuperatív értéke nincs, és a teljesítményre gyakorolt hatása hasonló a teljes alváshiányhoz.

Bonnet kísérletei során civil önkéntesek alvását fragmentálta olyan módon, hogy 2-3 percenként hangot bocsátott ki az alvók környezetében, melynek hangerejét addig növelte, amíg az alvókban mikroébredéseket idézett elő. A vizsgálati alanyok egyik csoportjában a *mikroébredés* helyett a teljes ébredés volt a kritérium, amit mozgásbeli és verbális válasz jelzett. A második csoport esetében a mikroébredés (arousal) kritériumaként egy egyszerű testmozgás szerepelt, szóbeli válasz nélkül. Egy harmadik csoport esetében a mikroébredés kritériuma az elektroencefalogram (EEG) változása volt, mozgás vagy szóbeli válasz nélkül.

Mindhárom csoportban, bármelyik mikroébredési kritérium mellett csökkent az alvás rekuperatív értéke a másnapi éberség és teljesítménymérés során.

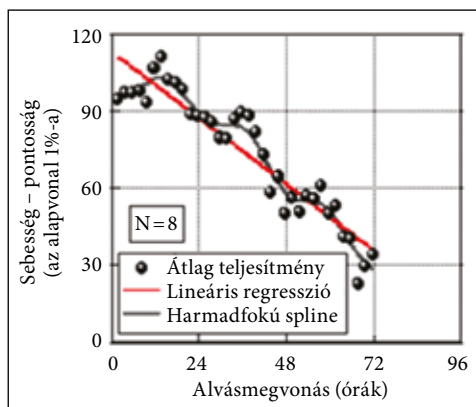
Mivel a csoportok résztvevőinek a teljes alvásideje a normálhoz közel volt, így *Bonnet* eredményei nem az alvásmegvonás, hanem az alvás megzavarásának, széttagolásának következményei. Még abban az esetben is, amelyikben a fragmentáció külső szemmel nyilvánvaló viselkedésbeli változás nélküli (azaz csak az EEG-változás csoportja) volt, gyakorlatilag megsemmisült az alvás rekuperatív értéke.

Bonnet eredményei a folyamatos harci műveletek során tapasztalt teljesítmény változások vonatkozásában relevánsak, kiemelve azt, hogy nemcsak az alvás időtartama, hanem folyamatossága is fontos. Eredményei hangsúlyozzák a körülményekhez képest háborítatlan alvás jelentőségét és szükségességét.

Érdekesség, hogy a kísérletben résztvevő parancsnokok gyakran panaszkodtak arra, hogy 4 órás alvás után sem érezték magukat jobban, mint szundikálás előtt. Magatartásuk szerint (feküdtek, csukott szemmel), ezek a parancsnokok a szundítás alatt aludtak. Amikor megkérdezték, hol alszanak, egy tipikus válasz: „a TOC sarkában” (taktikai műveleti központ), amely gyakorlatilag a nap 24 órájában forgalmas, zajos hely (mozgás, beszélgetés és rádióforgalom). Azt a panaszukat, hogy a szundításnak nem volt értelme, valószínűleg a gyakori EEG-mikroébredés okozta, reagálva a környezeti zajra és a mozgásra, amely alvásukat szétverte megsemmisítve annak rekuperatív értékét [5].

Az alváshiány hatása a teljesítményre

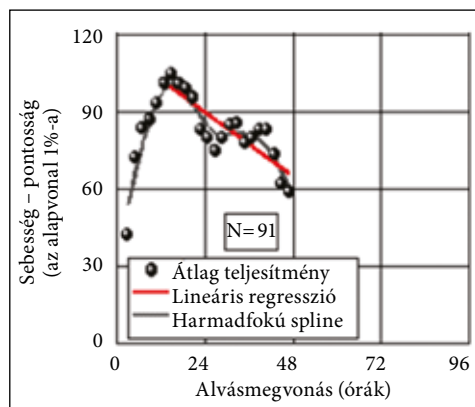
Az alvásmegvonás csökkenti az éberséget, a kognitív teljesítményt, és rontja az egyén általános hangulatát. Egy kutatás során 72 órás teljes alvásmegvonást követően önkéntes alanyoknál megvizsgálták a kognitív teljesítmény számítógépes



