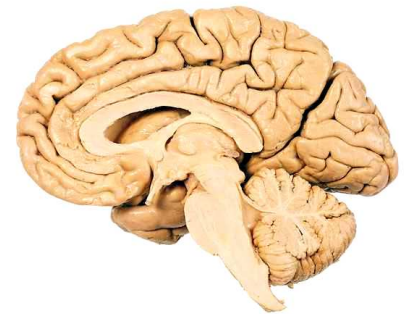
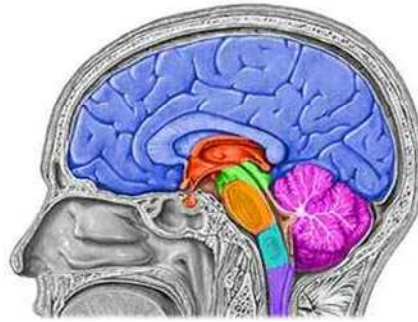


## Az agyvelő

Szerk.: Vizkievitz András

Az agyvelő nagyobb egységei:

- **Agytörzs**
  - Nyúltvelő
  - Híd
  - Középagy
- **Köziagy**
- **Kisagy**
- **Nagyagy**



Az agytörzs: nyúltvelő, híd, középagy.

Fehérállománya van, de igazi, **egységes szürkeállománya nincs.**

A szürkeállomány helyett

- elkülönülő **magok** (oliva, vörösmag, stb.), ill.
- **hálózatos állomány** (formatio reticularis), - idegsejtek bonyolult **hálózata** - jellemző.

Az agytörzs funkciója:

- **vegetatív működések** központjai találhatóak itt:
  - **keringés, légzés** (vitális központok), **köhögés, tüsszentés**, (nyálkahártyareflexek),
  - **táplálkozással kapcsolatos motoros és elválasztási válaszreakciók**: a **nyelés, szopás, rágás, hányás, nyáleválasztás**, (nyálkahártyareflexek),
- **testtartási reflexek, izomtónus szabályozása, járás**,
- az agytörzsön áthúzódó – felszálló és leszálló - pályák **összeköttetést** teremtenek a gerincvelő, a kisagy, köztiagy és nagyagy sejtjeivel.
- **Alvás-ébrenlét szabályozása, aktiváló ébrenlét központok** jellemzőek.

## Nyúltvelő

A gerincvelő folytatása a koponyában az **öreglyukon** keresztül.

- Hátsó részén a **IV. agykamra alapja** található, az agytörzs és a kisagy között.

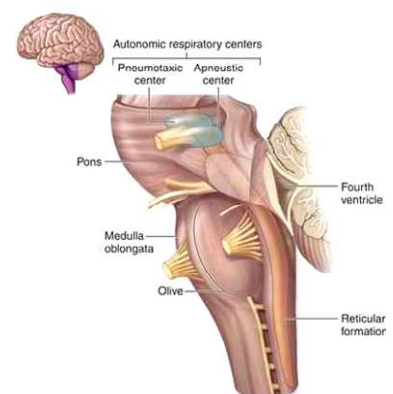
**Életfontosságú (vitális) központok** helye:

- **Vitális központok: keringés és légzés központjai.**
- **Nyálkahártyareflex** központok: hányás-, köhögés-, tüsszentés, nyelési központ (a **feltétlen reflexet** kiváltó receptorok a nyálkahártyában találhatóak).

**A vérkeringés – a vérnyomás és a szív működésének - szabályozása**

- **Hormonális**,
- **idegi** mechanizmusok ismertek.

A különféle **idegi** és **hormonális** szabályozó mechanizmusok tulajdonképpen az erek **szűkületét** vagy **tágulatát**, így a vérnyomás emelését vagy csökkenését eredményezik.



A **hormonok** vérnyomás emelő hatásúak:

- **adrenalin, érszűkítő,**
- **vazopresszin (ADH),**
- **mellékvese szteroidok (aldoszteron, só visszaszívás révén).**

### Az idegi szabályozás

#### Központok

Agytörzsi hálózatos állomány **nyúltvelői** szakasza.

