

# A többműszakos munkavégzés biztonsági kihívásai a rend- és honvédelmi szerveknél

Szakács Zoltán

Magyar Honvédség Egészségügyi Központ  
Neurológia, Alvásdiagnosztikai és Terápiás Centrum, Budapest, Magyarország  
E-mail: alvas@t-online.hu

Beérkezett: 2022. április 4.; elfogadva: 2022. május 18.

## Összefoglalás

A krónikus napközbeni aluszékonyosság és a vele járó figyelemzavar igen gyakori panasz, amely jelentősen rontja a munkavégzés teljesítményét, az életminőséget, összetett mechanizmus révén gátolja a mentális funkciókat, gyakran vezethet – munkahelyi és közlekedési balesetek okozójaként – fatális következményhez is. A krónikus napközbeni aluszékonyosság mint panasz mögött a krónikus alvásdepriváció mellett az elsődleges alvászavarokat kell keresnünk.

**Kulcsszavak:** alvászavar, alvásmegvonás, többműszakos munkavégzés

## Security challenges of multi-shift work in the police and military

Zoltán Szakács

Medical Centre, Hungarian Defence Forces  
Neurology, Sleep Disorders Centre, Budapest, Hungary

## Summary

Police and military service, at the appropriate level of care, require neuropsychological functions from the service provider such as constant vigilance, sustained attention and concentration, and the compulsion to make quick, responsible decisions. However, the service is often accompanied by difficult external conditions, such as monotony, harsh weather factors, or shift work, which place a heavy burden on the service provider.

In both police and military service, in addition to a varied shift schedule, we often expect special mental and physical performance from those serving. However, a multi-shift schedule breaks the circadian rhythm of service, causing metabolic and hormonal changes, and can have a profound effect on one's behavior and one can remain deeply inferior to oneself during a given performance. Not everyone is adaptable to such conditions, especially those with primary sleep disorders. Therefore, it is particularly important to recognize those suffering from primary sleep disorders among multi-shift workers. People with severe obstructive sleep apnea have an abnormally high degree of daytime sleep and their attention, concentration, vigilance, work and cognitive performance decline significantly compared to their peers in multi-shift work conditions.

Much of the experience gained in the field of sleep disorders becomes a practice in the field of occupational health. One of our main goals was to make the diagnosis, treatment and screening of diseases belonging to this professional and scientific topic.

The Military Health Sleep Diagnostic Laboratory is tasked with screening out dyssomnia sufferers from performing under special multi-shift conditions.

During military service, in modern warfare, the importance of multi-shift work schedules, the continuous standby system, and work periods of different than usual duration and content have increased.

All of this has significantly changed the demands on human performance during waking hours and the role of sleep in regeneration, restoration, preparation. In parallel with these requirements, unwanted drowsiness and exhaustion also increased in everyday work, and manifested itself in errors and accidents during operational actions.

Sleep deprivation fundamentally affects cognitive areas such as speed of thinking, decision making, divergent thinking, executive functions, emotions, understanding humor, memory, morality, risk taking, and alertness. A number of special functions are associated with the prefrontal cortex. Judgment, decision making, impulse control, attention, and visual association are related to this part of the cerebral cortex. This area of the cortex is very vulnerable and, as a result of sleep deprivation, a disturbance of the functions represented here can be observed.

Sleep disorders severely and often unexpectedly limit mental and physical performance. They can cause serious confusion during training, exercise, and tactical and operational activities, so knowledge of them is important for prevention, interpretation, and effective therapy. Sleep disorders can occur in greater numbers due to the special conditions of police and military service.

**Keywords:** multi-shift work, sleep deprivation, cognitive dysfunctions

## Bevezetés

Az utóbbi évtizedekben ismerte fel az idegrendszerrel foglalkozó orvostudomány azt, hogy az életünk közel egyharmadát kitevő alvás milyen fontos szerepet játszik az életműködések szerveződésében, a testi-lelki egészség és teljesítmény fenntartásában, a betegségek kialakulásában, valamint az éberségi szint csökkenésével összefüggő, ún. elalvásos balesetek létrejöttében is. Új diagnosztikai módszerek és terápiás lehetőségek jöttek létre az alvás- és éberségzavarok vizsgálatára, kezelésére és megelőzésére. Kiderült, hogy számos betegség felismerését, kezelését az alvás során mutatkozó jellegzetességek teszi csupán lehetővé. A többműszakos munkakörök különböző változatainak nagy méretű elterjedése mind szélesebb foglalkozási körben eredményezi a megszokott alvás-ébredési ritmus felborulását, a nem megfelelő altatószer-használatot. A munkahelyi és közlekedési balesetek jelentős része viszont kialvatlan állapotban, illetve túlzott altatószer-utóhatás alatt, mikroalvások következtében jön létre. Az egyre inkább mutatkozó igénynek megfelelően a világ számos országában – nemegyszer a katonaság egészségügy jelentős részvételével – alakult ki az alapkutatást, illetve a klinikai alvászavarok és alvászavarok gyakorlati megoldását egyaránt magába foglaló alvásmedicina, melynek művelésére külön szakembergárda jött létre, továbbá ún. alvásklinikák szerveződtek. Az alvásmedicina napjainkban már abban a helyzetben van, hogy meg tudja fogalmazni azokat a diagnosztikus és terápiás kritériumokat, melyek a katasztrófa-orvostani, katonasági, foglalkozás-egészségügyi szempontból jelentős alvászavarok gyakorlati kezelésének, illetve megelőzésének alapjául szolgálhatnak.

A munkavégzés biztonsága szempontjából az alvászavarok kiemelkedő jelentőséggel bírnak. E szempontok szerint az alvászavarokat az alábbi két csoportra oszthatjuk:

Azok a kórképek, melyek bekövetkezése – gyakoriságuknál fogva – bizonyos foglalkozási ágakon, csoportokon belül (katonák, rendőrök, személy- és anyagszállító járművezetők, repülőgép-vezetők, őrző-védő feladattal megbízott személyzet, operátori munkakörben dolgozók, irányítók, katasztrófaelhárításban felelős személyzet stb.) jelentős veszteséggel fenyeget emberéletben és

anyag eszközökben. Ezek az alvás fragmentálódásával, a regenerációt biztosító mély alvás krónikus károsodásával járó inszomnia-hiperszomnia szindrómák: az alvás közbeni légzésszavarral összefüggő inszomnia (alvás apnoe szindróma) és az alvás közbeni periodikus végtagmozgásokkal összefüggő inszomnia (restless legs szindróma), továbbá a narkolepszia, a farmakogén inszomnia és a cirkadián ritmuszavar által okozott inszomnia.

Azok az alvászavarok, melyek nem fenyegetnek közvetlenül a fenti veszéllyel, de komoly zavart okozhatnak a kiképzés, gyakorlás, illetve a harcászati cselekmények során. Ezért ismeretük a megelőzés, az értelmezés és a hatékony terápia érdekében fontos. E csoportba tartoznak a pszichofiziológiai inszomnia, valamint a paraszomnia.

