

# NERVOVÝ SYSTÉM

Fyziologie a patofyziologie

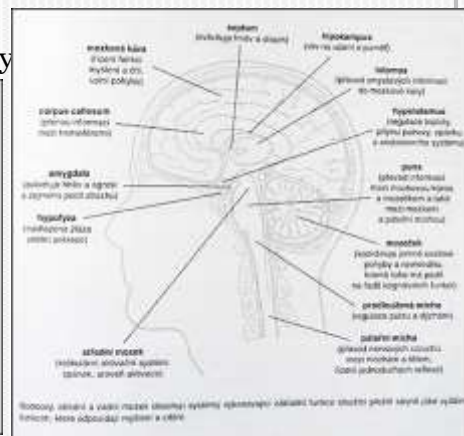
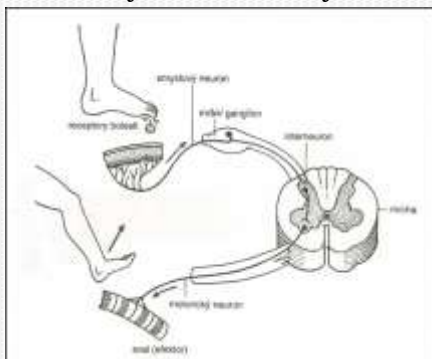


## NERVOVÝ SYSTÉM

### CNS

centrum pro regulaci všech činností organismu,  
nadřazeno ostatním systémům (oběhovému,  
trávicímu, atd.)

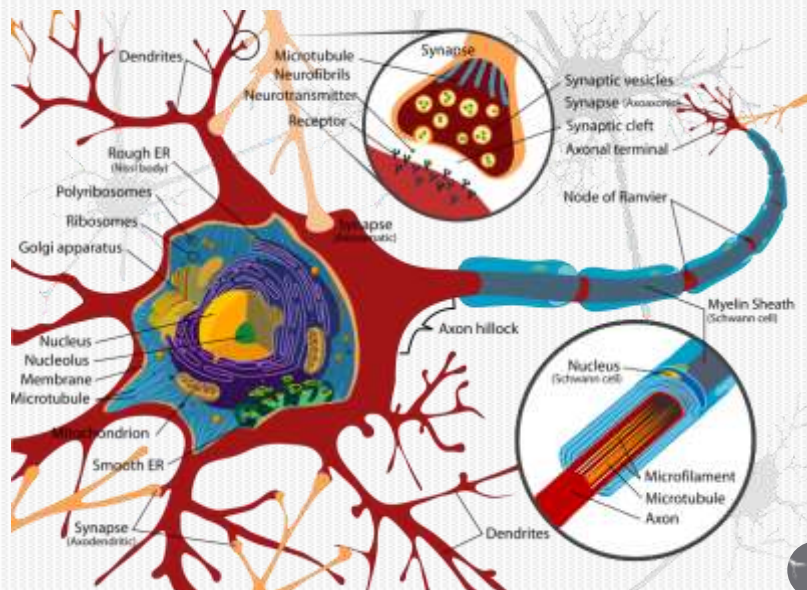
Přímý vliv na svaly a žlázy



## NERVOVÁ TKÁŇ

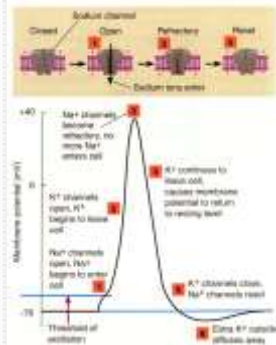
- Neurony
- Glie
  - Astroglie
  - Oligodendroglie
  - Mikroglie
- Komunikace
  - Chemická
  - Elektrická

