

Dr. Halász Péter, Dr. Bódizs Róbert

# Az alvás és álmodás idegéletana

Az emberi élet csaknem egyharmada alvásból áll. Az alváskutatók ezen állapot számos neurofiziológiai és pszichológiai jellegzetességét tisztázták. Az alvás két fő formáját – a REM és a NREM alvást – különböző neurofiziológiai folyamatok jellemzik. NREM alvás során a thalamocorticalis interakció egy oszcilláló üzemmódra vált, melynek során az érzékszervi bemenetet ritmikus hiperpolarizációk gátolják. A REM alvást erőteljes neurális aktivitás jellemzi, ami a pons cholinerg struktúráiból ered és gátolja a thalamocorticalis oszcillációt. Az agytörzsi monoaminerg és cholinerg sejtsoportok kölcsönhatása a NREM és a REM alvás váltakozását szabályozza. Az alvás, mint egész a homeostaticus és a circadián folyamatok együttes kontrollja alatt áll. Jóllehet számos funkcionális hipotézis áll rendelkezésre, a NREM és a REM alvás pontos szerepe nagyrészt ismeretlen. Hipnagóg hallucinációk, gondolat-szerű élmények és élénk álmodás jellemzik az elalvást, a NREM alvást és a REM alvás állapotait.

Alvásnak nevezzük az élőlényeknek azt a majdnem az egész élővilágban általános tulajdonságát, hogy bizonyos periodicitással, a környezettel való kapcsolatuk és motoros aktivitásuk nagymértékben csökken, speciesfüggő stereotip alvászpozíciót vesznek fel (a denevér fejjel lefelé lógva, a lovak állva és az ember fekve) és mindez reverzibilis, a különböző élőlényeknél különböző időtartam után ismét éber állapotnak adja át helyét. Az ember alvása durván az egész élettartam egyharmadát teszi ki, de az ébrenlét és alvás aránya életkorfüggően jellegzetesen változik, csecsemő és kisgyermekkorban az alvás, időskorban az ébrenlét javára. Az alvás és ébrenlét váltakozása az élőlények egyik legalapvetőbb biológiai ritmicitása.

## Az NREM és REM alvás jellegzetességei és élettani hátterük

Emberben, újszülött korban rövid alvás és ébrenlét periódusok váltják

egymást a 24 órás napon belül számos alkalommal és az alvás tartama 17-18 óra. Később az alvástartam fokozatosan csökken és 3-5 éves korra kialakul az alvás-ébrenlét ún. diurnális mintázata, vagyis az alvás egyre inkább egy nagyobb tömbben jelentkezik éjszaka, az alvás tartama 10-12 órára csökken, és nappal még mindig vannak alvás periódusok. Serdülőkorban alakul ki a felnőtt alvás-ébrenlét mintázat: 7-8 óra alvás egy tömbben éjszaka délutáni rövid alvás periódussal (szieszta) vagy anélkül. Időskorban az éjszakai alvás tartama ismét csökken és a kisgyerekkori mintázatra emlékeztetve, nappal gyakori rövid felületes alvás periódusok jelentkeznek<sup>1</sup>.

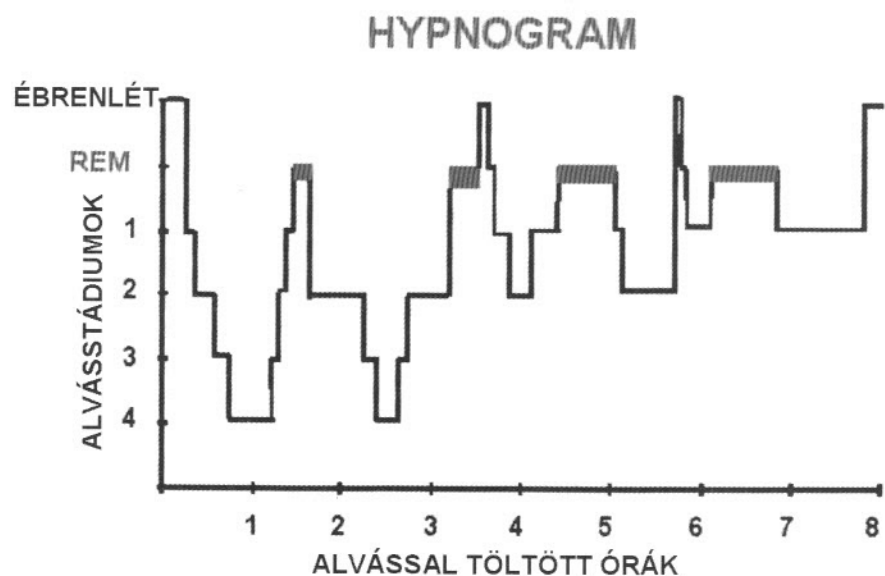
Az EEG, majd később a polysomnographia bevezetésével egyre több objektív adat gyűlt össze az éjszakai alvás lefolyásáról és *Aserinsky* és *Kleitman* az 50-es évek elejéről származó felfedezése óta ismert, hogy az alvásfolyamat két alvás típus, a NREM és a REM alvás, ciklikus váltakozásából épül fel (1. ábra). Az NREM alvást 90-120 percenként REM periódusok szakítják meg, melyek tartama estétől reggelig nő és a REM-re jellegzetes állapotjellemzők is egyre kifejezettebbek. Ugyanakkor viszont a NREM alvás „intenzitása”

estétől reggelig egyre csökken. Élettani körülmények között a REM alvás a felnőttek összalvásának mintegy 20-25 százaléka. A REM alvás tartama jellegzetesen életkorfüggő, újszülöttkorban 17-18 óra alvás mintegy 50%-át teszi ki és csak 2-3 éves korra csökken az alvás egy negyedére. Időskorban tartama csak kevéssé csökken<sup>1-3</sup>.