## A rendőri és katonai szolgálat sajátosságai

A rendőri és katonai szolgálat a megfelelő szintű ellátás során olyan neuropszichológiai funkciókat igényel a szolgálatot tevővel szemben, mint az állandó éberség, a tartós figyelem és koncentráció, továbbá a gyors, felelősségteljes döntéshozatal kényszere. A szolgálat ellátásához azonban gyakran nehéz külső körülmények társulnak, mint például a monotonitás, a zord időjárási tényezők, vagy a váltott műszak, amelyek komoly megterhelést jelentenek a szolgálatot tevő számára.

Mind a rendőri, mind a katonai szolgálat során a változatos műszak beosztás mellett várunk el a szolgálatot tevőtől gyakran különleges pszichikai és fizikális teljesítményt. A több műszakos beosztás azonban megtöri a szolgálatot tevő cirkadián ritmusát, anyagcsere és hormonális változásokat idéz elő, és komoly befolyást gyakorol viselkedésére és az adott teljesítmény során mélyen alulmaradhat önmagához képest is. Nem mindenki adaptábilis az ilyen feltételekhez, különösen hátrányban vannak az elsődleges alvászavarban szenvedők. Éppen ezért különös jelentőséggel bír a több műszakos munkakör betöltése a primér alvászavarok körében. A súlyos obstruktív alvási apnoeban szenvedők nappali alvászavarok kóros mértékben fokozódik és a többműszakos munkakörülmények között figyelmük, koncentrációképességük, vigilianciájuk, munka- és kognitív teljesítményük társaikhoz képest jelentős mértékben hanyatlak.

Az alvászavarok és alvászavarok terén összegyűlt sok tapasztalat természetesen csak akkor értékesíthető a foglalkozás-egészségügy területén, ha gyakorlattá válik. Egyik fő célunk volt, hogy az MH Egészségügyi Központja egyik fő szakmai és tudományos témájává tegyük az ide tartozó kórképek diagnosztizálását, kezelését, szűrésének megszervezését. A katonai egészségügyben működő alvászavarok diagnosztikai laboratóriumnak feladata kiszűrni a speciális többműszakos körülmények között teljesítő katonákból a dyssomniában szenvedőket.

A katonai szolgálat során, a modern hadviselésben mind jobban megnőtt a többműszakos munkarendek, a folyamatos készenléti rendszer és a megszokotthoz képest eltérő tartamú és tartalmú munkaperiódusok jelentősége.

Mindezek jelentősen megváltoztatták az ember ébrenlét alatti teljesítménye és az alvás regenerációs, helyreállító, felkészítő szerepe iránti követelményeket. E követelményekkel párhuzamosan nőtt meg a nem kívánt aluszékony és kimerültség is a mindennapi munkában, illetve nyilvánult meg az operatív műveletek során bekövetkező hibákban, balesetekben.

Az alvásdepriváció alapvetően befolyásol olyan kognitív területeket, mint a gondolkodás sebessége, döntéshozatal, divergens gondolkodás, executive funkciók, emóciók, a humor megértése, memória, moralitás, kockázatvállalás, éberség. A prefrontális cortexhez számos speciális funkció kapcsolódik. Az ítélezés, döntéshozatal, impulzuskontroll, figyelem és vizuális asszociáció az agykéreg ezen részével függ össze. Az alvásmegvonással szemben ez a kéregterület nagyon vulnérabilis és az alvásmegvonás következményeként az itt reprezentált működések zavara figyelhető meg.

Az alvászavarok a szellemi és fizikai teljesítményt különösen súlyosan és gyakran váratlanul korlátozzák. Komoly zavart okozhatnak a kiképzés, a gyakorlás, illetve a harcászati és operatív cselekmények során, ezért ismertük a megelőzés, az értelmezés és a hatékony terápia érdekében fontos. Az alvászavarok a rendőri és katonai szolgálat sajátos feltételei miatt nagyobb számban jelentkezhetnek.

Az idegtudomány, a pszicho-farmakológia 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 rendőri és katonai erők működésére és hatékonyságára, mind a szimmetrikus, mind az aszimmetrikus hadviselésben.

A tartósan jelen lévő fokozott nappali aluszékony és az alvás-ébrenlét szabályozás súlyos zavara, melyet gyakran félredisznosztizálnak és félrekezelnek. Gyakran jelentkezik fiatal felnőtt korban, emellett szokatlan szellemi megterhelés provokálhatja, amely a teljesítmény és a viselkedés komoly zavarához vezethet: a balesetek kockázatát megnöveli és éjszakai zavartságot eredményezhet.

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

A kényelmetlen munka- és alváskörülmények, a gyors műveleti tempó, a tartós operatív műveletek és az elégtelen ellátó személyzet a fáradtságot egyre inkább a figyelem középpontjába helyezi. 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.

## 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 teljesítményromláshoz 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.

Mind a katonák, mind a rendőrök 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 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 gerincvelő 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 csataterék számos, új kihívásának. Figye-

lembe 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 alvásoptimalizálás révén, a neuro-farmakológia 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 előrettekintésében, valószínűleg aszimmetrikus hadviselési forgatókönyvekben veszünk részt, amelyek a meglepetések erejét és a viszonylag primitív hit-and-run taktikákat foglalják magukban, beleértve az öngyilkos támadókat is (*Jason 2008*).

### **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 sebesülést és halált, és a túlélők számára a hosszú távú testi és szellemi fogyatékosság 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.

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.

### **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 (*English 1984*). Egyetlen kis csoport, amely megfelelő erejű tűzerőt biztosít a megfelelő helyen és időben, meghatározhatja a jelentős ütközet sorsát (*Marshall 1978*).

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 ébrenlét 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. Elvesztik 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 különbsége segít megmagyarázni a baráti tűz eseményeit. Alváshiányos állapotukban a katonák még mindig jól a célra irányítják a célkeresztet, 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.

A folyamatos harcot rövid és fragmentált alvás jellemzi. A rövid, széttagolt alvást általában a tényleges harci műveletek anekdotikus beszámolóí említik, és objektíve igazolják a szimulált harci műveletek tanulmányai.

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

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 lassabb teljesítés elegendő a feladathoz (*Thorne 1983*).

A feladat azonban lehet bonyolult, ismeretlen vagy lényegében időben korlátozott. Például egy összetett, kritikus és lényegében időben korlátozott feladat egy harcokcsi 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 katasztrofális rendszerhibát jelent.

### 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 a mikroébredés kritériumát (Bonnet 1987).

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 elektroencephalogram (EEG) változása volt, mozgás vagy szóbeli válasz nélkül.

Mindhárom csoportban, bármelyik mikroébredési kritérium mellett romlott az alvás rekuperatív értéke, a másnapi nappali éberség és teljesítmény mérés alapján. Bonnet eredményei nem az alvásmegvonás következményei, mivel az összes csoport alanyai teljes alvásideje a normálhoz közel estek. 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) 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 széttorzította alvásukat és megsemmisítette annak rekuperatív értékét.

### 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 (Thorne 1983).

Az alváshiány rontja az összetett kognitív teljesítményt, beleértve a gyorsan változó körülmények közötti megértés, alkalmazkodás és tervezés képességét. Az alvásképrivációról 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 (Horne 1988, 1993).

