

Dr. Szakács Zoltán

# Alvás és katonai szolgálat

SPRINGMED KIADÓ

Dr. Szakács Zoltán

# Alvás és katonai szolgálat

Dr. Szakács Zoltán

# Alvás és katonai szolgálat

SpringMed Kiadó • 2021

© Dr. Szakács Zoltán, 2021

© SpringMed Kiadó, 2021

Dr. Szakács Zoltán  
Alvás és katonai szolgálat

A kötetet lektorálták:

Dr. Padányi József

Dr. Böszörményi Nagy György

ISBN 978-615-6337-14-6

Minden kiadói jog fenntartva. A SpringMed Kiadó az 1795-ben alapított Magyar Könyvkiadók és Könyvterjesztők Egyesülésének tagja.

Szerkesztés és a kiadásért felel a SpringMed Kiadó igazgatója

Nyelvi lektor: Parti Gábor

Tördelés, tipográfia, grafikai munkák: Németh János

Terjesztés: Végh Rita

Nyomda: Belvárosi Nyomda Zrt.

# Tartalom

<b>Prológus</b>	13
<b>Bevezetés</b>	15
<b>I. Alvás és katonai szolgálat</b>	17
1.1. A teljesítmény jelentősége	19
1.2. Az emberi teljesítmény	19
1.3. Alvás, alvásdepriváció és az emberi teljesítmény folyamatos műveleti tevékenység során	24
1.4. Alvás, alvásdepriváció és a harci/műveleti teljesítmény	26
1.4.1. <i>Alvás az Egyesült Államok Hadseregének Ranger Iskolájában és Nemzeti Képzési Központjában (U.S. Army Ranger School and National Training Center (NTC))</i>	27
1.4.2. <i>A barátságos tűz esete az Öböl-háborúban</i>	31
1.5. Az alvás regeneratív értéke	33
1.6. Az alváshiány hatása a teljesítményre	34
1.7. Az alvásirányítás és az éberségfenntartás kezelésének gyakorlati problémája az operatív tervezésekben	38
1.8. Az alváskezelő rendszer	39
1.9. Alvás mérése műveleti környezetben: az alvás-aktivitás figyelő	40
1.10. Az alváshiány hatásának modellezése a teljesítményre	41
1.11. Alvás, alvásmentesség, folyamatos műveletek és a parancsnoki felelősség	44

1.12. Összegzés és következtetések . . . . .	45
Irodalom . . . . .	47

<b>II. A fiziológias alvás . . . . .</b>	<b>51</b>
2.1. Bevezetés. . . . .	53
2.2. Az alvás elektrofiziológiai és poliszomnográfias jellemzői. . . . .	54
2.2.1. Az elektroencefalogram (EEG) . . . . .	58
2.2.2. NREM-alvás . . . . .	58
2.2.3. REM-alvás . . . . .	59
2.3. Elektrookulogram (EOG) . . . . .	61
2.4. Elektromiogram (EMG) . . . . .	61
2.4.1. A bőrellenállás és a bioelektromos bőrpotenciálok alvásban . . . . .	62
2.5. A NREM- és a REM-alvás . . . . .	63
2.5.1. A NREM-alvás . . . . .	63
2.5.2. A REM-alvás . . . . .	66
2.6. Az alvás mintázata, az alvásszerkezet. . . . .	66
2.7. Az alvás-ébrenlét szabályozás homeosztatis, cirkadián és ultradián komponensei . . . . .	71
2.8. Az alvás-ébrenlét ritmus cirkadián szabályozása. . . . .	75
2.9. Az ultradián szabályozás (alvásszerkezet) ma ismert tényezői. . . . .	81
2.10. Az alvás kognitív és emocionális modulálása . . . . .	81
2.10.1. A leszálló reticularis aktivitás: az izomtónus szabályozása alvásban . . . . .	82
2.10.2. Szupraspinális szint. . . . .	82
2.10.3. A spinális szint. . . . .	83
2.11. Az alvás és a légzés-keringés szabályozás kapcsolata . . . . .	84
2.11.1. Kardiovaszkuláris szabályozás alvásban . . . . .	86
2.11.2. Agyi keringés alvásban . . . . .	87
2.11.3. Légzés alvásban . . . . .	87
2.12. Az alvás és hormonális ritmusok . . . . .	92
2.12.1. Somatotrop hormon (STH) . . . . .	93
2.12.2. Prolactin . . . . .	95
2.12.3. ACTH, cortisol . . . . .	95
2.12.4. Thyroxin . . . . .	96
2.12.5. Gonadotrop hormonok . . . . .	96
2.13. Inzulin és vércukorszint . . . . .	96
2.14. Az immunrendszer és az alvás . . . . .	97

2.15. Emésztőszervek, veseműködés és az alvás . . . . .	98
2.16. Az alvás és a testhőmérséklet-szabályozás kapcsolata, az agy hőmérséklete alvás alatt . . . . .	98
Irodalom . . . . .	102

### III. Az alvásmedicina vizsgáló módszerei . . . . . 105

3.1. Bevezetés . . . . .	107
3.2. Az alvásmedicinában alkalmazott kérdőívek. . . . .	107
3.2.1. Az alvás és ébrenlét állapotának felmérése . . .	108
3.2.2. Alváskészítetés . . . . .	108
3.2.3. Obstruktív alvási apnoe . . . . .	109
3.2.4. Narkolepszia . . . . .	110
3.2.5. Nyugtalan láb szindróma (RLS). . . . .	110
3.2.6. Cirkadián alvás és ébrenlét zavarai, kronotípusok. . . . .	111
3.2.7. Insomnia . . . . .	111
3.3. Alvásnapló . . . . .	112
3.4. Az aktigráfia . . . . .	112
3.5. Poliszomnográfia . . . . .	117
3.5.1. A poligráfia (poliszomnográfia) helye a diagnosztikában . . . . .	118
3.5.2. A biológiai változók regisztrálásának általános szabályai a poligráfiában . . . . .	118
3.5.3. Az elektródák és szenzorok rögzítése, elhelyezése . . . . .	119
3.5.4. Differenciálerősítők, szelektorok, elvezetési alapformák, szűrők . . . . .	120
3.5.5. A szűrők elhelyezkedése a digitális poliszomnográfokban . . . . .	123
3.5.6. A mintavételi frekvencia jelentősége . . . . .	123
3.5.7. Az impedancia. . . . .	124
3.5.8. Elektromos kalibrálás . . . . .	124
3.5.9. A biológiai kalibrálás jelentősége . . . . .	124
3.5.10. A regisztrálási (papír) sebesség és az „epoch”. . . . .	124
3.5.11. Az alvásanalízis paraméterei . . . . .	126
3.6. Elektroencefalogram (EEG) . . . . .	126
3.7. Elektrokulogram (EOG) . . . . .	129
3.8. Elektromiogram (EMG) . . . . .	131
3.9. A kardiorespiratórikus funkciók paraméterei. . . . .	131

3.9.1.	<i>A fiziológiás és kóros légzés monitorozásának jelentősége</i>	131
3.9.2.	<i>Az orr-garat légzés követésének módszerei</i>	133
3.9.3.	<i>Tracheahang</i>	135
3.9.4.	<i>A légzőmunka detektálása</i>	135
3.10.	<i>A vérgázváltások monitorozása</i>	140
3.10.1.	<i>Pulzoximetria</i>	140
3.10.2.	<i>Direkt (transzdermális) parciális O<sub>2</sub>-nyomás- és parciális CO<sub>2</sub>-nyomás-mérés</i>	143
3.10.3.	<i>Kapnometria</i>	143
3.11.	<i>A szisztémás vérnyomás monitorozása</i>	143
3.12.	<i>EKG-monitorozás</i>	144
3.13.	<i>Pulzusátvezetési idő (Pulse Transit Time=PTT)</i>	145
3.14.	<i>A gastrooesophagealis reflux monitorozása</i>	145
3.15.	<i>Alvásfüggő erekció monitorozása</i>	147
3.16.	<i>Mozgásparaméterek</i>	147
3.17.	<i>Testpozíciós szenzorok</i>	148
3.18.	<i>A videó- (kép-/hang-) monitorozás</i>	149
3.19.	<i>A poliszomnográfia standard elvezetési kombinációi</i>	150
3.20.	<i>A poliszomnográfia indikációi az alvásmedicinában</i>	153
3.21.	<i>A polszomnográfias felvételek értékelése</i>	154
3.22.	<i>A poliszomnográfia értékelésére vonatkozó általános szabályok</i>	157
3.22.1.	<i>Az epoch meghatározása és minőségének eldöntése az alvásbeosztás szabályai szerint</i>	157
3.22.2.	<i>A fiziológiás alvás stádiumainak beosztási kritériumai Rechtschaffen–Kales szerint</i>	159
3.22.3.	<i>Az epochalapú, az alvás-makroszerkezet standard leírására szolgáló paraméterek kiszámítása</i>	160
3.22.4.	<i>A REM denzitása</i>	160
3.23.	<i>Az alvásszerkezetet befolyásoló tényezők</i>	163
3.24.	<i>Az ébredés (arousal) fogalma és megállapításának szabályai</i>	164
3.25.	<i>A kardiorespiratórikus funkciókkal, az alvásfüggő mozgásokkal és ezekkel kapcsolatos arousalokkal összefüggő paraméterek</i>	167
3.26.	<i>A napközbeni alvaskészletés és az ébrenmaradás-képesség mértékének objektív mérésére szolgáló tesztek (Multiple Sleep Latency Test=MSLT; Maintenance of Wakefulness Test= MWT)</i>	170



