

Poruchy dýchania v spánku

prof. MUDr. Jana Plevková PhD

CMPV JLF UK 2025

- Táto prezentácia je vzdelávací materiál pre študentov JLF UK v Martine – výberový predmet Poruchy dýchania v spánku a vznikol na základe zdrojov pedagógov pôsobiacich na JLF UK v minulosti a súčasnosti, ktorí sa podieľali/podieľajú na výučbe uvedeného predmetu
 - Prof. MUDr. Miloš Tatár CSc.
 - Doc. Róbert Vyšehradský PhD.
 - Ing. Silvia Gavliaková PhD.

Historický pohľad

- pomerne nová oblasť medicíny
- rýchlo sa rozvíjajúca oblasť výskumu - s technológiou záznamu a analýzy PDS
- 1850 - pozorovanie periodického dýchania v spánku
- 1870 - britskí lekári zaznamenali prípady obštrukčných apnoe a definovali ho ako „bezvýsledné kontrakcie inspiračných a expiračných svalov proti obštrukcii glottis so sprievodnou cyanózou počas spánku“
- 1837 - bolo opísaných niekoľko prípadov obéznych osôb s extrémnou dennou spavosťou, ktoré boli označené ako „Pickwickov syndróm“ (Charles Dickens)
- začiatok až polovica 19. storočia - Cheyne a Stokes pozorovali periodické dýchanie u osôb so srdcovým zlyhaním

Historický pohľad

- na prelome 19. a 20. storočia bolo periodické dýchanie pozorované u jedincov s hypoxiou vo vysokých nadmorských výškach
- 1950 - súvislosť medzi obezitou a kontrolou dýchania začínala byť dominantným konceptom, keď bol „znovuobjavený“ Pickwickov syndróm
- u obéznych osôb s dennou spavosťou a bez významného pľúcneho ochorenia bola pozorovaná retencia CO₂ počas dňa
- 1960 - Bulow opísal vplyv spánku na ventiláciu a ventilačnú stabilitu v zdraví
- 1960 - Gastaut identifikoval obštrukčné spánkové apnoe u obéznych osôb ako intermitentnú obštrukciu dýchacích ciest s častými prebúdzaniami, čím poskytol prvé komplexné súvislosti medzi obezitou, spánkovou obštrukciou dýchacích ciest, fragmentáciou spánku a dennou spavosťou

Joe Fat Boy

obezita
chrápanie
denná spavosť
únava

OSA



Thomas Nast's drawing of the fat boy in "The Pickwick Papers."

Historický pohľad

- 1980 – boli známe nasledovné poznatky
- 1) účinky spánku na respiračnú neuronálnu aktivitu mozgového kmeňa u neanestetizovanej, chronicky mačky (špeciálne upravenej na tento druh pokusov)
- 2) neuromuskulárny reflexný mechanizmus udržiavajúci priechodnosť horných dýchacích ciest u kráľika
- 3) účinky spánku na reflexnú kontrolu dýchania u psa a identifikácia citlivého apnoického prahu vyvolaného CO₂ u spiacich ľudí
- 4) opis anatomických a neurofyziológických determinantov oklúzie horných dýchacích ciest u spiaceho človeka, ktorý poskytol zjednocujúcu koncepciu „rovnováhy síl“ obštrukčného spánkového apnoe (OSA)
- 5) prelomové zavedenie aplikácie kontinuálneho nosového tlaku (CPAP) ako neinvazívnej liečby obštrukčného spánkového apnoe

Rýchlo sa rozvíjajúci výskum

- začiatkom 90. rokov 20. storočia sa ukázalo, že simulácia OSA u hlodavcov pomocou cyklickej hypoxie spôsobuje postupný rozvoj dennej hypertenzie, čo iniciovalo výskum dlhodobých kardiovaskulárnych dôsledkov OSA.
- v tom istom čase sa ukázalo, že pacienti s OSA si udržiavajú priechodnosť horných dýchacích ciest v bdelom stave prostredníctvom kompenzačnej, zvýšenej EMG aktivity dilatačných svalov dýchacích ciest
- krátko po tom, čo prvá populačná štúdia uskutočnená pomocou laboratórnych štúdií spánku a dýchania ukázala významnú prevalenciu spánkového apnoe alebo porúch dýchania v spánku v neklinickej populácii stredného veku
- poukázalo sa na významný a do značnej miery nediagnostikovaný vplyv porúch dýchania v spánku na zdravotný stav obyvateľstva

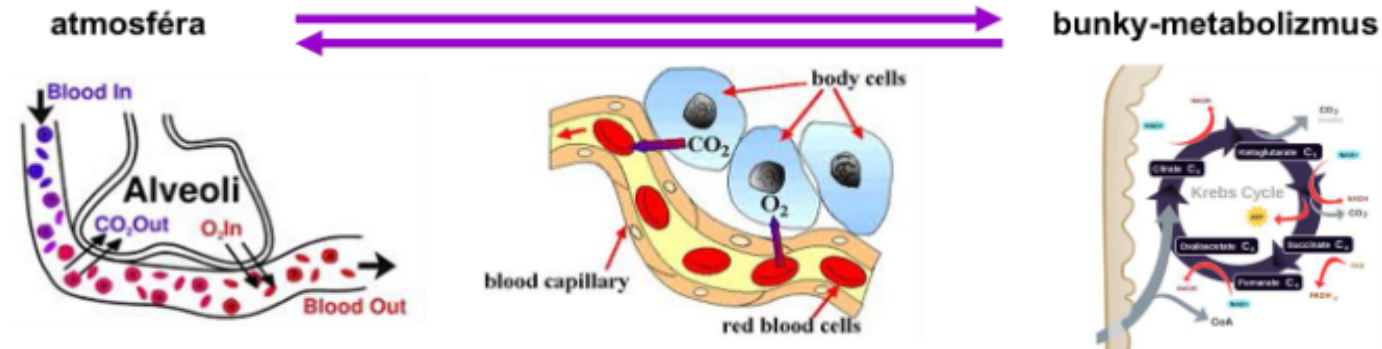
Spánková medicína

- spánkové apnoe priťahuje nespočetné množstvo výskumníkov z rôznych odborov a klinických subšpecializácií
- zároveň spánkové apnoe ako závažný, nedefinovaný klinický problém dalo vzniknúť aj mnohým komerčným podnikom na jeho diagnostiku a liečbu vrátane vybudovania doslova stoviek kliník spánkovej medicíny v celom západnom svete, ktorých väčšina činnosti sa týka diagnostiky a liečby spánkového apnoe
- napokon, vzhľadom na relatívne vysokú prevalenciu tohto špecifického spánkového problému s možným prenosom do dennej patológie, spánkové apnoe poskytlo veľký impulz pre rozvoj spánkovej medicíny ako klinickej a výskumnej špecializácie.