Az alváshiány okozta kognitív teljesítmény-csökkenést fokozza egyszerű feladatok monoton ismétlődése, a motiváció hiánya is (Harrison 1998).

A komplex mentális teljesítménnyel ellentétben az alváshiány nem befolyásolja az egyszerű pszichomotoros teljesítményt, a fizikai erőt és a kitartást. Például, egy katonára 90 óra alvásnélküliség elteltével ugyanolyan pontosan tud löni egy rögzített célponton lévő körökre. Ha azonban olyan célokra löv, amelyek véletlenszerűen bukkannak fel egy lövés tartományban, akkor a teljesítmény a kiindulási érték 10%-a alá esik (Haslam-Abraham 1987).

### Az alvásirányítás és az éberségfenntartás kezelésének gyakorlati problémája az operatív tervezésekben

Az alvás irányítása a teljesítmény fenntartása érdekében analóg a logisztikai ellátás bármely elemének kezelésével! Annak érdekében, hogy ez az állítás érthető legyen, vegyünk egy analógiát. A tüzelőanyag-logisztikájának kezelésében tudni kell:

- 1) a rendelkezésre álló mennyiséget és
- 2) az újbóli ellátás megtervezéséhez szükséges várható fogyasztási rátát.

Ugyanez vonatkozik az alvás kezelésére az éberség és a teljesítmény megfelelő szintjének a fenntartása érdekében. A parancsnokok általában megértik az alvás jelentőségét a teljesítmény fenntartásában.

Mindenki tudja, hogy a teljes alvásmegvonás és a rövid, szétaprózott alvás jelentős mértékben befolyásolja az egyéneket és az egységek teljesítményét. A probléma az, hogy a parancsnokoknak nincs lehetőségük objektíven felmérni, hogy mennyi alvást kaptak ők és beosztottjaik, és nem tudják megbecsülni ennek az egyén és az egység hatékonyságára gyakorolt hatását a jövőben.

A harcjárművek dízelüzemanyag felhasználásának analógiájára, ez pontosan olyan, mikor nem tudják sem aktuális igényt, sem a várható fogyasztást megítélni. Így nem tudják szigorúan, objektíven és hatékonyan beépí-

teni az alváskezelést az operatív tervezésbe. Az Egyesült Államok Hadseregének Orvosi Kutatási és Anyagparancsnoksága által kifejlesztett Alváskezelő Rendszer biztosítja a parancsnokoknak azokat az eszközöket, amelyek az alvás mérésére és az azt követő teljesítmény előrejelzésére alkalmasak az összes parancsnoki és irányítási szinten. Ez biztosítja a parancsnokok számára azokat a szükséges eszközöket, hogy az alváskezelést beépítsék az operatív tervezésbe, és az alvást logisztikai tartalékként kezeljék (*McNally 1989*).

## Alvás, alvásmentesség, folyamatos műveletek és a parancsnoki felelősség

Az öngondoskodás kritikus eleme a megfelelő alvás. A laboratóriumi és terepi tapasztalatokra alapozott alvás/teljesítmény modell azt sugallja, hogy mindennap 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 mentális képességek területén, amelyek fenntartják a helyzet tudatosságot és a taktikai megértést.

Ennek következményei: az egyéni és az egység hatékonyságának csökkenése, hibák, balesetek, az ellenség fellépésének kapcsán megnövekedett veszteségek és a baráti tüzek. Ezek befolyásolják a művelet eredményét, és ronthatják a katonák azon képességét, hogy fenntartsák a jövőbeli műveletek hatékonyságát (*Belenky 1996*).

Az alvás kezelése a teljesítmény fenntartása érdekében nehéz, mivel noha 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 következmények előrejelzésére lehet fordítani. Az alvás emberi neurológiai 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, és növelni a saját és katonáik esélyeit a sikerhez (*Belenky 1997*).

## Az alvás általános ismertetése és élettani hatása

Az alvás és az ébrenlét ciklikus váltakozása az élőlények alapvető ritmusa, mely az aktivitás és nyugalom, a lehető legmagasabb rendű alkalmazkodás, a szervezet belső egyensúlyának fenntartása és a szellemi és fizikai fejlődés folyamatos biztosítása mentén alakult ki mind a törzsféjlődés, és alakul ki az egyéni fejlődés során. Alvásunk és ébrenlétünk alatt zajló biológiai és pszichológiai folyamatok szervesen kapcsolódnak egymáshoz, egységes folyamatot képezve, melynek tartós vagy ismételt megszakadása, zavara súlyos következményekkel járhat.

Ez magyarázza, hogy az alvás fiziológiás folyamatának rendellenességei sok esetben ébrenlétünk idején megnyilvánuló anyagcsere, vegetatív és központi idegrendszeri, valamint pszichés zavarokat okoznak. Az alvás sajátos viszonyai között viszont olyan kóros légzési-keringési, mozgás és magatartás jelenségek alakulhatnak ki, melyek az alvás és ébrenlét krónikus, súlyos következményekkel járó zavarát eredményezik. Számos krónikus betegségben szenvedő az alvás viszonyai között váratlanul kerülhet veszélyeztetett állapotba.

## Az alvás elektrofiziológiai és poliszomnográfias jellemzői

Az alvásfolyamat sokrétűségére, ciklusos szerkezetére utaló információkat az alvó külső megfigyelésével már a múlt század végén is szereztek a kutatók. Az alvás pontos, részletes és tudományos jellegű vizsgálatát azonban csak speciális módszerek több lépcsőben történő kialakítása tette lehetővé.

### A NonREM és a REM alvás

Az alvás két, egymástól és az ébrenléti állapottól eltérő fiziológiai állapotot foglal magába: a paradox, vagy REM-alvást, illetve a lassú hullámú, ortodox, vagy Non-REM-alvást. (A REM-alvás nevét a mozgásvihar formájában jelentkező gyors szemmozgások angol megfelelőjének – Rapid Eye Movement – rövidítéséből kapta.)

### A NonREM alvás

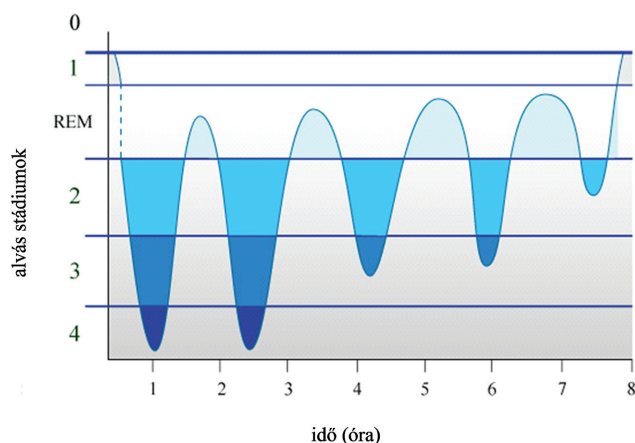
Az alvás változókéony állapotok során alakul ki. Ez a változókéony és összetett átmenet az éber állapot és az alvás között, fiziológias helyzetben az alvásszükséglet szubjektív megélésével, az álmoságérzettel kezdődik és a szendregés állapotán keresztül vezet az alvásig.

