

Alvás-ébrenléti ciklus

Alvás-ébrenléti ciklus

Emlős-madár esetében van, leginkább EEG alapján definiálják

Alvás alatt a szervezet másként reagál külső ingerekre

Agysejtek nem hallgatnak el, de kisülési mintázatuk változik

Alvás és ébrenlét kialakításáért különböző agyi struktúrák felelősek

Alvás-ébrenléti ciklus létrejötte:

endogén ritmusszabályozók: tobozmirigy

homeosztatisz szabályozás: hosszabb ébrenlét, nagyobb alvás iránti igény

alvási igény: faji jellemző: nappali-éjszakai aktivitás

pár órás illetve egybefüggő hosszabb alvás

ember 4-12 óra között

Alvási-ébrenléti ritmus ontogenezise:

Újszülöttek:

rövid alvási és ébrenlét periódusok, az alvás tartama 17-18 óra.

Gyemekkor:

Alvástartam fokozatosan csökken 10-12 órára

3-5 éves korra kialakul a diurnális mintázat, az alvás egyre inkább egy nagyobb tömbben jelentkezik éjszaka.

nappal még mindig vannak alvás periódusok.

Serdülőkor

Felnőtt alvási-ébrenlét mintázat kialakulása: 7-8 óra alvás éjszaka délutáni rövid alvás periódussal (szieszta) vagy anélkül.

Időskor

Éjszakai alvás tartama csökken, nappal gyakori rövid felületes alvás periódusok

Alváselméletek

Miért kell aludni?

Hogyan alakul ki az alvás?

Miért és hogyan történik az ébredés?

Hogyan történik az egyes stádiumok szabályozása?

Passzív elméletek: az alvás magyarázata az, hogy az éber állapotot fenntartó, döntően idegi eredetű hatások átmenetileg kikapcsolódnak .
Ébresztő központ van.

Aktív elméletek: az alvást valamely, az éber állapot során (vagy az alvás alatt) termelődő és felhalmozódó kémiai faktor hozza létre (illetve tartja fent) . Alvásközpont van.

Deafferentációs elmélet (Bremer 1930-as évek)

A kéreg éber állapotának fenntartásához elegendő az érzékszervekből származó afferens információ

Alváshoz sötét ingerekben szegény környezetbe húzódunk

Érzékszervekből érkező információ mennyiség csökkenése kérgi aktivitás csökkenését eredményezi

Retikuláris elmélet

A kéreg aktivitását az Aspecifikus Retikuláris Aktiváló Szisztéma (ARAS) tartja fent, melynek eredete a formatio reticularis és a specifikus afferentáció kollaterálisai.

Kérgi aktivitás fokozhatja az éber állapotot fenntartó felszálló aktiválás intenzitását.

Miért alszunk?

Az alvás biológiai funkciója mindmáig nem tisztázott kellőképpen.

REM és SWS más-más biológiai funkciót szolgál.

SWS:

„visszaállítási illetve visszanyerési” elmélet.

Az alvás az ébrenlétben egyre inkább kimerülő illetve elhasználódó kémiai-fiziológiai folyamatok regenerációját segíti elő,

Alátámasztó adata az, hogy a növekedéssel fejlődéssel járó életperiódusban az alvás hosszabb illetve intenzívebb (értsd delta gazdagabb) és a növekedési hormon kiáramlása egyértelműen az alvás elején teljesített legmélyebb delta alvással esik egyidőbe.

Ébrenlét hosszának növekedése nagyobb delta aktivitás

Ellenérvek:

Az elmélet predikciója szerint alvásban a fehérjeszintézis megnövekedését várhatnánk, azonban ezt nem sikerült egyértelműen kimutatni.

Fizikai igénybevétel következtében emelkedett katabolikus rátának együtt kellene járni az alvás idő vagy mélység fokozódásával, amit szintén nem tudtak a legtöbb erre vonatkozó vizsgálatban kimutatni.

"Alvás: takarékoság az erőforrásokkal"

Alvás melegvérű állatokban ahol nagy az alapanyagcsere.

A pihenő periódusban csökken a testhőmérséklet és a metabolikus ráta ami 10%-os energiamegtakarítást eredményez

Azonos előagyi struktúrák és neurotransmitterek játszanak szerepet mind az alvás- mind a hőmérséklet-szabályozásban, és hogy a hibernáció és az alvás között egy folyamatosság állapítható meg.