Funkcie dýchacieho systému

- dýchanie – hlavná a vitálna funkcia
(vonkajšie, vnútorné a bunkové)

Dýchanie – funkcia dýchacieho systému, KVS, krvi = transportné systémy



- ostatné funkcie - ABR, tvorba hlasu, ochranná funkcia, metabolické funkcie, bilancia vody a tepla

Regulácia dýchania

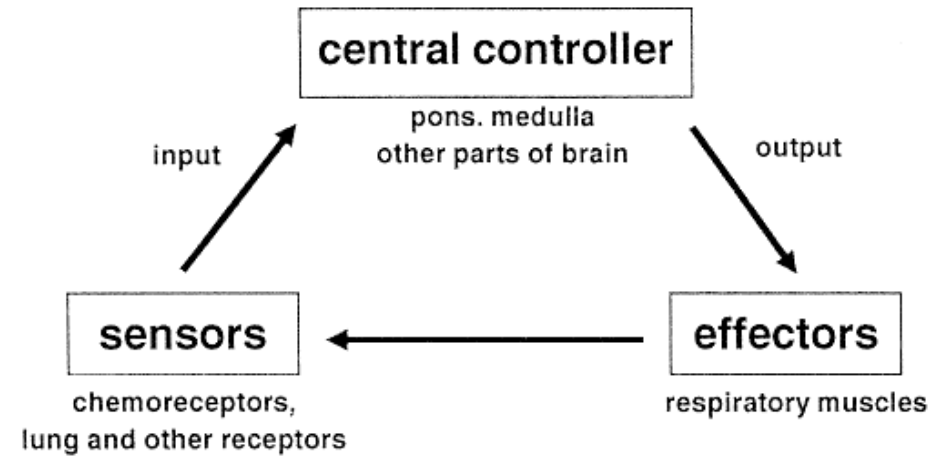
Funkcie dýchacieho systému a ich regulácia

- Cieľ: zabezpečiť dostatočnú ventiláciu pri čo najmenejšej spotrebe energie a súčasne ventilácia musí byť primeraná perfúzii (V/Q pomery)
 - Modulované parametre:

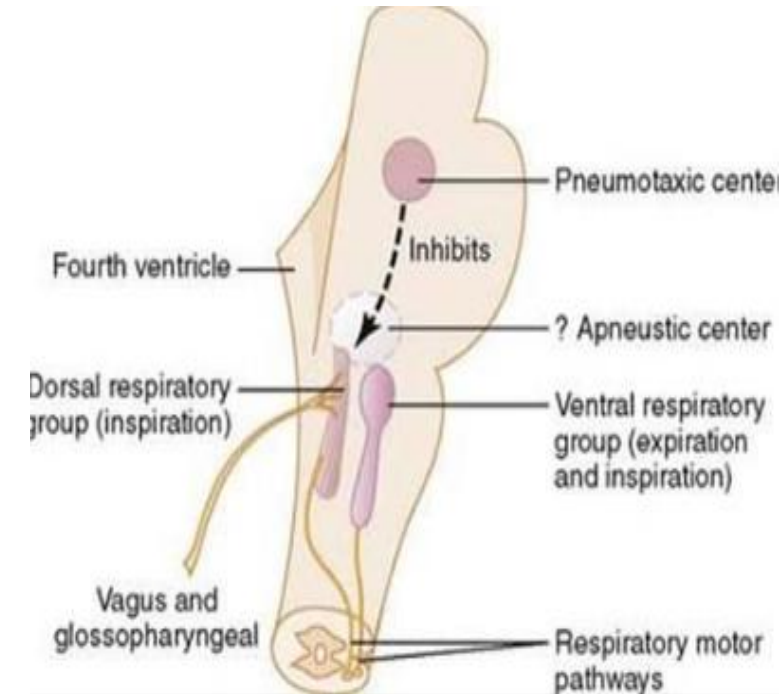
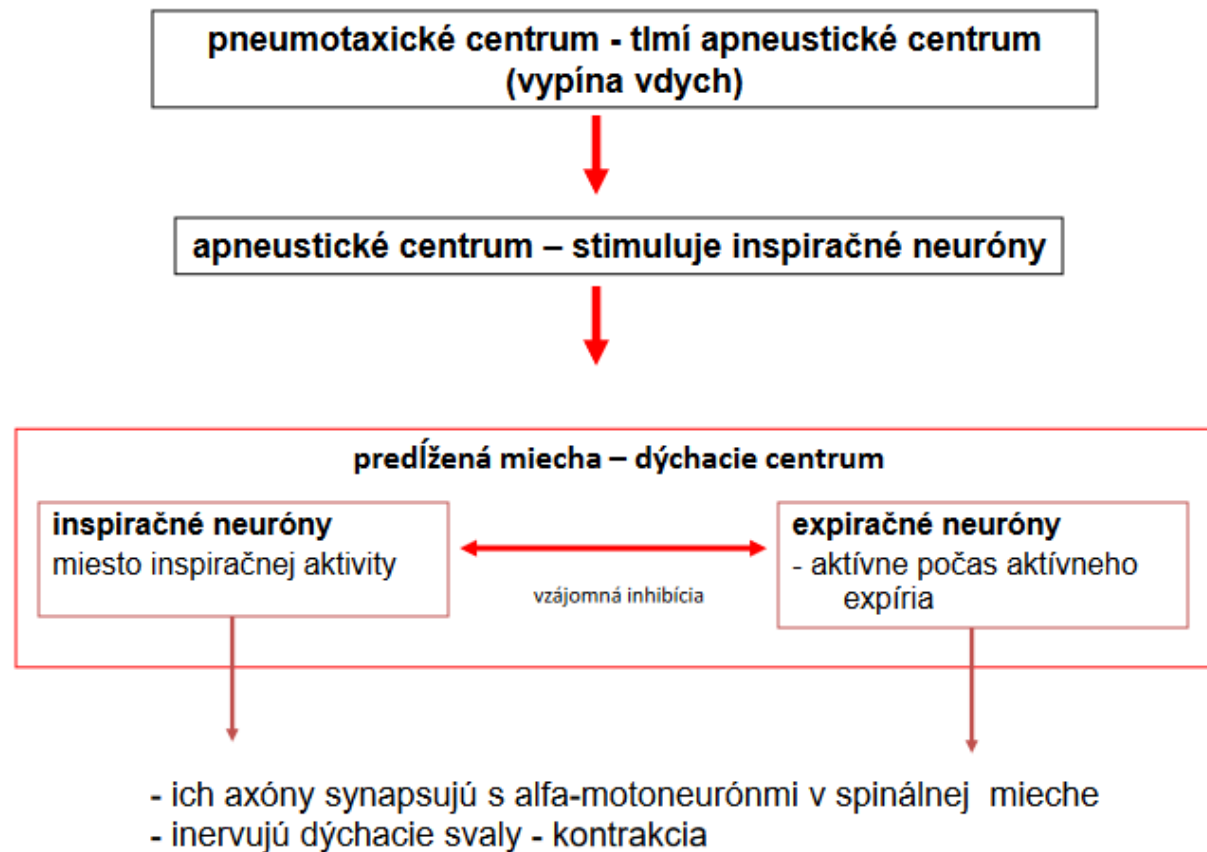
mechanika ventilácie + aerodynamika
 - Miesta regulácie:

frekvencia a hĺbka dýchania, reflexy, vôľa
finálne efekty: dýchacie svaly
- Regulácia je nervová a chemická