A NREM alvás vagy Lassú Hullámú Alvás (LHA) az agyi aktiváció és a somatikus működések jelentős csökkenésével jár. Az EEG-ben lassú oszcilláció és ún. alvási orsózás uralkodik, a szívfrekvencia és a légzésszám csökken, a vegetatív rendszer sympatikus uralmát parasympatikus túlsúly váltja fel, a testhőmérséklet csökken. Egyes hormonok – legpregnansabban a növekedési hormon – kiáramlása jellegzetesen lassú hullámú alvás függő. Az EEG változások a thalamikus nem-specifikus rendszer munkamódjának megváltozásával függnek össze. Ez a rendszer fázikus munkamódra vált, amelynek lényege az, hogy alternálóan izgalom és gátlás váltják egymást ciklikus módon mind a corticalis piramis, mind a thalamikus relé sejtekben. A gátló fázist a reticuláris thalamikus magrendszer fázikus GABA-erg gátló hatása biztosítja, amellyel mind a

1. ábra.

Egy átlagos éjszakai alvás szakaszainak és fázisainak egymásutánja fiatal felnőttkorban

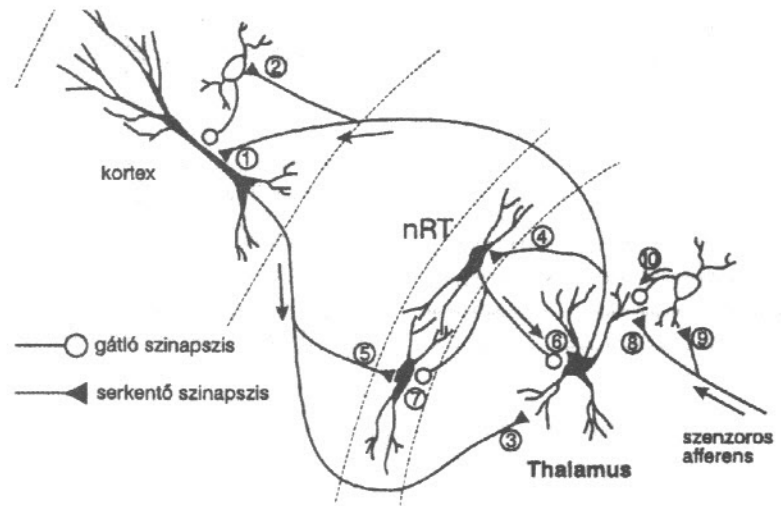


Dr. Halász Péter, Dr. Bódizs Róbert  
Országos Pszichiátriai és Neurológiai Intézet  
1021 Budapest, Hűvösvölgyi út 116.

kéreg, mind a thalamus sejteire hat. A visszatérő gátlás meggátolja, hogy a thalamikus relé sejtek folyamatosan közvetíthessék a külvilág felől a kéregbe áramló éberséget fenntartó ingerzőnt (2. ábra). A thalamus működésváltozásának hatására csökken a frontális kéreg beidegzése és következésképpen metabolizmusa is. Ez az állapot egyúttal az agytörzsi cholinerg ébresztőrendszer működésének visszaszorulását is eredményezi és a kéreg beidegzésében mind a cholinerg mind az aminerg (szerotonin és noradrenalin) komponens jelentős csökkenését hozza létre.

A REM alvás, amely ciklikusan felváltja a NREM szakaszokat, teljesen más vonásokat mutat. Ebben az állapotban az agy éber állapotnál is nagyobb mértékben aktivált, ugyanakkor mind a szenzoros beáramlás, mind a motoros rendszer gátlás alatt áll. Ezért valóban talál a „paradox alvás” megjelölés. A leglényegesebb vonások a következők. Az EEG éber állapothoz, vagy még inkább igen felszínes 1-es stádiumhoz hasonlít. Az agyi átáramlás növekszik és nő az agy hőmérséklete is. A kérgi kiváltott potenciálok komponens összetevői az éber állapothoz hasonlóak. A

2. ábra.