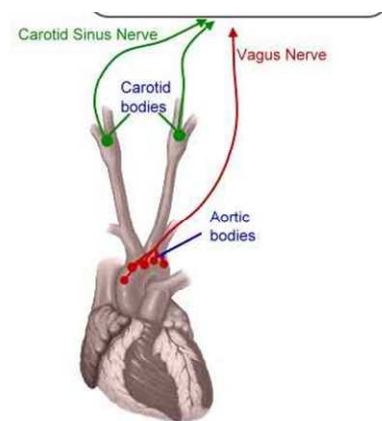
- **pressor** kp., önálló, állandó aktivitása van, **érszűkítő hatású, növeli a vérnyomást és a szívfrekvenciát.**
- **Depressor** kp., önálló aktivitása nincs, a receptorok felől aktiválódik szükség esetén. **Gátolja a pressor kp-ot, közvetlenül a szívet (X. agyidegen keresztül), ill. a gerincvelői kp-okat.**

A **magasabb agyi központokból** származó ingerületek (emóciók – pl. düh – hatása a vérnyomásra) hatást gyakorolnak a keringésre.

#### Receptorok, ingerek

##### 1. Magasnyomású receptorok

- helye: **aortaív** falában,
- inger: **vérnyomás emelkedés,**
- hatás:
  - **depressor kp. aktiválása,**
  - **pressor kp. gátlása,**
  - **vérnyomás csökken,**
  - **szívfrekvencia csökken.**



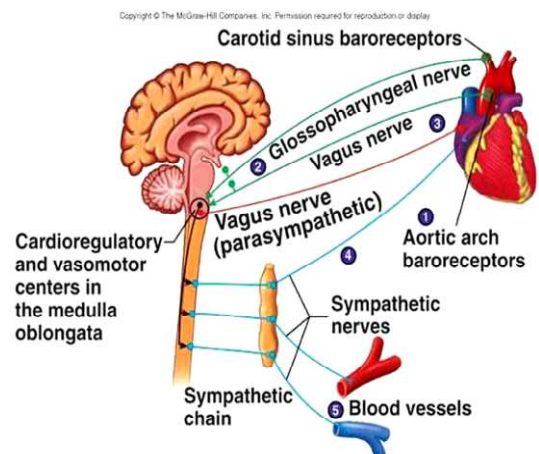
##### 2. Kemoreceptorok

###### a) Perifériás:

- helye: **szívhez közeli erek falában:** glomus aorticum, gl. caroticum,
- inger: **O<sub>2</sub> hiány,**
- hatás: **pressor kp. aktiválás, vérnyomás nő, szívfrekvencia nő.**

###### b) Központi

- **A nyúltvelőben.**
- Ingere: a vér **CO<sub>2</sub> növekedése.**
- Hatás: **pressor kp. aktiválás, vérnyomás nő, szívfrekvencia nő.**



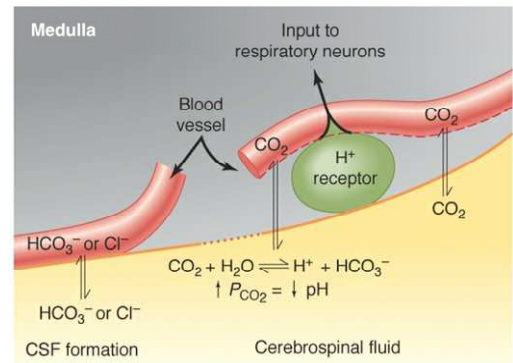
## A légzés szabályozása

A légző izmok - rekeszizom és bordaközi izmok - működésének szabályozását jelenti. Reflexes működés. A **nyúltvelőben és a híd alsó részén** található a **beléző** és a **kiléző központok**.