3



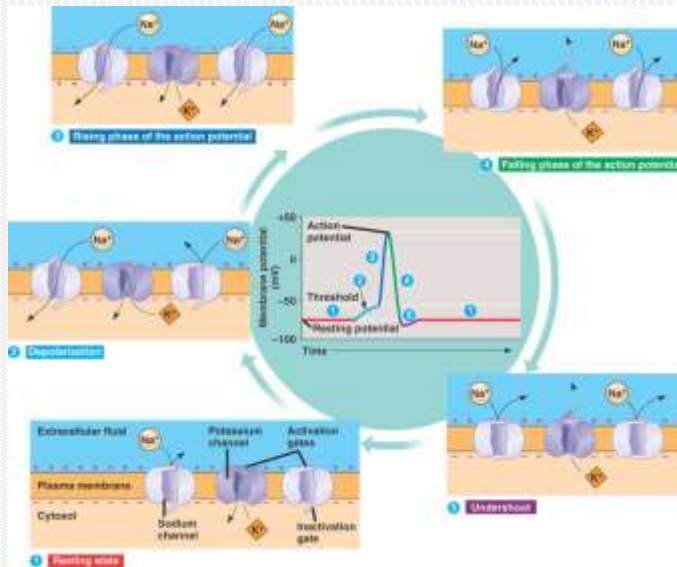
4

# AKČNÍ POTENCIÁL



5

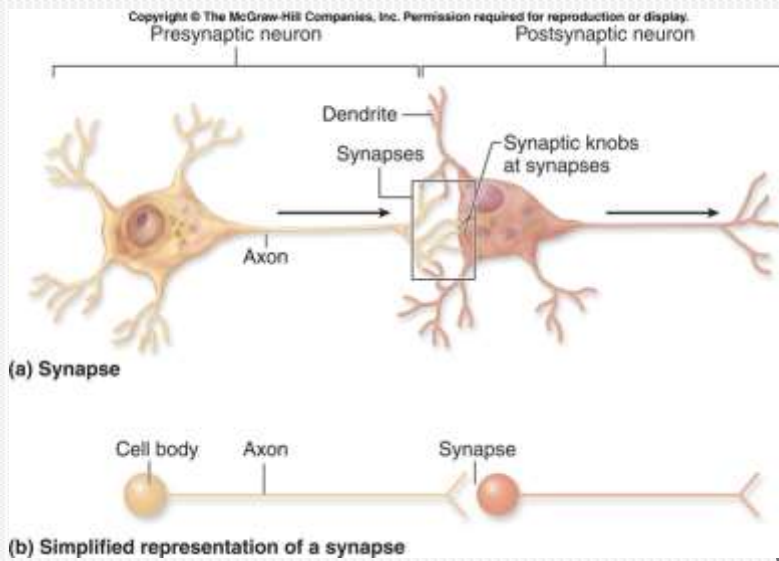
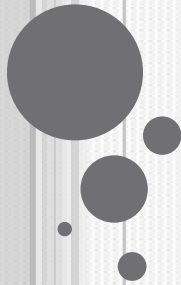
[http://bawbrainblog.blogspot.cz/2010\\_12\\_01\\_archive.html](http://bawbrainblog.blogspot.cz/2010_12_01_archive.html)



6

[http://kvhs.nbed.nb.ca/gallant/biology/action\\_potential\\_generation.htm](http://kvhs.nbed.nb.ca/gallant/biology/action_potential_generation.htm)

# SYNAPSE

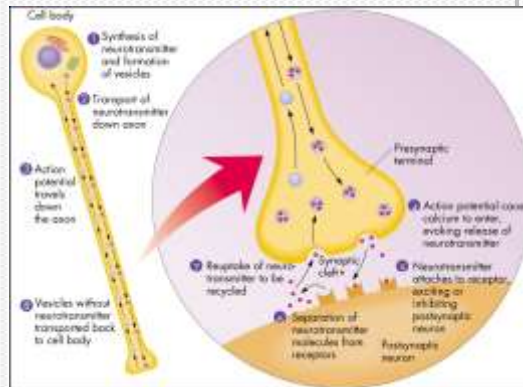


8

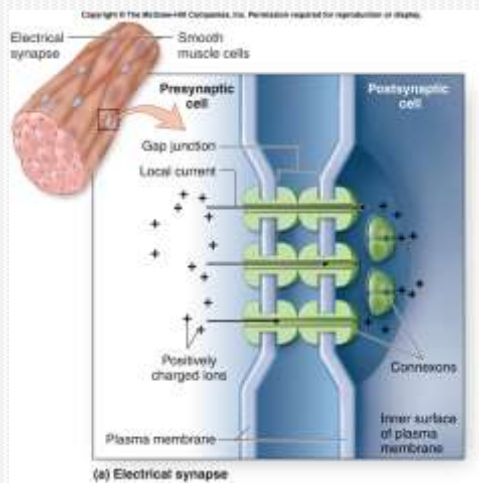
[http://academic.kellogg.edu/herbrandsonc/bio201\\_McKinley/Nervous%20System.htm](http://academic.kellogg.edu/herbrandsonc/bio201_McKinley/Nervous%20System.htm)

## SYNAPSE (CHEMICKÉ)

- Presynaptická část
  - Produkuje mediátor
  - Zpětné vychytávání
- Štěrbina
- Postsynaptická část
  - Receptory



## SYNAPSE (ELEKTRICKÉ)



## PŘENOS SYNAPTICKÉ INFORMACE

### Neurotransmise

aktivní, časově omezený a nevratný proces  
výsledkem přenos nervového signálu mezi neurony