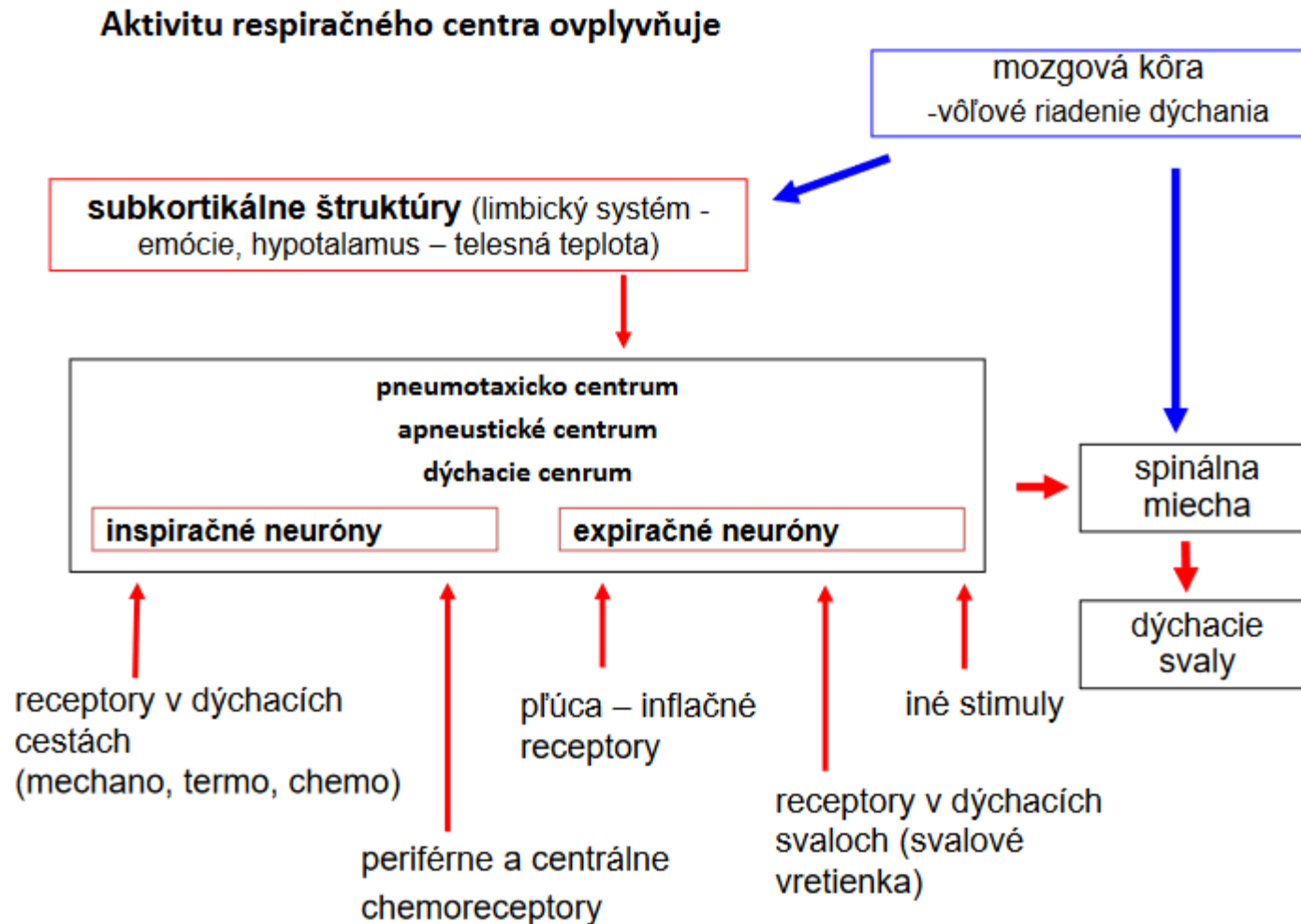
Respiration



Funkcie dýchacieho systému a ich regulácia



Funkcie dýchacieho systému a ich regulácia

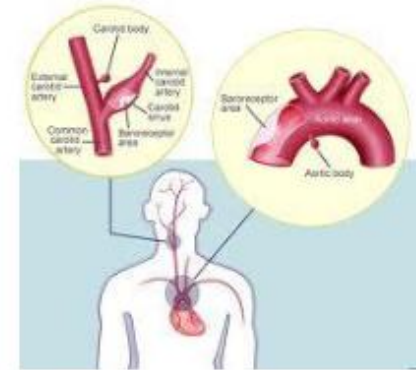


Funkcie dýchacieho systému a ich regulácia

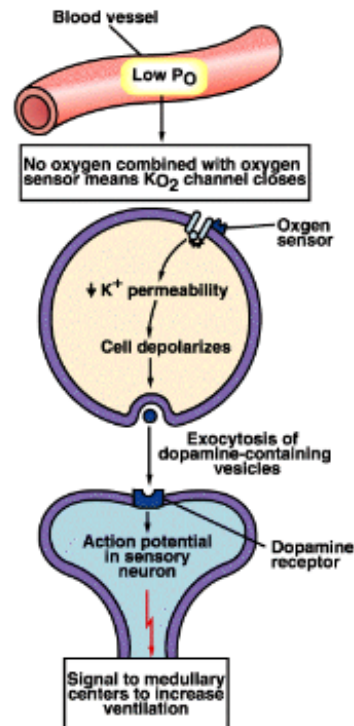
Chemická regulácia dýchania

Periférne chemoreceptory

- aorta – glomus aorticum (aortálne telieska)
- a. carotis – glomus caroticum (karotické telieska)
- bohato prekrvené, citlivé na pO_2 (! jediné miesto citlivé na O_2) a pCO_2
- hypoxia a hyperkapnia zvyšuje v telieskach tvorbu vzruchov, ktoré stimulujú inspiračné centrum
- výraznejšia je odpoveď pri súčasnej hypoxii a hyperkapnii
- veľký pokles pO_2 pôsobí tlmivo



Funkcie dýchacieho systému a ich regulácia



K-kanály citlivé na O_2

– dostatok O_2 – kanál otvorený - hyperpolarizácia

- $\downarrow O_2$ – kanál zatvorený
– $\downarrow K$ výtoku $\rightarrow$ depolarizácia

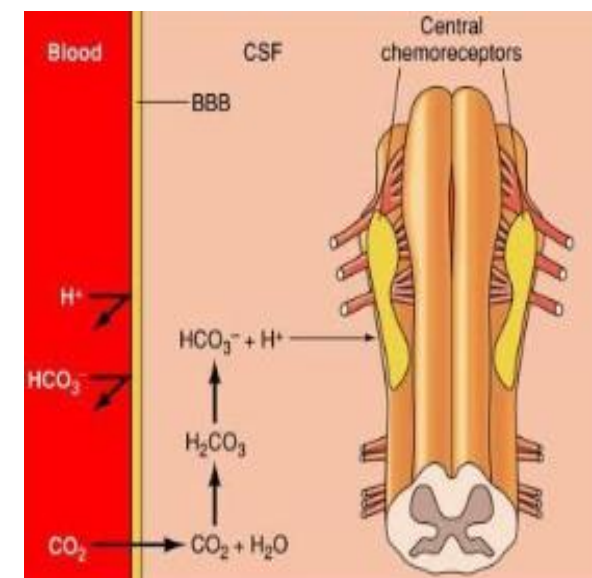
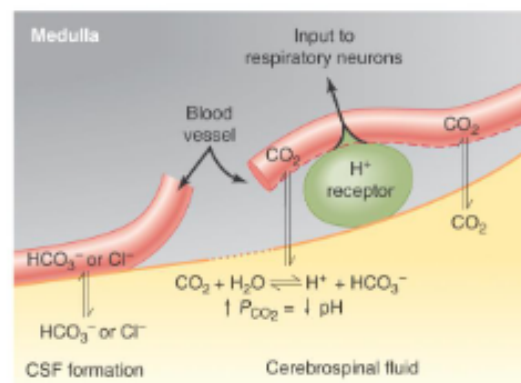
Funkcie dýchacieho systému a ich regulácia

Centrálne chemoreceptory

- na prednej stene predĺženej miechy
- citlivé na zmeny koncentrácie H^+ v cerebrospinálnom likvore
- CO_2 prestupuje do likvoru, kde nastáva reakcia



- účinok
 - nepriamy a pomalší (po 20-30 s)
 - výraznejší
- pri vysokých koncentráciách už nepôsobí CO_2 stimulačne, ale sa prejaví jeho narkotický účinok



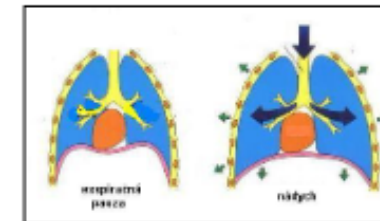
Funkcie dýchacieho systému a ich regulácia

Mechanoreceptory v dýchacích cestách

- reagujú na rozpätie pľúc, rýchlosť prúdu vzduchu

Inflačné receptory

- rozpínaním pľúc sa zvyšuje ich aktivita
- pri dostatočnom rozpätí pľúc sa cez n. vagus tlmí inspiračné centrum – nastáva expírrium