Nehezen elképzelhető, hogy ez a kis nyereség megmagyarázhatja az egész alvásfolyamat phylogenetikai kialakulását.

"Alvás ökológiai hipotézise"

A zsákmányállatok így kerülnek el, hogy a ragadozók az éjszaka során felfigyeljenek rájuk, és áldozattá váljanak.

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.

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.

REM tartama növekszik kognitív terhelésre és egyes eredmények arra utaltak szerepe lehet a memória konszolidációban.

Egy teljesen ellentétes elképzelés szerint, amelyet a Nobel-díjas *Watson* vetett fel, a REM fázis a felesleges memóriák törlését szolgálja.

A születéskor még nem kialakult fajspecifikus genetikai programozás folyik a REM fázisban.

Egyik hipotézis sem nyert eddig egyértelmű bizonyítást.

Alvás szabályozása:

Idegi:

Circadian mechanizmusok: alvási küszöb, "mikor aludjunk?"

Humorális:

Homeosztatikus komponens: "mennyit aludjunk?"

SWS alvás:

REM alvás

Il-1 TNF, GHRH

PRL

PGD₂

VIP

Adenozin

CLIP

Az alvás circadian jellege :

Circadian – infradian – ultradian ritmusok

Az egyes biológiai ritmusok viszonya (belső óra vagy belső órák?)

Az alvásprogram időzítését, vagyis a 24-órás napban való elhelyezkedését a hypothalamusban elhelyezkedő magrendszer a nucleus suprachiasmatis szabályozza.

Roncsolása patkányokban az alvásperiódusok jelentkezésének ritmusát teljesen felborította, magzati suprachiasmatis magszövet implantálásával az alvásperiódusok korábbi ritmusa visszaállítható.

Az alvás circadián ritmuson belüli időzítését a melatonin szekréció szabályozza.

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 suprachiasmalis magban érvényesül, amelyben melatonin receptorokat mutattak ki.

Gyakorlati jelentőség (jet-lag, többműszakos dolgozók, szervek funkciójának megítélése)

Az alvás mint a külvilághoz való alkalmazkodás egy formája

Ultradián szabályozás:

A REM-SWS ultradian ciklikus váltakozását bonyolult agytörzsi kapcsolatok szabályozzák.

Agytörzsi cholinerg és adrenerg neuronok közötti reciprok interakció a ciklikus váltakozás leglényegesebb mozzanata.

SWS-REM átmenet

Az aminerg neuronok fokozatos elhallgatása felszabadítja a REM-ért felelős cholinerg struktúrákat az általuk gyakorolt gátlás aló.

A cholinerg kisülések aktiválják a thalamo-corticalis neuronokat, hiperpolarizálják az NRT-t és ezzel felszabadítják az NRT gátlás alól thalamo-corticalis neuronokat.

REM-SWS átmenet kevésbé ismert mechanizmussal.

Homeosztatikus szabályozás:

Az alvásfolyamatot 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.

Borbély és mtsai a 80-as évek elején kimutatták, hogy az ébren töltött idő függvényében az alvási EEG delta gazdagsága exponenciális görbe mentén növekszik.

Alvászott patkányokban az alvás visszacsapást befolyásolta az is, hogy a 24 óra mely szakaszában fejezték be az állatok ébrentartását, vagyis a circadián ritmus érvényesül: csak bizonyos periódusokban engedi, hogy a megnövekedett alvásigény érvényre jusson.

Alvási mintázat:

emberi alvás két jellegzetes komponense:

lassú hullámú alvás (SWS slow wave sleep)

álomlátásos alvás (rapid-eye-movement, REM)