- příchod depolarizační vlny na presynaptické zakončení
- elektrický signál převeden na chemický (uvolnění neuromediátoru)
- v postsynaptické části převeden zase na elektrický signál
- sekrece neuromediátoru z presynaptické části je důsledkem intracelulárního vstupu Ca přes napětově řízené  $\text{Ca}^{2+}$  kanály, množství uvolněného mediátoru pak závisí na koncentraci nitrobuňčného Ca

11

## CHARAKTERISTIKA NEUROTRANSMITERŮ

### Neuroaktivní látky

- **neuromediátory**: látky uvolňované z neuronu do synaptické štěrbině a ovlivňující excitabilitu pouze jedné nebo několika prostorově blízkých buněk
- **neuromodulátory**: ovlivňují pravděpodobnost synaptického přenosu
- **neurohormony**: hormony syntetizované a uvolňované nervovým systémem, přenášené krví ke vzdáleným cílovým buňkám

chemické složení: monoaminy, aminokyseliny a peptidy

řada neuropeptidů působí nejen vzdáleně jako neurohormony, ale i lokálně jako neuromediátory; podobně některé klasické neuromediátory se mohou uvolňovat do krevního oběhu a působit jako hormony

12

## CHARAKTERISTIKA NEUROTRANSMITERŮ - SYSTÉMY

- | <i>System</i>          | <i>Mediátor</i>                                  |
|------------------------|--|
| ○ cholinergní          | acetylcholin                                     |
| ○ aminokys. a odvozené | GABA , aspartát, glutamát, glycin, histamin      |
| ○ monoaminergní        | katecholaminy (dopamin, noradrenalin, adrenalin) |
|                        | indolaminy (serotonin)                           |
| ○ purinergní           | adenosin   |
| ○ peptidové            | substance P, neuropeptid Y                       |
| ○ opioidní             | enkefaliny                                       |

13

**Table 4B.1 Major Neurotransmitters**

| Neurotransmitter   | Structure                                    | Functional Class   | Secretion Sites                             |
|--|--|--|---|
| <b>Acetylcholine</b>   |  | Excitatory to vertebrate skeletal muscles; excitatory or inhibitory at other sites | CNS; PNS; vertebrate neuromuscular junction |
| <b>Biogenic Amines</b>   |  |  |   |
| Norepinephrine   |  | Excitatory or inhibitory   | CNS; PNS                                    |
| Dopamine   |  | Generally excitatory; may be inhibitory at some sites                              | CNS; PNS                                    |
| Serotonin  |  | Generally inhibitory   | CNS   |
| <b>Amino Acids</b>   |  |  |   |
| GABA (gamma-aminobutyric acid)   | $H_2N-CH_2-CH_2-CH_2-COOH$                   | Inhibitory   | CNS; invertebrate neuromuscular junction    |
| Glycine  | $H_2N-CH_2-COOH$                             | Inhibitory   | CNS   |
| Glutamate  | $H_2N-CH(COOH)-CH_2-CH_2-COOH$               | Excitatory   | CNS; invertebrate neuromuscular junction    |
| Aspartate  | $H_2N-CH(COOH)-CH_2-COOH$                    | Excitatory   | CNS   |
| <b>Neuropeptides</b> (a very diverse group; only two of which are shown) |  |  |   |
| Substance P  | Arg-Phe-Gly-Phe-Gln-Gly-Phe-Phe-Gly-Ileu-Met | Excitatory   | CNS; PNS                                    |
| Met-enkephalin<br>(an endorphin)   | Ileu-Gly-Gly-Phe-Met                         | Generally inhibitory   | CNS   |

14

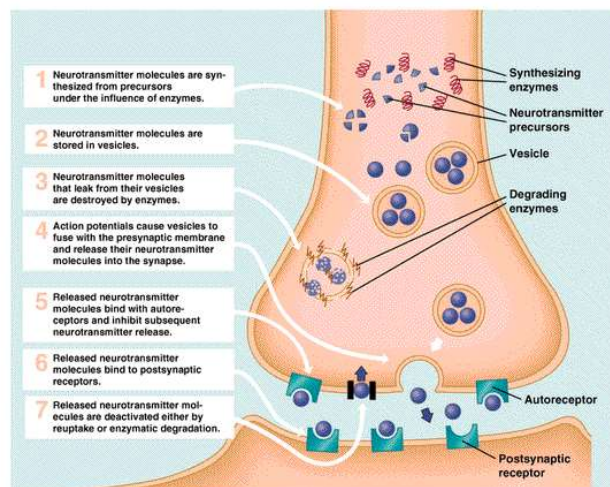
## CHARAKTERISTIKA NEUROTRANSMITERŮ - VLASTNOSTI

