

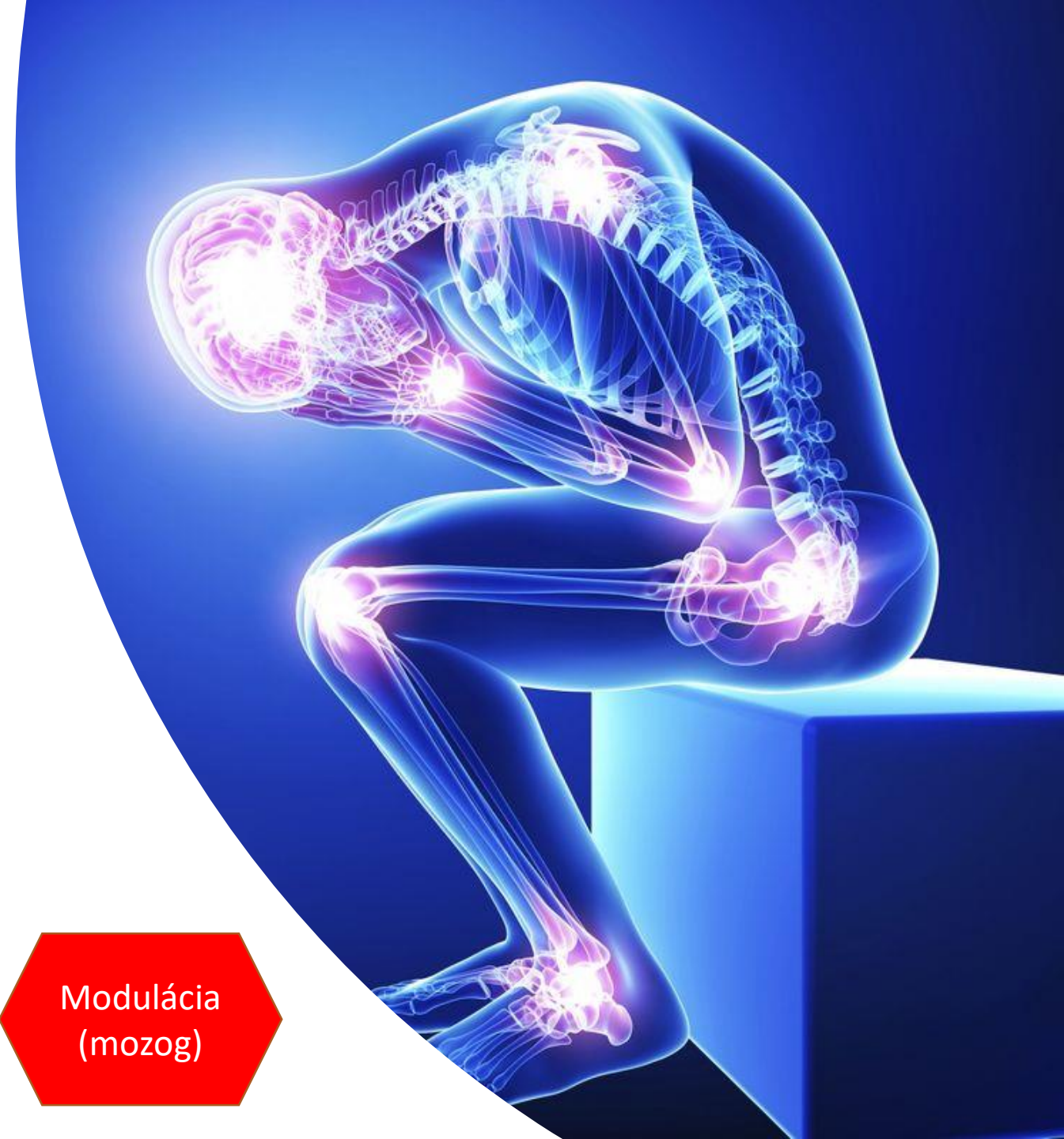
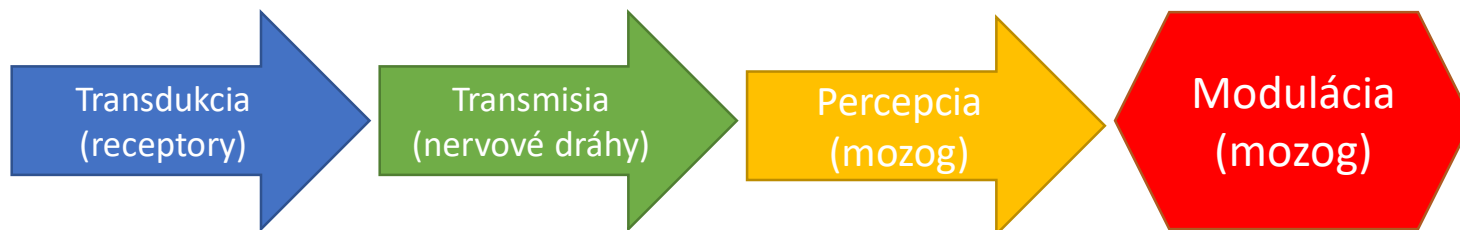


**Bolešť (bolesti
hlavy), spánok (sny)
a bdenie**

(Patrik Šimko)

Bolešť (nocicepcia, noci→”nocere”= bolieť)

- **Nepříjemný fyzický pocit spôsobený chorobou alebo zranením**
 - Asociovaný s skutočným resp. potenciálnym poškodením tkaniva a pod.
 - Emocionálna komponenta
 - Väčšinou subjektívny zážitok; symptóm
- Vnímanie bolesti vs. somatosenzorika (SSR)
 - Podobnosť s mechanickou stimuláciou
 - Odlišné receptory a neuronálne dráhy





Klasifikácia bolestí

- Podľa intenzity- **ľahká**, **stredná** a **silná** (agonizujúca)
- Podľa dĺžky trvania- **akútna** (bezprostredne po stimule), **chronická** (>6m; aj po zahojení, po liečbe), akútna prekrývajúca chronickú
- Na základe typu stimulácie
 - **Nociceptívna**
 - poškodenie tkanív mimo nervov, somatických/viscerálnych oblastiach
 - **Neuropatická**
 - narušenie SSNS –priame poškodenie nervov (post-stroke, diabetická neuropatia, fantómová bolesť, úrazy chrbtice); znečlivenosť/hypersenzitivita
 - **Inflamatória** (zápalová)
 - Dôsledok aktivácie dráh bolesti mediátormi zápalu (cytokíny) (reumatoidná artritída)
- Ďalšie delenia ... Podľa spracovania (primárna, sec...)

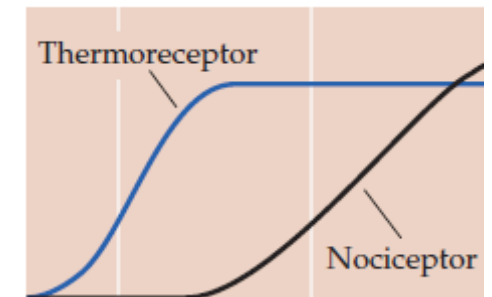
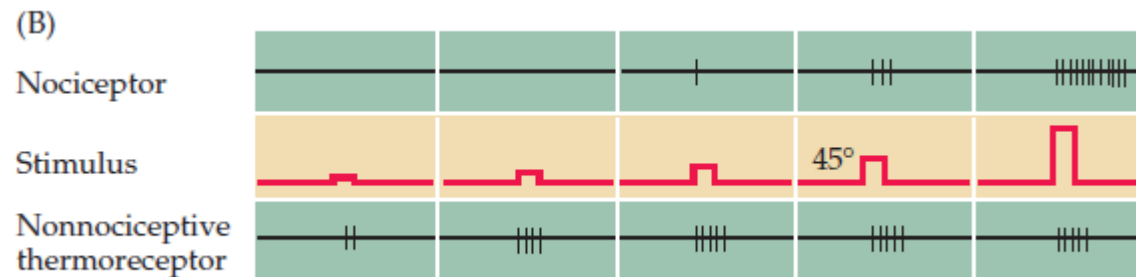
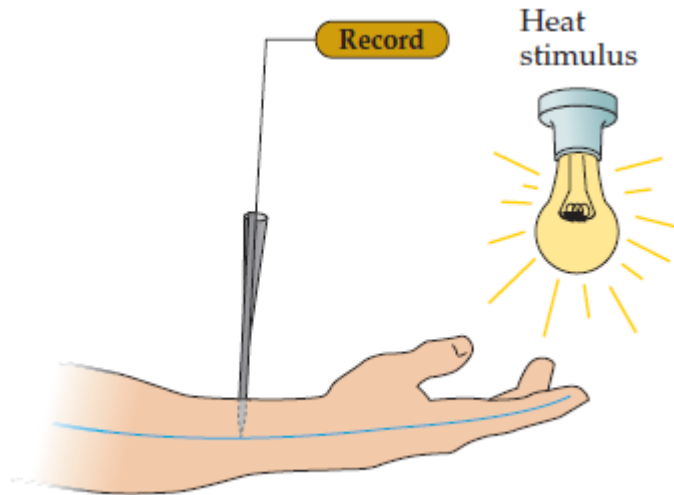
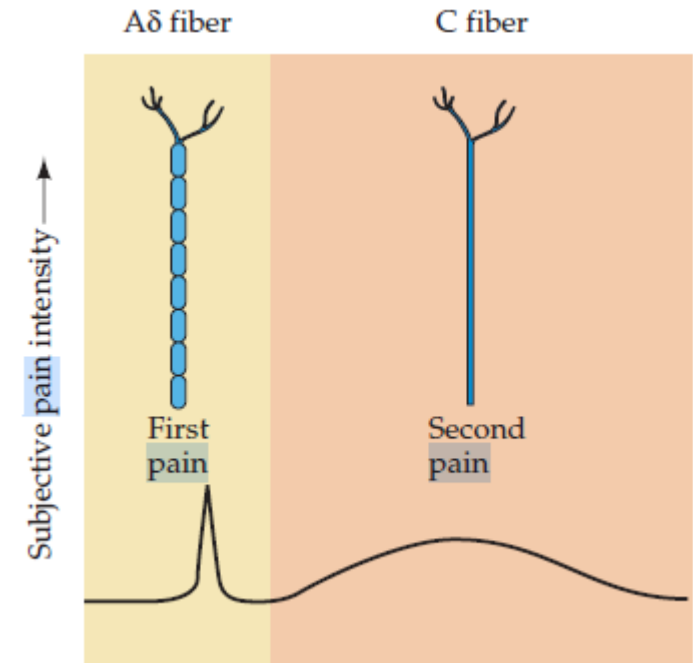
Nocireceptory (transdukcia)