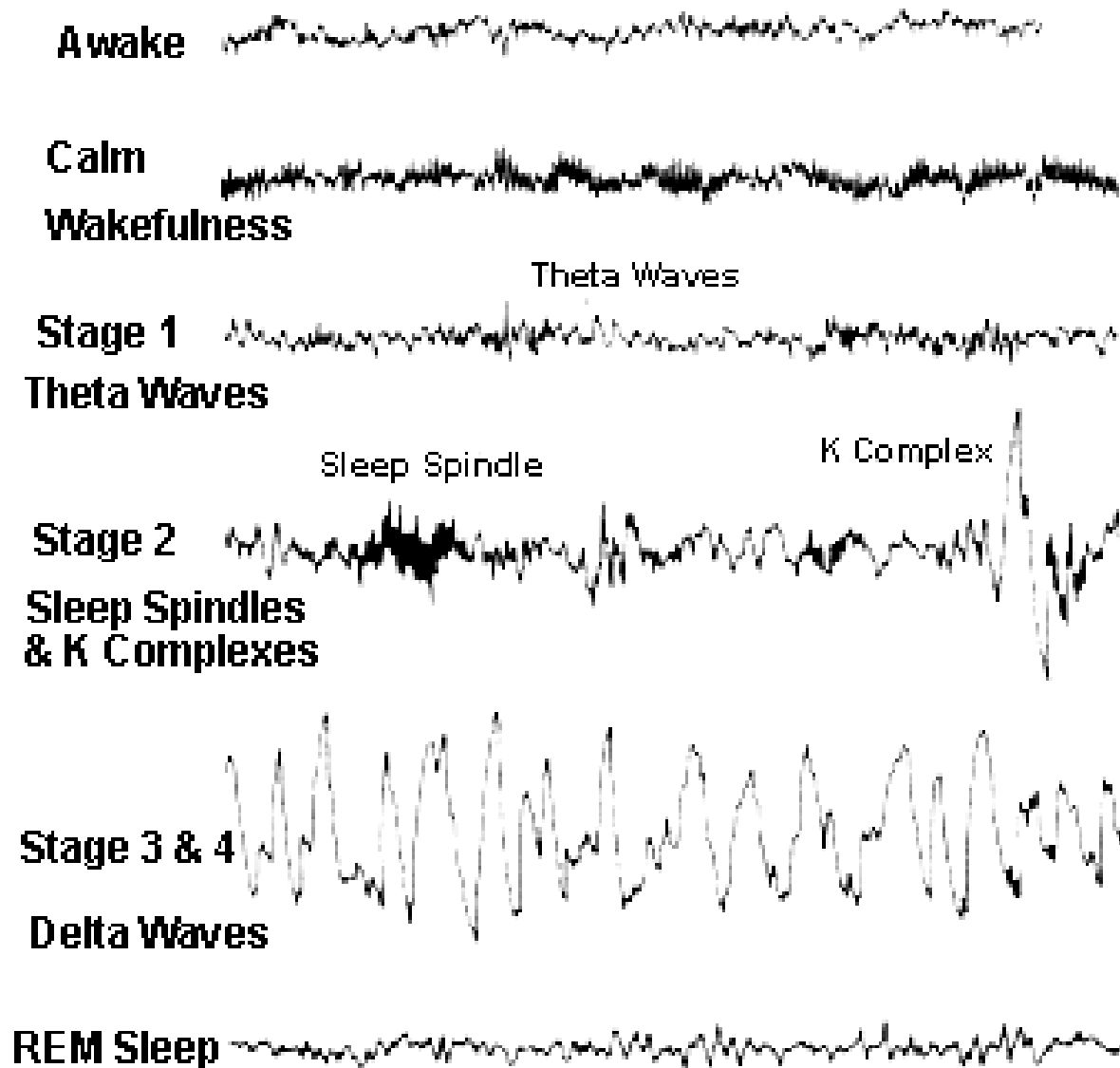
Alvási mintázat kisgyermekkorban alakul ki.

Kisgyermeknél kb 60 perces periódusok

Felnőtteknél az alvás során kb. 90 perces periódus idővel váltakoznak a

SWS és REM szakaszok.

EEG:



Az agy folyamatos, „spontán” elektromos aktivitást is mutat.

Az EEG-ben tükröződő agyi elektromos tevékenység nem az agykérgi neuronok akciós potenciál sorozatainak összege.

Alapvetően dentritikus poteciálok.

Eredete a talamuszból az agykéreg felső rétegeibe érkező aspecifikus projekció által kialakított dipólusokban keresendő, melyek az agykéregben a felszínre merőleges irányú, passzív extracelluláris ionáramokat keltenek. Réteges strukturában, ahol a fősejtek/projekciós sejtek egymás mellett helyezkednek el, alakulhatnak ki nagy-amplitúdójú hullámok. Szinkron érkező szinaptikus potenciálok nagy jelet generálnak, deszinkron potenciálok kicsit

Agyi aktivitás osztályozása frekvencia alapján:

δ , θ , α , β , γ hullámok.