### A REM alvás

Az alvó ébreszthetősége a NonREM-alváshoz viszonyítva rosszabb. Jellemzőit ún. tónusos, illetve fázisos jelenségekre osztjuk.

### Az alvás mintázata, az alvásszerkezet

Az alvásfolyamatban az egyes fázisok jellegzetes, program szerinti sorrendbe szerveződnek, kialakítva az alvás ciklusos szerkezetét. Az alvás élő, változó, környezeti és belső ingerekre reagáló dinamikus folyamat, számos fázisok közötti oszcillációval. Az egyes alvásstádiumok leírásából is kiderül, hogy azok között nincs borotvaéles határ. Éppen ezért az alvásszerkezet ábrázolásának, amely nem más, mint a háttérben lévő alvásprogram mintázata, sokféle típusa létezik. A gyakorlatban az alvás makrostruktúrájával foglalkozunk elsősorban.



1. ábra

A humán alvás ciklusai

Forrás: <https://slideplayer.com/slide/12128210/>  
(6/59 dia)

A hipnogram úgy jön létre, hogy az alvást koordináta-rendszerben ábrázoljuk, ahol a vízszintes tengelyen az időt, a függőleges tengelyen – egyezményes skálán – az alvástádiumokat tüntetjük fel előfordulásuk sorrendjében és tartamuk szerint. A hipnogram lényegében a csak részleteiben megismert alvásprogramnak a mennyiségi-képi ábrázolása. Fiziológiás esetben elalvás után mélyül, majd fokozatosan felszínessé váló sorrendben a Non-REM-alvás stádiumain keresztül jutunk el az első REM fázisig. Így válik teljessé egy alvásciklus. Tartama átlagosan 90 perc, és egy éjszakai alvás során 4-6 alkalommal ismétlődik, jellemzően változó összetétellel: az alvás első harmadában egy cikluson belül a mély NonREM-alvás dominál, majd fokozatosan háttérbe szorul, a NonREM-alvás a későbbi ciklusokon mind felszínessébb lesz (1. ábra).

A REM-alvás ellentétes utat jár be: az alvás második felére e fázis mind tartamában, mind denzitásban növekedést mutat. A naponta alvással töltött idő, illetve az alvás szerkezete az életkorral párhuzamosan jellemző módon változik. Egészséges fiatal felnőtt naponta 6-8 órát tölt alvással, melynek a REM-alvás 25, a felszínes NonREM-alvás 55, a mély NonREM-alvás 20%-át teszi ki. Az újszülött naponta 16-18 órát alszik, a napi alvási igény 1 éves korra 12 órára, 10 éves korra 10 órára, serdülőkorra 8 órára rövidül. 40 év felett ez az alvási igény ismét csökkenni kezd, 60 éves kor körül már naponta 5-6 óra alvás is elegendő.

Újszülöttekben a NonREM-alvást az ún. nyugodt alvás, a REM-alvást az aktív alvás helyettesíti, melyekből 1 éves kor körül fejlődik ki a REM és NonREM-alvás. Csecsemő-, gyermek- és felnőttkorban a REM- és mély NonREM-alvás aránya meghaladja a fiatal felnőttkorban észlelt arányokat. A REM-alvás aránya újszülött kortól az első életév végéig 50%-ról 25-30%-ra csökken. A NonREM-alvás részaránya pubertáskorig némi emel-

kedést mutat, benne gazdagodik az alvási orsó tevékenység. Magasabb életkorokban ugyanakkor e két alvásforma mennyisége – főleg a mély NonREM alvás – fokozatosan csökken.

Az újszülött csaknem az egész napot átalussza. Kisgyermekkorban alvásunk jellemző módon kétpólusúvá válik, a napi alvásmennyiség egy hosszabb éjszakai és egy rövidebb kora délutáni szakaszra oszlik. Felnőttkorban a délutáni alvás – az emberek túlnyomó többségében környezeti, szociális hatások eredményeként – visszaszorul, idős korban azonban, nemegyszer a felszínes és rövid éjszakai alvás kiegészítőjeként, ismét megjelenik. Az alvás szerkezete igénybevétel és környezeti behatások szerint is változhat, a fizikai és szellemi megterhelésnek megfelelően elsősorban a mély, lassú hullámú alvás és a REM-alvás mennyisége növekszik. Ez a képesség az életkor növekedésével fokozatosan csökken.

### Az alvás-ébrenlét szabályozás homeosztatikus, cirkadián és ultradián komponensei

Az alvás és az ébrenlét váltakozása, az alvás szerkezeti jellemzői, a hozzájuk csatlakozó anyagcsere és hőmérséklet-mutatók egyaránt arra utalnak, hogy az alvás kialakulásában több, mind az alkalmazkodást, mind a homeosztázist segítő egymással szoros kapcsolatban működő szabályozó mechanizmus vesz részt. A változások leírása, humán és állatkísérletek három alapvető tényezőt, a homeosztatikus, a cirkadián illetve az ultradián komponens létét igazolták.

A homeosztatikus komponens a mély NonREM-alváshoz kötődik, lényegében szabályozza az ébrenlét aktivitás tartama (minél tovább vagyunk ébren, annál álmosabbak leszünk) és az azt követő restoratív mély (lassú delta) NonREM-alvás mennyisége közötti fiziológiás egyensúlyt hivatott fenntartani. Abban nyilvánul meg, hogy az ébrenlét aktivitás tartamának és intenzitásának függvényében – egy exponenciális görbe mentén – megnövelt lassú hullámú alvásmennyiséget biztosít a követő alvás során. A mély, lassú hullámú alvás pótlása – a REM-alvás pótlásával szemben – napszaktól függetlenül, ellenállhatatlanul következik be. Ma már bizonyított, hogy a lassú hullámú alvás visszacsapásos pótlása leginkább a homloklebenyt, a domináns agyféltekét és az aktuálisan túlterhelt agyi régiókat érinti.

A cirkadián és szemicirkadián komponens eredménye, hogy alvaskészségünk nem egyformán oszlik el a nap során, hanem két kiugró pontot mutat 24 és 04 h, illetve 14 és 17 h között. Ezt a két időszakot elsődleges, illetve másodlagos alváskapunak is nevezik. Alváslaboratóriumi kísérletes helyzetben az is kiderült, hogy a 08–10 és a 17–19 óra közötti időszakok – a cirkadián alvaskészlet csökkenése következtében – viszont az ébren maradásnak kedveznek. Az éjszakai csúcs a maghőmérséklet mélypontjával, a napközbeni csúcs a maghőmérséklet



kora délutáni átmeneti csökkenésével jelentkezik egy időben. Az alvás 24 órás mennyiségének egy tömbben való jelentkezése a cirkadián szabályozás eredménye. Hatása abban is észlelhető, hogy az elkezdődött alvás tartamának is határt szab. Minél közelebb kezdődik az alvás az éjszakai maghőmérséklet mélypontjához, annál rövidebb ideig tart.