Voľné nervové zakončenia, somatické a viscerálne oblasti
Pomalšie ako SSR (nižšia myelinizácia)

Typ 1: Nociceptívne mechanoreceptory (väčšina v dormantnom stave, rýchla adaptácia, bez senzibilizácie)

Typ 2: Polymodálne algoreceptory – chemoreceptory (slabá adaptácia, senzibilizácia)

Aferenty: Pomalé a rýchlejšie axóny nocireceptorov (Ostrá vs. Difúzna; prvá a druhá bolesť)

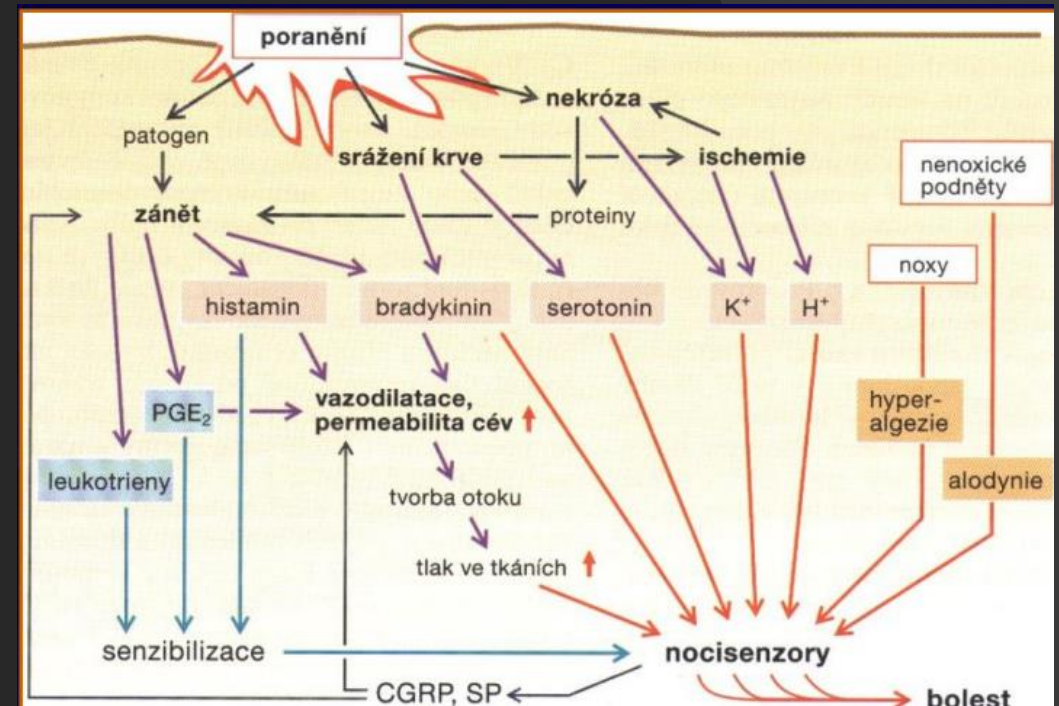


Dráhy bolesti

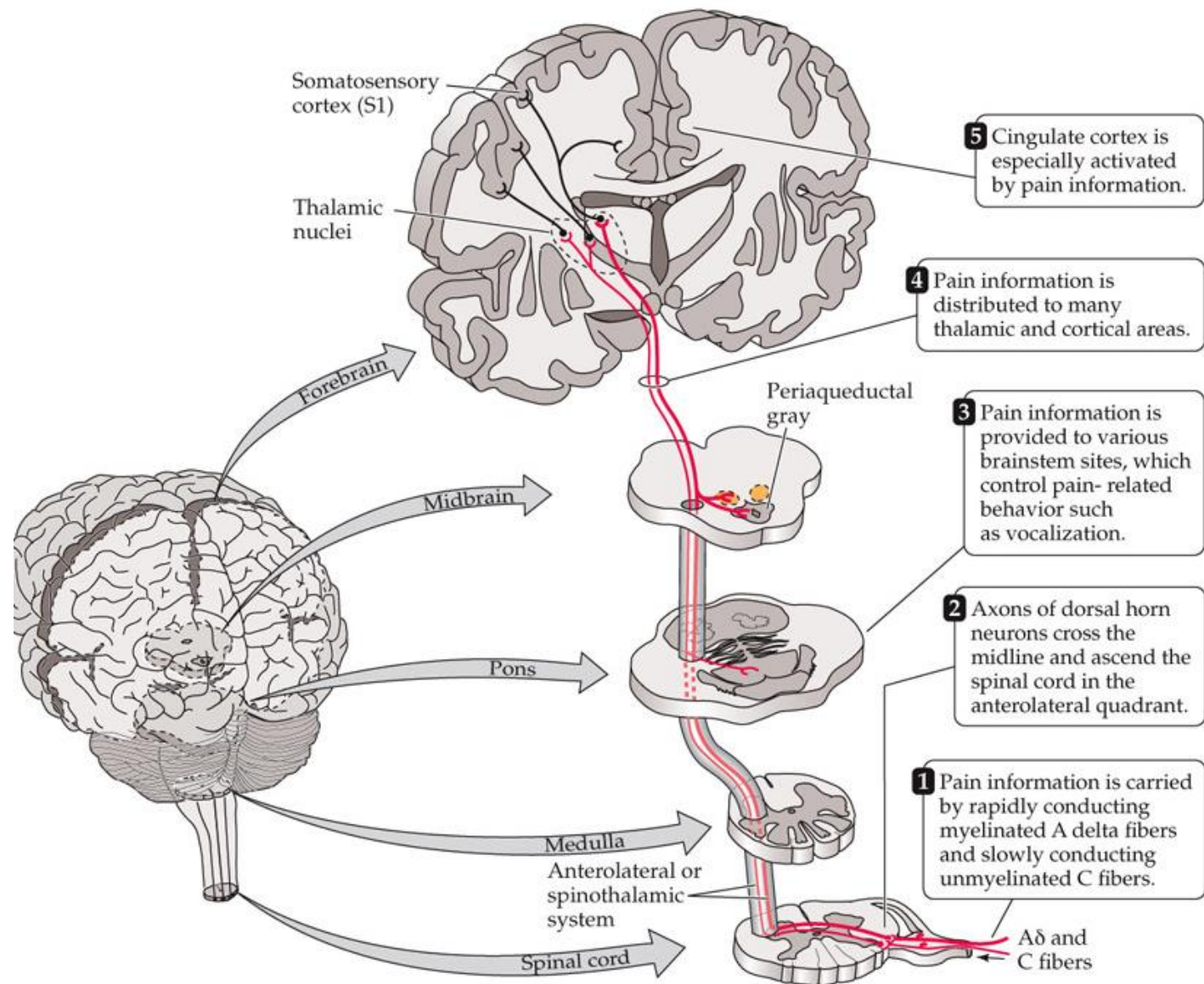
- Začiatok: uvoľnenie neurotransmitérov na receptoroch generuje impulz bolesti → transmisia

- **3 úrovne:**

- 1) Z transdukcie aferentmi do interneurónov v **dorzálnych rohoch miechy**
- 2) Z chrbtice do **mozgového kmeňa**
- 3) Cez **thalamus** do mozgovej kôry



Transmisia v aferentných dráhach



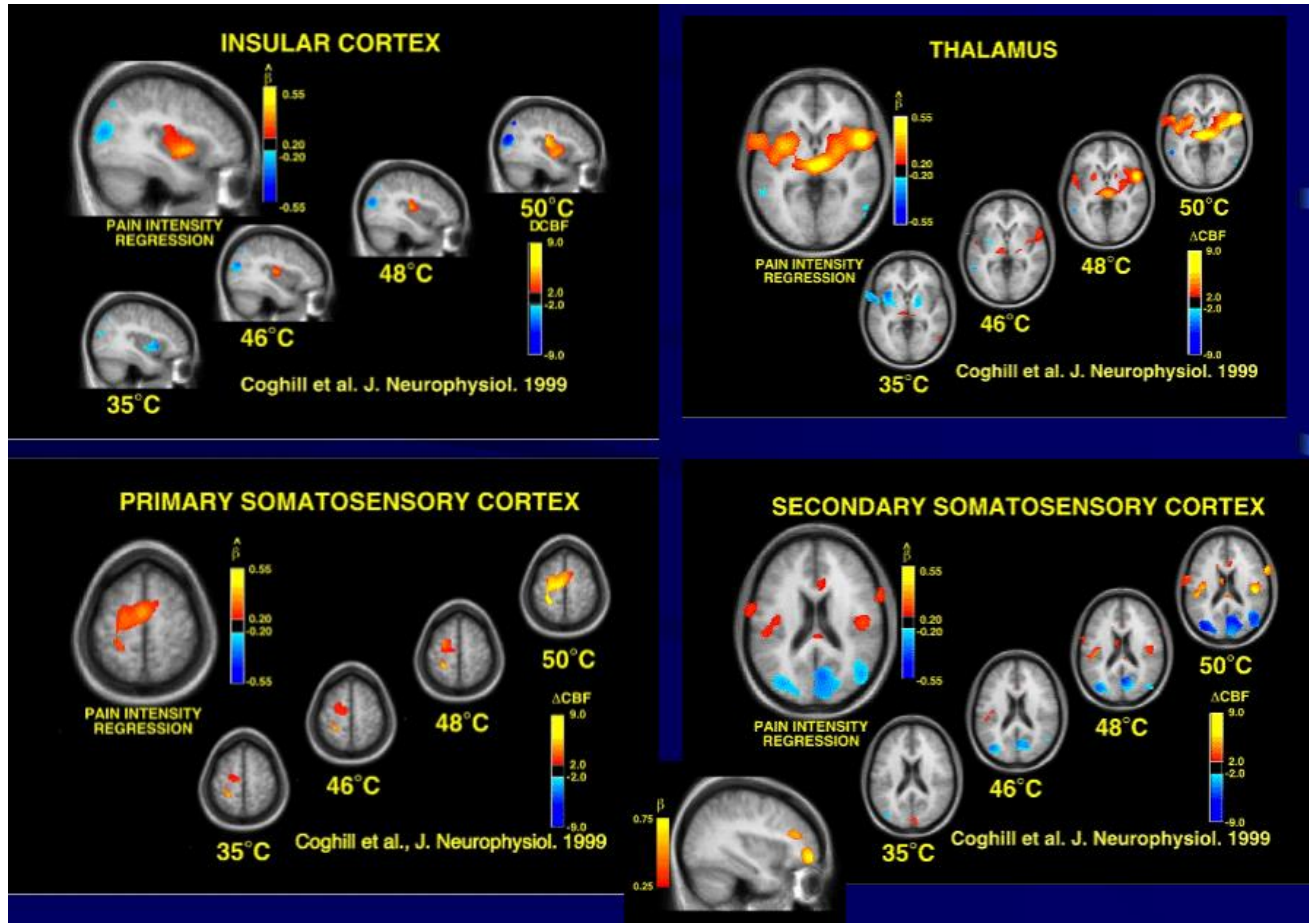
Vnímanie bolesti

Primárna somatosenzorická kôra
(lokalizácia bolesti)