1. ábra. 72 órás alvásdepriváció: teljesítmény egymást követő összeadással, kivonással

- az alváshiány rontja a kognitív teljesítményt
- a teljesítmény romlása lineáris
- ráarakódik a normál cirkadián ritmus

(Viselkedésbiológiai tanszék Walter Reed Army Kutatóintézet)



2. ábra. 48 órás alvásdepriváció: teljesítmény egymást követő összeadással, kivonással

- az alváshiány rontja a kognitív teljesítményt
- a teljesítmény romlása lineáris
- depriváció meredeksége megegyezik a 72 órás deprivációéval
- a teljesítmény kezdeti emelkedő meredeksége a feladat megtanulását jelenti

(Viselkedésbiológiai tanszék Walter Reed Army Kutatóintézet)

teljesítménytesztekkel. A tesztek során lövéseket kellett leadni célpontokra, ezek sebességét és pontosságát mérték. Megállapítható volt, hogy a hasznos mentális munka elvégzésének képessége 25%-kal csökken minden egymást követő ébren töltött 24 órában. Az alanyok (N=8) adatait és elemzéseit az 1. ábra foglalja össze.

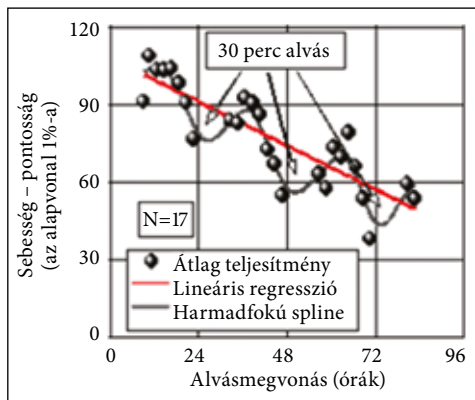
Az 1. ábrán szereplő teljesítmény adatokat a végrehajtási sebesség és a végrehajtási pontosság szorzataként fejeztük ki. Alváshiány okán az általános teljesítmény jellemzően csökken – elsősorban a sebesség csökkenésének eredményeként. Mindeközben a pontosság viszonylag megmarad az alváshiány alatt [6].

A 2. ábra egy normál önkénteseken (N=91) végzett másik tanulmány teljesítményadatait mutatja 48 órás alvásmentesség alatt.

A fentebb említett 72 órás vizsgálatban szereplőktől eltérően, a 48 órás kísérletben résztvevőket előzetesen nem képezték a kognitív teljesítmény-feladatokra – a teljesítmény első javulása magát a tanulást jelenti. A lineáris regressziós vonal lejtése mindkét ábrán közel azonos [7].

A 3. ábra normál önkéntesek (N=17) 85 órás alvásmentességgel járó másik vizsgálatának teljesítményadatait mutatja napi 30 perc alvással.

Az első két vizsgálatban résztvevőktől (72 és 48 óra alvásmentesség) ellentétben a 85 órás kísérlet alanyainak napi 30 perces szunyókálást engedélyeztek. Ez a rövid napi alvás csökkentette a teljesítmény romlásának sebességét, amit a lineáris regressziós vonal lejtésének csökkenése jelez.



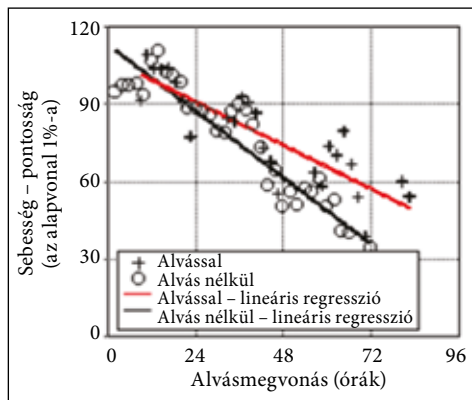
3. ábra. 85 órás alvásdepriváció napi 30 perc megengedett szunyókálással: teljesítmény egymást követő összeadással, kivonással

- az alváshiány rontja a kognitív teljesítményt
- a rendszeres időközönként meglévő rövid szunyókálás csökkenti a teljesítményromlás ütemét

(Viselkedésbiológiai tanszék Walter Reed Army Kutatóintézet)

A 4. ábrán összehasonlították a teljes alvásmentesség 72 órás vizsgálatából származó regressziós vonalakat a 85 órás alváshiány esetén napi 30 perc alvással mért eredményekkel. Az eredmények mentén megállapították: a teljesítmény romlásának sebességét a napi 30 perces szundítás lelassította.