A délutáni csúcs a szemicirkadián komponens megnyilvánulása. A tartósan virrasztó, majd alvó személy alvásának homeosztatisztiás potenciálja (lassú delta hullám tartalma) ekkor a legnagyobb. Az itt megjelenő alvászélesztést sokáig az étkezéskor felszabaduló peptidok és az inzulin mobilizáció hatásának tulajdonították. Ma már tudjuk, hogy ez központi szabályozás része. Az is kiderült, hogy a 24 óra során elfoglalt pozíciója az éjszakaiaknál stabilabb. E két időpontnak nagy gyakorlati jelentősége van. Minden alvásmegvonásból, illetve kóros okból ki nem elégtett (a nap 24 órájára vonatkozó) alvási igény ezekben az időszakokban akarattól függetlenül elalvás, enyhébb esetben különböző mértékben befolyásolható álmoság vagy figyelemzavar formájában spontán törhet elő. Következésményük jelentős teljesítménycsökkenés, illetve balesetveszély lehet.

Az alvás és ébrenlét egyénre jellemző cirkadián ritmusa a gyermek- és iskoláskorban keresztül a fiatal felnőtt korig épül és rögzül a környezet időjelző, időhatároló, életritmust befolyásoló tényezőinek hatására. E két komponens természetes a mediterrán emberek életvitelében, de nálunk is gyakran követhetik olyan foglalkozást űzők, akiket nem köt a meghatározott munkarend. A délutáni lehetőség kihasználása életkorfüggő is lehet. Az óvodáskorú gyermek azért alszik délután is, mert az éjszakai alvásmennyiség nem elégséges számára. Az idős ember, kevesebb napközbeni elfoglaltsági kényszer híján éjszakai, természetesen felszínes és rövid alvását pótolja. E komponensek szempontjából természetesen a „fiziológias” helyzet a napközben aktív, éjszaka pihenő életvitel. Az egyén cirkadián ritmusa az életkorral párhuzamosan csökkenő mértékben tartós környezeti hatásra módosulni képes. Tartós éjszakai műszakban dolgozó fiatal felnőttek teljesítménye akkor „áll be”, amikor maghőmérsékletük profíljá is megfordul.

Az ultradián komponens, mely éjszaka 90, nappal 120 perces ciklusokat képez, legszembetűnőbb módon az alvás szerkezetében, a NonREM-REM ciklusos váltakozásában nyilvánul meg. Az ultradián ritmus ébrenlétben a gyermek- és felnőttkor során fokozatosan háttérbe szorul, és csak az éjszakai alvás marad fenn. Az alvás első harmadában a homeosztatisztiás NonREM igény – jelentős lassú alvás túlsúlyt okozva – „szétfeszíti” az ultradián komponens kereteit, ami aztán fokozatosan az alvás utolsó harmadában kerül következetesen előtérbe. E jelenségnek praktikus oka lehet: a REM funkciók a NonREM folyamatok eredményeire épülnek. Más szóval a REM alatti folyamatok eredményességének feltétele a NonREM-alvás alatti restoratív, energiamegőrző, szintetizáló folyamatok maradéktalan befejezése.

## Az alvás-ébrenlét ritmus cirkadián szabályozása

A biológiai folyamatok cirkadián (24 óra körüli) ritmusa a Földön kialakult élővilág általános jellemzője. Emberben a legszembetűnőbb cirkadián ritmusnak a naponta visszatérő, bifázisos ébrenlét-alvás ciklusok számítanak. Az alvás-ébrenlét ciklicitás a belső óránk (az elülső hypothalamusban található nucleus suprachiasmatis) működésén alapul, ami számos egyéb élettani paraméter (testhőmérséklet, cortisol és melatonin vérszint) cirkadián ritmusát is vezérli. A belső óránk hatását az endokrin hormonok és a vegetatív idegrendszer ritmusai közvetítik a periféria felé. A szervezet fiziológias működésének alapfeltétele, hogy ezen ritmusok szinkronizáltak működjenek, így a 24 órás nap egyes szakjaiban a legjobb alkalmazkodást lehetővé tevő kombinációkat (ún. „state”-eket, állapotokat) képezzenek.

A cirkadián ritmusok endogének, a környezet időhatározó tényezőinek tartós kiiktatása esetében is fennmaradnak. Emberben az endogén alvás-aktivitás ritmus 24,3 óra körül van, ami azt jelenti, hogy a környezet időhatározó („Zeitgeber”) tényezői, elsősorban a fény, étkezés, valamint a fizikai-szellemi aktivitás révén naponta igazodik hozzá a 24 órás ritmushoz.

Az alvás-ébrenlét cirkadián szabályozásában a melatonin rendszer is fontos szerepet kap. A vér melatoninszintjének emelkedése (kb. 2 órával a megszokott alvás kezdete előtt kezdődik, csúcspontját 0 és 2 óra között éri el).

A melatonin thyrosinból képződik, a thyrosin hidroxiláz enzim aktiválódása révén. Ezt a folyamatot sötétség és nyugalom serkenti; fényhatás, ébresztő inger, a szimpatikus aktivitás növekedése, az adrenalin és a hisztamin gátolják. A melatonin javítja az alvás stabilitását és támogatja a reprodukciós folyamatokat.

## Az ultradián szabályozás ma ismert tényezői

Az ultradián ritmus az alvásszabályozásnak az egyén életében legkorábban megjelenő (a magzati élet utolsó harmad, újszülöttkor) formája, ami kezdetben a nap 24 órája során folyamatosan nyilvánul meg, később pedig napközben az ébrenlét nyomja el, bár a vegetatív szabályozásban, féltekei dominanciában ezen idő alatt is észlelhető.

## Az alvás-ébrenlét ritmus cirkadián szabályozásának zavarai

Az alvás-ébrenlét zavarok cirkadián szabályozás zavarainak jelentősége annál jobban nőtt, minél jobban előtérbe került a modern szervezetszerű iparosodás, a korszerű légi közlekedés, fontosabbá vált bizonyos társadalmilag nélkülözhetetlen tevékenységek (egészségügy, szállítás,



fegyveres erők stb.) folytonossága. Létrejötték e területeken a feladatorientált és feladatvezérelt, eltérő szervezetszerű többműszakos munkakörök, megnőtt az e viszonyok közepett megkövetelt magas szintű szellemi munka követelménye és felismertük az esetleges balesetek, tévedések súlyos következményeit is. Jelentős tényező volt a modern légi közlekedés során megjelenő időzónaváltás szindróma is (jetlag).

Nem véletlen tehát, hogy ezen alvászavar csoport kutatására alakultak elsősorban az állami és tőke támogatottságot élvező kutatóhelyek, intézetek, és fejlődnek rohamosan olyan részterületek, melyek a molekuláris biológiától kezdve a munkaegészségügyön, a hadtudományokon, a közlekedésszervezésen keresztül számos más területtel fennálló szoros együttműködésen alapulnak, középpontjukban a kronobiológia tudományával.

Az e körbe tartozó problémák teljes körű diagnosztikája és terápiás arzenálja egy, a korszerű követelményeknek minden szempontból megfelelő alváscentrumtól is speciális képzettséget és készségeket követel meg.