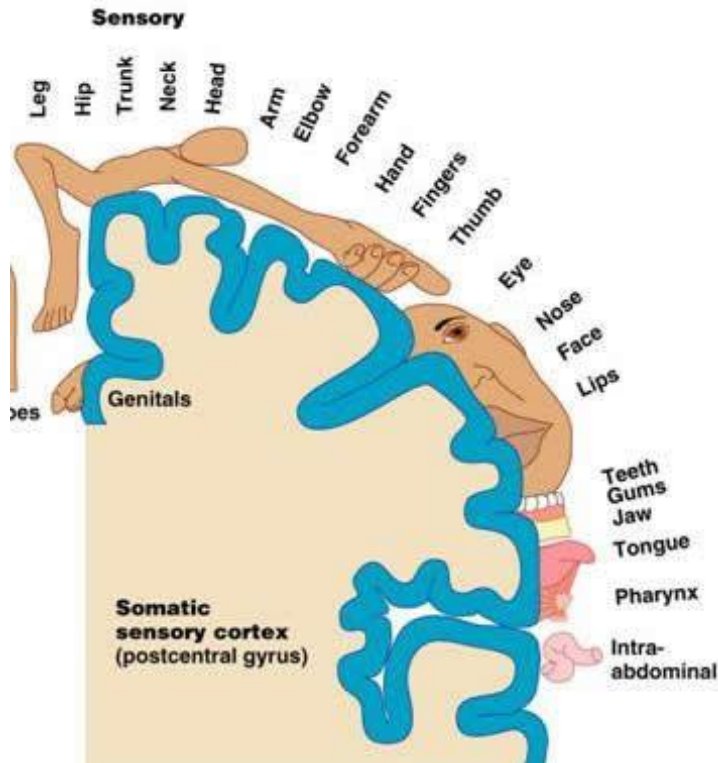
Sekundárna somatosenzorická kôra
(tupá bolesť)

Koaktivácie v premotorickej,
parietálnej, cingularnej kôre

Predná inzulárna kôra a limbický
systém (afektívna bolesť)



Fenomén fantómovej končatiny (bolesti)



- **Po amputácii končatín** – ilúzia chýbajúcej končatiny pretrváva niekedy aj do konca života spolu s bolesťou
 - Objavuje sa často pri aktivácii iných motorických jednotiek
 - Fantómové pocity aj mastektómii, kastrácii a pod.
- Centrálné spracovanie nezostáva nečinné po odstránení vstupov z periférnych stimulov
- Existencia somatosenzorických máp podobne ako mapy v M1 – „homonculus“
 - „prepísanie“ máp spôsobuje aktiváciu iným stimulom
- Fantómová bolesť = jedna z najčastejších príčin chronickej bolesti

Fenomén fantómovej končatiny (bolesti)

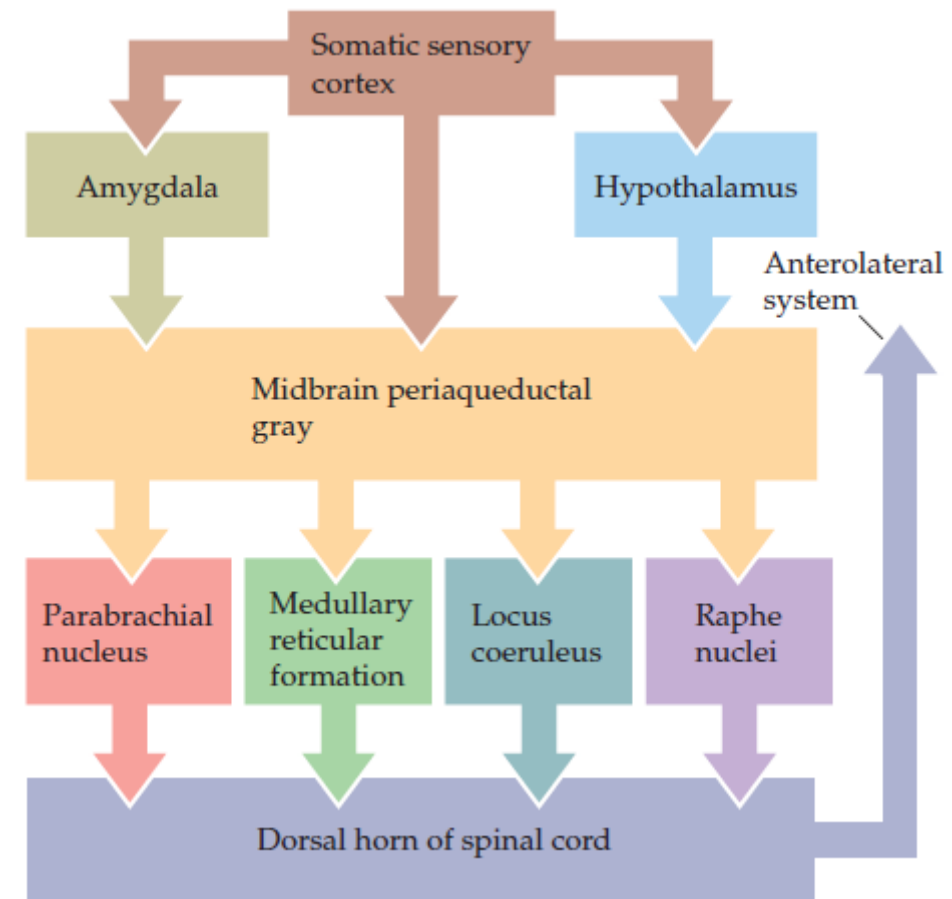
- Rehabilitačné prístupy
- Mirror therapy
- AR/VR
- bionické protetické technológie v kombinácii s tDCS/rTMS

- <https://www.youtube.com/watch?v=ek7JHGC-T4E>
- <https://www.youtube.com/watch?v=1BnsQO7a4Og>
- Hugh Herr Ted-
https://www.youtube.com/results?search_query=t+ed+talk+bionic+legs



Modulácia bolesti

- Obrovský rozdiel medzi objektívnou realitou bolestivého stimulu a subjektívnou odpoveďou na ňu
- Henry Beecher et al.
 - Počas II. WW niektorí vojaci po ťažkom zranení takmer žiadnu bolesť necítili (zmierenie sa s potenciálnym odstránením nebezpečenstva)
 - Za iných okolností (strata práce, finančná zodpovednosť) ... Posilnená bolesť
- Thyroidectomy v stolickej antike bez bolesti
- **Percepcia bolesti závisí od kontextu**
- Silný placebo efekt
 - Analgetický efekt akupunktúry/po hypnóze?
 - Nepoznáme mechanizmus placebo
- **Descendentné dráhy**
- Neuróny citlivé na **opioidy** (aj endorfíny) v „periaqueductal gray“ and s zadných interneurónoch miechy



Bolesti hlavy

- Samostatné ochorenia (migréna)
- Sekundárne pri neurologických ochoreniach (tumor, infekcie, bolesti spôsobené svalovou tenziou, psychiatrické ochorenia...)
- Štruktúry citlivé na bolesť = dura mater, veľké artérie v mozgu, kraniálne a cervikálne nervy, žilové dutiny
- **Migréna** (grécky *hemi* a *kranion*, zn. “polovica hlavy”)
 - 5-20% populácie počas života
 - Najčastejšie neurologické ochorenie
 - opakujúce sa záchvaty bolesti hlavy široko variabilné v intenzite, frekvencii a trvaní

- **Klasická migréna (12%)**

- začína aurou (scotoma vo vizuálnom poli) 20-40 min → nasledná bolesť hlavy
- Vazokonstrikcia tepien → ischemia v OC (PET); vasodilatácia = bolesť hlavy
- Unilaterálna bolesť (hodiny až dni), niekedy aj druhá strana



- **Bežná migréna (80%)**

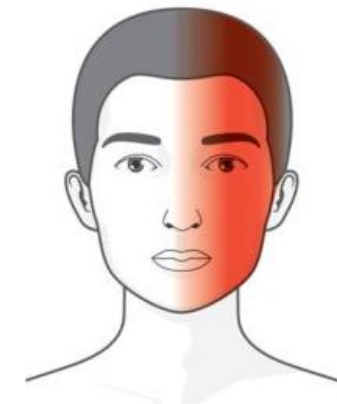
- bez aury, môžu byť GI signály

- **Klastrová bolesť hlavy**

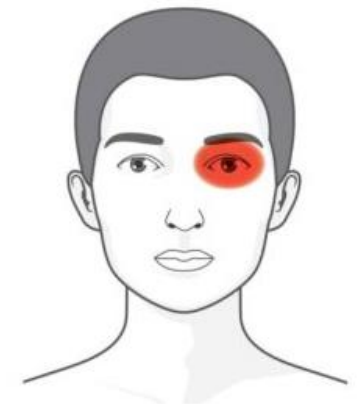
- Unilaterálna, aj tvár >2h opakovane počas niekoľkých týždňov

- Liečba – **ergotamíny** počas atakov, často s kofeínom (zužujú tepny), analgetika, CBT ...