- Hering - Breuerove reflexy (fungujú na báze receptorov rozpätia)
 - pasívne rozpätie pľúc – vyvolá prostredníctvom n. vagus inhibíciu dýchania
 - pasívna deflácia pľúc – zvýšené inspiračné úsilie

Funkcie dýchacieho systému a ich regulácia

Vôľová regulácia dýchania

- frekvencia i hĺbka dýchania – ovládateľné vôľou (tr. corticospinalis)
- vôľové apnoe – nakoniec prerušené autonómnymi regulačnými mechanizmami, ktorí stimulujú inšpírium
- bod zlomu
 - hypoxémia pO_2 9,3 kPa (v art. krvi)
 - **hyperkapnia** pCO_2 6,6 kPa (v art. krvi)

Syndróm Ondinovej kliatby

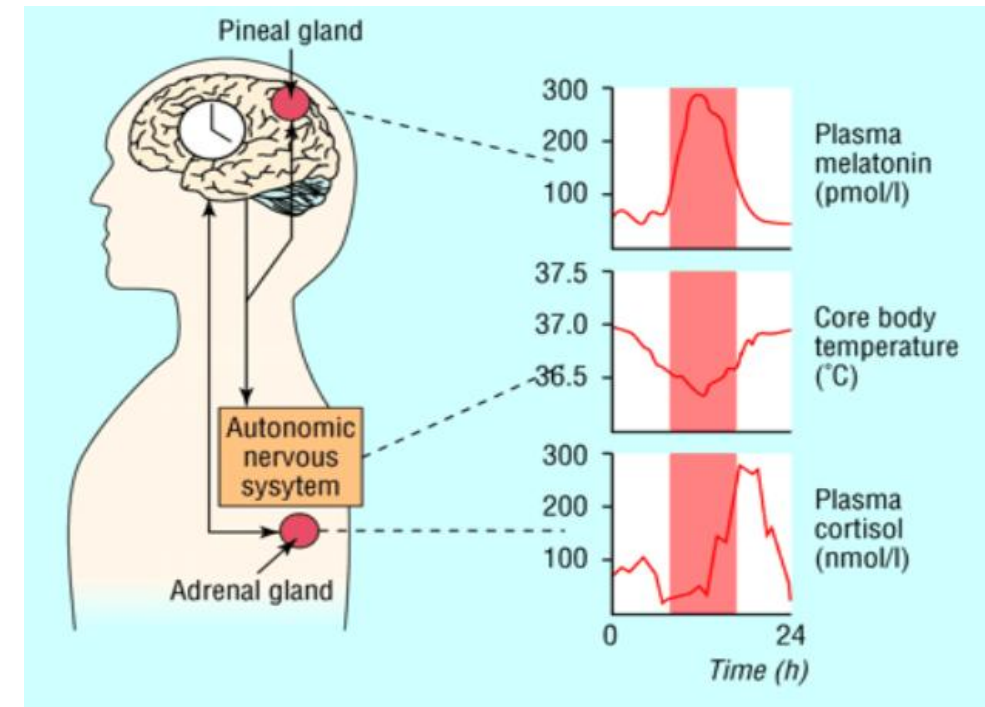
- porucha automatického dýchania
- pacient dýcha iba vôľovo

Regulácia dýchania v bdelom stave

- malé alebo žiadne problémy s dýchaním alebo priechodnosťou dýchacích ciest počas bdenia
- väčšina ľudí so spánkovým apnoe má ventilačné kontrolné systémy schopné presne regulovať alveolárnu ventiláciu a koncentráciu dýchacích plynov (ABG) s veľmi malými odchýlkami od normy počas bdelého stavu
- tieto kontrolné systémy majú dostatočne citlivú spätnú väzbu a spätnú kontrolu, aby zabezpečili presnú koordináciu náboru hrudnej steny a „dýchacích“ svalov HDC s cieľom zabezpečiť maximálny priemer DC, nízky odpor DC, optimálny objem pľúc a dĺžku dýchacích svalov bez ohľadu na ventilačné požiadavky

Spánok a prečo spíme

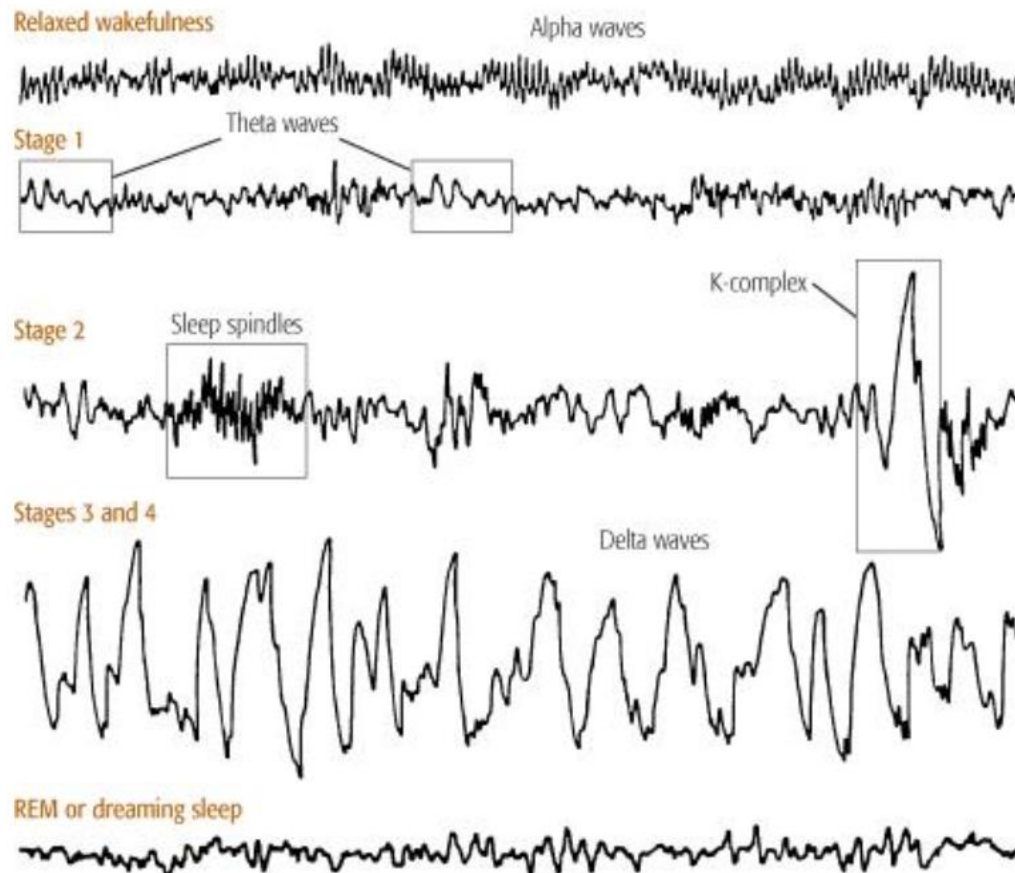
- väčšina fyziologických pochodov v tele človeka a zmeny v správaní podlieha biorytmickému kolísaniu, ktoré je riadené z hypotalamu.
- biologické hodiny vykazujú účinok na nervové a endokrinné dráhy regulujúce cirkadiánne homeostatické rytmy s približne 24-hodinovým cyklom.
- toto umožňuje prostredníctvom homeorézy (stázy), predikcie cyklicky sa opakujúcich zmien, efektívnu adaptáciu organizmu na lunárne a sezónne zmeny