Az alváshiány rontja az összetett kognitív teljesítményt, beleértve az olyan képességeket, mint a gyorsan változó körülmények közötti megértés, adaptáció és tervezés. Az alvásdeprivációról szóló különféle tanulmányok arra a következtetésre jutottak, hogy a prefrontális cortex bevonásával járó mentális folyamatok különösen érzékenyen romlanak az alváshiány által. Harminchat órányi alvásmentesség szignifikánsan csökkentette a kognitív tesztek eredményeit, különösen a szófluenciát és a nonverbális terve-



4. ábra. A kognitív teljesítmény romlása alvásdeprivációban napi 30 perces szunyókálással, illetve anélkül

- az alváshiány rontja a kognitív teljesítményt
- az alvás/teljesítmény rendszer érzékeny még rövid alvás mennyiségre is
- napi 30 perces alvás javítja a teljesítményt a teljes alvásdeprivációhoz képest

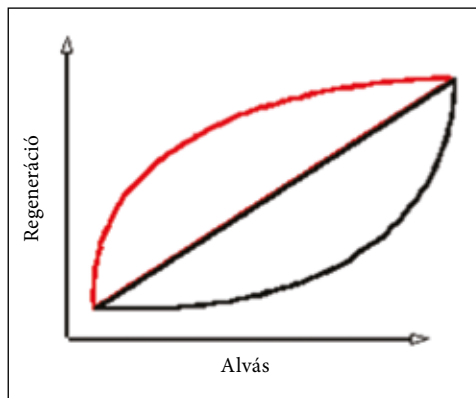
(Viselkedésbiológiai tanszék Walter Reed Army Kutatóintézet)

zést, amelyek tipikusan olyan feladatok, amelyek végrehajtásában a prefrontális kéreg részvétele jelentős [8].

A komplex mentális teljesítménnyel ellentétben az alváshiány nem befolyásolja az egyszerű pszichomotoros teljesítményt, a fizikai erőt és a kitartást. Például egy katona 90 óra alvásdepriváció után ugyanolyan pontosan tud lövöldözni fixen rögzített célpontokra. Ha azonban olyan célokra lövöldöznek, amelyek véletlenszerűen bukkannak fel egy lövés tartományban, akkor a teljesítmény a kiindulási érték 10%-a alá esik [2].

Az alváshiány hatásának modellezése a teljesítményre

Az alvásdepriváció hatásának előrejelzésére kifejlesztettek egy alvás/teljesítmény modellt, amely a korábbi alvás-



5. ábra. Regenerálódás az alvás során

- a három hipotetikus alvásregenerálódás ábrázolása
- a regeneráció nagy része az éjszakai alvás korai szakaszában történik (piros görbe)

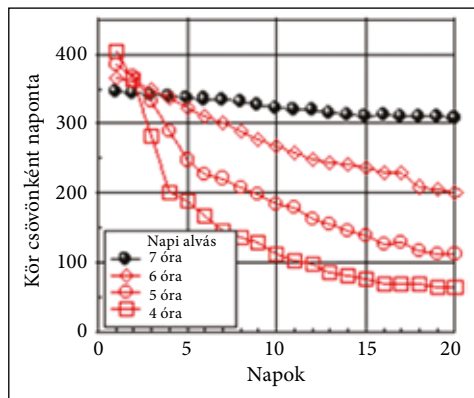
(Viselkedésbiológiai tanszék Walter Reed Army Kutatóintézet)

mennyiségek alapján mutatja meg a jelen és a jövő várható teljesítményét. Ezt a modellt úgy állították össze, hogy két szélső támpontként a teljes alvásmenteséget és a 8 órás alvást tekintették. Ezek a végpontok olyan adatokon alapulnak, amelyek szerint a minden esti, több mint 8 órás alvás határozatlan ideig fenntartja a jó teljesítményt. A teljes alváshiány ellenben 25%-kal mérsékli a teljesítményt minden 24 órás ébrenlétet követően [9].