- Zníženie bolesti v **tmavej miestnosti**



Migraine

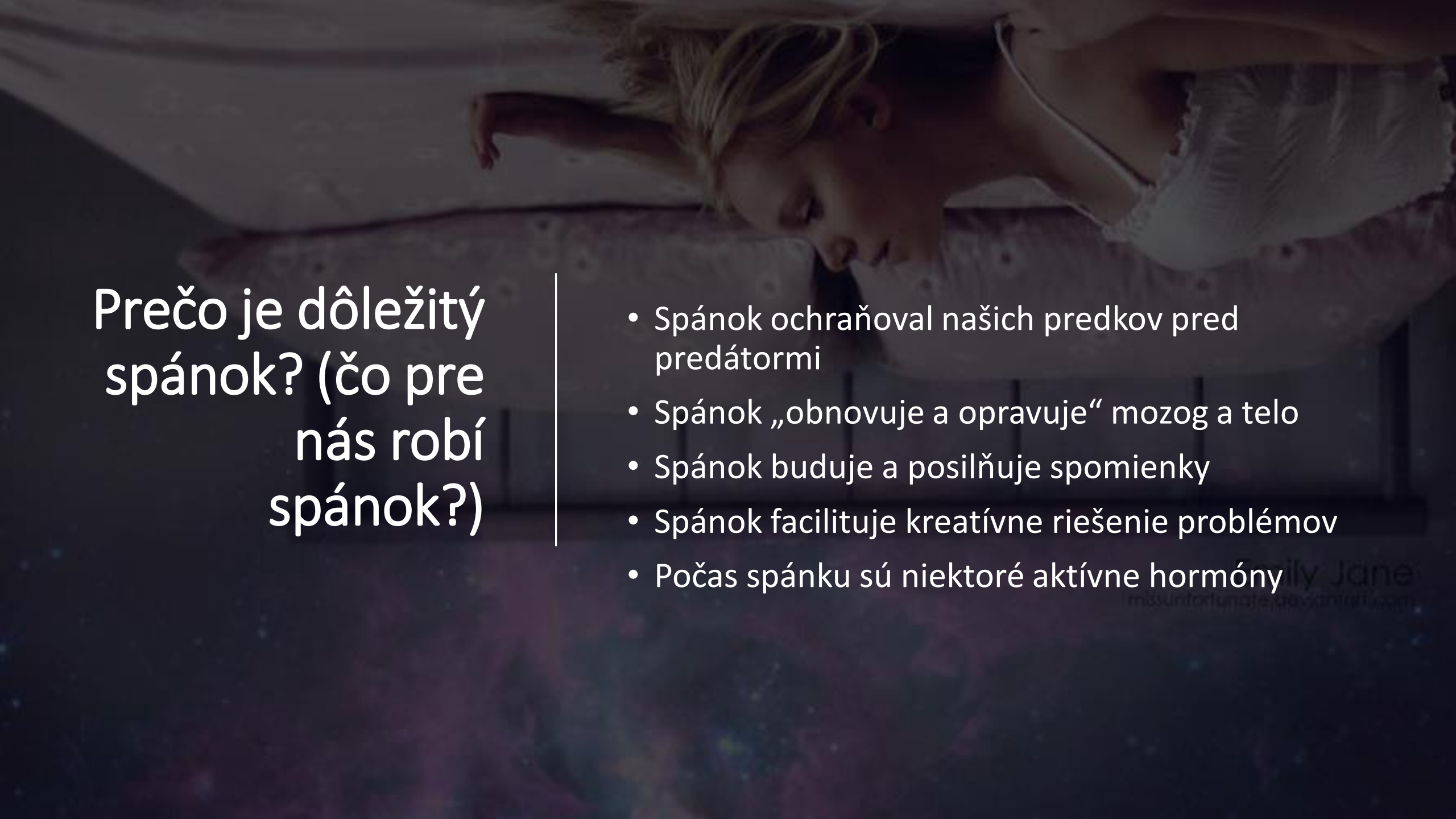


Cluster

Spánok

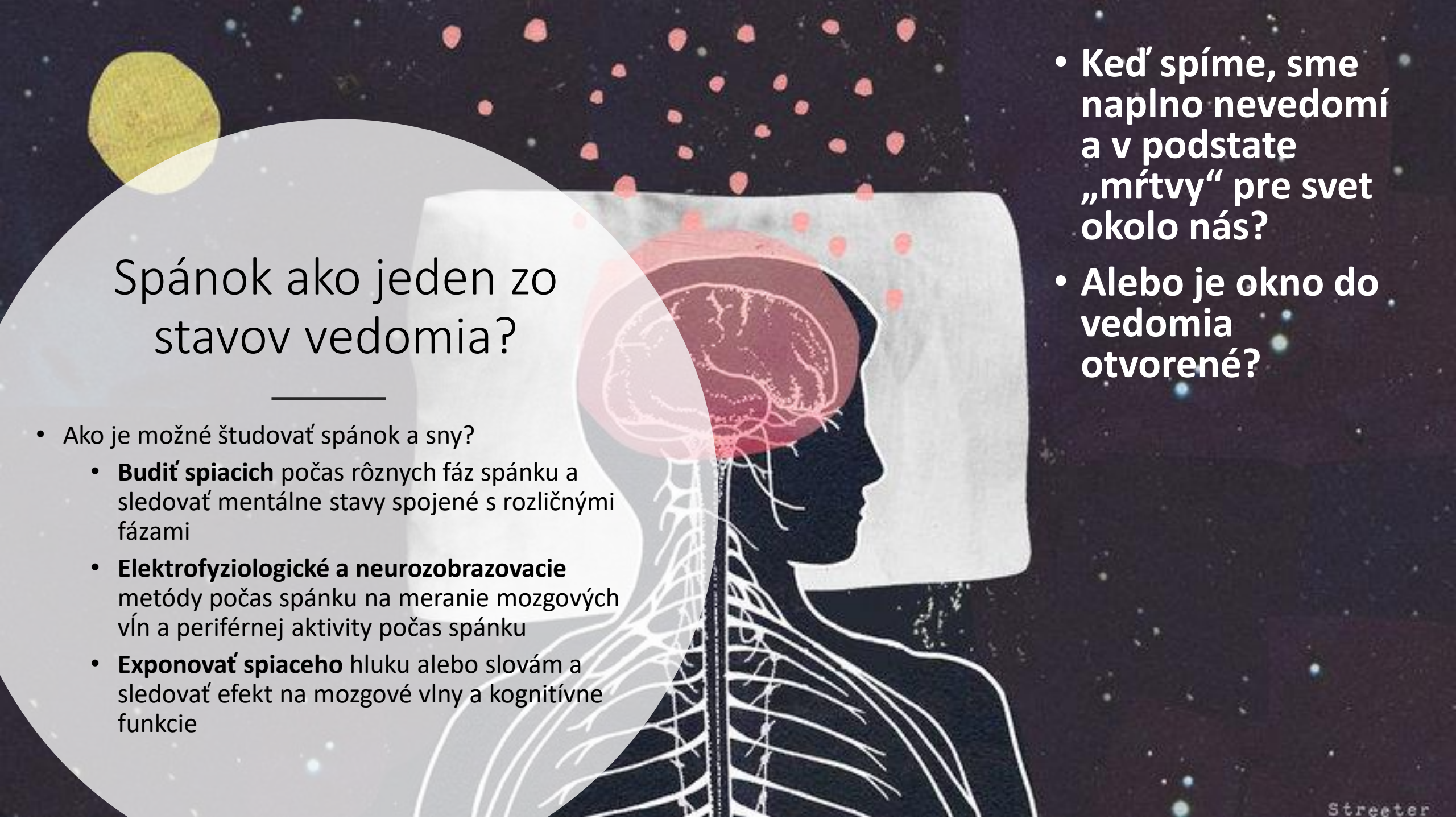
The background is a dark blue illustration of a bedroom at night. A person with brown hair is sleeping in a bed with a white pillow and a yellow blanket. To the left of the bed is a dark blue bedside table with a lamp that has a yellow shade. On the wall above the bed is a round clock showing approximately 10:10. The window shows a crescent moon and clouds against a dark sky.

- **Spíme 1/3 života (~25 rokov)**
- Spánok nás robí zraniteľnými pre predátorov → musí to byť dôležitý a nevyhnutný proces
- Za posledných 50 rokov posun od názoru
 - **„spánok je perióda relatívnej inaktivity a oddychu“ po „vysoko organizovaný stav kde kooperujú viaceré behaviorálne a neuronálne komponenty“**
 - Viaceré biologické aspekty zostávajú záhadou
 - Vďaka neurovedám začíname chápať celulárne a molekulárne procesy na pozadí spánku



Prečo je dôležitý spánok? (čo pre nás robí spánok?)

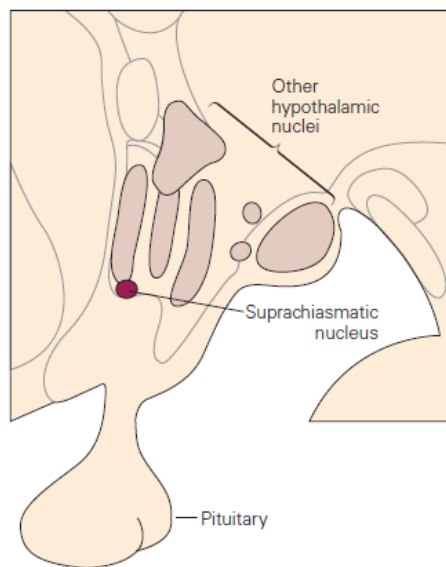
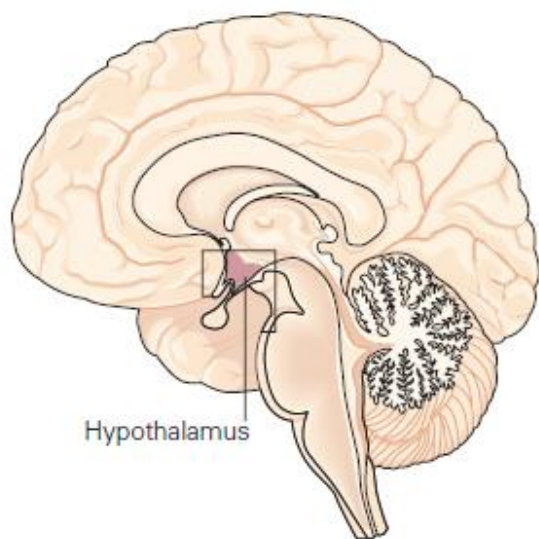
- Spánok ochraňoval našich predkov pred predátormi
- Spánok „obnovuje a opravuje“ mozog a telo
- Spánok buduje a posilňuje spomienky
- Spánok facilituje kreatívne riešenie problémov
- Počas spánku sú niektoré aktívne hormóny



Spánok ako jeden zo stavov vedomia?