## Az alvás-ébrenlét ritmus szabályozása

A biológiai kutatás évtizedekkel ezelőtt felismerte, hogy a Földön kialakult élet minden fejlettségi szintjén a változó környezethez való alkalmazkodást és az állandóságot egyaránt biztosító, reguláló rendszerek alakultak ki. A változó környezethez akkor biztosítható a legjobb és leggazdaságosabb alkalmazkodás, ha a szervezet alapvető (ébrenlélet, nyugalmat, keringést, hőszabályozást és számos egyéb, hormonális és autonóm területet egybefűző, szinkronizáló) működései a biológiai órában (SupraChiasmatic Nucleus-ban és kapcsolataiban) megőrződnek. Lényegében ezek a tárolt jellemző együttállások („state”-ek) képezik az alapját a belső, szerkezetében is összetett endogén biológiai óra programjának.

Környezetünk életfeltételeket befolyásoló változásai alapjaiban a Föld egy körbefordulásának idejével, azaz a nap 24 órájával kapcsolatosak. Nem véletlen tehát, hogy endogén biológiai ritmusaink leginkább meghatározó elemei a cirkadián ritmusok, domináns időhatározó faktorai pedig a változó környezeti fényviszonyok. A domináns cirkadián óra vezérli és szinkronizálja az ébrenlét és alvás közbeni magatartást, a hormonális és vegetatív idegrendszeri szignálokat, befolyásolja a perifériás szervi és sejtszintű oszcillátorok működését.

Endogén cirkadián biológiai óránknak két fő inputja van, melyek az aktuális környezeti feltételeknek megfelelően időtagoló hatásuk révén 24 óra köré állítják be alvás és ébrenlét ciklusunkat.

Ezeket a tényezőket időtagoló-közlő hatásuk alapján német szóval „Zeitgeber” tényezőknek nevezzük:

1. a fény, illetve fény/sötét változások,
2. a nem fotikus tényezők.

1. A teljes fehér fény intenzitását 10 lux alatt sötétségnek, 50 lux alatt homálynak, 500 lux alatt gyenge, 1000–1500 lux között jó, 2500–10 000 lux között terápiás szintként ismerjük. A fény biológiai órára gyakorolt hatását jelentősen módosíthatja a szemlencse, az üvegtest állapota és a pupilla fényreakciójának aktivitása is.

A látóideghártya (retina) idegsejtjeinek egy része melanosint tartalmaz, ami erősen ingerlődik a 450–470 nanométer frekvenciájú fény hatására. Ezek az idegek elérik a belső óránkat. Ez a kellemes halványkék fény aktiválja a legerősebben a belső óránk sejtjeit és gátolja a melatonin termelő tobozmirigyét.

2. Emberben a szociális környezet hatása igen erős. Életmódunk, az ehhez tartozó étkezési és munkarend, valamint számos olyan környezeti jel (tv, rádió, hirdetések, a megszokott környezet aktivitásának megnyilvánulásai stb.), melyek napirendünk folyamatos tudatos és tudattalan közlését valósítják meg. Ez a faktor nem csupán a központi idegrendszerben, hanem a meghatározó szerveken, helyileg is kifejti hatását, főleg az étkezések révén, melyeknek endogén és jelentős maszkírozó hatása is van.

## Az endogén biológiai óra és a külső, időtagoló tényezők interakciója

A biológiai óra másik fontos feladata, hogy külső behatások esetén módosítsa már rögzített programjait, azaz alkalmazkodjon az új helyzetekhez. Az alkalmazkodási képesség (kapacitás) természetesen a kihívástól, azaz az új környezeti fény és aktivitás feltételek formájától, azok expozíciós idejétől, az alkalmazkodás gyors kényszerétől, vagy fokozatos lehetőségétől is függ.

Az alkalmazkodási kapacitás az életkor növekedésével fokozatosan beszűkül. 20 éves korig alakul, 20–50 évek között beáll, 50 éves kortól fokozatosan veszti rugalmasságát. Az alkalmazkodás összetettségét jelzi, hogy még egészséges fiatal felnőttek számára is 7–14 napnak kell elteltetnie ahhoz, hogy az állandó éjszakai munkának megfelelően a maghőmérséklet is az új helyzetnek megfelelő profilt mutasson.

Az esti órákban alkalmazott terápiás fény késlelteti, a reggeli órákra pozicionált fény időben előre hozza az alvási periódust és a maghőmérséklet ciklusát. A hatást a fény hullámhossza, időzítése és intenzitása, különösen a fényterápia tartama befolyásolja. Késő délután, illetve este adott terápiás dózissal melatoninnal is előrehozzuk az alvási periódust. A fázisok amplitúdója azonban jóval alacsonyabb lesz, a ciklusidő tartama pedig megnövekszik. A reggeli órákban alkalmazott melatonin az alvási periódus késleltetését vonja maga után. A külső behatásokkal elérhető ciklusváltozás mértéke jelentős egyéni ingadozást mutat.

Az egész szabályozás számos perifériás hibát hordoz idős korban az autonóm idegrendszerben és az életfontosságú szervekben. Idősebb korban csökken az alvás-ébrenlét ritmus a melatonin szint és a maghőmérséklet amplitúdója, a menstruáció elmaradásával nőknél a melatoninintermelés negyedére csökken.

A belső óránk sejtjeinek jelentős mértékű pusztulását mutatták ki Alzheimer-kórban. Ez a tény az állapottal járó fény- és ingerszegény környezettel együtt jól magyarázza a betegek jellemző inverz alvás-aktivitás zavart, ami fényterápiával bizonyos eredménnyel befolyásolható. Melatoninkezelés e betegcsoportban eredménytelennek bizonyult.

Az endogén óra működésébe számos perifériás szerv sejt szintű cirkadián oszcillátora is beépül. Szerveink közül elsősorban a máj, a vese, a szív és az aorta működésében mutatták ki cirkadián ritmus jelenlétét.

A biológiai óra működését perifériás szerv funkciózavara is befolyásolhatja. A melatonin lebontása 80%-ban a májban történik. Súlyos májbetegségeknél kimutatták, hogy a melatonin profil csúcsa kórosan magas, időben késik és jelentősen belenyúl a délelőttibe.

Az összetett endogén biológiai óra szabályozása lehet eleve hibásan kódolt (génhibák következtében), de lehet tartós, az átlagos környezeti elvárásokkal ütköző életmód rögzült következménye is. Az állapot az alkalmazkodási kapacitás beszűkülésével jár. Ezeket az eseteket soroltuk korábban a cirkadián alvás-ébrenlét zavarok intrinszc csoportjába.

## A cirkadián kronotípusok

Az endogén biológiai óra működése a cirkadián kronotípusokban nyilvánul meg. Ismerünk reggeli (pacsirta), illetve esti (bagoly) típusú embereket. Előbbiek korán kelnek, aktivitásuk csúcsát a nap első felében érik el. Utóbbiaknál ez a csúcs estére tolódik, későn fekszenek le és későn kelnek. Az egyes típusok népességen belüli megoszlása változó eredményt adott a vizsgált csoport életkora, neme és a vizsgálat helye szerint. Közös jellemző volt, hogy a semleges típusok túlsúlya mellett az esti típust mutató személyek száma magasabb volt a pacsirta személyeknél.