A NREM alvás alatti thalamo-corticalis interakció láncszemei. 1: corticalis piramisisejt, 2: corticalis gátló interneuron, 3: corticalis piramisisejt serkentő axonális összeköttetése a thalamikus relé sejttel, 4: a thalamikus relé sejt serkentő összeköttetése a thalamikus retikuláris magokkal, 5: a corticalis piramisisejt serkentő összeköttetése a thalamikus reticularis magokkal, 6: a thalamikus reticularis magok gátló összeköttetése a thalamikus relé sejttel, 7: a thalamikus reticularis magok gátló összeköttetése egymás közt, 8-9: a thalamikus relé sejthez érkező szenzoros afferens input, 10: gátló interneuron a szenzoros beáramlás és a thalamikus relé sejt között. NRT: nucleur reticularis thalami.

vázizomzat, kivéve az oculomotor rendszert és a diafragmát, tónusvesztett. Ugyanakkor az arc és végtagok időszakosan mioclónusosan rán-

ganak és a szemgolyók sajátos nystagmusszerű, változó tartamú szünetekkel megszakított, rezgésben vannak. A szív és a légzés ritmusa gyors

és különösen a szemmozgásos időszakokban aritmiás szakaszokat tartalmaz. Férfiaknál penis, nőknél clitoris erekció van, függetlenül az álmotartalom sexualis jellegétől. A REM-ből ébresztett személyek mintegy 85%-a álmokról számol be. A thermoreguláció felfüggesztődik, megszűnik az izzadás, egyben a NREM-re jellemző gyakori electrodermalis tevékenység és poikilotherm állapot alakul ki.<sup>2,3</sup>

Agytörzsi átmenetű és sértéses kísérletekkel kimutatták, hogy a REM állapotért felelős struktúra a ponsban van és a kritikus terület a tegmentumban lateralisan a nucleus pontis oralist foglalja magába és a locus coeruleustól ventralisan helyezkedik el. Az itt elhelyezkedő sejtek REM alatt aktívan tüzelnek, míg LHA-ban és éber állapotban csendesek (REM-on neuronok). A REM kiváltható ezeknek a struktúráknak az acetylcholin agonista ingerlésével (pl. carbachol kristály implantálásával) is.<sup>2,4</sup>

### Az alvás agyi szabályozása

#### Az alvásperiódus circadián szabályozása

Noha, amint fentebb láttuk, az alváson belül jellegzetes ultradian REM-NREM ciklusok vannak, az al-

vásfolyamat egy tömbben kezelhető programként fogható fel. A kérdés, hogy mi indítja meg ill. időzíti a nap egy bizonyos periódusában az alvászprogramot, régóta felmerült.

Kérdéses volt, hogy az alvásciklus belső, vagy külső vezérlésű. Ennek eldöntésére kísérleti személyeket hat hónapig megfosztottak a külső időtároló tényezőktől, olyan speciális lakásokban éltek, ahol nem voltak ablakok, nem használhattak telefont, TV-t, rádiót, nem volt órájuk és semmi kapcsolatuk nem volt a külvilággal. Ilyen körülmények között a kísérleti személyek alvásának circadián ciklicitása fennmaradt, de elalvási idejük mind későbbre tolódott, a ciklusidő meghaladta a 24 órát és 25 órához közelített. Mindez amellettszól, hogy az alvásperiódus ciklicitását külső tényezők ugyan valamelyest befolyásolják, de alapvetően egy „belső óra” szabályozása érvényesül.

Feltételezhető volt, hogy miután az alvás és ébrenlét a világosság- sötét váltakozásával szinkron jelenség az egész állatvilágban (függetlenül attól, hogy egyes állatok, mint éppen a patkány is, sötétben aktívak és világosban alszanak), a „circadián óra” összeköttetésben kell legyen a vizuális inputtal. Ocularisan injeciált triciált aminosavak segítségével végül ez a retino-hypothalamikus pálya láthatóvá vált és ez vezetett el a suprachiasmális mag circadián óra szerepének felfedezéséhez.

Az alvászprogram időzítését, vagyis a 24-órás napban való elhelyezkedését az előlő hypothalamusban, a harmadik kamra elülső recessusának kétoldalán, elhelyezkedő magrendszer a nucleus suprachiasmatis szabályozza. Ennek a magrendszernek a roncsolása patkányokban az alvásperiódusok jelentkezésének ritmusát teljesen felborította, viszont magzati suprachiasmális magszövet implantálásával az alvásperiódusok korábbi ritmusa visszaállítható volt.

Más oldalról viszont az alvás circadián ritmuson belüli időzítését a melatonin szekréció szabályozza. A melatonin a corpus pinealeban szabadul fel. Szekréciója sötétség függő és az alvástól független. Sötétben szekretálódik mind

az éjszaka alvó emberben, mind az éjszaka aktív állatokban és a világosság megszakítja termelődését. A melatonin alvásidőzítést befolyásoló szerepe a suprachiasmális magban érvényesül, amelyben melatonin receptorokat mutattak ki.<sup>2,4</sup>