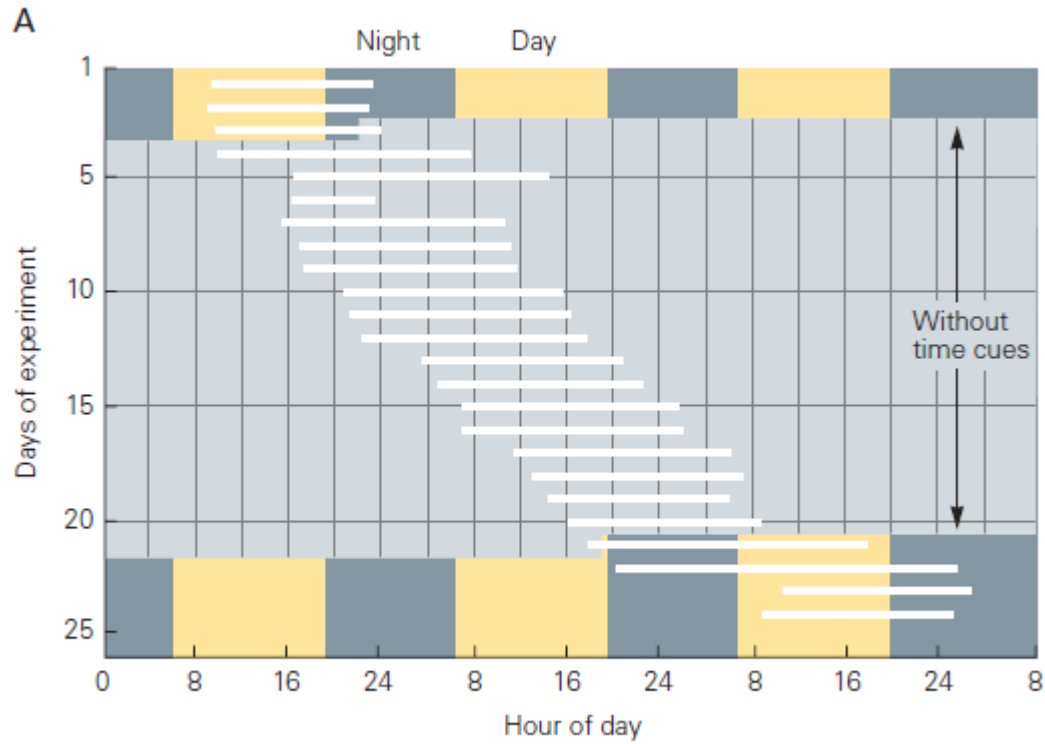
- Ako je možné študovať spánok a sny?
 - **Budiť spiacich** počas rôznych fáz spánku a sledovať mentálne stavy spojené s rozličnými fázami
 - **Elektrofyzilogické a neurozobrazovacie** metódy počas spánku na meranie mozgových vln a periférnej aktivity počas spánku
 - **Exponovať spiaceho** hluku alebo slovám a sledovať efekt na mozgové vlny a kognitívne funkcie

- Keď spíme, sme naplno nevedomí a v podstate „mŕtvy“ pre svet okolo nás?
- Alebo je okno do vedomia otvorené?



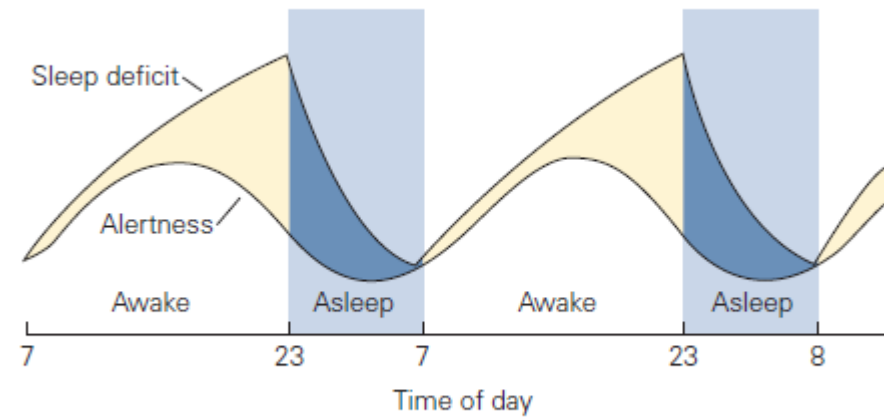
Spánok prebieha v rytmoch a fázach

- **Cirkadiánnny rytmus** = 24h vnútorné hodiny (nie vždy, vid'. Ďalší slide = „experiment v bunkeri“)
 - Mení sa teplota tela, Arousal/energia, sústredenost' ... E.g. JET LAG
 - Synchronizácia cyklu dňa/noci s cyklom spánku/bdenie je modulované → Dráhou **gangliové bunky na sietnici-suprachiasmatický nucleus-hypothalamus**
 - Chemicky
 - v epifýze (pinealnej žlaze)= melatonín
 - Počas dňa serotonín

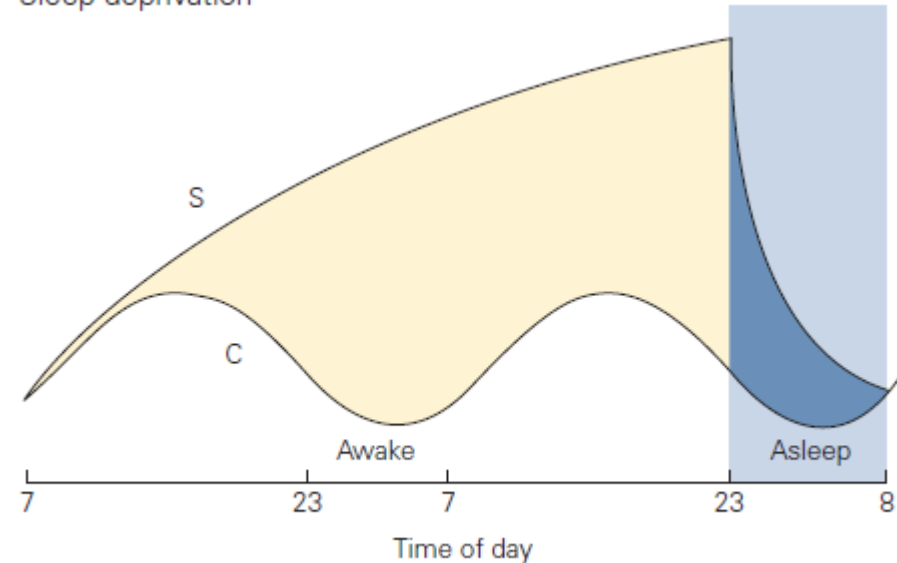


- Skutočný CD rytmus = 25-26 hodín
 - Lepšie zvládanie jet-lagu na západ/východ
- Potreba spánku rastie v závislosti od
 - cirkadiánnych rytmov
 - času od posledného spánku

Sleep/wake cycle



Sleep deprivation





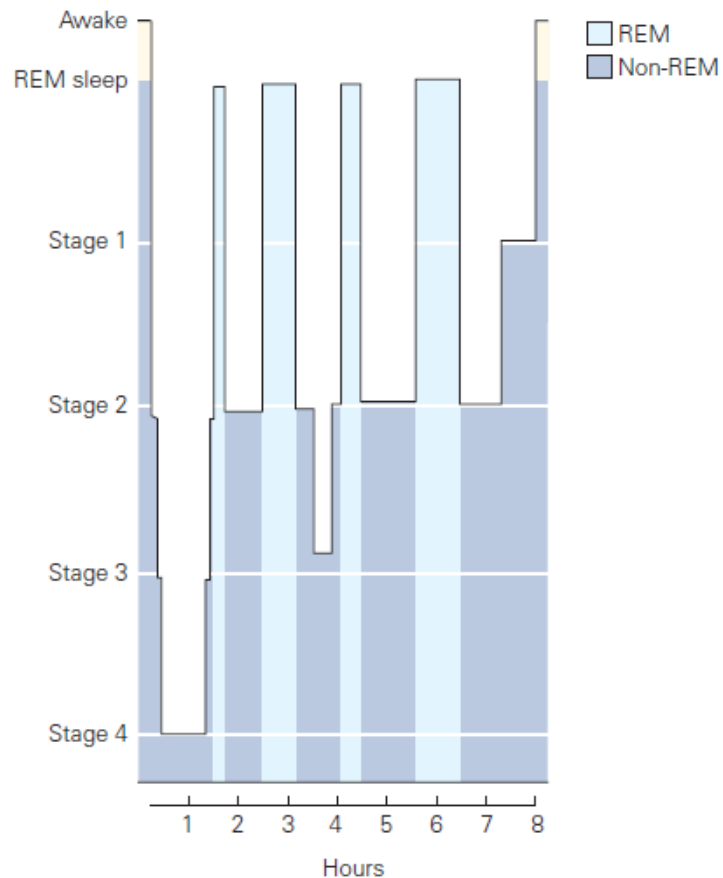
Spánkové laboratórium Elektrofyziológické metódy

- Elektroencefalografia EEG
- Elektromyografia EMG
- Dýchací pás
- Penilný pletysmograf PPG
- Elektrookulogram EOG
- Heart rate monitor