A központi neuronok a nyúltvelőből az idegrostjaikat leküldik a gerincvelőbe a **légzőizmok mozgató idegsejtjeihez** (mellsőszarvi mozgató neuronokhoz).

A légző központok működését szabályozó ingerek:

- a **vér és a liquor CO<sub>2</sub> és O<sub>2</sub>** tartalma.
- **Tüdőből** származó **mechanikai ingerek**.



### Beléző központ

- **Beléző izmokat vezérli** (külső bordaközi izmok és a rekeszizom).
- A vér alacsony O<sub>2</sub> tartalma, ill. a vér **fiziológiás CO<sub>2</sub> tartalma folyamatosan közvetlen serkenti** (receptorok a szívhez közeli nagyerek falában).
- Működését a tüdő falában lévő feszülést érző receptorok szakítják meg.
- Ekkor a **beléző izmok elernyednek** – ez a **nyugodt kilézés**.

### Kiléző központ

- **Csak erőltetett kilézésnél** szerepel,
- a kiléző motoros neuronokat idegzi be (belső bordaközi izmok, hasizmok).

A nyúltvelői légzőközpont aktivitását módosíthatják:

- a **gerincvelőből felszálló idegi hatások** (mechanikai vagy hőhatások; a túl hideg vagy a túl meleg, illetve az ütődések, nyomások, simogatások),
- a **hipotalamusz** és a **limbikus rendszer**, melyek közvetítik a belső környezeti hatásokat, ill. emocionális (érzelmi) változásokat (sóhaj),
- a **nagyagykéreg**, mely **akaratlagos** légzésszabályozást tesz lehetővé, vagy a beszéd és az éneklés kivitelezésében játszik szerepet.

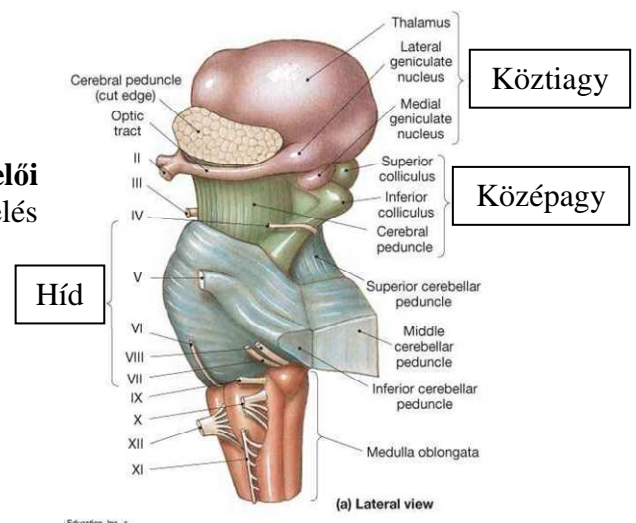
## Híd (pons)

**Pályákat közvetít** (neve innen ered)

- **Légzési és keringési központ**, **nyúltvelői központok működését összehangolja** pl.: nyelés és beszéd.
- **Mozgásszabályozó központ**.

## Középagy (midbrain, mesencephalon)

Alulról a híd, felülről a köztiagy határolja.



## Középgagy működése

### 1. Reflexei a látórendszerrel és a szemmozgásokkal kapcsolatosak.

- **Pupillareflex.**
- **Accomodáció (éleslátás).**
- **Pislogási reflex.**

### 2. Az alvás

A **középgagy hálózatos állományhoz** köthetők azok a neuron csoportok, amelyek aktivitása stimulálja az agykérget, így részt vesz az alvás-ébrenléti ciklus szabályozásában. **Minden felszálló érzőpálya az agytörzsben átkapcsolódik** és így ingerli az agytörzsi hálózatos állományt, ezzel fokozza az ébrenléletet. Ezeknek az **idegsejteknek a sérülése kómát** eredményez. Általában véve a **kóma** eszméletvesztéshez vezető súlyos anyagcsere állapot (cukorbetegség, különféle mérgezések), vagy agyi sérülés – baleseti, agyvérzés, tumor - által okozott **tudatvesztés**.