#### Az alvás ultradián szabályozása

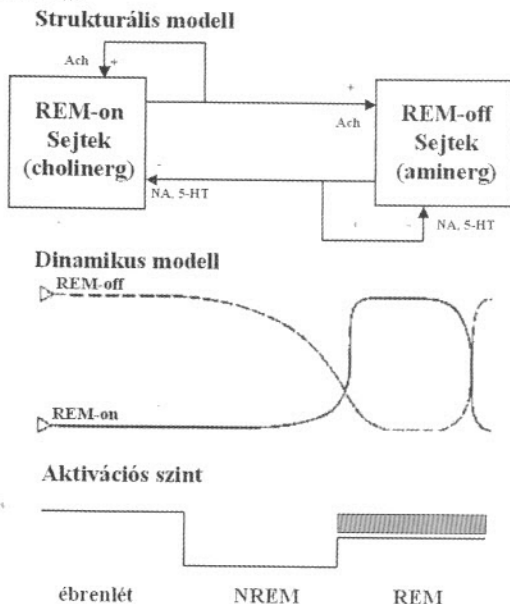
A REM-NREM ultradian ciklikus váltakozását bonyolult agytörzsi kapcsolatok szabályozzák. Feltételezhető, hogy az agytörzsi cholinerg és adrenerg neuronok közötti reciprok interakció a ciklikus váltakozás leglényegesebb mozzanata. Az aminerg neuronok fokozatos elhallgatása felszabadítja a REM-ért felelős cholinerg struktúrákat az általuk gyakorolt gátlás alól (3. ábra). A cholinerg kisülések pedig egyrészt ingerületbe hozzák a thalamo-corticalis neuronokat, másrészt hiperpolarizálják a nucleus reticularis thalamit és ezzel felszabadítják az általa gyakorolt gátlás alól thalamo-corticalis neuronokat. Így megszakad a fázikus thalamo-corticalis gátlást szolgáltató kör és vele az LHA is, és érvényesülni kezd a REM. Az, hogy az aktuális REM periódus hogyan adja át a helyét ismét LHA-nak, egyelőre kevésbé kidolgozott. Az kétségtelen, hogy az aminerg beidegzés a kéregben legintenzívebb éber állapotban, legkisebb fokú REM-ben és a kettő között áll NREM-ben. Ugyanakkor a cholinerg beidegzés mind éber állapotban, mind REM-ben nagyfokú és lényegesen alacsonyabb szintű NREM-ben.

Az ultradián szabályozás azonban nemcsak az alváson belül az LHA-t periódikusan megszakító REM szakaszok formájában érvényesül, hanem kimutatható az ébrenlétben tapasztalható ciklikus változások formájában is. Már Kleitman felvetette a 24 óra egészében érvényesülő mintegy 90 perces periódus idejű nyugalom-aktivitás ciklus („Basic Rest-Activity Cycle” – BRAC) létezésének gondolatát. Később egyes vizsgálok megerősítő adatokat találtak egy, a REM-NREM váltakozáshoz hasonló nappali ritmus jelenlétére, az éberségi szint, egyes hormonszintek, vegetatív paraméterek, a motoros és kognitív aktivitás periodikus váltakozásában.

#### Homeostatikus szabályozás

A circadián és ultradian szabályozás mellett egyértelmű bizonyítékai vannak annak, hogy az alvászolyama-

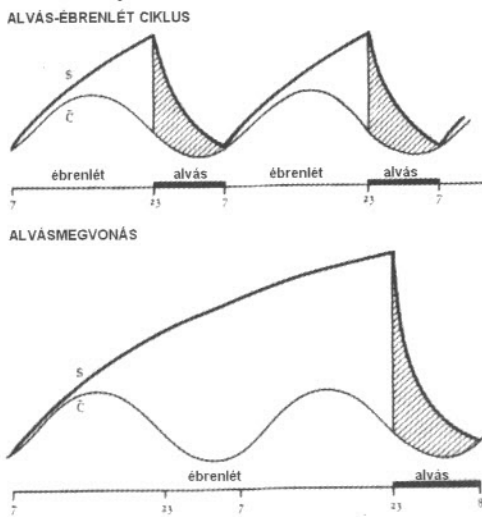
3. ábra.



Az aminerg-cholinerg interakció szerepe a NREM-REM ciklusok létrejöttében. REM-on sejtek: REM alvást beindító sejtek, REM-off sejtek: REM alvást leállító sejtek, NA: noradrenalin, 5-HT: szerotonin (McCarley és Hobson<sup>7</sup> nyomán).

4. ábra

**Az alvásszabályozás Borbély-féle két-folyamat modellje**



tot jelentősen befolyásolja az előzetesen ébren töltött idő tartama és milyensége is. Minél hosszabb időt töltünk ébren, a rákövetkező alvás annál több lassú hullámot tartalmaz, vagyis annál „mélyebb” lesz. Mintha az alvástól való különböző mértékű megfosztottság valamilyen hiányt hozna létre, amit a következő alvászakaszban be kell pótolnunk. Borbély és mtsai a 80-as évek elején kimutatták, hogy az ébren töltött idő függvényében az alvási EEG delta gazdagsága exponenciális görbe mentén növekszik. Alvásfosztott patkányokat vizsgálva azt találták, hogy alvás visszacsapást befolyásolta az is, hogy a 24 óra mely szakaszában fejezték be az állatok ébrentartását, és ebből arra következtettek, hogy a circadián nyugalom-aktivitás ciklicitás olyan kapuként szolgál, amely csak bizonyos periódusokban engedi, hogy a megnövekedett alvási igény érvényre jusson. Ebből fejlődött ki az ún. „két folyamat” alvási regulációs elmélet, amely feltételezi, hogy az alvás és az ébredés időzítését, valamint az alvás intenzitását két folyamat együttesen szabályozza. Az egyik folyamat homeosztatikus természetű („S-process”), a másik az elalvás- és ébredéskészség circadián ritmicitásából („C-process”) ered. Az elalvás ott következik be, ahol az elalváskészség circadián sinusoid ingadozást mutató görbéjét az időben exponenciálisan növekvő alvási igény görbéje metszi, és az ébredés ott, ahol az ébredéskészség az előzetesen ébren töltött idő függvényében különböző meredekségű exponenciálisan csökkenő

delta teljesítménysűrűség görbéje metszi egymást (4. ábra).