3.27. Forszírozott immobilizációs teszt. . . . .	174
3.28. Alvásdepriváció . . . . .	175
3.29. Egyéb vizsgálatok . . . . .	175
Irodalom . . . . .	177

#### **IV. A csapatorvos és az alapellátás szerepe az alvás-ébrenléti zavarok diagnosztikájában. . . . .181**

4.1. Az alvás-ébrenléti zavarok diagnosztikájának sajátos vonásai . . . . .	183
4.2. Az alvás-ébrenléti zavarok időbeli vonatkozásai: a rövid távú és krónikus alvás-ébrenléti zavarok.. . . .	183
4.3. Az alvás-ébrenléti zavarok ellátási algoritmusai . . . . .	185
4.4. Szokatlan hangfenomén alvás közben. . . . .	187
4.5. Szokatlan mozgásmegnyilvánulások alvás közben . . .	189
4.6. Intenzív álomtevékenység alvás közben . . . . .	189
4.7. Napközbeni aluszékonyság (Excessive Daytime Sleepiness, EDS) . . . . .	190
4.7.1. Elsődleges hypersomniák . . . . .	191
4.7.2. Alvásfragmentáció-hypersomnia szindrómák . .	191
4.7.3. Cirkadián alvás-ébrenléti zavarok . . . . .	192
4.7.4. Tüneti hypersomniák . . . . .	193
4.8. Az alvás-ébrenléti zavarok ellátása és az egészségügy ellátó rendszere . . . . .	194
4.8.1. A csapatorvos és a háziorvos szerepe . . . . .	194
4.8.2. Szakrendelők, kórházi osztályok . . . . .	196
4.8.3. Az alvásambulanciák . . . . .	196
4.8.4. Az alváslaboratóriumok és -centrumok feladatai. .	197
Irodalom . . . . .	198

#### **V. A katona- és katasztrófa-orvostan szempontjából jelentős alvászavarok . . . . .201**

5.1. Bevezetés. . . . .	203
5.2. A katonai szolgálat sajátosságai . . . . .	204
5.3. Insomnia-hypersomnia szindrómát okozó kórképek . .	205
5.3.1. Obstruktív alvási apnoe szindróma (Obstructive Sleep Apnea Syndrome, OSAS). . .	205
5.3.2. Narkolepszia . . . . .	207
5.3.3. Nyugtalan láb szindróma és periodikus lábmozgás szindróma (Restless Leg Syndrome, RLS, Periodic Leg movement Syndrome, PLMS) .	211

5.4.	A hypersomnia katasztrófa-orvostani következményei . . .	214
5.5.	Az alvásfragmentáció pszichofiziológiai következményei . . . . .	215
5.6.	Összefoglalás . . . . .	216
	Irodalom . . . . .	217
<b>VI.</b>	<b>Alvásdepriváció . . . . .</b>	<b>219</b>
6.1.	A fegyveres erő megváltozott szerepe. . . . .	221
6.2.	A fegyveres küzdelem és a katona . . . . .	222
6.3.	Excesszív mértékű nappali aluszékonyosság (Excessive Daytime Sleepiness, EDS) . . . . .	224
6.4.	Az alvásfragmentáció pszichofiziológiai következményei . . . . .	228
6.5.	Homloklebény-funkciózavar (Frontal disturbance, FD) .	234
6.6.	Kóros kimerültség (Fatigue, F) . . . . .	235
6.7.	Megoszlás az egyes alvásbetegségek között . . . . .	237
6.8.	Összegzés . . . . .	238
	Irodalom . . . . .	239
<b>VII.</b>	<b>Alvásfragmentáló betegségek hatása a kognitív és exekutív teljesítményre . . . . .</b>	<b>241</b>
7.1.	Bevezetés. . . . .	243
7.2.	Az alvásminőség és a teljesítmény összefüggései . . . .	243
7.3.	Saját eredmények . . . . .	250
	Irodalom . . . . .	255
<b>VIII.</b>	<b>A több műszakos munkavégzés következményei a cirkadián alvás-ébrenlét ritmusra . . . . .</b>	<b>259</b>
8.1.	Az alvás általános ismertetése és élettani hatása . . . .	261
8.2.	Az alvás elektrofiziológiai és poliszomnográfias jellemzői . . . . .	261
	8.2.1. A Non-REM- és a REM-alvás . . . . .	262
8.3.	Az alvás mintázata, az alvásszerkezet. . . . .	262
8.4.	Az alvás-ébrenlét szabályozás homeosztatis, cirkadián és ultradián komponensei . . . . .	264
	8.4.1. A homeosztatis komponens . . . . .	264
	8.4.2. A cirkadián és szemicirkadián komponens . . .	265
	8.4.3. Ultradián komponens . . . . .	267
8.5.	Az alvás-ébrenlét ritmus cirkadián szabályozása. . . . .	267

8.6.	Az ultradián szabályozás ma ismert tényezői . . . . .	268
8.7.	Az alvás-ébrenlét ritmus cirkadián szabályozásának zavarai . . . . .	269
8.7.1.	Az alvás-ébrenlét ritmus szabályozása . . . . .	269
8.7.2.	A „free-running” effektus . . . . .	271
8.7.3.	Az endogén biológiai óra és a külső, időtagoló tényezők interakciója . . . . .	272
8.7.4.	A cirkadián kronotípusok . . . . .	273
8.7.5.	<i>Az alvás-ébrenlét ritmus cirkadián szabályozásának zavarai . . . . .</i>	<i>274</i>
8.7.6.	<i>Az alvás-ébrenlét ritmus cirkadián zavarainak terápiás lehetőségei . . . . .</i>	<i>280</i>
8.7.7.	Munkaköri szabályok . . . . .	282
8.8.	Hogyan optimalizáljuk az éjszakai műszakok rendjét? . . . . .	283
	Irodalom . . . . .	291

<b>IX.</b>	<b>Hypersomniák . . . . .</b>	<b>293</b>
9.1.	Bevezetés . . . . .	295
9.2.	Narkolepszia . . . . .	295
9.2.1.	<i>Definíció . . . . .</i>	<i>296</i>
9.2.2.	<i>Prevalencia . . . . .</i>	<i>296</i>
9.2.3.	<i>Panaszok, tünetek, általános jellemzők . . . . .</i>	<i>297</i>
9.2.4.	<i>Pszichopatológiai tünetek, pszichoszociális hatások . . . . .</i>	<i>301</i>
9.2.5.	<i>Genetikai háttér . . . . .</i>	<i>303</i>
9.2.6.	<i>Jellemző életkor és nem . . . . .</i>	<i>304</i>
9.2.7.	<i>Diagnózis . . . . .</i>	<i>305</i>
9.2.8.	<i>Terápia . . . . .</i>	<i>309</i>
9.2.9.	<i>Rehabilitáció . . . . .</i>	<i>314</i>
9.2.10.	<i>A kezelés várható időtartama/prognózis . . . . .</i>	<i>315</i>
9.3.	Idiopathiás hypersomnia . . . . .	315
9.3.1.	<i>Definíció . . . . .</i>	<i>315</i>
9.3.2.	<i>Patomechanizmus . . . . .</i>	<i>315</i>
9.3.3.	<i>Prevalencia . . . . .</i>	<i>316</i>
9.3.4.	<i>Klinikai formák . . . . .</i>	<i>316</i>
9.3.5.	<i>Diagnosztika . . . . .</i>	<i>316</i>
9.4.	Recidiváló hypersomniák . . . . .	317
9.4.1.	<i>Definíció . . . . .</i>	<i>317</i>
9.4.2.	<i>Patomechanizmus . . . . .</i>	<i>317</i>
9.4.3.	<i>Klinikai formák . . . . .</i>	<i>317</i>

