

# Poznámky k fyziológii CNS – prof. MUDr. Š. Kujaník, CSc.

## KÔROVÁ LOKALIZÁCIA REČI – integračná funkcia niekoľkých centier

- a) u väčšiny ľudí je vľavo (príslušníci niektorých kmeňov, niektorí jednotlivci a pacienti po poškodení centra ju majú vpravo), u pravákov riadi ľavá strana mozgu reč a jazyk, pravá strana emócie, u ľavákov je to naopak. Bol objavený gén ľavorukosti LRRTM1.
- b) Brocovo motorické centrum reči – g. frontalis, tvorba zvukových prejavov reči
- c) Wernickeho sensorické centrum reči – v blízkosti sluchového centra, počutie hovoreného slova
- d) diferenciačné centrum – g. circumflexus parietálnej oblasti, rozlišovanie rečových informácií
- e) centrá rečových svalov v motorickej oblasti g. praecentralis pre svaly laryngu
- f) sensorická projekčná oblasť v g. postcentralis
- g) doplnková motorická oblasť na mediálnej strane hemisféry
- h) fissura calcarina – zraková projekčná oblasť pre čítanú a písanú reč

VNÚTORNÁ REČ – pri myslení vznikajú akčné potenciály v laryngeálnych nervoch aj bez hovorenia

PORUCHY REČI (afázia): sensorická, motorická, agrafia, alexia

## SPÁNOK

Spánok je zvláštny druh generalizovaného vnútorného útľmu v mozgovej kôre a niektorých podkôrových štruktúrach spojený s výraznými zmenami elektrickej aktivity. Centrá vitálnych funkcií (dýchanie, kardiovaskulárna činnosť) však nie sú utlmené.

Rytmy EEG:

- alfa (8-13/s, 30-50  $\mu$ V, prítomný v pokoji v ľahu na chrbte so zatvorenými očami)
- beta (14-30/s, 5-10  $\mu$ V, prítomný po otvorení očí, počas vstupu informácií do mozgu alebo počas nejakej aktivity)
- téta (4-7/s, 50  $\mu$ V, u dospelých v spánku, u malých detí aj v bdelom stave)
- delta (1-4/s, 100-150  $\mu$ V, pomalé vlny s vysokou amplitúdou, typický u dospelých v hlbokom spánku, u malých detí aj v bdelom stave)
- gama (35-40/s, 3-5  $\mu$ V, prítomný počas vôľového pohybu a myslenia)
- mí ( $\mu$ ) (8-10/s, 20-50  $\mu$ V, prítomný pri zvýšení pozornosti)

### 2 TYPY SPÁNKU:

(1) rýchle pohyby očí (REM, paradoxný, desynchronizovaný, rýchly)

(2) non-REM (NREM, s pomalými vlnami, ortodoxný)

(1) Štádiá NREM spánku:

1. štádium – nízka amplitúda (A) a vysoká frekvencia (F) EEG vln, vysoký alfa rytmus
2. štádium – relaxácia, pokles F a zvýšenie A na EEG, spánkové vretienka
3. štádium – pokles svalového tónusu, téta rytmus EEG, znižovanie F a zvyšovanie A
4. štádium – delta rytmus, najnižšia F a najvyššia A na EEG, synchronizácia (rytmické pomalé vlny), dôležité pre regeneráciu tkanív a hojenie rán, somnambulizmus (námesačnosť)

(2) REM spánok:

zvýšený prietok krvi v mozgovom kmeni, prítomné sny, desynchronizácia EEG, dôležité pre fixovanie informácií, vlny podobné beta rytmu

TEÓRIE PRÍČIN SPÁNKU:

(1) pasívna – pokles aktivity RAAS a tým aj mozgovej kôry

(2) spánkové centrá – aktívny inhibičný proces z centier pod úrovňou stredného pontu v mozgovom kmeni

- (3) humorálna – našli sa rôzne humorálne látky súvisiace so spánkom – delta spánok vyvolávajúci peptid, muramyl peptid a blokáda tvorby serotonínu
- (4) histologická – vyskytuje sa zmena tvaru neurónov počas spánku
- (5) spánkové centrum – stimulovanie niekoľkých oblastí diencefala anestetizovaných zvierat v experimente vyvoláva spánok (Hess)
- (6) kôrová (I.P.Pavlov) – generalizovaný útlm v hemisférach (v kôre aj niektorých podkôrových oblastiach)
- (7) elektrofyziológická – je vyvolaný zmenami elektrickej aktivity mozgu (hlavne EEG), súčasne najviac acceptovaná, REM a NREM sú 2 rozdielne štádiá spánku

## **BDELOSŤ**

V bdelom (vigilnom) stave je dynamická komunikácia medzi organizmom a prostredím.