Ezt az elképzelést matematikai modell formájában is kidolgozták, és számos alvásdeprivációval kapcsolatos jelenség jó egyezést mutatott a modell predikcióival.

A Borbély féle „két-folyamat” modell az alvászakaszokhoz csak a burkológörbéjét vette figyelembe, és még az egyes alvászakaszokban jelentkező fluktuációk sem szerepeltek ténylezőként. Később McCarley és Massaquoi (1992) revidiálták ezt a modellt, és ebbe már beépítették a külvilágból származó ébresztő inputot, és az alvás mikrostruktúrája egyre inkább szerepet kap a pathológiás alvások elemzésében is. Kiderült, hogy a pathológiás alvászakaszok jelentős része az arousal-függő mikrostrukturális fluktuációk kulcsfontosságú helyeit jelölnék ki és mintegy „kapuzzák” a pathológiás eseményeket<sup>2</sup>.

**Miért alszunk?**

Az alvás biológiai funkciója mindmáig nem tisztázott kellőképpen. Éppen ezért számos hipotézissel rendelkezünk, amelyek közül csupán a legmegalapozottabbakra szorítkozom. Nyilvánvalónak látszik hogy a két alvási forma, a REM és NREM, más-más biológiai funkciót szolgál.

A NREM alvás leginkább időtálló és egyben a laikus gondolkodással és mindennapi tapasztalattal is legjobban egybevágó hipotézise a „visszaállítási illetve visszanyerési” elmélet. Eszerint az alvás az ébrenlétben egyre inkább kimerülő illetve elhasználódó kémiai-fiziológiai folyamatok regenerációját segíti elő, valamilyen fajta pihenést szolgál. Ennek az elméletnek a legrobosztusabb alátámasztó adata az, hogy a növekedéssel fejlődéssel járó életperiódusban, a gyermekkorban az alvás hosszabb illetve intenzívebb (értsd delta gazdagabb) és a növekedési hormon kiáramlása egyértelműen az alvás elején teljesített legmélyebb delta alvással esik egyidőbe, még akkor is, ha az alvás – ébrenlét periódust felcseréljük. Ez az elképzelés egybevág a homeosztatikus szabá-

lyozásra vonatkozólag fentebb elmondottakkal is: eszerint az alvás folyamán, arányban az előzetesen ébren töltött idővel valami visszapótlódik, regenerálódik és minél hosszabb időt töltünk előzetesen ébren annál intenzívebb (deltagazdagabb) lesz az alvászakasz. Az elmélet predikciója szerint alvásban a fehérjeszintézis megnövekedését várhatnánk, azonban ezt nem sikerült egyértelműen kimutatni. Hasonlóképpen a fizikai igénybevétel következtében emelkedett katabolikus rátának együtt kellene járni az alvás idő vagy mélység fokozásával, amit szintén nem tudtak a legtöbb erre vonatkozó vizsgálatban kimutatni.

A másik közkeletű elképzelés szerint az alvás arra szolgál, hogy pihenő periódusban csökkentse a testhőmérsékletet és a metabolikus rátát a melegvérű állatokban, ahol a hőháztartás belső szabályozása nagy energiabefektetéssel jár. Valóban, az alvás során mintegy 10%-os metabolikus ráta csökkenés következik be, ez a kis energiamegtakarítás azonban nem valószínű, hogy magyarázhatja az egész alvási folyamat phylogenetikai kialakulását. Kétségtelen azonban, hogy azonos előági struktúrák és neurotranszmitterek játszanak szerepet mind az alvás- mind a hőmérséklet-szabályozásban, és hogy a hibernáció és az alvás között egy folyamatosság állapítható meg.

Az alvás ökológiai hipotézise szerint a zsákmányállatok így kerülnek el, hogy a ragadozók az éjszaka során figyeljenek rájuk, és áldozattá váljanak. Ugyanakkor ebben az elképzelésben kevésbé érthető, hogy miért kell ehhez olyan bonyolult folyamat, mint az alvás, hiszen a rejtőzés és a motoros aktivitás felfüggesztése is megtenné, és hogy ez a funkció miért maradt meg a phylogenezisben. Lehetséges, hogy a visszaállítási hipotézis kombinálható az ökológiaival, hiszen a regeneráció állapotában lévő szervezet kiszolgáltatottabb, kevésbé felkészült a ragadozók támadására és így az alvás kettős – de lehet hogy valójában többes – célt szolgál.