A kómának különböző mélységi szintjei vannak.

- A **felületesebb kómában** a beteg fájdalomingerre célzott, elhárító mozdulatot tesz, de nem ébred fel.
- **Mélyebb kómában** fájdalomingerre csak önkéntelen, céltalan mozdulattal reagál.
- **Tovább mélyülő kóma** esetén a reflexek (így a térdreflex, a fényre beszűkülő pupilla, vagyis a pupillareflex) kiesnek, de a légzés és a keringés fennmarad.
- Az **agyhalál** küszöbén ezek az életfontos működések is már csak gépek és gyógyszerek segítségével tarthatók fent.

**Alvás:** az aktív viselkedés hiánya, egyfajta öntudatlan állapot.

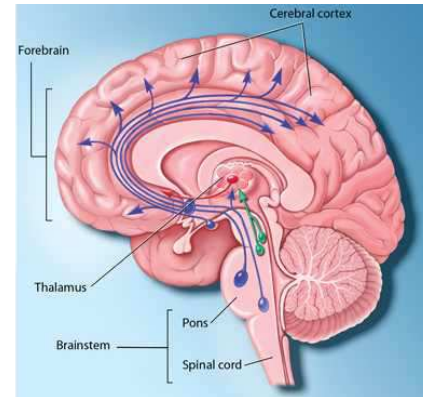
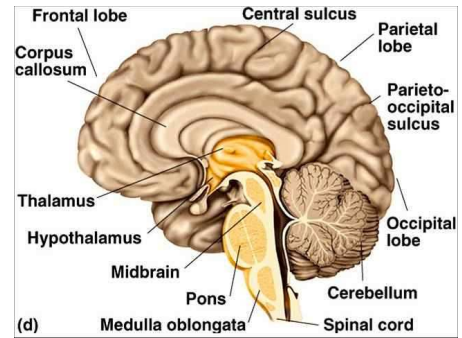
Alvás alatt az élőlényeknek **bizonyos periodicitással a környezettel való kapcsolatuk és motoros aktivitásuk nagymértékben csökken.** Az ember alvása az egész élettartam **egyharmadát** teszi ki. Az ébrenlét és alvás aránya **életkorfüggően jellegetesen változik.**

- **Újszülött korban** rövid alvás és ébrenlét periódusok váltják egymást, az alvás tartama **17-18 óra.**
- **3-5 éves korra** 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.
- **Időskorban** az éjszakai alvás tartama ismét csökken és a **kisgyerekkori mintázatra emlékeztetve**, nappal gyakori, rövid, felületes alvás periódusok jelentkeznek.

Az elektroencefalográf – EEG - segítségével az alvásnak **több szakaszát** különböztetjük meg.

Két alapvető fázis ismert:

1. **REM (rapid eye movement) fázis**, ahol az **EEG nagyon aktív**, olyan hullámokat mutat, mintha a személy ébren lenne. Ezt a szakaszt nagyon gyors, széles, rendezetlen

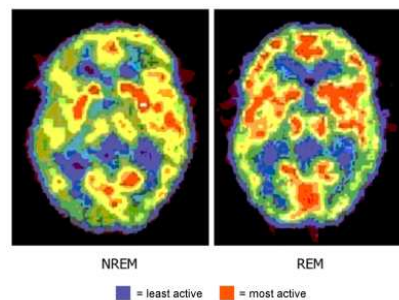
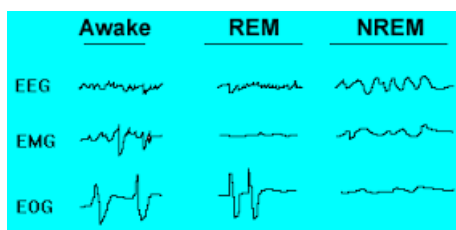
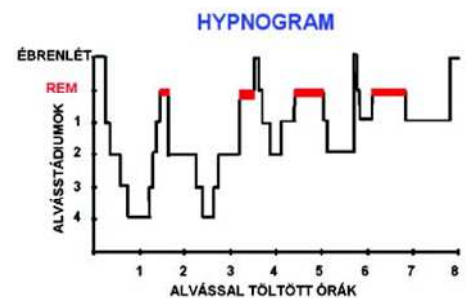