Najdôležitejšie OBLASTI PRE UDRŽOVANIE BDELOSTI:

- retikulárna formácia (RAS difúzne do celej mozgovej kôry)
- talamus
- hypotalamus
- limbický systém
- mezencefalon
- rostrálne (predné) časti mozgu
- serotonérgné neuróny (serotonín stimuluje spánok, ich poruchy inhibujú spánok)
- descendntné systémy zabezpečujúce dráždivosť receptorov

## **PRECHODNÉ FÁZY MEDZI BDELOSŤOU A SPÁNKOM**

- (a) Vyrovňavacia – silné aj slabé podnety majú rovnaký účinok
- (b) Paradoxná – vzniká slabý účinok silných podnetov a silný účinok slabých podnetov
- (c) Ultraparadoxná – pozitívny podmienený podnet inhibuje, ale negatívny podnet stimuluje vývoj podmienených reflexov (PRov)
- (d) Narkotická – schopnosť vytvárania PRov je znížená
- (e) Inhibičná – žiadne PRy sa nevytvárajú

## **VRODENÉ INTEGRAČNÉ A ASOCIAČNÉ MECHANIZMY (NÍŽŠIA NERVOVÁ ČINNOSŤ)**

Nevôľové zložky tejto funkcie sú viazané na činnosť nižších (hlavne podkôrových) štruktúr, sú to vrodené reflexné koordinácie cez neuróny, ktoré sa spojili počas vývoja – nepodmienené reflexy.

- a) apetitívne reakcie – pre zachovanie života a rodu (reflexy pre obživu, dýchanie, rozmnožovanie, kardiovaskulárnu činnosť ako tlak a prietok krvi)
- b) obranné reflexy – oddialenie tela od škodliviny (obranný reflex, odtiahnutie končatiny, útek, kašeľ po vdýchnutí dráždivých látok, Kratchmerov reflex, atď)

1. Jednoduché nepodmienené reflexy monosynaptické aj polysynaptické (extero-, intero-a proprioreceptorové) s morfológicky presne definovanou dráhou. Majú stereotypný charakter (za

rovnakých podmienok sú stále rovnaké), sú vrodené a nevypracúvajú sa postupným učením, vyššie štruktúry CNS majú pri nich hlavne tlmivú funkciu.

2. Popudové reakcie (drajvy, pohnútky – respiračná, hlad, smäd, sexuálna) – usmerňujú správanie a činnosť na zabezpečenie základných potrieb organizmov. Antidrajvy – vznikne pocit sýtosti po najedení, sexuálne uspokojenie a pod.

3. Emócie a motivácie – subjektívne prežívanie týchto fenoménov

EMÓCIE – citové prežívanie ako subjektívny fenomén a emočné správanie.

MOTIVÁCIE – príčiny vychádzajúce z vonk. aj vnút. prostredia usmerňujúce naše uvedomelé (vôľové) správanie (dosiahnutie príjemnej emócie, pocitu sebarealizácie, zadosťučinenia, uspokojenie potreby poznania).

4. Inštinkty – komplex pohybov a foriem správania, typický pre určitý živočíšny druh, aj pre zvieratá. Charakteristická je ich stereotypnosť a druhová špecifickosť. Pri náhodných vonkajších vplyvoch sa ťažko menia a viažu sa aj na podmienené reflexné reakcie. U človeka sú inštinkty modifikované aj sociálnymi podmienkami.

## ELEKTRICKÁ AKTIVITA MOZGU

Tvorí ju:

1. elektrická aktivita aferentných štruktúr (aktivita dráh z receptorov až do mozgovej kôry)
2. elektrická aktivita eferentných štruktúr (aktivita dráh z mozgovej kôry k efektorom)
3. elektrická aktivita asociačných a integračných dráh
4. elektrická aktivita ďalších štruktúr

### FORMY ELEKTRICKEJ AKTIVITY MOZGU:

1. AKTIVITA JEDNOTLIVÝCH NEURÓNOV (jednotková aktivita)

A. Spontánna aktivita = AP nervových buniek

B. Evokované (vyvolané) potenciály: a) primárny – dvojfázový po krátkej latencii (z receptorov po špecifickej ascendentnej dráhe do primárneho kôrového centra)

b) sekundárny – cez nešpecifický ascendentný systém RF difúzne do celej kôry

2. SUMÁRNA ELEKTRICKÁ AKTIVITA – spontánna aj evokovaná

Miesto snímania elektr. potenciálov:

- a) z povrchu lebky (elektroencefalografia EEG)
- b) z povrchu mozgovej kôry (elektrokortikografia ECoG)
- c) z hlbokých štruktúr mozgu (hlbkový záznam, stereoencefalogram)

Typ záznamu:

- a) bipolárny (rozdiel medzi 2 aktívnymi elektródami)
- b) unipolárny (1 aktívna, 1 indiferentná elektróda - na ušnici často)