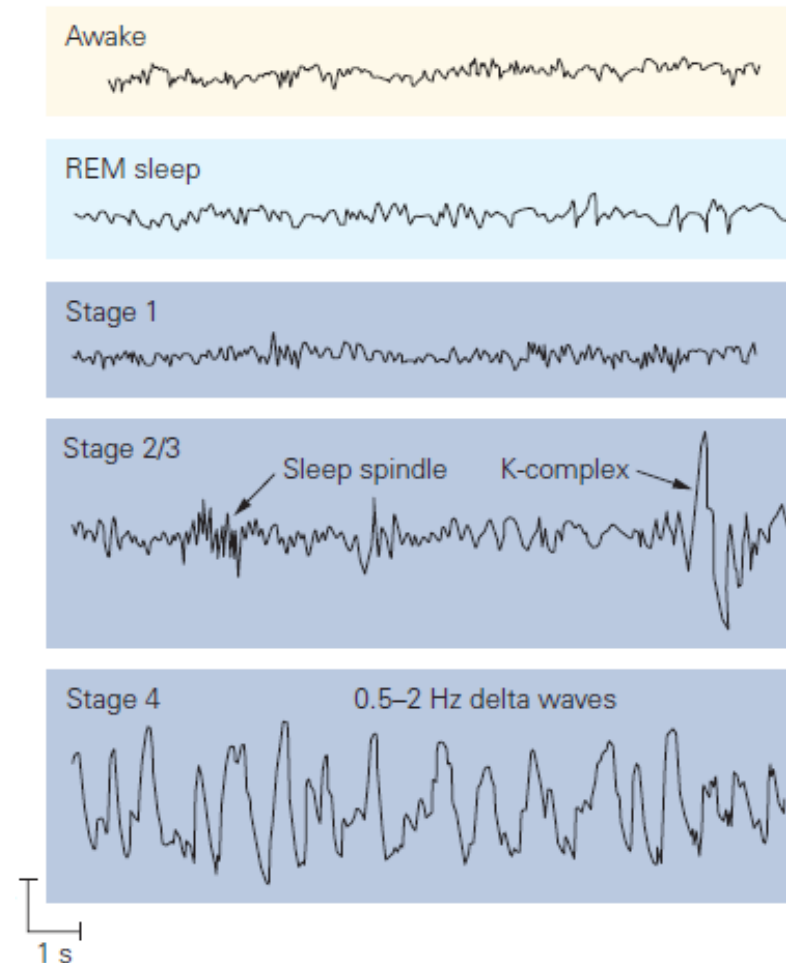


Spánok prebieha v rytmoch a fázach

- **Spánkové fázy** – rozdielne vzory oscilačnej aktivity mozgy s rozdielnými úrovňami vedomia a spánku
- **Ultradiánnny rytmus** = striedanie medzi REM a nonREM spánkom (~90 minútové spánkové cykly)



Polysomnograf



Rozdielne „stavy vedomia“ – rozdielna el. aktivita mozgu

Bdelosť (pozornosť) – beta frekvencia

Bdelosť (relaxovanosť meditatívny stav) – alpha vlny

NonREM

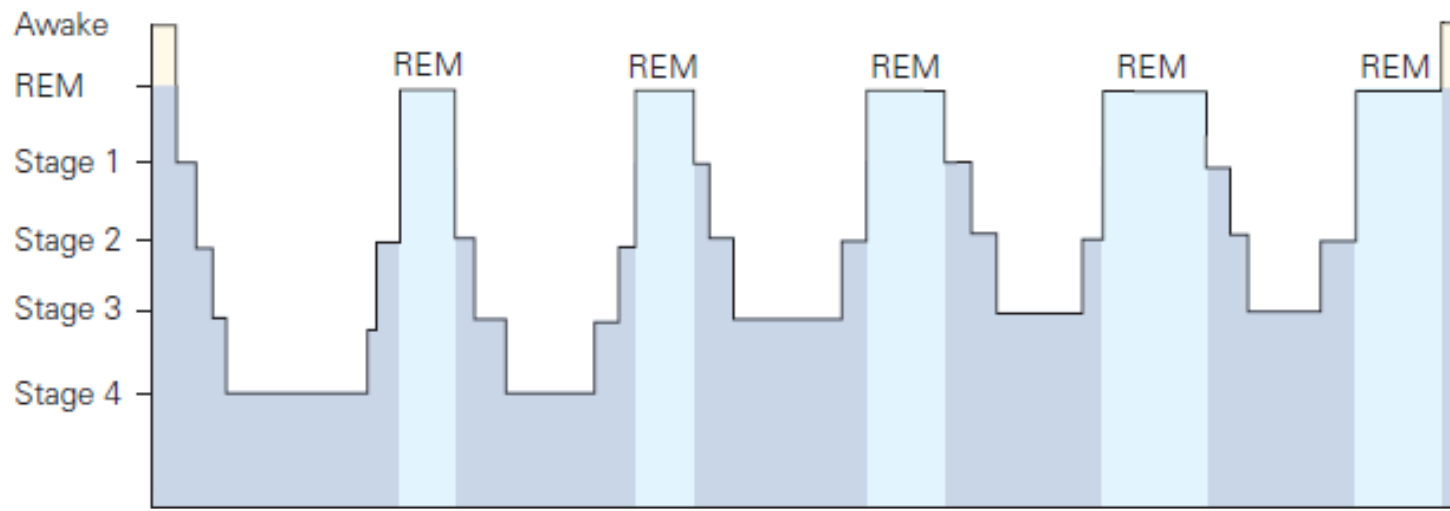
N1 – theta vlny

N2/3 - theta vlny Sleep spindle, K-complex (1sec.)

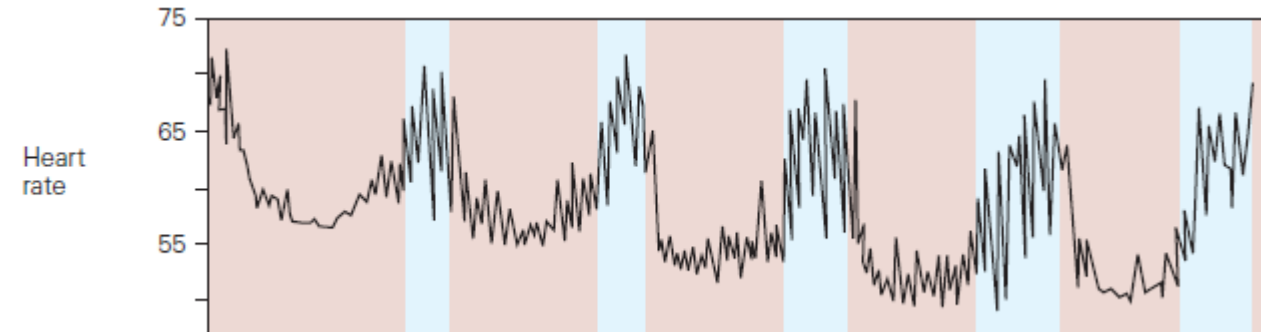
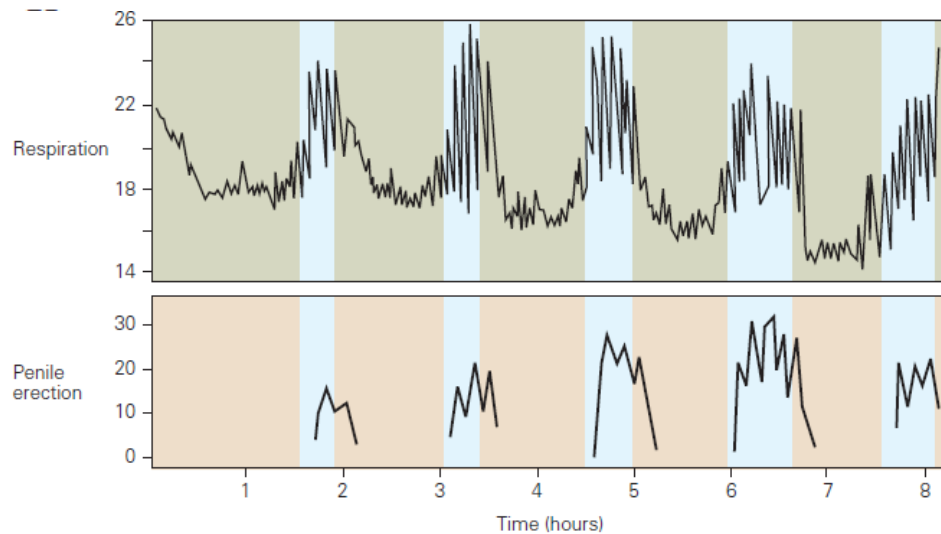
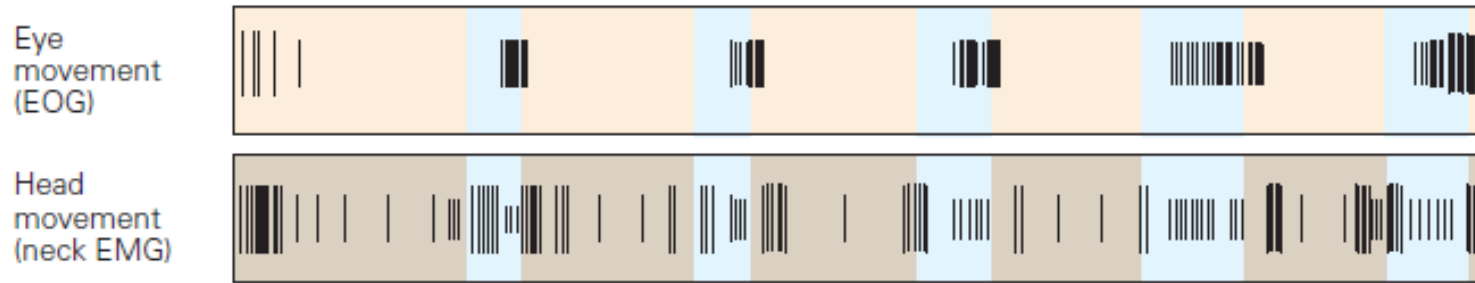
N3 aj delta vlny