**szemmozgások** jellemzik, melyek szabad szemmel is láthatóak. Ezt nevezzük **REM szakasznak**, azaz gyors szemmozgások szakaszának.

A **REM szakasz** jellemzője, hogy

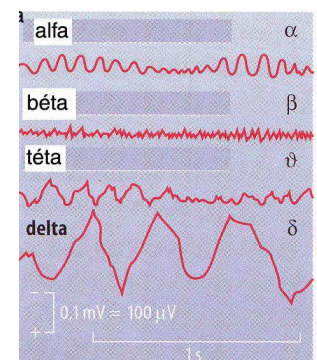
- a **szívverés is gyorsabb**,
- **légzés gyorsul**,
- az **agy anyagcseréje felgyorsul**, azaz **látszólagos ébrenlét** van a nyugvó testben,
- ekkor történik az **álmodás**,
- esetenként a **hímvesző megmerevedik**, függetlenül az álmotartalom szexuális jellegétől (még csecsemőknél is),
- **8 órás alvás alatt 4-5 REM szakasz található**,
- ezek általában **15-45 percig tartanak**,
- az **alvási szakasz elején rövidebbek**, majd folyamatosan **hosszabbodnak**,
- az **újszülöttek alvásuk felét ilyen fázisban töltik**, míg ez az arány **idős korra mindössze 18 százalékra csökken**,
- esetenként az **agy éber állapotánál is nagyobb mértékben aktivált**, ugyanakkor mind az **érzékszervi beáramlás**, mind a **mozgási rendszer gátlás alatt áll**, a vázizomzat ellazult, időnként lokálisan megrándul. Ezért valóban találó a „**paradox alvás**” megjelölés.
- Az EEG éber állapothoz hasonlít, **béta** hullámok vezethetők el,
- az **agyi keringés növekszik és nő az agy hőmérséklete is**.



Az alvás többi részére ezek a jellemzők nem illettek rá, így a másik 5 szakaszt összefoglalóan **non REM** fázisként emlegették.

**NREM alvás** Lassú Hullámú Alvás (LHA) során

- az **érzékszervek gátlás alatt állnak**,
- az **agyi működés** és a testi működések jelentős **csökkenésével jár**,
- az EEG-ben **alfa**, **delta** és **teta** hullámokat lehet mérni,
- a **szívfrekvencia és a légzésszám csökken**,
- a **vegetatív rendszer paraszimpatikus túlsúlya jellemző**,
- a **testhőmérséklet csökken**,
- egyes hormonok - a **növekedési hormon** - **termelődése nő**.



Az alvásfolyamat tehát **két alvás típus**, a NREM és a REM alvás, **ciklikus váltakozásából épül fel (alvásciklus)**. A NREM alvást **90-120 percenként REM periódusok szakítják meg**, melyek tartama estétől reggelig nő.

Az alvásfolyamatot jelentősen befolyásolja az előzetesen ébren töltött idő tartama és minősége is.

- **A nehéz fizikai munka a lassú hullámú alvás arányát növeli.**
  - **A szellemi munka, a stressz, a lelki megterhelések a REM fázis arányát növelik.**
- Alvásmegvonáskor a **REM 100 %-osan bepótlódik.**

### Az alvás-ébrenléti ciklus szabályozása

Egy **cirkadián ritmus** – napi ritmus - olyan, nagyjából 24 órás ciklus, ami az élőlények fiziológiai folyamataiban, ill. viselkedésében nyilvánul meg. A **cirkadián ritmusokat az élőlény saját belső időmérő rendszere irányítja**, de bizonyos külső hatások, pl. a fény szinkronizáló jellegűek.