## Az alvás-ébrenlét ritmus cirkadián szabályozásának zavarai

A cirkadián alvás-ébrenlét ritmus zavarát a következők jellemzik: Tartós és visszatérő alvás- és ébrenlét zavar, ami a cirkadián szabályozás rendszerének elváltozásaira, vagy az endogén cirkadián ritmus és a külső környezeti tényezők között fennálló disszonanciára vezethető vissza.

A krónikus alvászavar el- és átváltsá képtelenséggel, napközbeni aluszékonysággal, kimerültséggel, depresszióval, vagy mindegyikkel járhat. Súlyos zavarokhoz vezet-

het mind a munkában, mind a szociális viszonyokban, megnöveli a baleseti rizikót. Igen gyakran emésztőszervi panaszokkal jár.

A cirkadián alvás-ébrenlét zavarok gyakran szövődnek másodlagosan, gyógyszereszedéshez, anyagcseréhez kapcsolódott alvászavar komponensekkel, alvásfüggő légzészavarokkal. Ezek felismerése, megoldása is a terápia nélkülözhetetlen eleme.

Részleteiben a hon- és rendvédelmi szolgálatok szempontjából jelentősebb zavarokkal foglalkozunk.

### Az időzónaváltás szindróma

Verne Gyula *80 nap alatt a Föld körül* című regényének hősei idején az akkori közlekedés alapján még nem ismerhették, mert alapja a modern légi közlekedés. Relatív rövid idő alatt több időzónát vagyunk képesek átrepülni, így belső óránk alkalmazkodásában „lekésik”. A kiinduló helyen uralkodó, belső óránkban rögzült ritmus és a célállomáson uralkodó környezet elvárásai között konfliktus alakul ki.

A konfliktus akkor vezethet kóros következményekre, ha minimum 3 időzónát repülünk át. 6–12 órás időzónakülönbség már meghaladja belső óránk alkalmazkodási kapacitását, amelyben a korábban elmondottak alapján nagy egyéni különbségek lehetnek. A panaszok (azaz az alkalmazkodás) időtartama is változó, általában 2–4 nap. A keleti irányba történő repülés sokkal jobban megviseli szervezetünket. Ilyenkor alvásidőnk rövidül elsősorban, nyugati irányban viszont ébrenlétünk hosszabbodik meg. A tünetek a cirkadián alvás-ébrenlét zavarok általános jellemzőinek felelnek meg.

### A többműszakos munkakörökkel járó adaptációs zavarok

A többműszakos (nem standard) munkakörökben a munkavégzés legalább 50%-a a reggel 8 és délután 4 óra közötti időszakon kívülre esik. E munkakörökben a konfliktus lényege: tartósan magas teljesítményigény és jelentős baleseti rizikó, az átlagostól eltérő, szokatlan ritmusban szervezett munkakörök viszonyai között (Culpepper 2010).

Az Európai Unió 2004-ben végzett felmérése szerint 15 államban a dolgozó népességnek csak egynegyede dolgozik hagyományos, „standard”, nappali rend szerint. A „nem standard” munkarendek szerkezetét elsősorban az adott iparág, közlekedési forma, fegyveres testület teljesítményigénye és a munkafolyamat által diktált követelmények szabják meg (Di Milia et al. 2013). Az alábbiakat különböztetjük meg, bár ismert, hogy igen sok helyen kevert munkarendet alkalmaznak:

1. 24 órás szolgálat 4–6 órás alvással,
2. váltott műszak 2×12 óra munka az éjszakás műszakokhoz arányos pihenőnapokkal,

3. forgó (rotáló) műszak (3×4, 3×6, 3×8 órás) változatai,
4. állandó éjszakai műszakformák,
5. egyéb, rendezetlen műszakbeosztások.

Bizonyos műszakformák esetében (24/7, forgóműszak) már vannak olyan felismert biológiai ritmus sajátosságok, melyek előnyt jelentenek az adott munkakörben. Ilyenek a későn fekvő, illetve a flexibilis kronotípusok (Fischer et al. 2016). Ismert az is, hogy a forgóműszak előreforgó változata sokkal jobban tűrhető, mint az óramutató forgásával ellentétes irányú változatok. A többműszakos munkakörökhöz való rossz alkalmazkodás gyökere a biológiai ritmus torzulása mellett a betegek nagy részében a szociális, családi konfliktusok szintjén keresendő (Schwartz–Roth 2006). A krónikus alvászavar kialakulásának megelőzésében jelentős a szerepe van a munkafolyamatokat szervező és irányító, munkaegészségügyi és munkaszervező oldalnak is (Steel 2011).

### Az alvás-ébrenlét ritmus cirkadián zavarainak terápiás lehetőségei

A cirkadián alvás-ébrenlét zavarok kezelésében az alváshigiénés szabályokat, kronoterápiát, melatonin- és fényterápiát, illetve ezek kombinációit alkalmazzuk. Hatékonyságukat illetően az összegyűlt tapasztalatok alapján az Amerikai Alvás Akadémia 2007-ben különböző szintű ajánlásokat fogalmazott meg, melyek azóta is érvényesek.

#### Alváshigiénés szabályok

Betartásuk a megelőzés egyik eszköze.

#### Kronoterápia

Súlyos esetekben a környezettől lényegesen eltérő belső ritmust izolált környezetben mesterséges aktivitás-alvás és étkezés rend segítségével fokozatosan (naponta és óránként) közelítik a reális környezet rendjéhez. A közéleti sorrendje délelőtt-délután-éjszaka irány kell legyen. A módszer három részből áll:

1. Diagnosztikai felmérés.
2. Átállítás.
3. Stabilizálás. Tartama egyéni, de általában 3-5 hetet is igénybe vehet.

#### Otthoni kronoterápiás tanácsok

Enyhébb esetekben nem szükséges a páciens teljes izolálása. Megfelelő együttműködési lehetőség esetén sikeres

lehet az alvásidő fokozatos (1-2 órával) történő előrehozása, vagy késleltetése néhány napos tartamban. A módszer leginkább a jetlag esetében, melatoninnal, fényterápiával kombinálva válik be.

#### Fényterápia

A terápiás fehér fény erőssége 2500–10 000 lux között van. Ma már kihasználják azt a felismerést, hogy a halványkék fény (450–470 nanométer), 2500 lux erősséggel is hatékony. A kezelést fénytáblával, modern módszerekkel speciális szemüvegbe illetve alkalmazzák fél-két óras tartamban. A fényterápia időbeli pozíciója határozza meg az alvásciklusra gyakorolt hatást: esti kezelés késlelteti, reggeli terápia előre tolja az alvásperiódust, egyben fokozza a délelőtti vigilitást. Mindinkább bizonyosodik, hogy a fényterápia tartama jelentősebb a kiváltott hatásban, mint a fény intenzitása.

Többműszakos munkakörökben, szezonális depresszióban és ingerszegény környezetben élő idősök kezelésében jól bevált. Alzheimer-kórban szenvedők vigilitását is javítja, a zavartságot csökkenti. A fényterápia kezdetekor szemészeti vizsgálat nélkülözhetetlen. Lényegében a fényterápiához sorolható a környezet elsötétítésével, vagy fényelnyelő szemüveg viselésével elért időszakos, pozicionált fénymegvonás is (5 luxnál kisebb környezeti megvilágítás).