Lassú hullámú alvás jellemzői:

Nagy amplitúdójú, lassú hullámok:

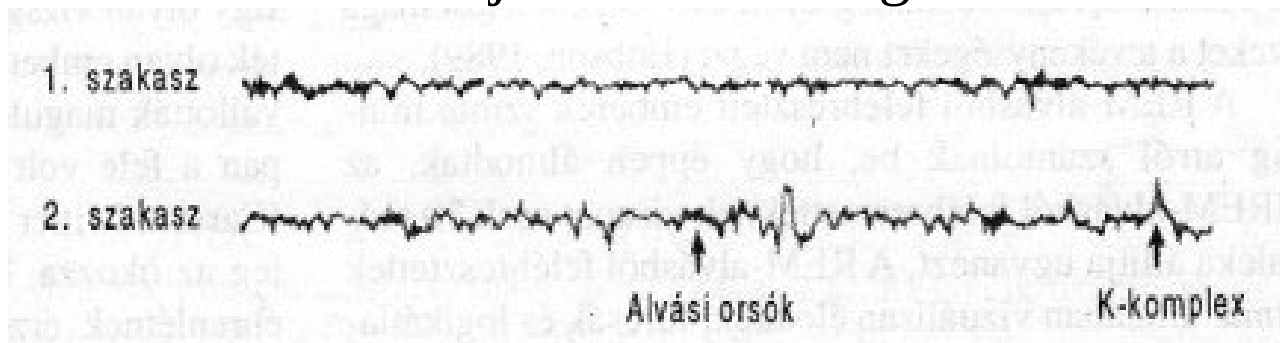
Jellemző aktivitás szerint emberben 4 szakasz :

1. teta hullámok 3,5 – 7 Hz jelenléte, átmenet az ébrenlét és alvás között.

Memória és minimális öntudat lehet,

külső hatásokra válasz ébredés nélkül is lehet. Könnyű ébreszteni.

2. K-komplexek: bifázisos agy amplitúdójú hullámok, alvási orsók: 12-14Hz főleg szenzoros kéreg felett, szenzoros percepció megszűnése
Hirtelen ébredéskor rövid idejű zavarodottság.

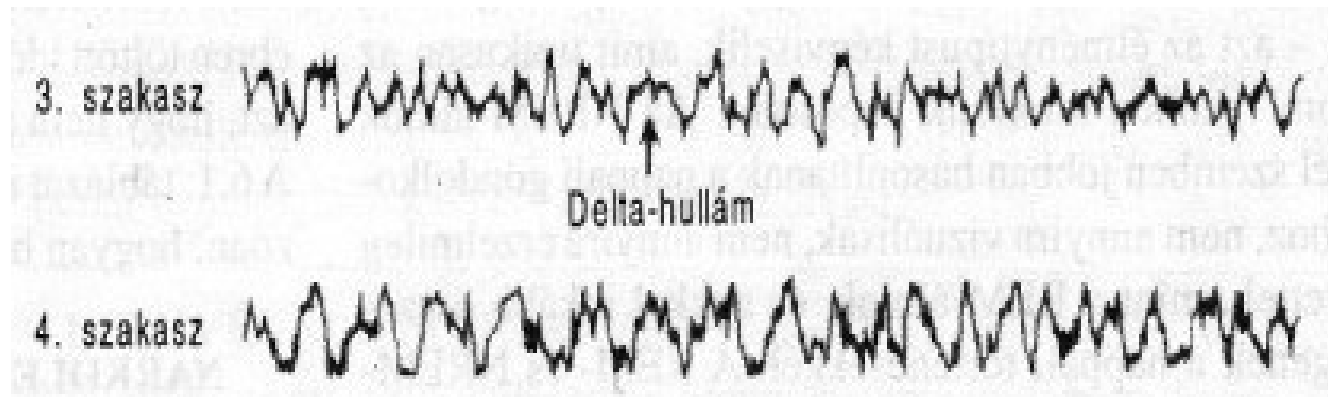


3. kisebb delta hullámok: alvási orsók között 0.5-3Hz δ hullámok

4. nagy delta hullámok: 0.2-1Hz δ aktivitás

A 3. és 4. fázisok során zajlik le a sejtosztódás, több anabolikus hatás is ekkor éri el csúcspontját, mint például a növekedési-hormon termelés.

Izomtónus csökken, de nem szűnik meg, vérnyomás, testhőmérséklet, légzés szám csökken paraszimpatikus túlsúly vegetatív idegrendszerben.