Kísérleti személyeket hat hónapig

- megfosztottak a külső időtagoló tényezőktől (nappalok, éjszakák),
- olyan speciális lakásokban éltek, ahol nem voltak ablakok, nem használhattak telefont, TV-ét, rádiót, nem volt órájuk és **semmi kapcsolatuk nem volt a külvilággal.**

Ilyen körülmények között a kísérleti személyek alvásának **ciklicitása fennmaradt**, de elalvási idejük mind későbbre tolódott, a ciklusidő meghaladta a 24 órát és 25 órához közelített.

Tehát igen kontrollált körülmények között végzett kísérletek szerint az átlagos felnőtt ember cirkadián periódusa csak némileg haladja meg a 24 órát, 24 óra 11 perc  $\pm$  16 perc (mikor a törzsfajlás során kialakult, talán lassabban forgott a föld).

Az alvásperiódus ciklicitását külső tényezők ugyan valamelyest befolyásolják, **de alapvetően egy „belső óra” szabályozása érvényesül.** Az alvásprogram időzítését a látóideg kereszteződés felett, a **hipotalamuszban** elhelyezkedő **magrendszer** szabályozza. Ennek a magrendszernek a roncsolása patkányokban az alvásperiódusok ritmusának teljes felborulását okozza.

Más oldalról viszont az alvás időzítését a **melatonin** és a **szerootonin** elválasztás szabályozza.

- A **melatonin** a **tobozmirigyben** szabadul fel, **sötétben választódik el** és a világosság megszakítja termelődését.
- A **szerotront** az agytörzsi hálózatos állomány egyes neuron csoportjai termelik.
- A **melatonin és a szerootonin alvást elősegítő szerepe** a fenti hipotalamikus magban érvényesül, amelyben melatonin receptorokat mutattak ki.

A **híd és a középgagy hálózatos állományában aktiváló struktúrák** vannak, e területek ingerlése az ébrenlétre jellemző állapotot eredményez. Ezek a neuronok **felszálló érzőpályákon keresztül** kiterjedt kapcsolatban állnak az érzékszervekkel.

### Miért alszunk?

A REM és NREM, más-más biológiai funkciót szolgál.

- A **NREM alvás** az ébrenlétkben egyre inkább **kimerülő illetve elhasználódó kémiai-fiziológiai folyamatok regenerációját segíti elő, a lemerült energiakészletek visszaállítását biztosítja.**
- A **REM alvás elősegítheti az agy fejlődését, szerepe lehet a memória funkcióban.** Ilyenkor lehetőség van új szinapszisok létrehozására, ami előfeltétele a tanulásnak, az információ feldolgozásnak és a hosszú távú memória kialakulásának. Egy teljesen ellentétes elképzelés szerint, a REM fázis a **felesleges memóriák törlését** szolgálja.

Az **álom funkciójának** leírásában több vetélkedő elmélet ismert.

C. Evans elmélete szerint az alvás az **agy** működésének egy olyan szakasza, amikor az mintegy **lekapcsolódik a külvilágról** és ezt az úgynevezett **offline** időt használja fel a **nap során beérkezett információmennyiség újraszervezésére**. Evans nézete szerint agyunk egy óriási adatbázissal és vezérlőprogrammal ellátott számítógéphez hasonlítható, amelyben

- a programok és **adatok egy része öröklött**, és azzal függ össze,
- míg más része **szerzett**: a környezethez való alkalmazkodás során alakul ki, és a mindennapi tapasztalataink módosítják.

Az **alvás során** (különösen annak REM-szakaszában) agyunk ebben az offline üzemmódban tulajdonképpen függetleníti magát a szenzoros és motorikus pályáktól, mialatt **számos addig zárt adatbank és program nyílik meg és válik módosíthatóvá vagy újraszervezhetővé a napi élményeknek megfelelően**.