Najčastejšie sa v praxi sníma bipolárny EEG (hodnotíme rytmus, frekvenciu a amplitúdu vln)

alfa rytmus – v pokoji, v ľahu, v bdelom stave, ale zavretých očiach

beta rytmus – po otvorení očí alebo iných podnetoch

téta rytmus – počas usínania

delta rytmus – počas spánku dospelých, u malých detí aj v bdelom stave

gama rytmus – počas vôľového pohybu a myslenia

mi ( $\mu$ ) rytmus – počas zvýšenia pozornosti

3. JEDNOSMERNÝ POTENCIÁL – sníma sa unipolárne a má hodnotu +15 – 20mV

4. IMPEDANCIA (Elektrický odpor) – ukazovateľ extracelulárnej vodivosti. Odpor sa mení pri presunoch iónov a pri patologických stavoch.

### VYŠŠIA NERVOVÁ ČINNOSŤ

Je to súbor fyziologických mechanizmov, na ktorých je založená činnosť najvyšších oblastí CNS, hlavne mozg. kôry a s ňou funkčne spojených subkortikálnych štruktúr, ktoré zabezpečujú lepšie prispôsobenie človeka zmeneným podmienkam.

U človeka sú to mechanizmy vedomia, psychiky, reči, učenia sa, vyššie formy pamäti a typy VNČ. Ich morfológickým základom je CNS, hlavne mozg. kôra, zložená z miliárd nerv. buniek a mnohonásobne vyššieho počtu synáps. Funkčným základom VNČ je podmienený reflex (PR).

### PODMIENENÝ REFLEX (PR)

Základom nižšej nervovej činnosti je nepodmienený reflex (NR), vyššej PR.

NRy sú vrodené a prakticky rovnaké u všetkých ľudí, PRy sa musia vypracovať v priebehu života a nie sú rovnaké u všetkých ľudí, ale podmieňujú individuálne zvláštnosti ľudí. Môžu teda vznikáť aj zanikať podľa okolností a potrieb organizmu.

PODMIENKY VYPRACOVANIA PR:

1. už existujúci vrodenný NR alebo PR – základ pre vypracovanie PR
2. podmienený podnet PP (nový, najprv neznámy)
3. podanie PP a NP súčasne alebo krátko za sebou
4. opakovanie podania PP a NP veľa krát
5. vytvorenie dočasného spojenia (DS) v CNS (väčšinou v mk) medzi aferentnou dráhou PP a eferentnou dráhou druhého (NR), čím vzniká PR (horizontálne a vertikálne spojenie)
6. posilňovanie (opakované podávanie 2 pôvodných podnetov a prevodu po novej dráhe)

Pri vzniku DS pôsobí podráždenie aj útlm a ich pohyb (iradiácia a koncentrácia), najprv fáza generalizácie, neskôr fáza koncentrácie. DS býva väčšinou v kôre (horizontálne spojenie), ale môže byť aj v podkôri (vertikálne spojenie). Tvorba DS prebieha v 3 etapách – fyzikálne procesy, chemické procesy a štruktúrne zmeny neurónov a synáps.

Pri vypracovaní biologicky dôležitých PR je dôležitá aj dominanta – ohnisko trvalého podráždenia (samoaktivácie) schopné priťahovať impulzy z okolia.

DRUHY PR:

- A. Podľa receptora: exteroceptívne, propioceptívne, interoceptívne
- B. Podľa efektu: motorické, metabolické, sekrečné
- C. Podľa časového intervalu medzi PP a NP – súčasné, odsunuté, oneskorené, stopové

D. Zložité PR: viac receptorov, viac efektorov, viac centier, atď

Komplexný PR – vyvolaný súčasným alebo následným dráždením väčšieho počtu rôznych receptorov.

PRy vyššieho rádu (druhého, tretieho, desiateho, atď) – vypracovaný pevný PR sa môže stať základom pre vypracovanie ďalšieho nového PR

Dynamický stereotyp – komplexná pohybová reakcia (chôdza, písanie, kreslenie, bicyklovanie, futbal, hokej, lyžovanie, atď)

## ÚTLM PODMIENENÝCH REFLEXOV (PR)

Vytvorenie PR = postupné vypracovanie po narodení (nie okamžite)

Útlm PR = opačný dej, postupný zánik PR (aktívny proces hlavne vnútorný)

Útlm vzniká 2 mechanizmami a podľa trvania sa delí:

1. VNÚTORNÝ (PODMIENENÝ) – postupne sa vypracúva podobne ako PR, volajú sa aj záporné PR, podľa spôsobu vypracovania:
  - A. útlm pri vyhasínaní PR – ak sa pôsobenie podmieneného podnetu (PP) opakovane neposilňuje nepodmieneným podnetom (NP), PR pomaly vyhasína. Umožňuje to nahrádzať zastarané bezvýznamné reakcie novými.
  - B. diferenciačný útlm umožňuje rozlišovať podnety. V 1. fáze vzniká reakcia aj na podobné PP (iradiácia podráždenia), v 2. fáze pri koncentrácii podráždenia už reakcia na podobné podnety vymizne (ak bol PR vypracovaný na zvuk 800 Hz, podávanie vyšších aj nižších frekvencií utlmí vypracovanie PR).
  - C. oneskorovací útlm – medzi PP a NP je dlhší čas a reakcia nevznikne na PP ale až na NP
  - D. podmienený útlm v užšom zmysle slova – podobný vyhasínaniu, ale k PP pridáme ďalší indiferentný podnet (tlmič), t.j. oba podnety neposilňujeme NP-om (potravou).
2. VONKAJŠÍ (NEPODMIENENÝ) – nemusí sa vypracúvať, oslabenie až potlačenie PR vedľajšími podnetmi mechanizmom negatívnej indukcie (svetlo vyvolá PR, zvonček ho potlačí). Delí sa na:
  - A. trvalý vonkajší útlm – ak je vedľajší podnet biologicky veľmi významný (bolesť)
  - B. hasnúci vonkajší útlm – reakcie postupne slabnú, ak je vedľajší podnet biologicky nevýznamný

Nadhrianičný vonkajší útlm – veľmi intenzívne podráždenie prevýši práceschopnosť nerv. buniek CNS, umožňuje regenerovať asociačné schopnosti CNS, preto sa volá aj ochranný.

Ďalšie útlmy: presynaptický, postsynaptický, dopredný, rekurentný (cez Renshawove bunky miechy)

## NEURÓNOVÉ MECHANIZMY PODMIENENÝCH REFLEXOV A ÚTLMU:

a) excitačné reakcie – zvýšenie frekvencie AP hlavne v mozg. kôre a RF

b) útlmové reakcie – vymiznutie elektr. aktivity (neuróny hippocampu)

monosenzorické neuróny – reagujú len na PP jednej kvality

polysenzorické neuróny – reagujú na PP viacerých kvalít

MOLEKULOVÉ (SUBCELULÁRNE) MECHANIZMY: 3 etapy

1. etapa – fyzikálne zmeny – zmena polarizácie membrány a priepustnosti iónov

2. etapa – biochemické zmeny – aktivita enzýmov, metabolizmus nukl. kyselín, fosfolipidov, glykolýzy a oxidatívnej fosforylácie, amoniaku, kys. glutámovej, mediátorov

3. etapa – štruktúrna prestavba neurónov – trvá dlho, fungujúce časti hypertrofujú, nefungujúce atrofujú (3. Lamarckov zákon biológie)

## TYPY VYŠŠEJ NERVOVEJ ČINNOSTI

1. Prvá typológia – HIPPOKRATES z ostrova Kós (Kósska škola, 6. stor. pred n.l.) a neskôr GALENOS (2. stor. n.l.) – podľa prevahy 1 telesnej šťavy v tele:

- a) sanguinik – sanguis (krv)
- b) choleric – cholé leuké (biela žlč)
- c) melancholik – cholé melainé (čierna žlč) – nevieme presne, čo tým označovali
- d) flegmatik – phlegma (hlen)

2. Druhá typológia – I. P. PAVLOV začiatkom 20. storočia – podľa sily, vyrovnanosti a pohyblivosti (zámeny) podráždenia a útlmu pri vypracovaní PR

sila – intenzita odpovede je úmerná intenzite podnetu

vyrovnanosť – či je podráždenie a útlm v rovnováhe

pohyblivosť resp. jej opačná vlastnosť = inertnosť – vyjadruje dynamiku striedania útlmu a podráždenia (čo prevažuje)

Delenie typov podľa Pavlova:

- a) silný vyrovnaný a pohyblivý = približne ako sanguinik
- b) silný vyrovnaný a nepohyblivý = približne ako flegmatik
- c) silný nevyrovnaný = približne ako choleric
- d) slabý (často reaguje nadhraničným útlmom) = približne ako melancholik

3. Tretia typológia - OBRAZCOVAJA (žiačka I.P. Pavlova 1964) – rozšírenie Pavlovovho delenia na 4 varianty podľa sily, 3 podľa vyrovnanosti a 10 podľa pohyblivosti – celkove 120 typov

4. Podľa vzťahu 1. a 2. signálnej sústavy (SS)

- a) typ vedecký (prevaha 2.SS) – prevláda abstraktné myslenie
- b) typ umelecký (prevaha 1.SS) – prevláda vplyv konkrétnych podnetov
- c) typ zmiešaný – väčšina ľudí

5. Podľa B.F.SKINNERA – operačné podmieňovanie (zdôrazňuje aktívnu exploračnú aktivitu zvierat'a alebo človeka)