9.4.4.	<i>Differenciáldiagnózis</i>	318
9.5.	Egyéb hypersomniák	318
9.5.1.	<i>Életmódfüggő elégtelen alvás szindróma</i>	319
9.5.2.	<i>Betegségekhez kapcsolódó vagy gyógyszerek okozta hypersomniák</i>	320
9.6.	A hypersomniák (és a narkolepszia) gyógyszeres kezelése	321
9.6.1.	<i>Az EDS megoldására szolgáló gyógyszerek</i>	321
9.6.2.	<i>Cataplexiás rohamok (és disszociált REM-jellemzők) gátlására használt szerek</i>	321
9.6.3.	<i>Az infradián ritmust befolyásoló szerek recidiváló hypersomniákban</i>	325
Irodalom		328

## **X. Parasomniák és alvás alatti epilepsziák jelentősége és differenciáldiagnosztikája**

		333
10.1.	Bevezetés	335
10.2.	Alvás alatti mozgástöbblet	337
10.3.	Az éjszakai mozgástöbbletek fajtái	338
10.4.	Parasomniák	341
10.4.1.	<i>Ébredési parasomniák</i>	342
10.4.2.	<i>REM-fázishoz kapcsolódó parasomniák</i>	343
10.4.3.	<i>Egyéb parasomniák</i>	344
10.5.	Ébrenlét-alvás határán kialakuló mozgásjelenségek	344
10.6.	Alváshoz vagy felébredéshez kapcsolható epilepsziák	345
10.7.	Mozgászavarok mellett jelentkező alvási problémák	347
10.8.	A kivizsgálás legfontosabb lehetőségei, elemei	348
10.8.1.	<i>Az anamnéziszfelvétel szempontjai</i>	348
10.8.2.	<i>Epilepszia versus parasomnia: az elkülönítés alapvető megfontolásai</i>	348
10.8.3.	<i>A frontálislebeny-epilepszia – parasomniaskála (FLEP) szerepe a differenciáldiagnosztikában</i>	350
10.9.	A kivizsgálás lehetőségei: poliszomnográfia, videó-EEG	353
Irodalom		356
Utószó		359

# Prológus

## Hajdúhadház

2003 novemberében 1 hétre el kellett mennem Hajdúhadházra. Az ottani rangerképzés egyhetes katonatorvosi felügyeletét kellett ellátnom. A rangerképzés amerikai mintára körülbelül nyolc hétig tartott. Ezen képzés alatt nagyon nehéz fizikai és szellemi kihívásoknak kellett megfelelniük a katonáknak. Már a beválogatás is nagyon kemény fizikai erőpróba volt számukra. Néha elborzadva figyeltem erőfeszítéseiket. A képzés annyira nehéz, hogy csak töredékük tudja befejezni. Az ottlétem során megdöbbentő volt számomra, hogy a katonákat hosszú heteken át, szinte a képzés teljes időtartama alatt súlyos módon alvászdepriválták. Általában kettő-három, néha négy órát engedték őket aludni.

A kiképző őrnagy – aki sikerrel végezte el az Egyesült Állomokban az ottani rangerképzést – megtudván, hogy alvással foglalkozom a szűkebb szakterületemet illetően, arra kért, hogy tartsak a képzettek számára előadást az alvásról, annak folyamatairól, természetéről, betegségeiről. Természetesen örömmel tettem eleget a felkérésnek. Az őrnagy utasítása alapján az előadást éjfél-től hajnali 2:00 óráig, két órán keresztül kellett tartanom. A katonák másnap már négy órakor ébredtek reggeli tornára, amelyben harsányan énekelve a legnagyobb jókedv közepette indultak az aznapi feladatok teljesítésére.

Természetesen senki nem figyelt az előadás során, mindenki elaludt, talán még én is. Véleményem szerint semmire sem emlékeztek abból, amit mondtam nekik.



# Bevezetés

Az idegtudomány, a pszichofarmakológia rendkívül gyorsan fejlődik, továbbá új tudományos eszközök állnak rendelkezésre az agyi tevékenység, az elektromos és kémiai stimuláció és az emberi viselkedés közötti kapcsolatok alapvető megismerésére. Ezek a kutatási eredmények azonban hatással lehetnek a katonai erők működésére és hatékonyságára, mind a szimmetrikus, mind az aszimmetrikus hadviselésben.

A tartósan jelen lévő fokozott nappali aluszékonyság az alvás-ébrenlét szabályozás súlyos zavara, melyet gyakran félrediagnosztizálnak és félrekezelnék. Gyakran jelentkezik fiatal felnőtt korban, emellett szokatlan szellemi megterhelés provokálhatja, amely a teljesítmény és a viselkedés komoly zavarához vezethet: a balesetek kockázatát növeli, és éjszakai zavartsághoz vezethet.

Az alvásmegvonás a teljesítmény csökkenését, a hatékonyság romlását, hangulatzavart okozhat; feszültséget, depressziót, agressziót, kimerültséget és zavartságot von magával. Ez hátrányt jelent a harckészültségben és hozzájárul az ún. harci stressz kialakulásához.

A megfelelő hosszúságú alvásidő engedélyezése alapvető fontosságú, az alvásidő nem áldozható fel más tevékenységek javára. Ez különös jelentőséget akkor kap, amikor a munkakör szoros megszorításokat diktál (pl. többműszakos beosztás, katonai szolgálat), és a tartós,

magas szintű éberség jelentős szerepet kap a munkateljesítményben, a döntéshozatalban vagy a túlélés szempontjából. Azoknál, akik fokozott nappali aluszékonyságban szenvednek, rendkívül fontos meghatározni, hogy a háttérben a környezeti feltételek által okozott alváshiány áll, vagy valamilyen alvászavar.

A kényelmetlen munka- és alvaskörülmények, a gyors hadműveleti tempó, a tartós hadműveletek és az elégtelen ellátó személyzet a fáradtságot egyre inkább a figyelem középpontjába helyezik. A katonai hatékonyság egyik jelentős eleme, közvetlen emberi tényezője a teljesítmény romlása stresszes körülmények között, különös tekintettel az alváshiányra. Ha az ellenség jelentős alvási előnnyel rendelkezik, akkor ez komoly veszélyt jelent.



# I. Alvás és katonai szolgálat



## 1.1. A teljesítmény jelentősége

Az emberi teljesítmény kutatásának fontos szempontja a módszertan és elfogulatlan, objektív mutatók meghatározása. Egy speciális tanulmány a Navy SEALs egy csoportjának a teljesítményére gyakorolt hatásokat vizsgálta 72 órás intenzív edzés után, amely majdnem teljes alvásmentességgel járt. A vizsgálatnál különféle mutatókat alkalmaztak, beleértve a reakciósebesség és a mentális képesség számítógépes tesztjeit, a pszichiátriai önértékelési felméréseket és mesterlövési tesztekét.<sup>1</sup>

A teszt célja az volt, hogy meghatározzák az optimális koffeinadagot a fáradtság és a stressz hatásainak enyhítésére. A bemutatott eredmények számos kategóriában jelentős javulást mutattak, bár meg kell jegyezni, hogy a javulásokat az eredeti teljesítményszinthez viszonyítva határozták meg a 72 óra elteltével, amely minden esetben súlyosan romlott az edzés előtti mérésekhez képest. Ez azt mutatja, hogy bár az általános teljesítménymutatók hasznosak a személyi állomány általános helyzetének felméréséhez, de nem egyszerűen extrapolálhatók a meghatározott katonai feladatok teljesítményszintjének előrejelzésére.

Például a pontatlan lövések százalékos aránya a jól pihent csapatok 3%-áról körülbelül 35%-ra nőtt a 72 óra magas stressztartalmú edzés után.