Ebben az elméletében a **REM-szakaszban zajló offline adatfeldolgozás egésze zömmel nem tudatos állapotban megy végbe**, ám agyunk alvás közben olykor **online üzemmódba is kapcsol**, amikor is a **tudatos elme rápillanthat a cikázó, újraszerveződő adatfolyamok egy kicsiny részére**. Mivel az agy a megpillantott információkat éppen úgy akarja értelmezni, mint amikor éber, az álmok sokban hasonlítanak napközbeni élményeinkhez. Evans szerint tehát az **álom nem más**, mint a **REM-alvás alatt rendszerezett hatalmas mennyiségű információ kis töredéke**, amelyre a tudat egy futó pillantást vetett, és sokban az ébrenléti élményeinkre emlékeztet.

Crick és Mitchinson elméletüket arra alapozzák, hogy az **agykéreg gazdagon összekapcsolt idegi hálózatokból áll**. Ezt az összetett rendszert leginkább egy **pókhálóhoz** hasonlíthatjuk. Az ilyen hálórészek azonban **információ-túlterhelés esetén nem képesek megfelelően működni**.

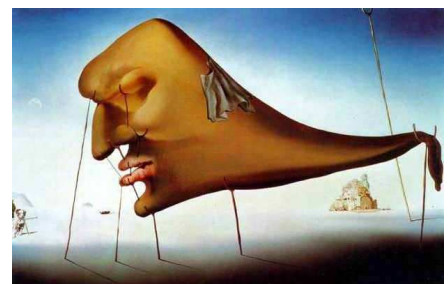
A **folyamatosan érkező ingerek** rövid idő alatt **túlterhelnék** ezt az érzékeny hálózatot, ezért az agynak olyan mechanizmusra van szüksége, amely **zavarszűrésre és a hálózat újrahangolására képes**. Az ilyen zavarszűrő mechanizmus rendszerint akkor működik a legjobban, amikor a **rendszer lekapcsolódik a külső bemenetekről**. Crick és Mitchinson szerint ez a mechanizmus a REM alvás: az álmok hallucinációs jellege nem más, mint a **hálózat napi tisztításához szükséges véletlenszerű sejtaktivitás**. A REM-alvás során az agy bőségesen el van látva az **agytörzsből származó és a kéreg felé haladó idegi impulzusokkal**. A neuronbiológiai magyarázat szerint **ezek a jelek törlik ki a napközben felhalmozódott téves idegi asszociációkat**. Amikor a hálózat megtisztítása megtörtént, felébredünk.

Éppen a fentiek miatt is, Crick és Mitchinson szerint nem túl jó ötlet az, amikor megpróbálunk az álmainkra emlékezni - ami tulajdonképpen a pszichoanalízis egyik sarokköve - hiszen az ilyen visszaemlékezés éppen azoknak a gondolkodási mintáknak a megőrzését segíti elő, amelyeket valójában jobb volna elfelejteni, vagyis azokat a mintázatokat fixálja, amelyeket a rendszer megpróbált áthangolni.

### Az álmodás jellegzetességei

A spontán felidézett **álmaink döntő többsége az alvás REM fázisaiban keletkezik**.

- Hosszúak, jelenetszerűek, szinte minden, amit álmodunk, **történetek formájában** ölt testet.
- **Érzelmi átélésekben gazdagok** és általában **bizarrak**,
- **vizuálisak**, kisebb mértékben **hallási** (részben beszédhangra vonatkozó) élményeket is tartalmaznak.
- Csak elenyésző mértékben építkeznek hőérzékelési, tapintásérzékelési, valamint szaglási és ízérzékelési élményekből.
- **Sohasem tartalmaznak 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.
- Az álom tartalmi gazdagsága és vizuális élénksége összefüggésben áll az illető REM fázis szemmozgás-sűrűségével.