Spánok a prečo spíme

- **Spánok - reverzibilný stav zníženej reakcie na podnety a zníženej interakcie s prostredím**
- REM - rapid eye movement - paradoxný spánok – (aktívny mozog v paralyzovanom tele)
- bujné, nelogické sny, zvýšený metabolizmus (20%), paralýza svalov, mozog prikazuje pohyb, ktorý sa nerealizuje, frekvencia srdca a dýchania zvýšená
- po deprivácii – úzkosť, podráždenosť, tras, nejasná reč, kompenzácia deprivácie je úplná
- NonREM - SWS - slow wave sleep, Ortodoxný spánok (Zaháľajúci mozog v pohyblivom tele)
- znížený metabolizmus (10-30%), Somnambulizmus, Somnilokvia, Bez pohybov očí
- frekvencia srdca a dýchania nízka, EEG vysoká voltáž, pomalé vlny, Logicky sa opakujúce myšlienky
- po deprivácii – únava, Kompenzácia deprivácie je čiastočná

Spánok a prečo spíme



Podľa EEG možno identifikovať fázy spánku.

pri bdelom stave ale zatvorených očiach sa objavujú alfa vlny – „relaxované bdenie“

theta vlny charakterizujú štádium 1

štádium 2 je prerušované krátkymi stavmi aktivity – spánkové vretienka – a K- komplex.

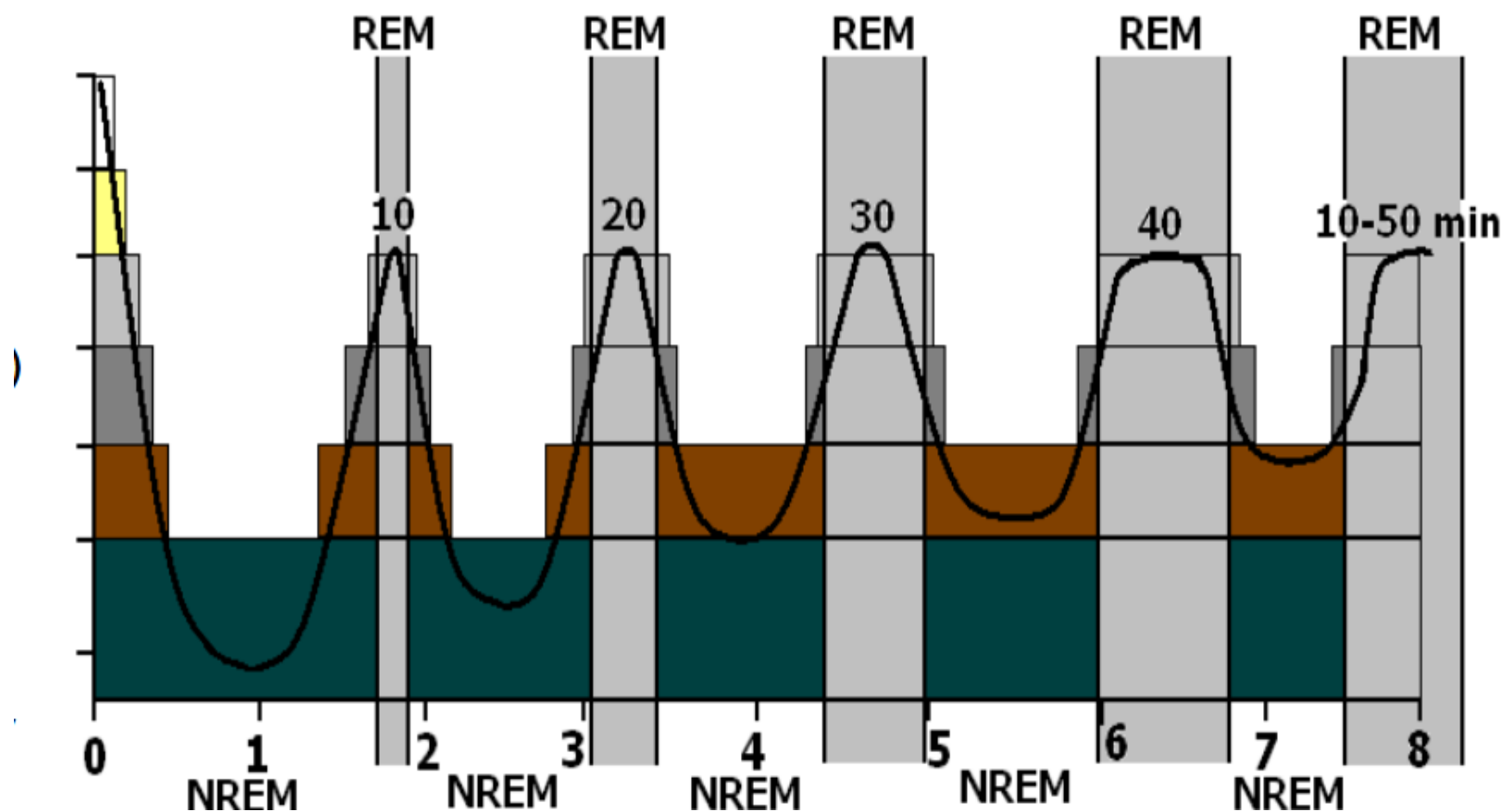
štádium 3 a 4 - Hlboký spánok charakterizujú delta vlny – pomalé s vysokou amplitúdou.