## 1.2. Az emberi teljesítmény

Az emberi alvás természetének megértése és esetleges manipulálása az emberi teljesítmény javításának egyik lehetősége. A jelentős tudományos áttöréseknek nemzetbiztonsági következményei lehetnek. A harctéren lévő katonák állandóan alváshiánytól szenvednek, időnként nagyon súlyos mértékben, és mivel az alváshiány jelentős teljesítmény-

romláshoz vezet, ebből következik, hogy a katonák alvásmegvonás alatt történő viselkedésének javítására szolgáló bármely módszernek komoly következményei lesznek a saját erőinkre és az ellenfélre egyaránt. Akinek hamarabb sikerül előrehaladást elérni ezen a téren, az jelentős előnyre tesz szert.

Az alváshiány katonai következményeinek szemléltetése érdekében forduljunk a Lanchester-féle törvényhez. 1916-ban, az I. világháború alatt Frederick Lanchester és Mihail Osipov különféle egyenletek sorozatát készítette el egymással ellenkező erők közötti hatalmi viszonyainak bemutatására.<sup>2</sup> Ezek között szerepel az úgynevezett Lanchester-féle lineáris törvény (a hagyományos harcról) és a Lanchester-féle tértörvény (a modern harci távolsági fegyverek, például lőfegyverek alkalmazásának szabályszerűségeiről).

Lanchester törvényei matematikai képletek a katonai erők relatív erősségeinek kiszámításához. A Lanchester-egyenletek differenciálegyenletek, amelyek leírják két hadsereg, A és B erősségének változását ( $k$ ) az idő függvényében, ahol a vizsgálati funkció csak A-tól B-től függ.

$$C_A = 1/2 * (k_B/k_A) * (B^2/A^2)$$

Az alvás kétféle módon változtatja ezt a modellt: először, ha az A csapat katonái egy nap 24 órájának  $\tau$  részében alszanak, akkor az effektív erő mértékét  $1 - \tau$ -val csökkentik. Ennélfogva, ha kezdetben az A csapatban  $N$  ember van, akik mindegyike a nap  $\tau$  részében alszik, akkor az iniciális erő az A csapatban  $A_i = N(1 - \tau)$ .

Az alvás második hatása az, hogy a fentiek szerint az A erők  $k_A$  hatékonysága csökken az alvásmennyiség csökkenésével. Ha  $k_A = k_A(\tau)$ -ot veszünk, azaz a hatékonyságot az alvásidő függvényében is vizsgáljuk, akkor, ha  $\tau$  nullához tart ( $\tau \rightarrow 0$ ) akkor a hatékonyság is a nullához tart ( $k_A \rightarrow 0$ ), míg, ha  $\tau$  egyhez tart ( $\tau \rightarrow 1$ ) az A csapat hatékonysága el-

éri a maximális értéket  $k_A \rightarrow k_A^*$  Ökölszabályként tehát feltételezhetjük, hogy a  $k_A$  formája

$$k_A(\tau) = \tanh\left(\frac{\tau}{\tau_0}\right)$$

ahol  $\tau_0$  az alvás azon mennyisége, amely alatt az A csapat aktivitásában ( $k_A$ ) már jelentős romlás mutatkozik.

Átírva az eredeti egyenletet:

$$C_A = 1/2 * (k_B/k_A) * (B_i^2/N^2) * g(\tau)$$

A  $g(\tau)$ -on keresztül a veszteség mértéke az  $\tau$  alvás mennyiségének függvénye; ennél fogva van egy optimális  $\tau = \tau^*$ , ahol a veszteség aránya minimalizálódik.

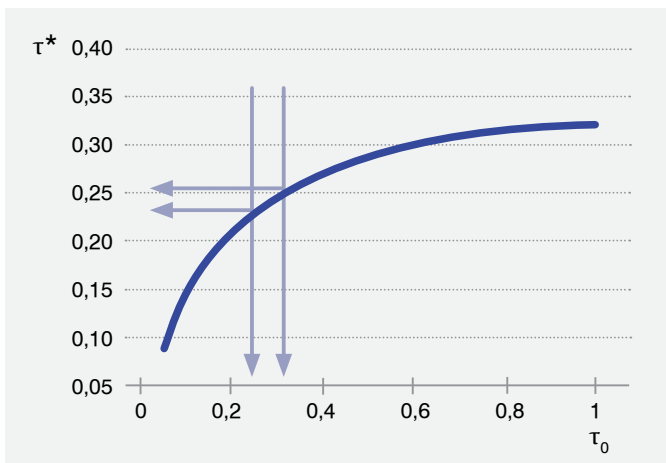
$$g(\tau) = 1/(1-\tau)^2 \tanh(\tau/\tau_0)$$

Az optimális alvás mennyiséget a következő egyenlet fejezi ki:

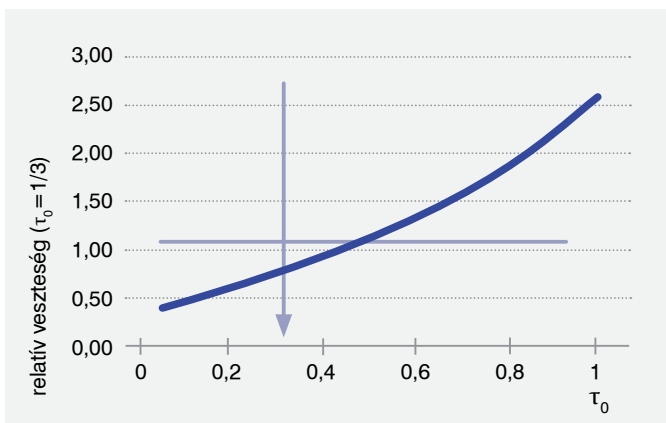
$$\tau_0 \sinh(2\tau^*/\tau_0) = 1 - \tau^*$$

Az 1. ábra az optimális alvási időt ( $\tau^*$ ) mutatja a  $\tau_0$  függvényében: (emlékeztetőül,  $\tau_0$  az alvás azon mennyisége, amely alatt az A csapat aktivitásában ( $k_A$ ) már jelentős romlás mutatkozik). Az optimális alvási idő  $\tau^* = 0,23, 0,26$ , ami megfelel 5,5 és 6,2 óra alvásnak éjszakánként. Másrészt a veszteség aránya  $\tau_0$ -tól szignifikánsan függ.

A 2. ábra a relatív veszteség arányát mutatja  $\tau_0$  függvényében. Az eredményeket hozzá kell rendelni a veszteség arányához. Ez egy 8 órás alvásnak felel meg éjszakánként, ami nagyjából megegyezik azzal az alvással, ami minden éjjel szükséges ahhoz, hogy hosszú ideig magas éberségi tesztet kapjon.



**1. ábra.**  
Az optimális  
alvási idő ( $\tau^*$ )  
függvényében ( $\tau$ )



**2. ábra.** A relatív  
veszteség  $\tau_0$   
függvényében

Ha a katona éjszakánként 5 órát alszik (19%-kal kevesebb, mint az optimális 6,2 óra), a veszteségarány csak 2%-kal növekszik. Ha a katona éjszaka 4 órát alszik (35%-kal kevesebb, mint az optimális), a veszteség aránya 11%-kal növekszik.

A veszteség mértéke viszont gyengén függ attól, hogy a katonákat mennyivel több ideig engedik aludni. Ebben a modellben, ha feltételezzük, hogy a katonáknak éjszakánként kb. 8 órát kell aludniuk képességeik fenntartása érdekében, és mindaddig, amíg éjszaka 5 órát tudnak aludni, a veszteség aránya nem növekszik jelentősen.

Tegyük fel, hogy ugyanannyi ideig aludnának, mint egy zsiráf (1,9 óra éjszakánként). Ez a veszteségek arányának megközelítőleg kétszeres romlásához vezetne. Ugyanennek az eléréshez normál alvásmentesség esetén az ellenfélnek kb. 40%-kal kell növelnie a csapatszintjét!!

Az idegtudomány, a pszichofarmakológia rendkívül gyorsan fejlődik, továbbá új tudományos eszközök állnak rendelkezésre az agyi tevékenység, az elektromos és kémiai stimuláció és az emberi viselkedés közötti kapcsolatok alapvető megismerésére. Az emberi teljesítmény javítását elsősorban az orvosi szükségletek hajtják. Ezek a kutatási eredmények azonban hatással lehetnek a katonai erők működésére és hatékonyságára, mind a szimmetrikus, mind az aszimmetrikus háborúban.

A haderőfejlesztés forrásai meghatározóak a technológiai újítások területén (pl. a hadsereg által használt Sleep Management System/Sleep Activity Monitor kereskedelmi változatait a „Consumer Sleep Tracking Devices” [BodyMedia Fit, Fitbit Flex, Jawbone UP, Sleep Manager Pro stb. széles vásárlói körben forgalmazzák]).