#### Melatoninkezelés

A terápiás mennyiség általában 3 mg, melynek időzítése az adott kórismétől függ. Stabilizálja az alvásperiódust. Idős korban, májelégtelenségben, veseelégtelenségben szedése esetén óvatosság szükséges. Jetlag-ben, több műszakban és vakok alvászavarának kezelésében jól bevált. Alzheimer-kórban nem hatékony, depresszióban nem alkalmazzuk (Costello et al. 2014).

#### Komplex tréningek

A krono-, fény- és melatonininterápiát gyakran összerendezett tréningben alkalmazzák. Ezek a módszerek különleges foglalkozási ágakban, különösen a jetlag megelőzésében használatosak

#### Szűrések

Ugyancsak speciális munkakörökben alkalmazzák. Szerepük az említett kontraindikációk kiszűrése, az alkalmazások kiemelésé, ráségítő alkalmazkodási tréningek kidolgozása.

## Munkaköri szabályok

A modern iparban, közlekedésben, fegyveres erőkből, egészségügyben már világossá vált, hogy a viszonyokat úgy kell szabályozni, ne feszítsék túl a tréningekkel is támogatott alkalmazkodási kapacitás határait.

Számos üzemben szigorú munkarendi szabályok vannak már a dolgozók egészségének és teljesítményének megőrzése érdekében.

Forgóműszakban az igen rövid ciklusok (1-1-1, 2-2-2 napok) alkalmazását javasolják, amit éjszakai műszak zár le, az éjszakai műszakok számának kétszeresét kitevő pihenőnapokkal. A forgás délelőtt-délután-éjszakai sorrendjét be kell tartani

Éjszakai műszakban a délelőtti hosszabb és az éjszakai munka előtti rövidebb alvást preferálják. Mindezekhez a megfelelő étkezési rendet is szabályozzák.

A 24-72 órás munkarend csak néhány munkakör igényeit elégíti ki. Ebben az esetben a résztvevők számára váltásban 4–6 óra alvást engedélyeznek.

Az elalvásos közúti és vasúti balesetek jelentős növekedése hasonló intézkedések meghozatalát hozta a közlekedés főszereplői (kamionvezetők, távolsági busz- és teherautó-vezetők, vonatvezetők) esetében is Európában.

Az 561/20066/EK rendelet védi és egyben ellenőrzi is az aktív vezetést, a monotóniát, a megfelelő pihenést és napi alvás mennyiségét. Minimalizálni próbálja azt a terhet, amit a munkakörök jelentenek a komplex biológiai szabályozásra. Az 561/20066/EK rendelet szerint 5 hét munka után 2 hét szabadság, 24 óránként 11 óra alvás, 4-5 óra vezetés után 45 perc szünet betartása kötelező, és ezt tachográfal ellenőrzik.

## Összefoglalás

- Többnapos alvásmegvonás során a felépülés is több napig elhúzódik.
- A hadművelet tervezésénél a minimális alvásmennyiséget biztosítani kell a harcoló alakulatoknak. Ellenkező esetben hatékonyságuk jelentősen csökken.
- A harctéren, műveletek során aktigráfia segít állapotuk objektívizálására.
- A részleges alvásmegvonással járó helyzetekben a koffein (folyadék, tabletták, rágógumi formájában) szignifikánsan javítja az éberséget és a teljesítményt, kezdve a legalacsonyabb, 75 mg hatásos dózistól.
- Elhúzódó (több mint 2 éjszaka) alvásmegvonás esetén egyszeri dózissal 20 mg dextroamfetamin, vagy egyszeri dózissal 400 mg modafinil alkalmazása javasolt. Ezek a dózisok és szerek mellékhatásokkal járnak, amelyek korlátozzák alkalmazhatóságukat.

## Irodalom

- Belenky, G. (1997) Sleep, Sleep Deprivation, and Human Performance in Continuous Operations. Joint Services Conference on Professional Ethics 1997. <http://isme.tamu.edu/JSCOPE97/Belenky97/Belenky97.htm>
- Belenky, G., Marcy, S. C. & Martin, J. A. (1996) Debriefings and battle reconstructions following combat. In: Martin, J. A., Sparacino, L., & Belenky, G. (Eds.) *The Gulf War and Mental Health: A Comprehensive Guide*. Praeger, Westport, CT
- Bonnet, M. H. (1987) Sleep restoration as a function of periodic awakening, movement, or electroencephalographic change. *Sleep*, Vol. 10. No. 4. pp. 364–373.
- Costello, R. B., Lentino, C. V., Boyd, C. C., O'Connell, M. L., Crawford, C. C., Sprengel, M. L. & Deuster, P. A. (2014) The effectiveness of melatonin for promoting healthy sleep: a rapid evidence assessment of the literature *Nutrition Journal*, Vol. 13. Article 106.
- Culpepper, L. (2010) The social and economic burden of shift-work disorder. *Shift-work Journal of Family Practice Supplement*; 59 (1 Suppl) S3-S11.
- Di Milia, L., Waage, S., Pallesen, S. & Bjorvatn, B. (2013) Shift Work Disorder in a random population sample – prevalence and comorbidities. *Plos One*, Vol. 8. No. 1. e55306
- English, John A. (1984) *On Infantry*. New York: Praeger. pp. 145–147.
- Fischer, D., Vetter, C., Oberlinner, C., Wegener, S. & Roenneberg, T. (2016) A unique, fast-forwards rotating schedule with 12-h long shifts prevents chronic sleep debt. *Chronobiology International*, Vol. 33. No. 1. pp. 98–107.
- Harrison Y. & Horne J. A. (1998) Sleep loss impairs short and novel language tasks having a prefrontal focus. *J Sleep Res.* Vol. 7. No. 2. pp. 95–100.
- Haslam, D. R. & Abraham, P. (1987) Sleep loss and military performance. In G. Belenky (Ed.), *Contemporary Studies in Combat Psychiatry* (pp. 167-84), Westport, CT: Greenwood Press
- Horne, James A. (1988) Sleep loss and “divergent” thinking ability. *Sleep*, Vol. 11. No. 6. pp. 528–536.
- Horne, James A. (1993) Human sleep, sleep loss and behavior. Implications for the prefrontal cortex and psychiatric disorder. *Br J Psychiatry*, Vol. 162. pp. 413–419.
- Marshall, S. L. A. (1978) *Men Against Fire*. Gloucester, MA: Peter Smith. pp 138–156.
- McNally, R. E., Machovec, A. M., Ellzy, D. T. & Hursh, S. R. (1989) Evaluation of Sleep Discipline in Sustaining Unit Performance. SAIC Contract No. MDA903-88-D-1000. McClean, VA: Science Applications International Corporation
- Schwartz, J. R. L. & Roth, T. (2006) Shift work sleep disorder: burden of illness and approaches to management. *Drugs*, Vol. 66. No. 18. pp. 2357–2370.
- Steel, M. (2011) Changes in shift work patterns over the last ten years (1999 to 2009). Health and Safety Executive Research Paper RR887
- Thorne, D. R., Genser, S. G., Sing, H. C. & Hegge, F. W. (1983) 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. pp. 17–40.
- Williams, E. et al. (2008) *Human Performance*. McLean: The MITRE Corporation