REM spánok pripomína na EEG bdelý stav

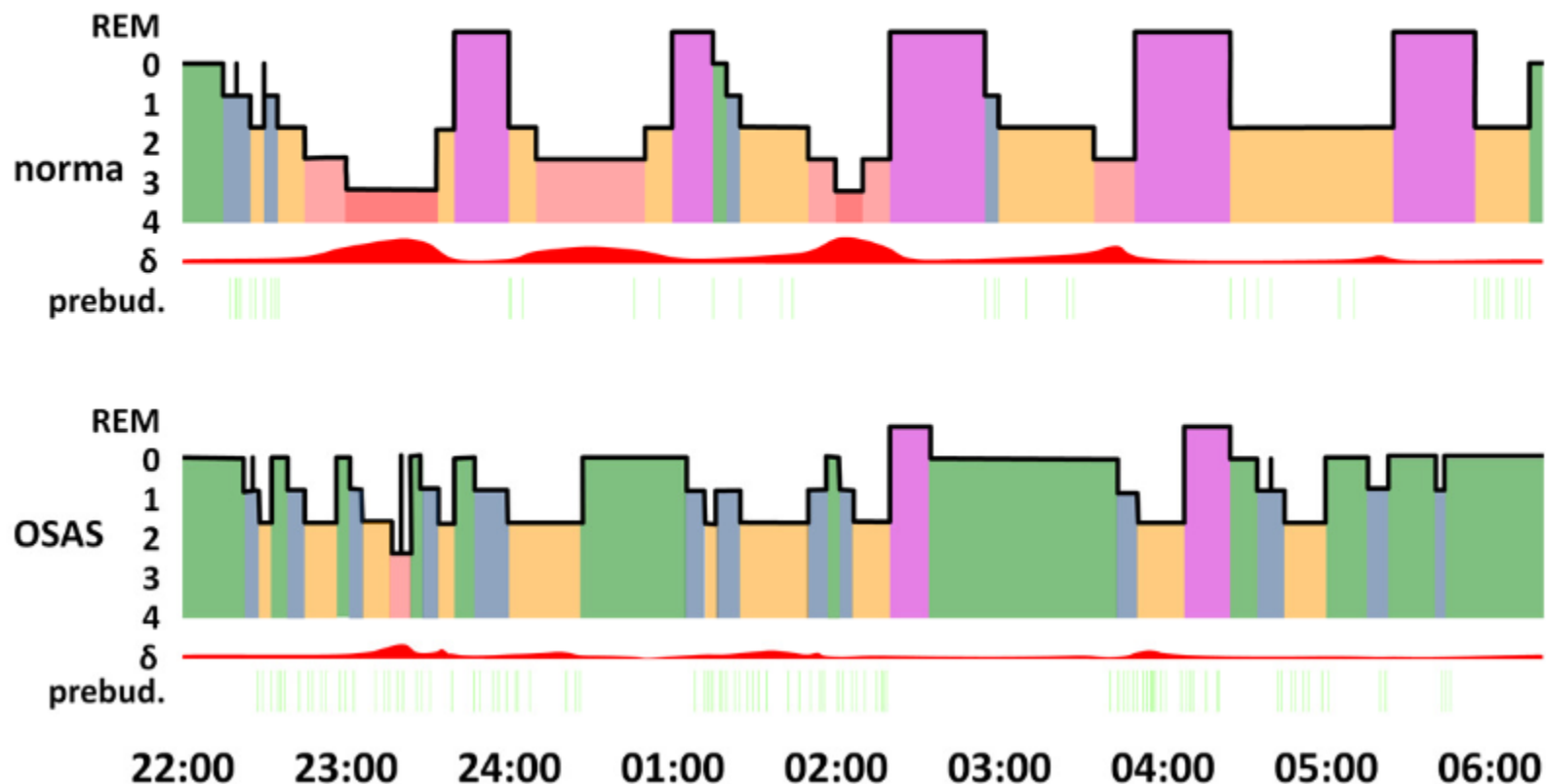
REM

- REM spánok = reverzné učenie - má len jeden účel: zabúdanie nepotrebného balastu, ktorý okupuje pamäť (Crick, Nature, 1983)
- konvertuje slabé spomienkové asociácie na silné spomienkové asociácie pamäti
- („ráno múdrejšie večera“)
- eliminuje interferencie ukladaného kognitívneho materiálu; REM vytriedi dva podobné kognitívne materiály
- extrahuje spoločné vlastnosti objektov a vytvára modely (výsledok: rozpoznanie charakteristík tváre prislúchajúcich známej osobe v priebehu ms)
- optimalizácia reflexov, konsolidácia pamäti – presunutie z preťažených okruhov napr. v hipokampe do priestrannejších oblastí neokortex

Spánok a prečo spíme

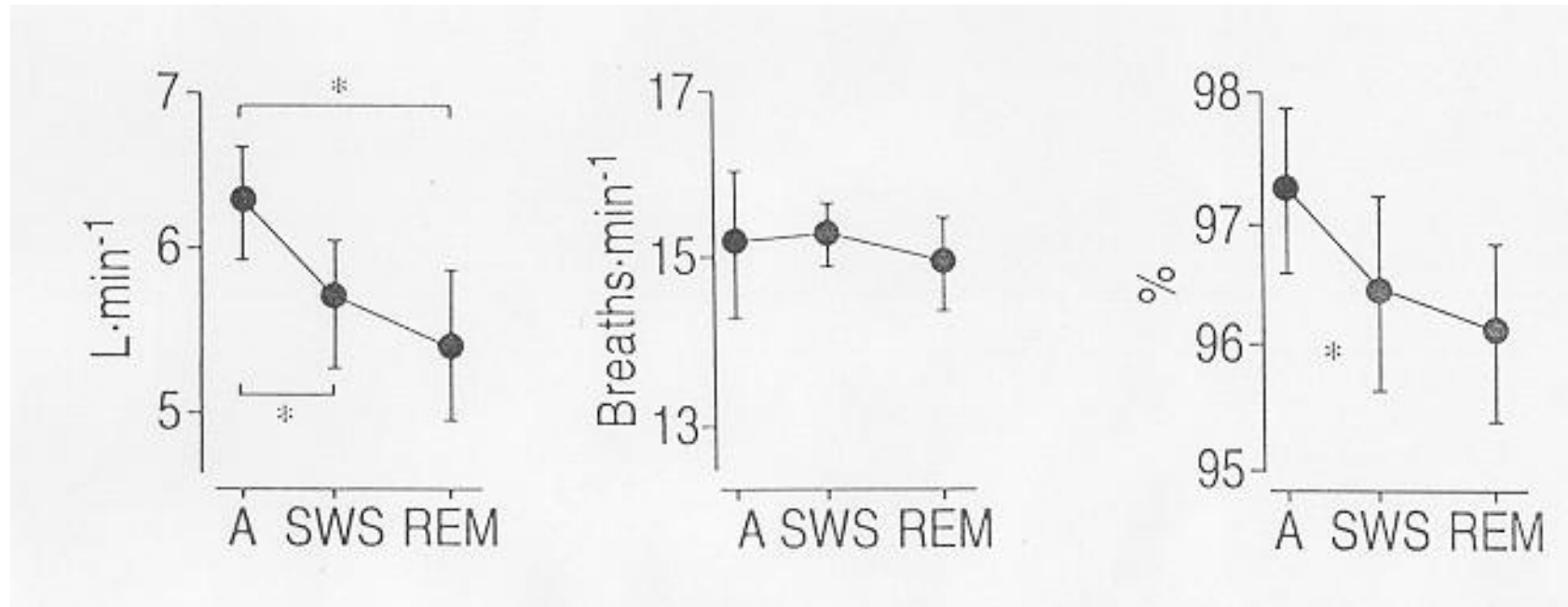


Sy. spánkového apnoe/hypopnoe obštrukčného typu následky na štruktúre spánku



Vplyv spánku na dýchanie

- 1/3 života prežije človek v spánku
- väčšina fyziologických funkcií sa počas spánku znižuje → mierny stupeň hypoventilácie (neovplyvňuje respiráciu zdravých jedincov)