Meddig bírjuk ki alvás nélkül? A csúcs **201 óra és 13 perc**. Az **alvásmegvonás** miatt

- a 3. nap után **képzeltődések, téveszmék, érzécsalódások** léptek fel,
- valamint **mozgási zavarok** is jelentkeztek, mint például a kezek remegése, vagy a **finom mozgások koordinációjának gyengülése**.

Azt találták, hogy az **érezcsalódások másfél óránként jelentkeztek**, hasonlóan a REM fázisok ciklikusságához normális alvás esetében. Mintha az agy a normális ciklust akarta volna fenntartani mindenképpen. A verseny végeztével a győztes **mindössze 13 órát és 13 percet** aludt körülbelül normálisan.

A REM fázis és ezzel együtt az álmodás fontosságát bizonyító kísérleteket végeztek 1960-ban.

- Az alvó egyéneket **mindannyiszor felébresztették**, amikor úgy tűnt **elkezdődik** náluk a **REM fázis**, majd **azonnal hagyták tovább aludni**.
- **Nem a REM fázisban folytatódott**, hanem a szemmozgások nélküli **nonREM fázis tért vissza**.
- A **REM fázisok miatti ébresztések száma az idő elteltével megsokszorozódott**, a kezdeti pár alkalomból a végére több mint **20-szor** kellett felébreszteni a kísérleti személyeket.
- Majd több ilyen éjszaka eltelte után engedélyeztek nekik 5 nyugalomban eltöltött éjszakát.

Bár az ébresztések másodpercnyeiek voltak csupán, s így a kísérletben résztvevő személyek legalább 7 órát aludtak éjszakánként, mégis **másképp viselkedtek nappal, mint az normálisan elvárható lett volna**. Ébren töltött óráik alatt **sokkal ingerlékenyebbek** voltak, **sokkal idegesebben** viselkedtek.

A nyugalomban töltött 5 éjszakán a **REM fázisban eltöltött idő megkétszereződött**, azaz a szervezet igyekezett az addig felhalmozott **lemaradást minél hamarabb bepótolni**.

### **Az izomtónus, testtartás, az agytörzs mozgásszabályozó működése**

**Izomtónus:** akaratlan izomfeszülés, a gyakorlatban az izmok ellenállása a passzív mozgatással szemben, alapja az izmok nyújtási reflexe. A mozgások alapja: izomtónus megváltoztatása.

**Testtartás:** az ún. **antigravitációs izmok** (törzsizmok, felső végtag hajlító és az alsó végtag nyújtó izmai) meghatározott jellegű tónuseloszlása.

A testtartás szabályozásában szerepet játszó receptorok:

- **egyensúlyérző rendszer receptorai** (belső fül, labirintuszerv) tájékoztatják az idegrendszert a fej térbeli helyzetéről, a fej elfordulásáról,
- **izmok, inak, ízületek receptorai**,
- **bőr nyomás receptorai**,
- **látás receptorai**.

### **Agytörzsi testtartási reflexek**

1. **Járási reflexek.** A járással kapcsolatos mozgások összerendeződését az **agytörzs a kisaggyal együtt** biztosítja.
2. **Pozitív támasztási reflex.** Ha mindkét talp a test súlyával a talajra nehezedik, a két alsó végtag hajlító és feszítő izmai megfeszülnek és alkalmassá teszik a végtagokat a test tartására.
3. **Tónusos nyaki reflex.** Hanyatt fekvő csecsemő fejét oldalra fordítva az arc felőli végtagok megfeszülnek, az ellenoldalon behajlanak.
4. **Labirintus tónusos reflex (Moro-reflex).** Ha a hátán megtámasztott csecsemő fejét hirtelen hátra „ejtjük”, mind a négy végtag feszülésbe kerül. A fej hirtelen előrehajtása mind a négy végtag hajlítását eredményezi.