A katonai hatékonyság egyik jelentős eleme, közvetlen emberi tényezője a teljesítmény romlása stresszes körülmények között, különös tekintettel az alváshiányra. Ha az ellenség jelentős alvási előnnyel rendelkezik, akkor ez komoly veszélyt jelent.

A katonák a saját kezdeményezésük alapján, gyakran használnak olyan étrend-kiegészítőket, amelyekről valamilyen teljesítményjavító hatást remélnek. Az ilyen kiegészítők hatása általában kicsi, és személyenként nagymértékben változik. Az ilyen hatások valószínűleg nem okoznak közvetlen katonai hasznot.

Az emberi teljesítményt módosító tevékenységek történelmi esetei (például a kelet-német olimpiai atléták, az amfetamin használata a második világháború alatt, a khat szomáliai USA-műveletekben történő használatának hatásai) jól ismertek. Az agy működésének megértése, az agy- és gerincárosodás kezelésének fejlődése, valamint a pszicho-

farmakológia gyors fejlődést mutat. Az ezeken a területeken tapasztalható gyors fejlődés már komoly etikai aggodalmakat is felvetett a nem orvosi célú alkalmazásokkal kapcsolatban.

Katonai szempontból az lenne a cél, hogy úgy javítsuk a katonai személyzet képességét, hogy az megfeleljen a mai és várható csatateretek számos, új kihívásának. Figyelembe kell venni azt is, hogy az egyéni teljesítmény optimalizálására tett kutatás során az ellenfeleinket esetleg nem ugyanazok a kulturális vagy etikai aggályok irányítják, mint amelyeket mi veszünk figyelembe. A megfontolt intézkedések közé tartoznak olyan egészségügyi lehetőségek, mint az agy hatékonyságának nem invazív módosítása például edzés és alvás optimalizálás révén, a neurofarmakológia legújabb vívmányai és idegi implantátumok.

A háborús játékok és szimulációk értékes eszközök abban, hogy felkészítsék a katonákat a gyors és megfelelő döntések meghozatalára a gyorsan változó harctéri körülmények között.

A következő néhány évtized előretekintésében, valószínűleg aszimmetrikus hadviselési forgatókönyvekben veszünk részt, amelyek meglepetések erejét és viszonylag primitív hit-and-run taktikákat foglalják magukban, beleértve az öngyilkos támadókat is.<sup>3</sup>

### 1.3. Alvás, alvásdepriváció és az emberi teljesítmény folyamatos műveleti tevékenység során

A harci/operatív környezet mind fizikai, mind mentális szempontból rendkívül megterhelő. A katonáknak a hatékonyságuk érdekében összetett, gyorsan fejlődő, változó és gyakran kétértelmű helyzeteket kell értelmezniük. Az egyéni kudarc az egység kudarcává válik, ami sebe-



sülést és halált, és a túlélők számára a hosszú távú testi és szellemi fogyatékoság lehetőségét jelenti. Az öngondoskodás a zokni cseréjétől kezdve annak biztosításáig, hogy megfelelő mennyiségű alváshoz jusson egy nehéz műveletben való részvétel után, elősegíti az egyén – és így az egység – hatékonyságát az operatív körülmények között.

Csökken az áldozatok száma, és nő annak valószínűsége, hogy hosszabb távon jobb eredményt érjen el az egység minden tagja. Az öngondoskodás területén, amelyet leginkább az operatív tervezés részhalmazaként tekintenek, a parancsnok felel saját magáért is, mások számára példát mutatva a jó öngondoskodás – nevezetesen a megfelelő mennyiségű alvás – érvényesítéséért.

Számos tényező befolyásolja az egyéni és az egységszintű hatékonyságot a harci és más műveleti körülmények között.

Ezek a tényezők a következők:

- A harc intenzitása és típusa
- Morál, vezetés és vízszintes és vertikális kohézió
- Edzettség és fitness
- Harci tapasztalat

Élettani tényezők:

- Terhelés
- Hidratálás
- Alvás
- Táplálkozás

Személyes és családi tényezők:

- Az egység etikai klímája

Ezeknek a tényezőknek a sajátos konfigurációja hatással van az egység műveleti eredményességére. A fenti tényezők befolyása túlmutat az adott műveleten, hosszú távon is befolyásolja az egyes katonák és az egységek jövőbeni képességét a műveletek végrehajtására. Ha a tényezők adott konfigurációja egy egység javára válik, akkor az eredmény egy sikeresebb művelet, kevesebb fizikai veszteség, alacsonyabb akut és késleltetett harci stressz és kevesebb hosszú távú rokkantság.

A parancsnokok felelőssége a tényezők összeállítása során az, hogy ez – amennyire az emberileg lehetséges – az egység javára váljon. Ez a felelősség érint minden parancsnokot az irányítás minden szintjén – a hadtesttől a hadosztályon át a zászlóaljig, a szakaszig, a rajig és végül az egyes katonákig.

Az alvás alapvető a teljesítmény fenntartásában, és szoros kölcsönhatásban van a parancsnoki felelősséggel és a személyes felelősségvállalással az operatív tervezés során, a műveletek jelenlegi és jövőbeni lebonyolításakor. Az eredmény itt tágan értelmezhető. Ez magában foglalja a művelet eredményét, az egység, valamint az egyes katonák eredményét.<sup>4</sup>

## 1.4. Alvás, alvásdepriváció és a harci/műveleti teljesítmény

A hatékony kognitív teljesítmény központi szerepet játszik a sikeres harci műveletekben. A parancs, a kontroll, a kommunikáció és az intelligencia nélkülözhetetlen a sikeres műveletekhez minden szinten. A csaták bármilyen szinten nyerhetők vagy elveszíthetők, beleértve a kis egységek szintjét is.<sup>5</sup> Egyetlen kis csoport, amely megfelelő erejű tüzerőt biztosít a megfelelő helyen és időben, meghatározhatja a jelentős ütközet sorsát.<sup>6</sup>

Laboratóriumi vizsgálatok azt mutatják, hogy a mentális munka eredményessége 25%-kal csökken a folyamatos ébrenlét minden egyes 24 órája során. Az alváshiánnyal küzdő személyek képesek megőrizni a kognitív feladatok végrehajtásának pontosságát, ám az ébrenléti idő fokozódásával a sebesség csökken. Alváshiány esetén a katona gondolkodása lelassulhat arra a pontra, hogy a rendelkezésre álló időn belül nem tud helyes döntést hozni. Ha a döntés rendszerkritikus, akkor a rendszer meghibásodik. Az alváshiány rontja a magasabb, összetettebb mentális folyamatokat.

A katonák elveszítik a harctéren a tudatosságot. Elveszítik azon képességüket, hogy az információkat a taktikai helyzet koherens és pontos értelmezésébe integrálják. Ezzel szemben az egyszerű mentális folyamatok nem érintettek. Az alváshiánynak az egyszerű és az összetett mentális képességekre gyakorolt hatása közötti különbözősége segít megmagyarázni a baráti tűz eseményeit. Alváshiányos állapotukban a katonák még mindig jól a célra irányítják a célkereszteket, de a terephez és a taktikai helyzethez való orientáció romlik.

Pontosan tudnak célozni és löni, de már nem tudják megkülönböztetni a barátot az ellenségtől. Ez nem azt jelenti, hogy a katonák és a harci egységek nem tudnak harcolni alvásmegvonásban, csak kevésbé lesznek hatékonyak.