REM alvás: felületes alvás után

deszinkronizáció

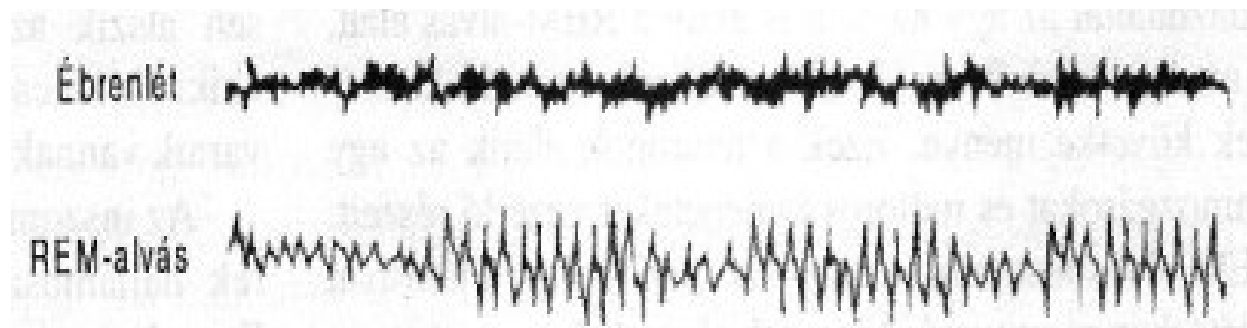
izomtónus csökken: olyan álmok, hogy nem tud megmozdulni vki

gyors szemmozgások

jellegzetes vegetatív tünetek: pulzusszám, légzés vérnyomás növekszik,

illetve nagy ingadozásokat mutat, hőszabályozás felfüggesztődik,

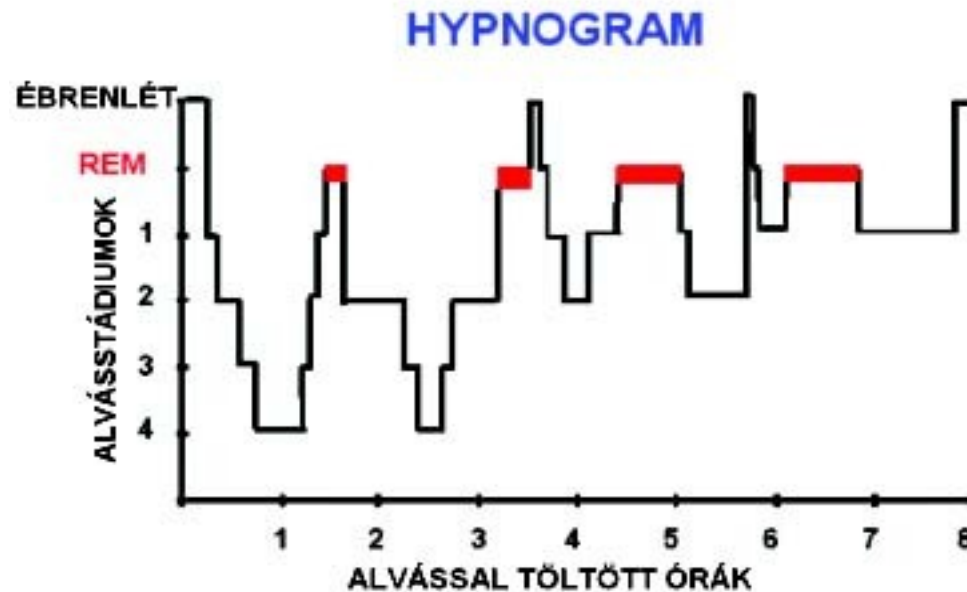
férfiakban erekció



Alvási fázisok sorrendje: 1-2-3-4-3-2-1-REM

Éjszaka során 4-6 alvási ciklus

Egyre kevésbé van 3. és 4. szakasz, REM szakasz egyre hosszabb.



Álmodás: REM alatt mindig: erős érzelmi tartalmú álmokképek

SWS alatt: van álmodás, racionálisabb álmokképek,

alvajárás is ebben a stádiumban

Talamusz szerepe

a szinkronizált EEG hullámok háttérében a thalamusz oszcillatorikus aktivitása áll

Thalamusz: afferens információk kéregbe jutása thalamuszon keresztül

kapu funkció: külvilágból érkező új szenzoros információ áradat felfüggesztése

Thalamikus magvak:

Specifikus magok: valamilyen szenzoros információ továbbítása a kéregbe.