Egyéb tanulmányok alapján azt is feltételezik, hogy a felépülés –rekuperáció– nagy része az éjszakai alvás korai szakaszában történik meg (5.ábra).

Az alvás/tejesítmény modellel megvizsgálták egy tüzérségi egység eredményességét folyamatos műveletek során (6.ábra).

A modell szerint a 7 óránál kevesebb éjszakai alvás a teljesítmény csökkenését



6. ábra. Alvás/tejesítmény modell egy tüzérségi üteg teljesítményének előrejelzésére folyamatos műveletek során

- normál mennyiségű alvás a végtelenségig fenntartja a teljesítményt
- a normálnál kevesebb alvás rontja a teljesítményt
- regy-két napig a normálnál kevesebb alvás növeli az aggregált teljesítményt

(Viselkedésbiológiai tanszék Walter Reed Army Kutatóintézet)

eredményezi. Egy vagy két napig a rövidebb alvási idejű tüzérségi csapatok jobban teljesítenek a hosszabb alvási idejű társaiknál, pusztán azon okból, hogy a több ébren töltött idejüknel fogva több órájuk van a lövészetre. A második vagy harmadik napra azonban a modell azt prognosztizálja, hogy kevesebb pontos lövést fognak leadni a 24 órás időszakban, annak ellenére, hogy több időt töltenek a tüzeléssel.

Az alvás/tejesítmény modell tökéletesítésére és validálására normál önkéntesekkel készítették tanulmányt. A különböző csapatok éjszakánként 3, 5, 7 és 9 órát aludtak, nyolc egymást követő éjjel. A vizsgálat további 15 napján a 4 órát alvó üteg lövő teljesítménye szemben a hét órát alvó üteggel kevesebb, mint egyharmadára zuhant [10].

Nyilvánvaló, hogy a harcban gyakran vannak olyan helyzetek, amelyek során a külső körülmények miatt nem lehetséges a megfelelő mennyiségű alvás. A fentiek azonban egyértelművé teszik, hogy a parancsnokoknak nem szabad szándékosan megrövidíteniük katonáik alvását, hanem ellenkezőleg; a lehetőségekhez képest megfelelő alvást kell biztosítaniuk mind maguknak, mind pedig beosztottjaiknak.

Az alvás és a teljesítmény monitorozása; alváskezelő rendszerek

Bár az alváshiány hatásai jól ismertek, hazai körülmények között még nem állnak rendelkezésre olyan eszközök, amelyek a katonák alvásmennyiségét és minőségét mérik operatív körülmények között. Ezeket az információkat a teljesítményre gyakorolt hatások előrejelzésére lehetne felhasználni. Az amerikai hadseregben ilyen az eszközök elérhető a Warfighter Status Monitorba integrált alváskezelő rendszer formájában. Az Egyesült Államok Hadseregének Orvosi Kutatási és Anyagparancsnoksága (USAMRMC) kutatói egy helyszínen telepíthető alváskezelő rendszert (Sleep Management System, SMS) fejlesztettek ki. Az SMS Rendszer a Warfighter Status Monitor egyik alkotóeleme, amelyet minden katona viselhet operatív környezetben. Az alváskezelő rendszer a következőkből áll: csuklón viselt, mikroprocesszoros, önálló, alvás/aktivitásfigyelő (aktigráf), amely az alvás időtartamának, folyamatosságának és időzítésének zavartalan mérésére szolgál műveleti körülmények között. Az alvás/teljesítmény modell képes a katona egyéni produktivitásának előrejelzésére a közelmúlt alvási előzményei alapján az alvás/aktivitás monitorral mérve [11].

Összegzés és következtetések

Az öngondoskodás kritikus eleme a megfelelő alvás. A laboratóriumi és terepi tapasztalatokra alapozott alvás/teljesítmény modell azt sugallja, hogy napi szinten 7-8 óra alvásra van szükség a magas szintű teljesítmény fenntartásához napokon és heteken át. A nem megfelelő mennyiségű és minőségű alvás következményei a csökkent mentális képességek lesznek, különösen a magasabb rendű képességek területén, amelyek fenntartják a helyzettudatosságot és a taktikai megértést. Ennek egyenes következményei lehetnek – az egyéni és az egység hatékonyságának csökkenése okán – a hibák, a balesetek. Az ellenség fellépésének kapcsán megnövekedett veszteségek befolyásolják a hadművelet eredményét és ronthatják a katonák azon képességét, hogy fenntartsák a jövőbeli teljesítményük hatékonyságát.