#### ***1.4.1. Alvás az Egyesült Államok Hadseregének Ranger Iskolájában és Nemzeti Képzési Központjában (U.S. Army Ranger School and National Training Center (NTC))***

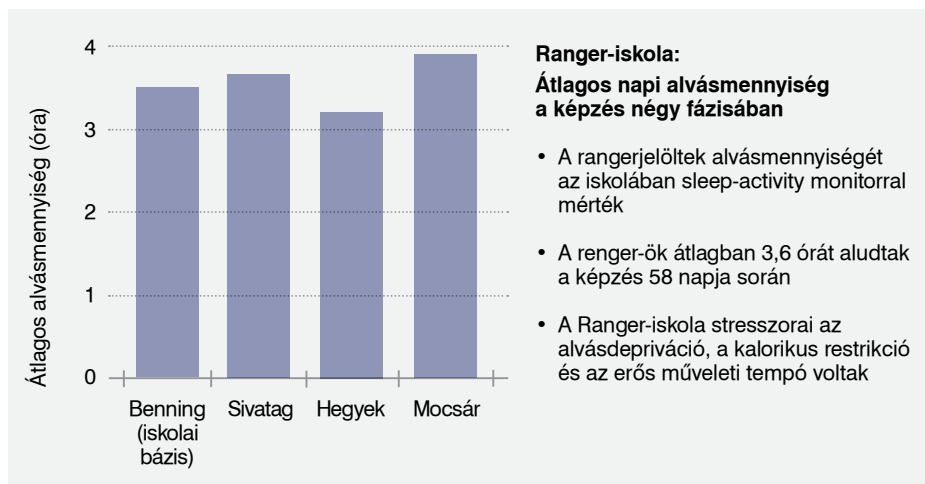
A folyamatos harcot rövid és fragmentált alvás jellemzi. A rövid, széttagolt alvást általában a tényleges harci műveletek anekdotikus beszámolóiban említik, és objektíve igazolják a szimulált harci műveletek tanulmányai. Az alvás-ébrenlét mintázatot egy a csuklón viselt aktivitásmonitor segítségével vizsgálták az Egyesült Államok Hadseregé-

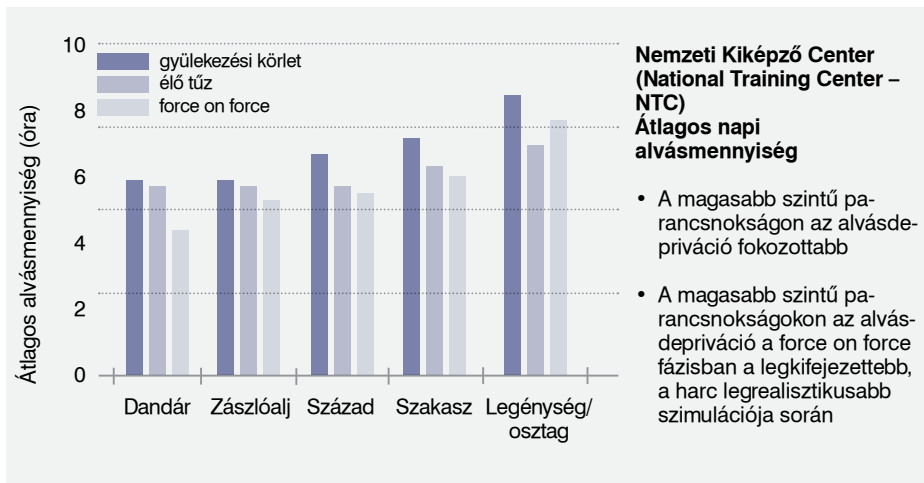
nek Ranger Iskolájában. Ez 58 napos, szimulált, könnyű gyalogságbeli műveleteket foglalt magában egy erősebb erő ellen. Egy osztályban a jelöltek átlagosan 3,6 órát aludtak az iskola 58 napja alatt<sup>7</sup> (3. ábra).

Ez az alvásidő azonban nem egyetlen, összefüggő alvási periódust jelent, hanem a nap 24 órájában széttöredezve, fragmentáltan, néhány szunnyadás során. Ők csak droid állapotnak hívják, vagyis a jelöltek egyik lábukat a másik elé helyezik és reagálnak, ha megtámadják őket, de nehezen tudják átlátni a helyzetüket vagy saját kezdeményezésükre cselekedni.

Tanulmányozták az aktigráffal rögzített alvás-ébrenlét ciklust szimulált páncélozott és gépesített gyalogos műveletek során is a Nemzeti Képzési Központban (NTC), a dél-kaliforniai sivatagban. Ezek a műveletek zászlóaljméretű csoportokat érintettek, és 14 napos élő tűz gyakorlatokból álltak. Mint a Ranger School-tanulmányban, az NTC-ben regisztrált alvások is rövidek és szétaprózódottak voltak. Ebben a tanulmányban figyelemre méltónak bizonyult az egyértelmű fordított összefüggés az alvás mennyisége és a katonai rendfokozat között (4. ábra).

**3. ábra. Ranger-iskola: átlagos alvásidő az iskola 4 fázisában**





**4. ábra. A Nemzeti Képzési Központban (NTC) történt szimuláció során a katonai rang és az alvás mennyisége közötti összefüggés**

Míg a csapat, alegység, egység és a legénység szintjén a személyzet átlagosan 7-8 óra alvás között volt éjszakánként, a zászlóalj és a dandár irányítási szintjén pedig egy éjszakánál alig több mint 4 óra alvás történt. Így az alvás és a teljesítményre gyakorolt hatása szempontjából azt várhatnánk, hogy az alsó sávban dolgozó személyzet hatékonyabb, mint a magasabb sávban dolgozó személyzet. A megfigyelések megerősítették azt, hogy a junior személyzet javítja teljesítményét a gyakorlat során, miközben az idősebb, magasabb rangú személyzet „droiddá változik”.

A tűzvezetési központ (Fire Direction Center, FDC) csapatai műveleteinek szimulációja során is tanulmányozták az alvás megvonást. Az alvásdepriváció során a mentális funkciók komplex módon károsodtak. Feladatuk az volt, hogy ábrázolják a célpont helyét (ahogyan azt a megfigyelők továbbadták), és határozzák meg a távolságot, az irányt, a fegyver magasságának szögét és a töltetet.<sup>8</sup>

A célokat szimulált előreküldött megfigyelők azonosították, és azonnali tüzet kértek, vagy meghatározva célt egy későbbi tüzelést

(előre megtervezett célok) kértek. Mindkét esetben az FDC-nek meg kell határoznia a távolságot, az irányt stb., amikor megkapja a célpontot.

Azonnali tűzfeladat esetén az FDC-nek ezt az információt azonnal el kell küldenie a fegyvereknek; előre megtervezett célpont esetén az FDC-nek ellenőriznie kell az információt mindaddig, amíg az adott célponthoz tűzcsapási parancsot nem kapnak. A célpont ábrázolásának folyamatában az FDC-nek frissítenie kell a helyzetképet és ellenőriznie kell a célpontot a térképen, hogy megbizonyosodjon arról, hogy a felüntetett hely nem egy kórház, iskola, templom vagy más tilalom alá eső hely. A tanulmány elvégzésének idején az FDC-csapatok képesek voltak egyidejűleg két tűzfeladat végrehajtására is.

Vizsgálatukban a 82. légideszant hadosztály FDC-csapatait 36 órán át tesztelték szimulált, folyamatos harci műveletek során. A 36 óra folyamán a képességük, hogy pontosan kiszámítsák a távolságot, az irányt, a magasságot és a töltést, nem romlott. Körülbelül 24 óra elteltével azonban abbahagyták a helyzetük és az előre megtervezett célok kiszámítását.

Elvesztették a helyzettudatot, szituációs tudatosságukat és a felfogó képességüket a műveletben betöltött helyükről. Már nem tudták, hol vannak a barátságos és ellenséges egységekhez viszonyítva. Már nem tudták, mire lőnek.

A szimuláció elején, amikor tüzelésre szólították fel őket egy kórházra, a csapat ellenőrizte a helyzetet, megértette a cél természetét, és elutasította a kérelmet. Később a szimulációban, a jelenlegi helyzettérkép nélkül, habozás nélkül tüzet nyitnak, függetlenül a cél jellegétől.

A szimuláció elején, amikor két párhuzamos tűzcsapást nyitottak, és volt egy előre tervezett célpont is, amikor is már előre elkészítették az megtervezett célpontra vonatkozó információkat, gyorsan és pontosan lőttek mindháromra.

A szimuláció későbbi szakaszában, amikor egyidejűleg két tűzfeladat volt, és egy előre megtervezett célpontra is történt tűzparancs, a csapat elhanyagolta, hogy előre tervezzen, és információt szerezzen az megtervezett célpontról, általában rendezetlenné váltak és összezavarodtak. A célokat, ha egyáltalán tüzeltek, csak hosszú késleltetés után pusztították el.