Fő neuron típus: thalamokortikális neuron: periféria felől kap bemenetet, axonja a kéregbe fut.

Retikuláris mag: Gátló neuronokból álló mag. Kéreg és a specifikus thalamikus magokból kap bemenetet, axonja a TC sejteken végződik.

Talamokortikális hurok:

CX: cortex

NRT retikuláris mag

TC: thalamokortikális neuron

Sensory: szenzoros bemenet

fekete fejjű nyíl: serkentő összeköttetés

fehér fejjű nyíl: gátló összeköttetés

TC sejt axonja elágazik:

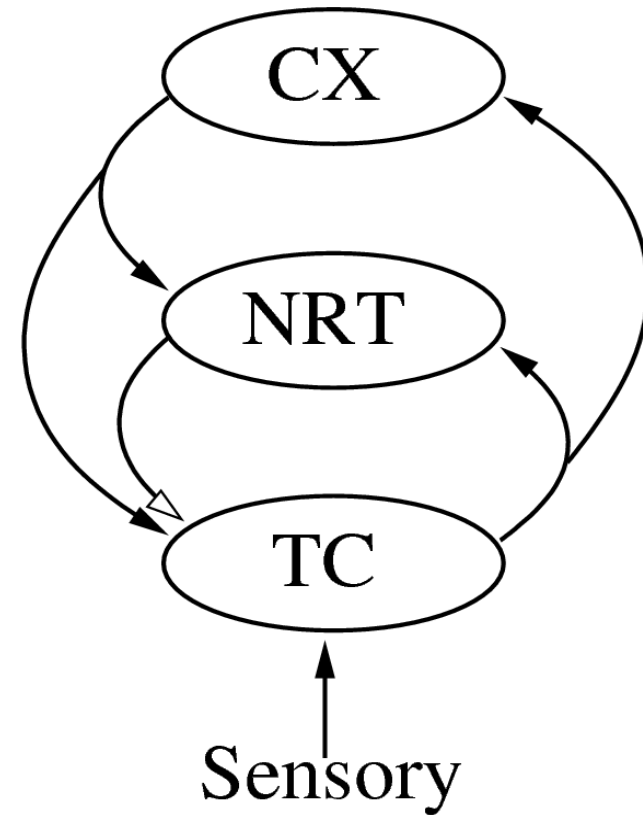
NRT sejtet, és egy cortikális sejtet aktivál.

Az aktivált NRT neuron egy másik TC

sejtet gátol.