Vplyv spánku na dýchanie

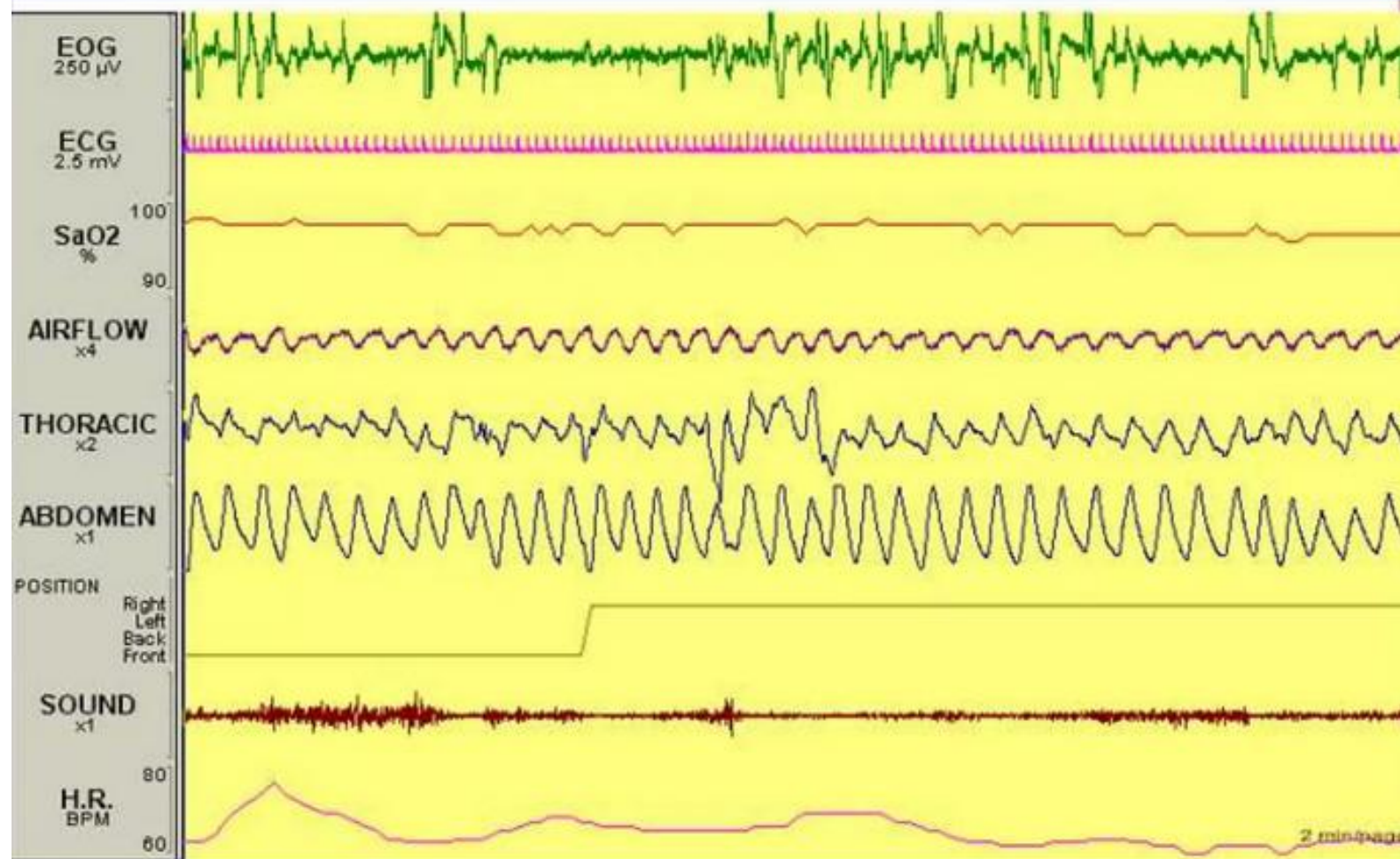
- el. aktivita z INS neurónov, EMG aktivita bránice a abduktorových svalov HDC u zdravých ľudí vykazujú zníženie amplitúdy pri prechode z bdelého stavu do NREM spánku, zvyčajne sprevádzané miernou až stredne ťažkou hypoventiláciou a zvýšením odporu HDC
- spánok vyvoláva väčšie proporcionálne zníženie EMG aktivity v HDC cestách v porovnaní so svalmi hrudnej steny
- rýchla a veľmi variabilná RR je charakteristickým znakom spánku REM u cicavcov, hoci posturálne svaly vrátane akcesórnych dýchacích svalov hrudnej steny sú v podstate atonické
- v REM je bežne zvýšený drive, ktorý sa zhoduje so zvýšenou aktivitou EMG bránice a zvýšenou aktivitou mnohých dýchacích neurónov nad úrovňou pozorovanou v spánku NREM alebo v bdelom stave

Vplyv spánku na dýchanie

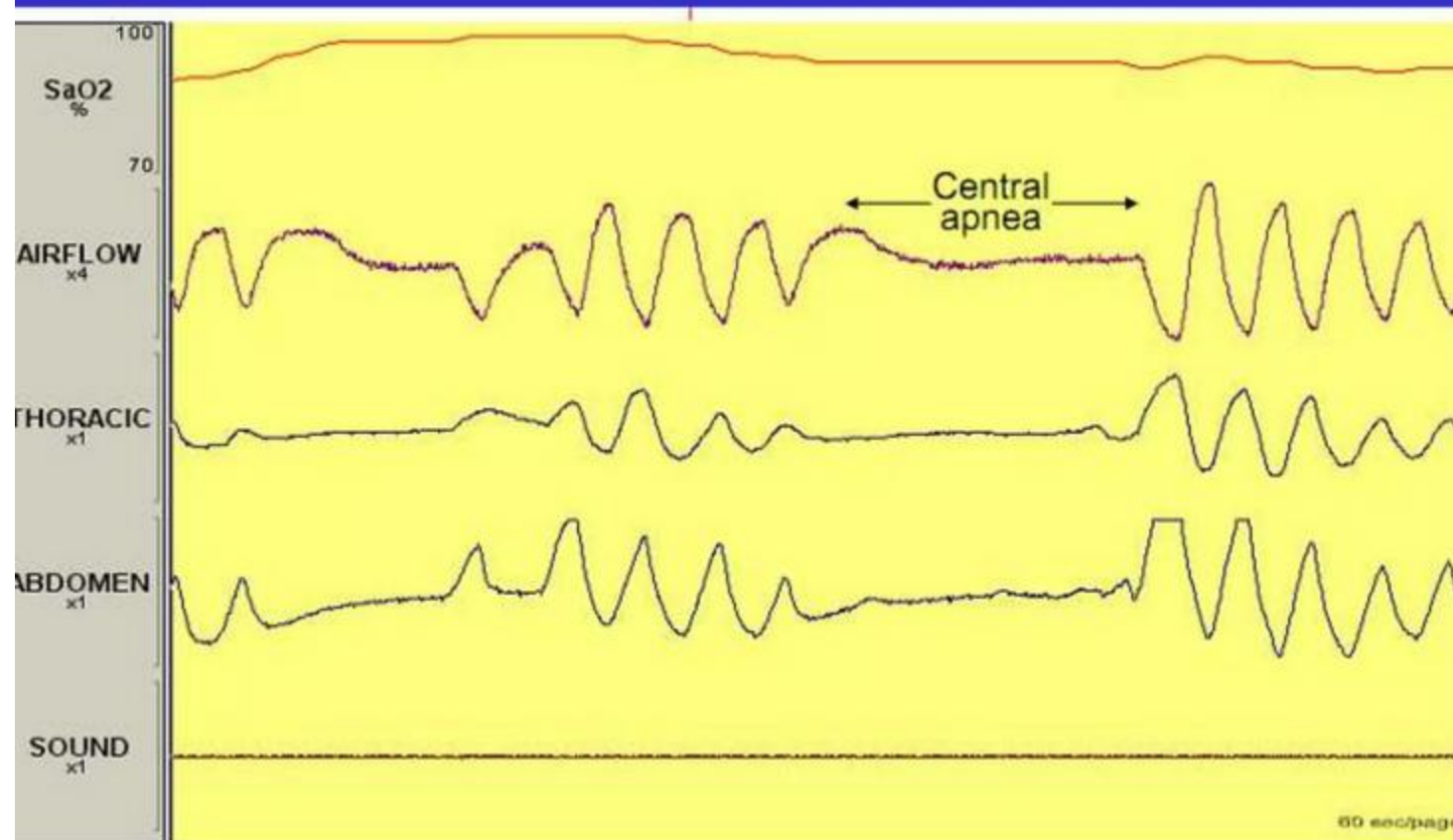
- PaCO₂ možno počas bdlosti výrazne znížiť (pomocou mechanickej ventilácie) bez narušenia alebo len s malým narušením dychového vzoru, v NREM spánku však minimálne zníženie PaCO₂ vedie k apnoe
- čiastočná ablácia pre-Bötzingerovho komplexu potkana nemá vplyv na spôsob dýchania ani chemosenzitivitu v bdelom stave, ale sprevádza ju apnoe a ataxické dýchanie v spánku
- fokálna acidifikácia retrotrapezoidného jadra, (chemoreceptory) vyvoláva výraznú ventilačnú reakciu v bdelom stave, pričom v spánku nereaguje
- mechanická alebo chemická stimulácia hrtana alebo DDC spôsobuje kašeľ v bdelom stave, ale nie v spánku, čo znamená, že motorické odpovede vyžadujúce komplexnú koordináciu svalov si vyžadujú účasť supramedulárnych štruktúr, ktoré sú aktivované a synchronizované v bdelom stave, ale nie v spánku