#### **1.4.2. A barátságos tűz esete az Öböl-háborúban**

A való világbeli katonai műveletek során az alváshiányból adódó kudarcok gyakran katasztrófálisak. A laboratóriumi adatok a teljesítmény fokozatos, szisztematikus csökkenését mutatják. Realisztikus operatív szimulációkban és a tényleges műveletekben a teljesítmény módszeres csökkenésének néhány napig nem lesz jelentős következménye, ha a feladat egyszerű, ismerős, és ha pontos, bár a lassabb teljesítés elegendő a feladathoz.<sup>9</sup>

A feladat azonban lehet bonyolult, ismeretlen vagy lényegében időben korlátozott. Például egy összetett, kritikus és lényegében időben korlátozott feladat az M1-es tank személyzetének a célpont adatainak megszerzése és kilövése. Hirtelen, súlyos katasztrófás kudarc léphet fel, ha a pontos döntés meghozatalához szükséges idő meghaladja a rendelkezésre álló időt. Ha az idő lejár, és a személy nem volt képes pontos döntést hozni, akkor a személy kénytelen rögtönözni.

A szimulációk vagy a laboratóriumi vizsgálatok során megfigyelhető a teljesítmény fokozatos csökkenése hosszú távon, ami hirtelen teljes kudarcot eredményezhet. Ha a hibázó személy egy komplex rendszer kritikus eleme, akkor ez katasztrófális rendszerhibát jelent.

Dr. George Belenky ezredes egy harci egységet kísérő mentálhigiénés csapat részeként utóellenőrzéseket tartott a sivatagi vihar művelet során a 100 órás földi háborúban zajló baráti tűzhelyzetekben résztvevő személyzettel.<sup>10</sup> Alkonyatkor, több mint 48 órányi folyamatos mű-

veletek után (azaz rövid, fragmentált alvással végzett műveletek), egy hat Bradley csapatszállító harci járműből álló parancsnokát utasították, hogy álljon előre, és állítsa be a járműveket egy vonalba. Másnap reggelig nem tervezték az egység további mozgását.

A szakaszt jobbra és balra más Bradley-harcjárművek karolták. A Bradley-k minden egyes szakaszának támogatására négy M1-es tankból álló szakasz volt. Ezek a tankok bizonyos távolságra helyezkedtek el a Bradley-k hátsó részén. Ez volt a helyzet végül. Körülbelül 01 óra körül a vonal felé mozgó objektumokat figyeltek meg.

Ezeket a járműveket egyszerűen csak figyelték, amíg valóban a vonal sorába jutottak. Ez nem támadás volt az irakiak részéről. Az irakiak oszlopban mozogtak, és feltehetően ugyanúgy meglepődtek a helyzeten, mint az amerikaiak. Tűzpárbaj következett be, amelyben az összes iraki járművet megsemmisítették. Az összetűzés során Bradley-harcjárművek is megsemmisültek. Szerencsére nem volt amerikai élő veszteség. Később kiderült, hogy a Bradley-eket baráti tűz pusztította el. A megbeszélés során rekonstruálták az eseményt: a két megsemmisített Bradley csapata vonalának bal oldalán volt. Az az egy vagy két Bradley, amely elpusztította őket, a szakasz vonalának jobb oldalán volt.

Az előlről és jobbról érkező, előre haladó iraki oszlop elérte a vonalat. Az előre haladó irakiakat elpusztították. Bal oldalon két Bradley a most már megsemmisült és égő iraki járművek környékén manőverezett. A jobb oldali Bradley-k, a két manőverező Bradley-t irakiaknak nézve, baráti tüzet nyitott rájuk, és elpusztították őket 25 mm-es ágyúikkal. A Bradley-be beépített védelemnek köszönhetően a személyzet sértetlenül megmenekült.

A lekérdezés során nyilvánvaló volt, hogy a két jobb oldalon lévő Bradley parancsnoka és lövészei azt hitték, hogy inkább előre, mint balra lőnek, és nem nyitnak tüzet a saját sorukra. Noha ebben a szakaszban nem végeztek objektív intézkedéseket az alvás időtartamáról



és a folytonosságról, a résztvevők önjelentése alapján az alvásuk az előző 48 órában rövid és széttagolt volt. Ez a baráti tűz összhangban áll az alváshiány ismert teljesítményre gyakorolt hatásával. Egy egyszerű feladat elvégzésének képessége (azaz a célpontra irányítás) változatlan maradt.

De az a képesség, hogy bonyolultabb kognitív műveleteket hajtson végre, – orientálódjon a taktikai helyzethez, és megértse azt – elveszett. Már nem voltak egyértelműen tisztában azzal, hogy hol helyezkednek el.

## 1.5. Az alvás regeneratív értéke

Az alvás rekuperatív értéke függ annak időtartamától és folytonosságától. A rövid, fragmentált alvásnak kevés vagy csaknem semmi rekuperatív értéke van, és a teljesítményre gyakorolt hatása hasonló a teljes alváshiányhoz. Bonnet fragmentálta a normál önkéntesek alvását azáltal, hogy 2-3 percenként hangot bocsátott ki az alvók környezetében, melynek hangerejét addig fokozta, amíg el nem érték az alvókban mikroébredés kritériumát.<sup>11</sup>

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) kritériuma egy egyszerű testmozgás volt, szóbeli válasz nélkül. Egy harmadik csoport esetében a mikroébredés kritériuma egyszerűen az elektroenkefalogram (EEG) változása volt mozgás- vagy szóbeli válasz nélkül.

Mindhárom csoportban, bármelyik mikroébredési kritérium mellett romlott az alvás rekuperatív értéke a másnapi nappali éberség- és teljesítménymérés alapján. Bonnet eredményei nem az alvásmegvonás következményei, mivel az összes csoport alanyai teljes alvásideje

a normálhoz közel esett. Inkább az alvás széttagoltságának következménye. Még az az alvás is, amelyikben a fragmentáció külső szemmel nyilvánvaló viselkedésbeli változás nélküli (azaz csak az EEG-változás csoportja), megsemmisíti a rekuperatív értéket. Nemcsak az alvás időtartama, hanem az alvás folyamatossága is fontos. Bonnet eredményei relevánsak a folyamatos harci műveletek során tapasztalt teljesítményváltozásokkal. Mindezek hangsúlyozzák az alvás jelentőségét és szükségességét.

A parancsnokok a tanácsot elfogadva, gyakran azzal tértek vissza, hogy: "4 órát szundítottam, és felébredve nem éreztem jobban magam, mint az alvás előtt." Amikor megkérdezték, hol alszanak, egy tipikus válasz: „a TOC sarkában" (taktikai műveleti központ). A folyamatos művelet során a TOC egy forgalmas, zajos hely (mozgás, beszélgetés és rádióforgalom jellemzi) a nap 24 órájában. Magatartásuk szerint (feküdtek, csukott szemmel) ezek a parancsnokok a szundítás alatt aludtak. Azt a panaszukat, hogy a szundításnak nem volt értelme, valószínűleg a gyakori EEG-mikroébredés okozta, reagálva a környezeti zajra és a mozgásra, amely széttörte alvásukat, és megsemmisítette annak rekuperatív értékét.

## 1.6. Az alváshiány hatása a teljesítményre

Az alváshiány rontja az éberséget, a kognitív teljesítményt és a hangulatot. A hasznos mentális munka elvégzésének képessége 25%-kal csökken minden egymást követő ébren töltött 24 órán keresztül. 72 órás teljes alváshiányt elszenvedett normál önkéntes alanyoknál megvizsgálták a kognitív teljesítményt számítógépes teljesítménytesztek-

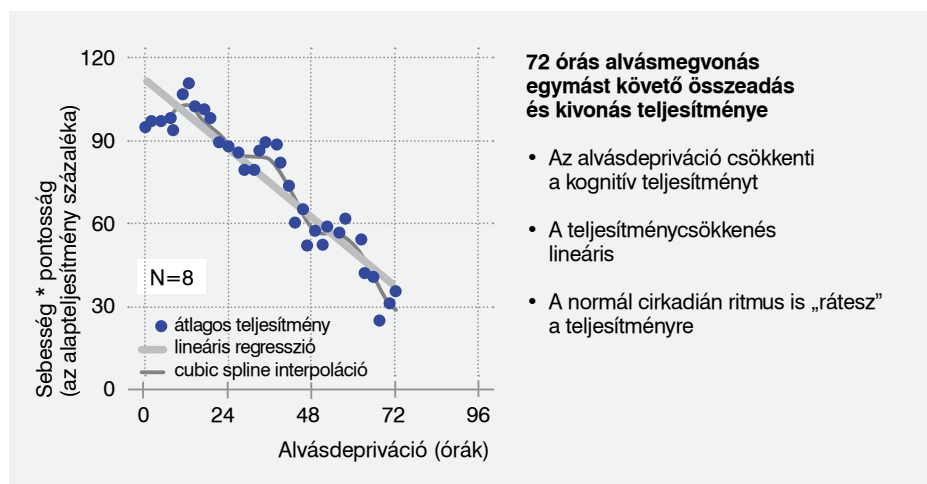
kel. Az alanyok (N = 8) adatait és elemzéseit az 5. ábra foglalja össze. 72 óra alváshiány: teljesítés soros összeadással / kivonással).