A REM alvás biológiai funkciója legalább olyan rejtélyes, mint a lassú hullámú alvásé. A funkcionális hipotézisek rendkívül széleskörűek. A REM alvás nagy aránya a fejlődés korai szakaszában felvetette, hogy elősegítheti az agy fejlődését. Miután kimutatták, hogy a REM tartama növekszik kognitív terhelésre és egyes

eredmények arra utaltak szerepe lehet a memória konszolidációban, a memória funkcióban és a kognitív elaborációban tulajdonított szerepet neki. Egy teljesen ellentétes elképzelés szerint, amelyet a Nobel-díjas Watson vetett fel, a REM fázis a felesleges memóriák törlését szolgálja. Felvetődött, hogy a születéskor még nem kialakult fajspecifikus genetikai programozás folyik a REM fázisban. Egyik hipotézis sem nyert eddig egyértelmű bizonyítást. Annak ellenére, hogy a REM sajátos jelenségtartománya erős kihívást jelent a kutatás számára, ez a kérdés nehezen megközelíthető terület mindmáig és mintha az utóbbi időben kissé meg is torpantak volna vizsgálatok, átütő eredmények nem születtek régóta.<sup>2,4</sup>

### Az álom fiziológiája és pszichológiája

#### Hypnagog hallucinációk

Az alvástádiumok electroencefalográfiás és polygrafiás jegyeinek ismeretében megvalósulhatott az álomélmények leíró és korrelatív pszichofiziológiai jellemzése.

Megállapították, hogy az elalvást kísérő és követő néhány másodperces időszakot élénk, vizuális, hallucinátoros élmények jellemzik, amelyek a megfelelő pillanatban történő, előre megbeszélte ébresztések hiányában sohasem rögzülnek emlényomokként. A hypnagog hallucinációk ritkán ábrázolnak az álomra jellemző szcénikusan szervezett tartalmakat és még ritkábban történeteket. A narratív elemek hiánya a hypnagog hallucinációk és a tulajdonképpeni, REM alvásban keletkező álmok közötti egyik legszembevetőbb különbség. A hypnagog hallucinációk általában színek és formák bonyolult és gyorsan körvonalazódó keveredéséből állnak, amelyeket nehéz valós tárgyakkal vagy személyeknek megfeleltetni. Tartalmuk igen változatos, ezért néha valós személyek, tárgyak és képi benyomások is fölbukkanhatnak bennük. Furcsamód szinte sohasem ábrázolják az alvó személyt, mint aktív résztvevőt. Ebben is jelentősen különböznek a REM alvásra jellemző álmoktól. A harmadik alapvető különbség a hypnagog hallucinációk és az álmok között az, hogy az előbbiek nagymértékben nélkülözik az érzelmi átélést, szemben a spontán ébredéskor vagy REM alvásból való ébresztéskor felidézett ál-

moktól, amelyet éppen érzelmi színezetük tesz emlékezetessé.

Ezek a jelenségek a látókéreg elalvaskori mindaddig ismeretlen eredetű aktivációjának jelei. Feltételezhető, de távolról sem bizonyított, hogy az EEG regisztrátumokban elalvás környékén észlelhető 80-200 msec időtartamú, nagyfeszültségű (20-100  $\mu$ V) theta sorozatok, az ún. pozitív occipitalis meredek tranziensek, ugyanannak a folyamatnak a mutatói. Ezek a hullámok nagyon hasonlítanak az ébrenlét során regisztrált lambda-hullámokhoz, amelyek erősen megvilágított környezetben, vizuális explorációkor (képek nézegetése) jelentkeznek.

Abból a megfigyelésből kiindulva, hogy a hypnagog hallucinációk általában az epizódikus memóriából (konkrét téri-idői kontextusban rögzített emlényomok rendszere) mozgósítanak szabad asszociációkat, mások a hypnagog hallucinációknak a memóriafolyamatokkal való kapcsolatára helyezik a hangsúlyt. Ezt a következtetést azonban kérdéses érvényességűvé tette az a megfigyelés, amely szerint a kétoldali hippocampus-károsodású, súlyos anterográd amnéziában szenvedő páciensek egy naponta több órán át gyakorolt videójáték képi szekvenciáit éltek újra hypnagog hallucinációikban. Eközben sem a játékról, sem pedig a képek eredetéről nem tudtak (epizódikus) emlényomokat felidézni. Ez, a hippocampustól független, implicit memóriafolyamatoknak a hypnagog hallucinációkban való részvételét hangsúlyozó eredmény.<sup>4,5</sup>

#### Mentális tevékenység a NREM alvásban

A mentális tevékenység a NREM alvás előrehaladtával veszít az élénkségéből. A 2, 3 és 4 alvástádiumokban sokkal inkább fogalmi jellegű tartalmak töltik ki az alvó személy tudatát. A beszámoló 20%-a teljes mértékben nélkülözi a vizuális elemeket. Gyakran valamely konkrét dologra való emlékezést vagy annak gondolati felidézését tapasztalja meg az alvó. Mivel ezeket nem mindig éli meg a szó szoros értelmében vett álmoként fontos, hogy kísérleti ébresztéskor a „Mit álmodott?” kérdés helyett a „Mi futott át az agyán, mielőtt fölébredt?” jellegű általánosabb kérdések hangozzanak el. Ez a tévedés idézte elő azt a ma is gyakran

hangoztatott téves felfogást, amely szerint NREM alvásban hiányoznak a mentális tartalmak és a szubjektív átélések az alvó élményvilágából.