Poruchy dýchania v spánku

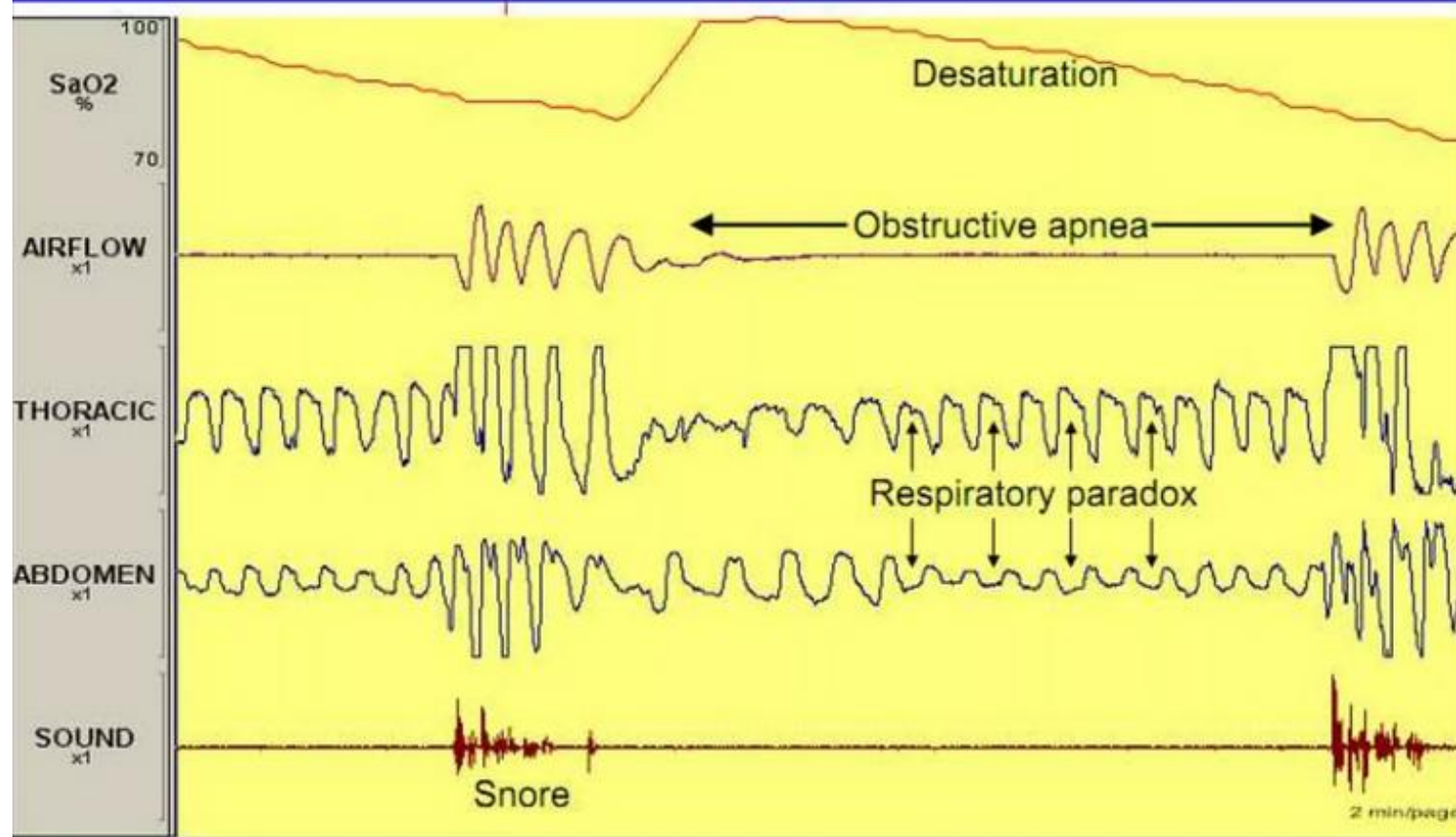
Normal Sleep Study



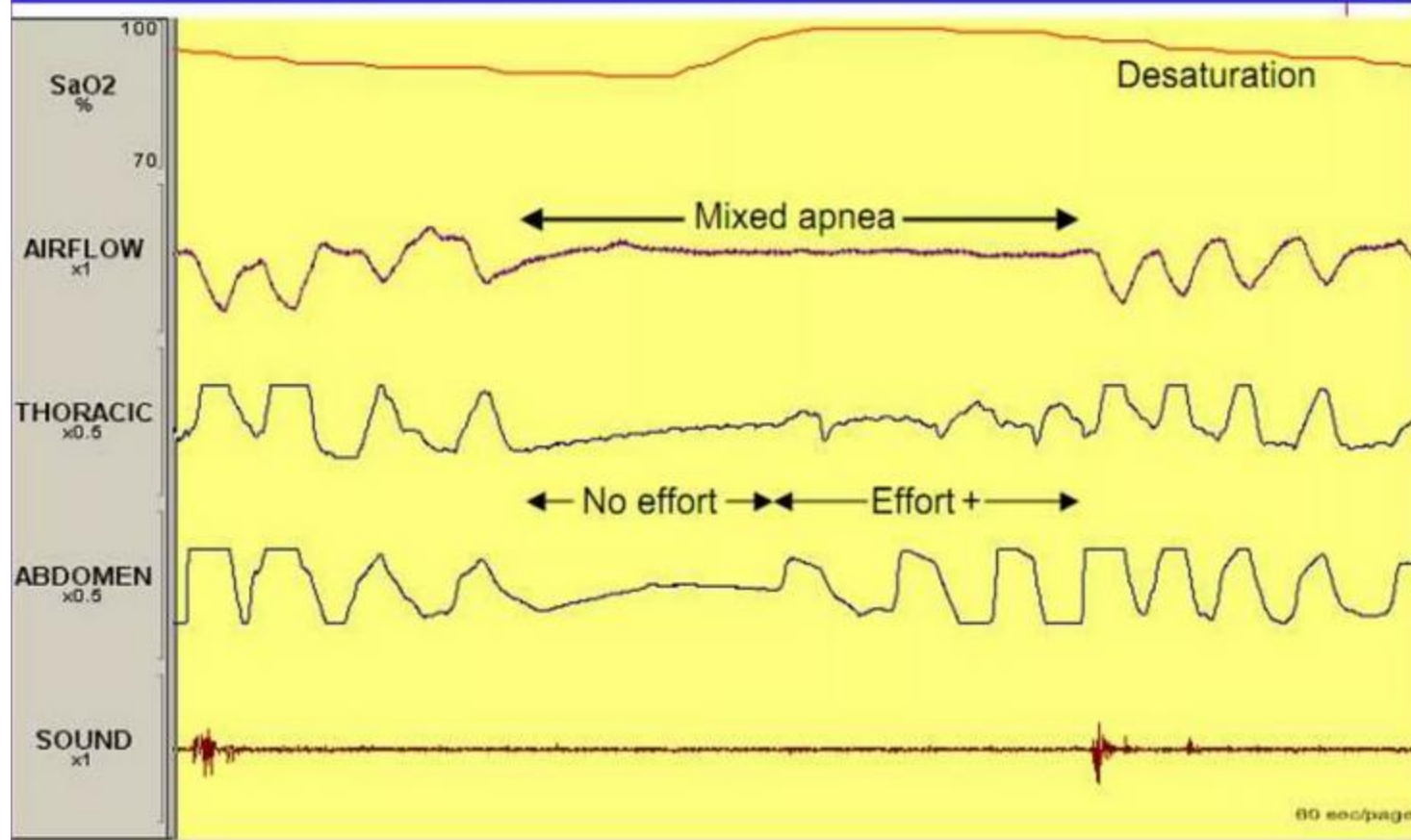
Central apnea: Complete cessation of respiratory effort and airflow



Obstructive apnea: Complete cessation of airflow despite efforts to breathe



Mixed apnea: Complete cessation of airflow with gradual increase in respiratory effort after an initial absence



Hypopnea: Reduction in airflow compared to baseline, associated with desaturation