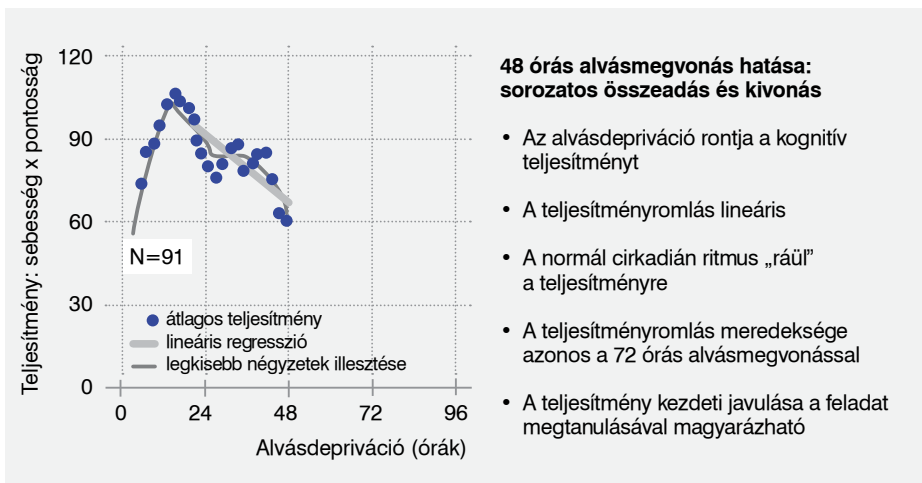
Az 5. ábrán szereplő teljesítményadatokat a végrehajtási sebesség és a végrehajtási pontosság szorzataként fejeztük ki. Alváshiány alatt az általános teljesítmény jellemzően csökken, elsősorban a sebesség csökkenésének eredményeként. A pontosság viszonylag megmarad az alváshiány során. A 6. ábra egy normál önkénteseken (N = 91) végzett másik tanulmány teljesítményadatait mutatja 48 órás alvásmentesség alatt.

A fentebb említett 72 órás vizsgálatban szereplőktől eltérően, a 48 órás vizsgálatban résztvevőket előzetesen nem képezték a kognitív teljesítményfeladatokra – a teljesítmény első javulása a tanulást jelenti. A lineáris regressziós vonal lejtése mindkét ábrán közel azonos. A 7. ábra normál önkéntesek (N = 17) 85 órás alvásmentességgel járó másik vizsgálatának teljesítményadatait mutatja.

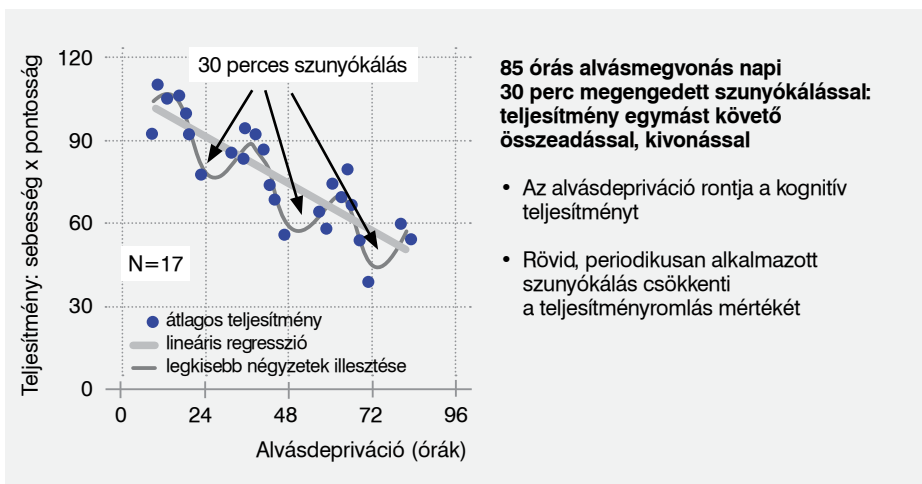
Az első két vizsgálatban részt vevőktől (72 és 48 óra alvásmentesség) ellentétben a 85 órás vizsgálatban részt vevő személyeknek napi 30 perces szunyókálást engedélyeztek. Ez a rövid napi alvás csökkentette a teljesítmény romlásának sebességét, amit a lineáris regressziós vonal lejtésének

### 5. ábra. 72 órás alvásmegvonás egymást követő összeadással, kivonással



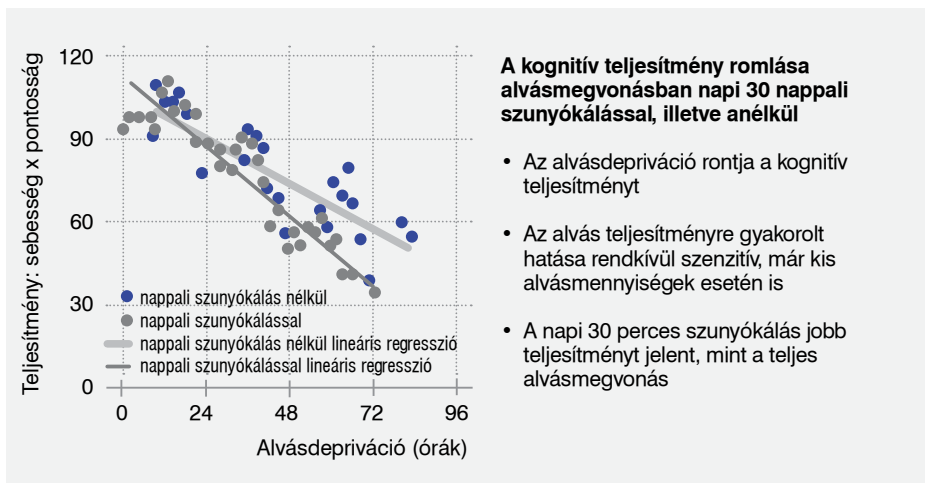


**6. ábra. 48 órás alvásmegvonás: teljesítmény egymást követő összeadással, kivonással**



**7. ábra. 85 órás alvásmegvonás napi 30 perc megengedett szunyókálással: teljesítmény egymást követő összeadással, kivonással**

csökkenése jelez. A 8. ábra a teljes alvásmentesség 72 órájából és 85 órás alvásmentességből származó regressziós vonalak összehasonlítását mutatja, mindegyik 30 perces szundítással/nap. Amint láttuk, a teljesítmény romlásának sebességét a napi 30 perces szundítás lelassította.<sup>12</sup>



**8. ábra. A kognitív teljesítmény romlása alvásmegvonásban napi 30 nappali szunyókálással, illetve anélkül**

Az alváshiány rontja az összetett kognitív teljesítményt, beleértve a gyorsan változó körülmények közötti megértés, alkalmazkodás és tervezés képességét. Az alvásdeprivációról szóló különféle tanulmányok azt sugallják, hogy a prefrontális cortex bevonásával járó mentális folyamatok különösen érzékenyen romlanak az alváshiány által. Harminchat órányi alváshiány következetesen csökkentette a kognitív tesztek eredményeit, különösen a szófluenciát és a nonverbális tervezést. Mindkettő olyan feladat, amelyek végrehajtásában a prefrontális kéreg részvétele jelentős.<sup>13, 14</sup>

Az alváshiány okozta kognitív teljesítménycsökkenést fokozza egyszerű feladatok monoton ismétlődése, a motiváció hiánya is.<sup>15</sup>

A komplex mentális teljesítménnyel ellentétben az alváshiány nem befolyásolja az egyszerű pszichomotoros teljesítményt, a fizikai erőt és a kitartást. Például egy katona 90 óra alvásnélküliség elteltével ugyanolyan pontosan tud löni egy rögzített célponton lévő körökre. Ha azonban olyan célokra lő, amelyek véletlenszerűen bukkannak fel egy lövés tartományban, akkor a teljesítmény a kiindulási érték 10%-a alá esik.<sup>16</sup>