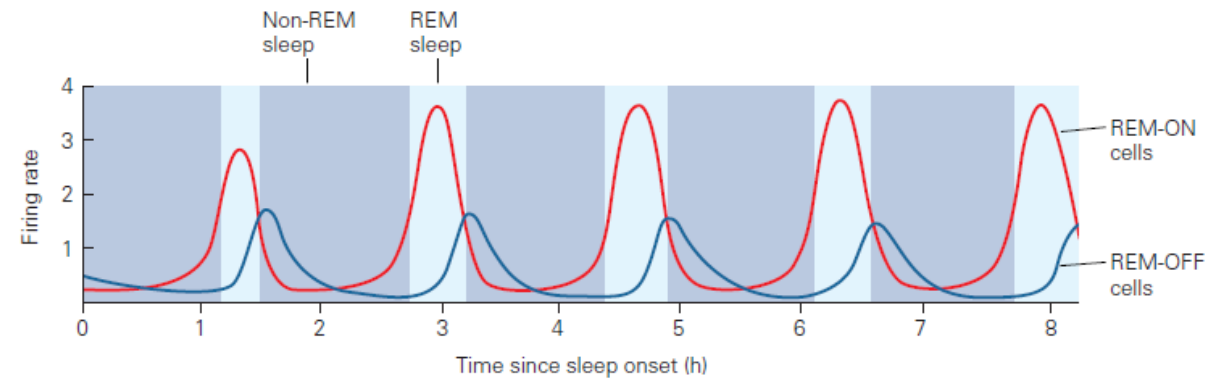
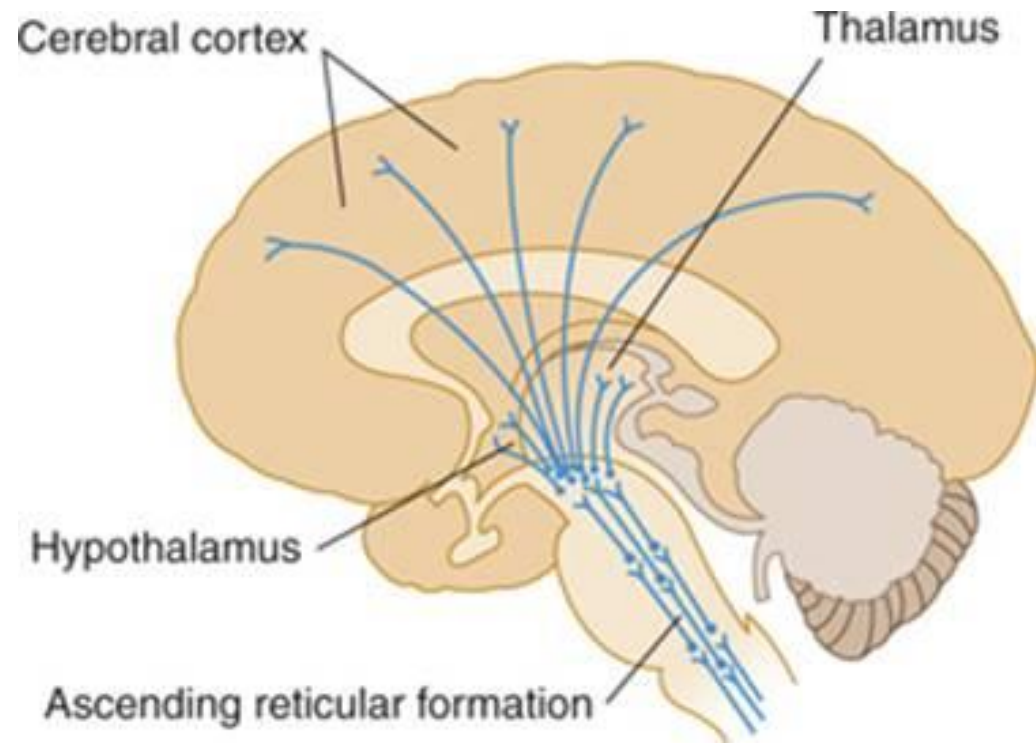
N4 – pomalé delta vlny

REM – vlny podobné bdelosti, znížený tonus svalov



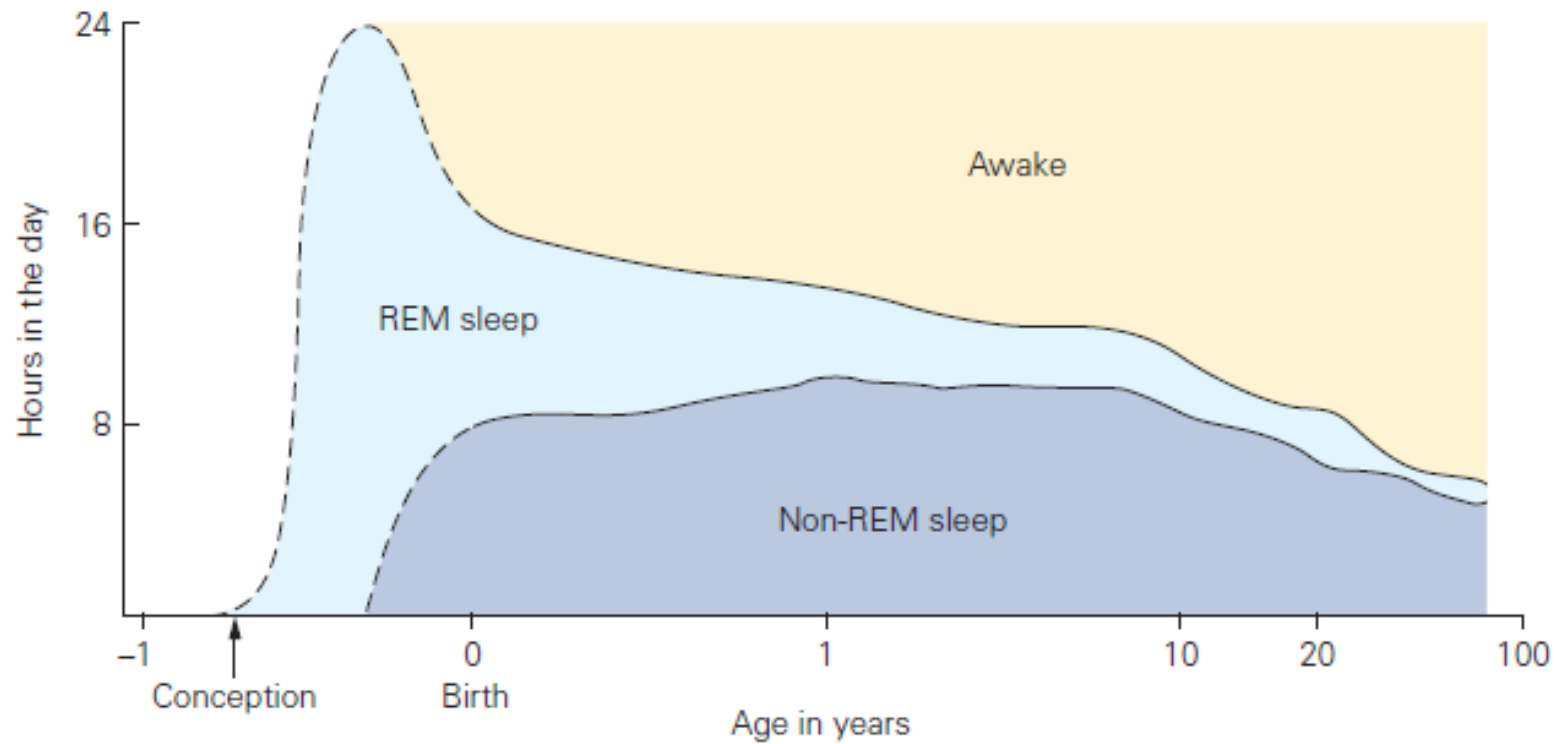
- S dĺžkou spánku
 - NonREM sa postupne skracuje
 - REM predlžuje
- Ďalšie fyziologické parametre
 - Vid'. Obr. nižšie





Ultradiánny rytmus

- Je modulovaný **mozgovým kmeňom (vzostupnú retikulárny aktivačný systém)**
 - Špecifické bunky páliace počas REM a nonREM (Cholinergné a serotonergné neuróny)



- **Dĺžka spánku sa mení počas života**
 - **Plod** – takmer vždy v REM, inhibovaný pohyb ale hyperaktívny mozog
 - **4m** – synchronizovaný spánok s cyklom dňa a noci
 - **3-5r** – veľa nonREM, iba 33% snov si vybavujú, bez príbehu, seba-reprezentácie, bez interakcii medzi postavami
 - **7r+** – sny majú kvality dospelých (maturácia kogn. schopností)
 - **Dospelosť staroba** – fragmentovejší spánok, viac denného zaspávania
 - **Staroba** – málo hlbokého spánku

Insomnie / hypersomnie

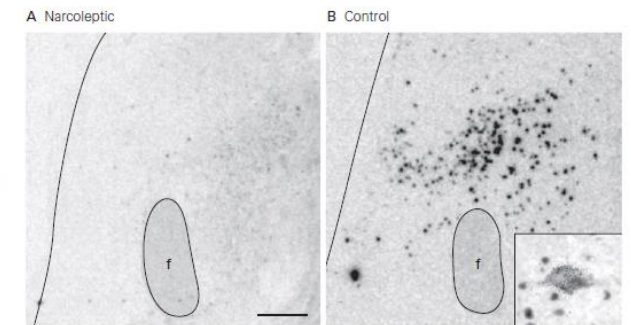
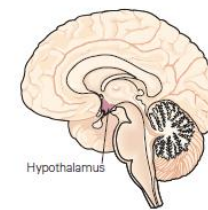
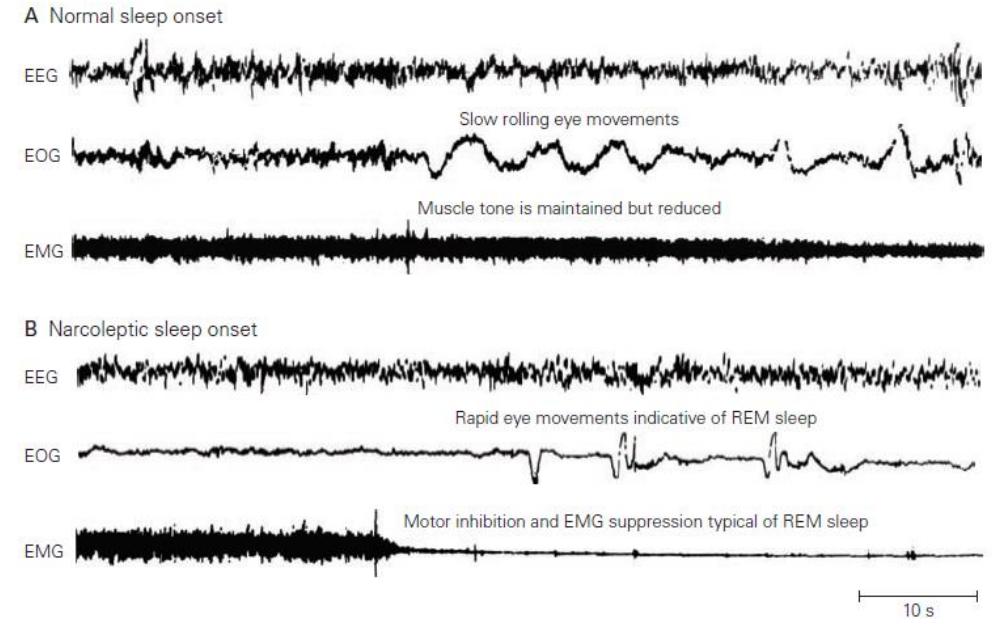