Az alvás emberi neurobiológiai oktatását az alváskezelő rendszer által biztosított eszközökkel kombinálva a parancsnokok képesek lesznek fenntartani saját és egységeik hatékonyságát, csökkenteni az áldozatok számát, javítani a műveleti eredményt, valamint növelni csapataik esélyeit a sikerhez.

Irodalom

- [1] Paulus, M.P., Potterat, E.G., Taylor, M.K. et al.: A neuroscience approach to optimizing brain resources for human performance in extreme environments. *Neuroscience & Behavioral Reviews*, 2009, 33(7): 1080–1088.
- [2] Haslam, D.R., Abraham P.: Sleep loss and military performance. In G. Belenky (Ed.), *Contemporary Studies in Combat Psychiatry*, Westport, CT: Greenwood Press, 1987, 167–84.
- [3] Killgore, W.D.: Effects of sleep deprivation on cognition. *Prog. Brain Res.* 2010, 185: 105–29.

- [4] Whitney, P, Hinson, J.M.: Measurement of cognition in studies of sleep deprivation. *Prog. Brain Res.*, 2010, 185: 37–48.
- [5] Bonnet, M.H.: Sleep restoration as a function of periodic awakening, movement, or electroencephalographic change. *Sleep*, 1987, 10: 364–373.
- [6] Hursh, J.S., Redmond, D.P., Johnson M.L. et al.: Fatigue models for applied research in warfighting. *Aviat. Space Environ. Med.*, 2004, 75(3 Suppl): A 44–53.
- [7] Haslam, D.R.: The military performance of soldiers in sustained operations. *Aviat. Space Environ. Med.*, 1984, 55(3): 216–21.
- [8] Horne, J.A.: Human sleep, sleep loss and behavior. Implications for the prefrontal cortex and psychiatric disorder. *Br. J. Psychiatry*, 1993, 163(2): 413–419.
- [9] Marshall, S.L.A.: *Men Against Fire*. 1978, pp 138–156. Gloucester, M.A.: Peter Smith McNally, R.E., Machovec, A.M., Ellzy, D.T. & Hursh, S.R. (1989) SAIC Contract No. MDA903-88-D-1000: Evaluation of Sleep Discipline in Sustaining Unit Performance, McClean, V.A.: Science Applications International Corporation
- [10] Thorne, D.R., Genser, S.G., Sing, H.C. Hegge, F.W.: Plumbing human performance limits during 72 hours of high task load. In: *Proceedings of the 24th DRG Seminar on the Human as a Limiting Element in Military Systems*, Toronto: Defence and Civil Institute of Environmental Medicine, 1983, 17–40 pp.
- [11] Pleban, R.J., Valentine, P.J., Penetar, D.M. et al.: Characterization of sleep and body composition changes during ranger training. *Military Psychology*, 1990, 2: 145–156.

A. Nagy MD

Col. Z. Szakács MDMC, PhD

Effects of sleep deprivation on attention and concentration

Sleep deprivation can lead to reduced performance, inefficiency, mood disturbance it results in; tension, depression, aggression, fatigue and confusion, which can be critical in combat readiness. This

article reviews the results of research on soldiers' behaviour during sleep deprivation and, as a consequence, performance improvement and efficiency enhancement in combat operations.

We describe the correlations between sleep, sleep deprivation and combat/operational performance, we also scrutinize the relationships between sleep deprivation and more complex mental processes and cognitive performance, as well as how the recuperative value of sleep develops in the case of fragmented sleep. Our study covers the impact of sleep deprivation on performance and the presentation of the sleep/performance model for predicting the effect of sleep deprivation, which shows current and future expected performance based on previous sleep amounts. As an interesting feature, we present the sleep management system (Sleep Management System, SMS) for monitoring sleep and performance.

In summary, we conclude that neuroscience can make combat effectiveness more sustainable, thus reducing the number of victims and improving operational results.

Key-words: sleep research, sleep deprivation, combat operations, human performance, effective sleep, sleep management system

Dr. Nagy Attila

1134 Budapest, Róbert Károly krt. 44.