Amennyiben képi elemek dúsítják a NREM alvást kísérő mentális életet, úgy azok általában kevésbé élesek és körvonalazottak, mint a hypnagog hallucinációkban és a REM-álmokban. Hangingerkekkel azonban néha a 2 stádiumban szemmozgások válthatóak ki. Ilyenkor a vizuális élmények részvétele a REM alvásra jellemzően fokozottabbá válik.

A NREM alvást kísérő mentális aktivitás is nagyobb mértékben mozgósít epizódikus vagy önéletrajzi jellegű szabad asszociációkat. A hypnagog hallucinációktól eltérően azonban ezeknek az élményeknek a tartalma is nagymértékben építkezik az alvó legutóbbi napjainak konkrét emlékeiből. NREM alvás során, állatkísérletek tanúsága szerint az ébrenlét során szerzett tapasztalatoknak egyfajta időben sűrített visszajátszása zajlik a hippocampusból a neocortex irányába. Lehetséges, hogy az alvó személy ennek a működésnek egy részleges szubjektív lecsapódását éli meg ilyenkor. Sajnos a hypnagog hallucinációktól eltérően nem rendelkezünk adatokkal a hippocampus-lézióknak a NREM-mentációra gyakorolt hatásáról.

A kérgi neuronok nagy része ritmikusan hyperpolarizálódik NREM alvásban és a thalamo-corticalis interakció is ritmikus gátló hatás alá kerül, miáltal az élénkebb és tartalmilag gazdagabb, ébrenlétre és REM alvásra jellemző mentális élet ilyenkor nem válhat uralkodóvá. Ennek ellenére előfordulhatnak álomszerű, bizarr asszociációk, hiszen a kéreg monoaminerg (noradrenerg és szerotoninerg) szabályozása az ébrenléthez képest alábbhagy.<sup>4</sup>

#### Az álmodás jellegzetességei és a REM alvással való kapcsolatuk

Az álmodás és a REM alvás kapcsolatának felismerése a modern alváskutatás egyik legjelentősebb felfedezése. A spontán felidézett álmaink döntő többsége az alvás REM fázisaiban keletkezik. A REM alvásban keletkező álomélmények hosszúak, szcénikusak, narratívák, érzelmi átélésekben gazdagok és általában kiemelkedően bizarrak. Uralkodó érzékszervi modalitásuk a

vizuális. Kisebb mértékben hallási (részben beszédhangra vonatkozó) és kinetikus-vestibularis reprezentációkat is tartalmaznak. Csak elenyésző mértékben építkeznek hőérzékelési, tapintásérzékelési, valamint szaglási és ízérzékelési szenzoros modalitásokból. Sohasem tartalmaznak explicit fájdalomérzékelést. Változatos érzelmi színezetükben a negatív emóciók dominálnak. Leggyakoribbak a szorongás, a félelem és a meglepődés. Tartalmuk gazdag, változatos és hiperasszociatív jellegű, vagyis az egymással igen kevésbé kapcsolatos emlékek, képek, benyomások szokatlan, bizarr, sűrített kombinációját képezik. Kísérletileg kimutatták, hogy közvetlenül a REM alvásból való ébredés után még fennáll egyfajta hiperasszociativitás a memóriafolyamatokban.<sup>6</sup> Az álmok bizarrsága is elsősorban a szokatlan tartalmak kombinációjából illetve a cselekmény dramaturgiájából fakad. Az álmok tartalma azonban mégis követ egy lazán szerveződő következetességet abban az értelemben, hogy egyazon éjszaka ismétlődő NREM mentációiban és álmaiban egyes tartalmak bizarr kontextusuk ellenére, hajlamosak ismételtelen felbukkanni, mintha ezek kiemelkedő fontossággal bírnának az álmodó számára.

Az álomfolyamatok kognitív szerveződésének legkiugróbb sajátossága minden bizonnyal a narrativitás vagy történetiség kizárólagosságának tendenciája. Szinte minden, amit álmodunk, történetek formájában ölt testet.