- **Insomnia** – nedostatok spánku (14% populácie), nesvieži spánok
- Časté prebúdzanie, takže zaspávanie, sekundárne problémy (motivácia, únava, úbytok energie a motivácie, znížená imunita, zhoršená koncentrácia, bolesti hlavy atď...)
 - Stresovo podmienené, psychofyziologické (primárna insomnia), spôsobené psychickou poruchou, spôsobená somatickým stavom, užívaním látok/liekov
- Terapia = odstránenie príčiny, nebenzodiazepínove hypnotika, KBT, spánková hygiena

Hypersomnie – extrémne dlhý nočný spánok a zvýšená ospalosť počas dňa, chorobne dlhé prebúdzanie

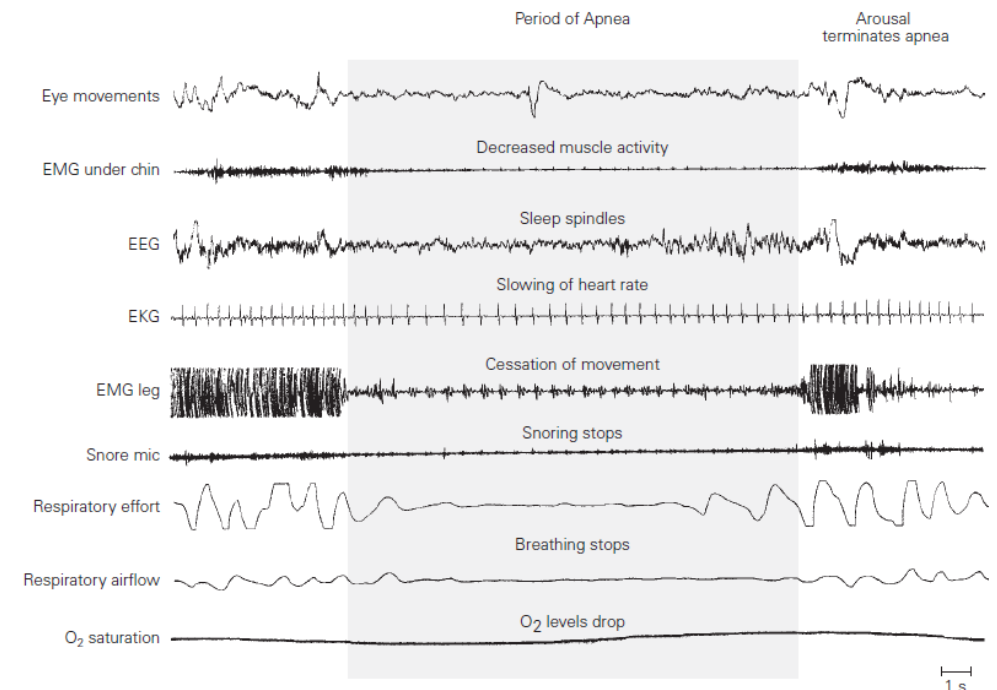
Narkolepsia

- 0,04% populácie
- Narušený prechod medzi bdením a zaspávaním
- Záchvatové zaspávanie = sleep attacks kedykoľvek počas dňa
- Kataplexia = náhla strata svalového tonusu – pády (provokujú emócie)
- Vividné sny pri prechode zo spánku do prebudenia a naopak
- Genetické príčiny aj environmentálne vedúce k zníženiu tvorby peptidu hypokretín v hypothalame (feeding hormone)



Spánkove apnoe

- Šanca rastie s vekom (24% u 65+)
- Narušenie spánku v dôsledku krátkodobého zastavenia dýchania (epizóda apnoe)
- Fragmentácia spánku, zvýšená denná ospalosť, zhoršená pozornosť
- Chronicky – zvýšené riziko CMP a ICHS, inzulinová rezistencia ...
- Obštrukčné (fyziologická obštrukcia v hltane) vs. centrálné (neurologický základ)
- Liečba – úprava životosprávy, ORL výkony, stomatochirurgické výkony



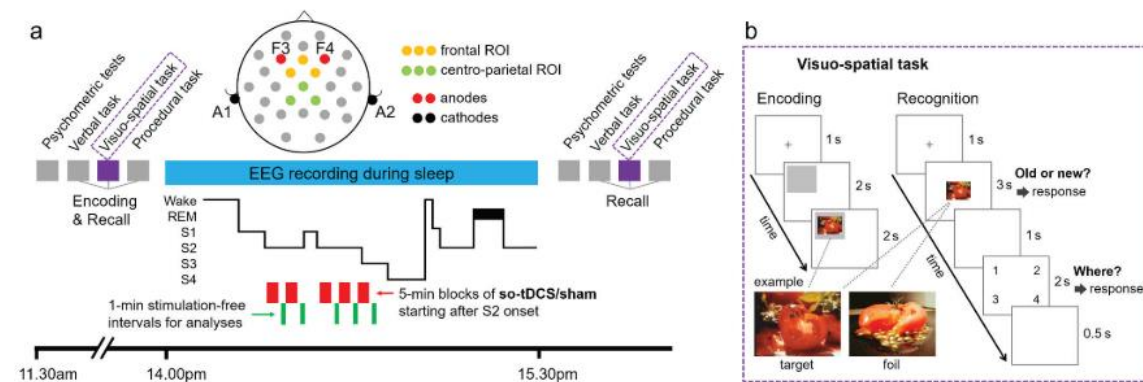
Parasomnie (nepriaznivé stavy viazané na spánok)

- **REM parasomnie**
 - porucha správania v REM spánku (PD, DLB) – nedostatočná svalová atónia
 - **Nočné mory** – desivé sny vedúce k prebudeniu s výrazným emočným, úzkostným doprovodom, okamžitá bdelosť, pamätanie si obsahov snov
- Iné
 - **Nočný des** – N3/4 u detí, epizóda strachu a krik v priebehu noci, amnézia obsahov sna
 - bolestivé erekcie, nočné pomočovanie, námesačnosť ...



SNY

- **Sny** sú najzaujímavejšou súčasťou spánku
 - **Platón** – v snoch sa nám odhaľujú naše hrozné a nezákonné túžby
 - **Aristoteles** – sny sú len pokračovaním myslenia počas spánku
 - **Freud** – sny odhaľujú nevedomé obsahy
 - Sú sny len náhodným pálením neurónov?
- **Podľa recentných výskumov** = sny by mohli súvisieť s konsolidáciou pamäťových stôp počas spánku
 - Reorganizácia a nahrávanie spomienok v relácii k emocionálnym obsahom a transfer pamäťových stôp medzi oblasťami mozgu
 - **Hippocampus** – mozgová kôra

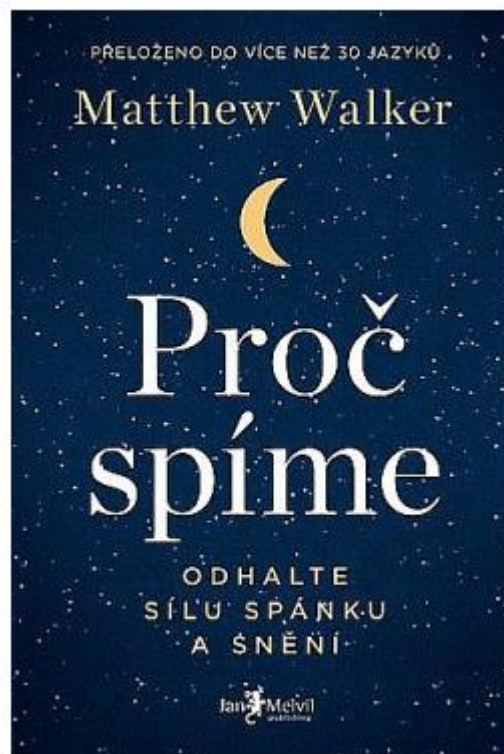


Promoting sleep oscillations and their functional coupling by transcranial stimulation enhances memory consolidation in mild cognitive impairment (Ladenbauer et al. 2017)

- Slow oscillation tDCS počas N3+ (EEG)
- Signifikantné zlepšenie active vs. sham vo vizuálnej rekognícii, zlepšenie pamäťovej konsolidácie

Odporučená literatura

- **Proč spíme: Odhalte sílu spánku a snění (Matthew Walker, Barkley university, neuroscience)**



Walker se ptá: proč příroda stále nutí trávit téměř všechny živočichy denně tolik času v bezbranném stavu? Jakou tak zásadní evoluční výhodu spánek přináší, že to vyvažuje jeho rizika? Odpověď je prostá: ta výhoda není jedna, je jich nespočet, a všechny dohromady zajišťují naši existenci. Připravte se, že po přečtení této knihy se už neodvážíte svůj spánek zanedbávat...

Ďakujem za
pozornosť