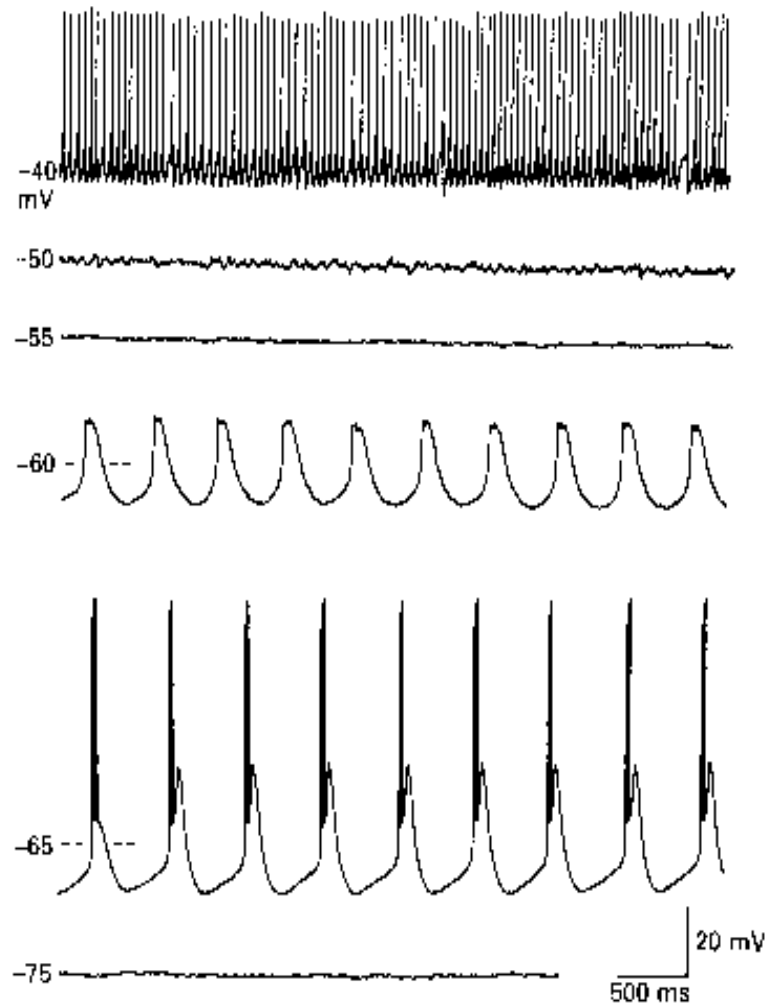
Kéregből visszacsatolás a thalamuszba,

Kérgi sejt axonja: egyik ága TC sejten, másik ága NRT neuronon végződik.



Az NRT neuron legátol egy TC sejtet.

Talamokortikális sejtek aktivitása:



Membránpotenciáltól függően:

hiperpolarizációkor nyugalmi állapot,

T-típusú Ca^{2+} potenciálokkal kiváltott

akcióspotenciál sorozatok,

további depolarizációkor újra

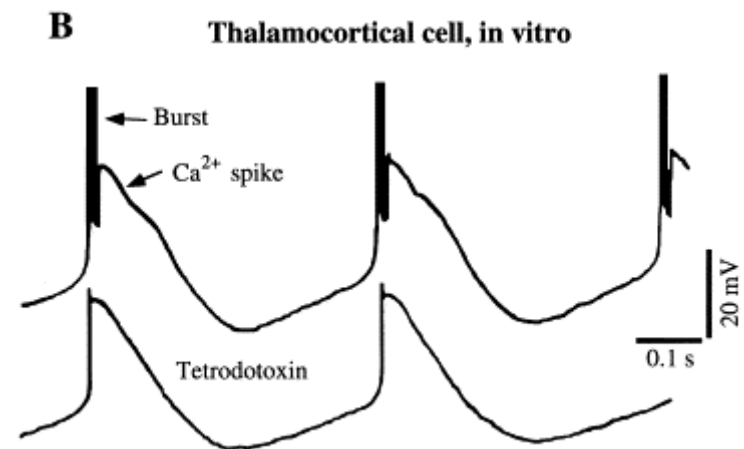
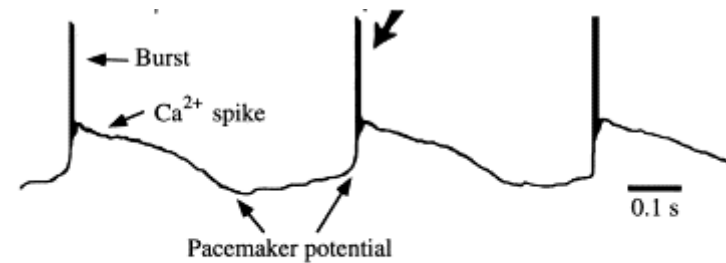
nyugalom,

majd Na^+ - K^+ alapú tónikus akciós

potenciálok.

Talamokortikális sejtek pacemaker aktivitásra képesek: alacsony küszöbű Ca^{2+} potenciálok, tetejükön akciós potenciál sorozattal ismétlődnek ritmikusan (δ frekvenciában)

Talamikus szinkronizáció alapja: a thalamokortikális sejtek pacemaker aktivitásának szinkronizációja.



Retikuláris magból jövő gátló inputnak van benne kulcsfontosságú szerepe.

Agyi aktiváló rendszer:

Feladata a talamikus sejtek deszinkronizációja (ébredés).

Anatómiailag:

Formatio reticularis: a nyúltagytól az agytörzsön és a hídon át a hypothalamus környékéig hatalmas, poliszinaptikus neuronális kapcsolatban lévő idegsejt populáció.

Ezekhez a neuronokhoz minden felszálló szenzoros pálya kollaterálisokat ad.

Szerepe az agy ébredésében és a szenzoros információ feldolgozását elősegítő intenzív koncentráció fenntartásában van.

Transzmittere glutamát,
illetve a középagyban: locus coeruleus: NA
raphe: 5-HT

Kéregaktivitás befolyásolása két párhuzamos projekcióval:
thalamocorticalis pályarendszer
hipotalamuszba futó illetve onnan kiinduló projekciók
Mindkettő kell az ébresztéshez