Az álmodás neurobiológiai magyarázata érdekében az utóbbi évtizedekben jelentős kísérleti és elméleti erőfeszítéseket tettek. Kétségtelen, hogy az álom tartalmi gazdagsága és vizuális élénksége összefüggésben áll az illető REM fázis szemmozgás-sűrűségével. Úgy tűnik tehát, hogy az álmodást és a szemmozgásokat kiváltó agyi impulzusok legalábbis részben közösek: a REM alvást beindító hídi cholinerg struktúrák burst-szerű tüzelésével kapcsolatosak. Később egy rendkívüli jelentőségű felfedezésben leírták a REM fázist kísérő egyik legkülönösebb neurofiziológiai folyamatot: az életani részben már említett noradrenerg és szerotoninerg működéskimaradást. Részben ez jellemzi az adrenerg és hisztaminerg neuron-

csoportokat is. Fontos kivételt képez a dopamin, amely nem szűnik meg felszabadulni REM alvás során. Ezeknek az aminerg sejtcsoportoknak kiemelkedő jelentőségük van a kognitív és az emocionális funkciók szabályozásában. A noradrenalin például a jel-zaj arány fokozásáról ismert neuromodulátorként viselkedő biogén amin. A szerotonin számos viselkedéses és pszichológiai funkció, többek között a limbikus rendszer gátlásának szolgálatában áll. Az említett biogén aminok tónusos befolyásának hiánya messzemenő következményekkel kell járjon az agyműködésben. A szerotonin-transzmisszió felfüggesztődése például az LSD és más hasonló struktúrájú hallucinogének hatására ébren is bekövetkezhet, ami az ismert transzállappal és vizuális hallucinációkkal jár együtt. Ez jól megmagyarázza az álomélet nehezen értelmezhető sajátosságait.

Két további tényező járul hozzá ehhez a neurobiológiai magyarázathoz. Az egyik a relatív dopaminerg túlsúly, ami a hiányzó noradrenerg és szerotoninerg szabályozás mellett egyes pszichotételezők szerint egy átmeneti pszichóziisszerű állapotot idéz elő, persze az alvás leple alatt. A fokozott dopaminerg tónust ugyanis a pszichotikus tünetekkel hozzák összefüggésbe a biológiai pszichiátriában, és a tünetek korrigálására leggyakrabban dopamin antagonistákat használnak. Ezzel szemben a dopamin agonisták mellékhatásként rémálmokat okozhatnak, nagyobb dózisban vagy túladagoláskor pedig pszichotikus tüneteket.

A másik neurobiológiai alapú álomelmélet az agyi funkcionális képkalkító eljárások tapasztalatait és a neurológiai sérülések következtében előálló álommódosulásokat használja fel. Kétségtelen, hogy az álmodás folyamata más agyi struktúrákon és azok másfajta kölcsönhatásán alapul, mint az éber szellemi élet. A híd, a limbikus-paralimbikus régiók és a magasabb rendű vizuális áréak kiemelkedő aktivitást mutatnak REM alvásban. A prefrontális területek aktivitása az ébrenléthez képest alacsonyabb. Ez megfelel az emocionális tónus és a vizuális képzetek álombeli hangsúlyosságának, de nem árul el sokat a kölcsönhatás mikéntjéről. A neuropszichológiai eredmények arra utalnak, hogy az álmodás az emlékek és érzelmek vi-

zuális megjelenítéseként fogható föl, ami a kérgi aktiváció elülső, basalis előagyban keresztüli, útvonalán valószínűleg. Azt jelenti mindez, hogy az absztrakt, neocorticalis régiókban tárolt emlékek, és az amygdala által mozgósított érzelmek visszavetülnek a vizuális információfeldolgozás parietalis és temporalis területeibe, ahol képekké alakulnak. Az electrofiziológiai eredmények azt sugallják, hogy a hippocampus kimeneti információtovábbítása REM alvásban nem jelentős, ezért a közelmúlt emlékei csak nyomokban jelennek meg az álomban. Emiatt a felszínre kerülő régi emléknymokok nem rendelkeznek közelmúltbeli horgonypontokkal és kaotikusan szerveződnek narratív élményekké.

Az álmok hiperasszociatív jellege, egyes felsőbb szabályozási folyamatoktól való mentessége, valamint a régi emléknymokokból való építkezése különösen alkalmassá teszi őket a pszichoterápiás munka során a páciens személyiségének megismerésére. Ezt általában az álomelemekre adott szabad asszociációk révén érik el. A szabad asszociációk ugyanis segítenek elhelyezni az álomelemeket a személy saját emlékezeti készletének egyedi struktúrájában. Elhelyezésük révén azután olyan kapcsolatokra és emlékezeti asszociációkra derülhet fény, ami a meglévő emlékek között áll fenn.<sup>4</sup>

#### Irodalomjegyzék:

1. Halász P: *Alvás és alvászavarok* Medicina Budapest, 1982.
2. Halász P: *Az alvás élettana in: Novák M.: Az alvás- és ébrenléti zavarok diagnosztikája és terápiája* (pp 42-66) Okker, Budapest 2000.
3. Kukorelli T: *Az ébrenléti és az alvás in: Ádám Gy. Fehér O.: Élettan biológusoknak* (pp 928-43) Tankönyvkiadó, Budapest 1991.
4. Bódizs R: *Alvás, álom, bioritmusok* Medicina Budapest, 2000.
5. Stickgold R, Malia A, Maguire D, Roddenberry D, O'Connor M: *Replaying the game: Hypnagogic images in normals and amnesics*. Science 2000; 290. 350-3
6. Stickgold R, Scott L, Rittenhouse C, Hobson JA: *Sleep-induced changes in associative memory*. J Cogn Neurosci 1999 11. 182-193
7. McCarley, Hobson JA: *Neural excitability modulation over the sleep cycle: A structural and mathematical model*. Science 1975 189. 60