### Kritéria pro identifikaci neuromediátoru

- přítomen ve vysokých koncentracích v presynaptických nervových zakončeních
- presynaptický neuron jej syntetizuje
- neuron jej při depolarizaci membrány uvolňuje v dostatečném množství a existuje mechanismus pro ukončení jeho působení
- i při exogenní aplikaci vyvolává fyziologické účinky odpovídající normální synaptické transmisi
- existuje specifický receptor

15

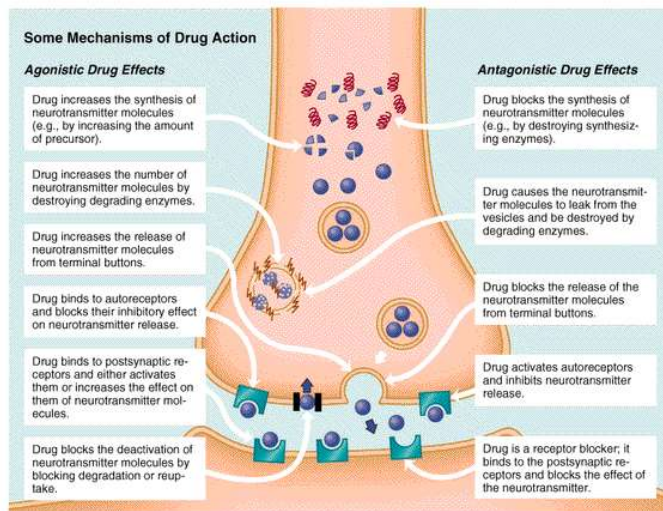
### ► Seven Processes in Neurotransmitter Action



16



### ► Mechanisms of Drug Effects



17

## ACETYLCHOLIN

první látkou rozpoznanou jako neuromediátor  
 vytvářen v nervových zakončeních reakcí cholinu a acetylkoenzymu A  
 katalyzovanou cholinacetyltransferázou  
 po uvolnění do synaptické štěrbiny je hydrolyzován acetylcholinesterázou  
 na acetát a cholin  
 v necholinergních synapsích může působit jako neuromodulátor (např.  
 inhibicí  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  pumpy)  
 zásadní funkce v periférii - nervosvalová ploténka

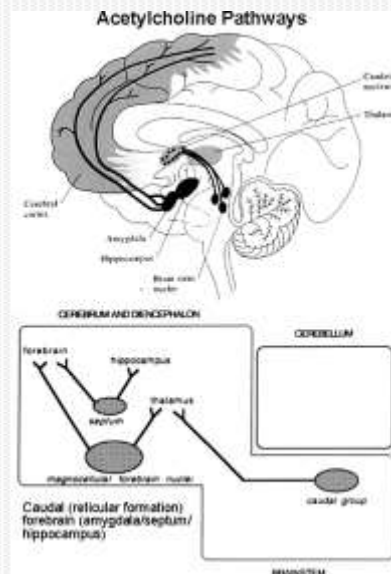
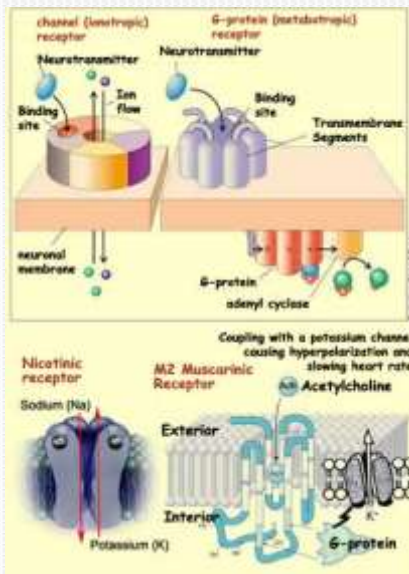
18

## CHOLINERGNÍ NEURONY

cholinergní inervace v mozkové kůře, hipokampu a limbických strukturách

- neurony lokalizovány v **bazální části předního mozku** (nucleus basalis Meynerti, diagonální oblast a septum)
- v **mozkovém kmeni**
- **striatum** obsahuje lokální okruh cholinergních interneuronů
- velká hustota cholinergní inervace je v komplexu **nucleus caudatus-putamen**
- postsynaptické účinky acetylcholinu v předním mozku zřejmě zprostředkovány hlavně muskarinovými receptory, úloha nikotinových receptorů v mozku je málo známa
- v mozkové kůře a limbickém laloku se účastní v procesu učení, paměti a intelektuální aktivitě

19



## CHOLINERGNÍ NEURONY - PATOFYZIOLOGIE

- v corpus striatum způsobuje přílišná aktivace cholinergních neuronů nebo nerovnováha mezi systémy cholinergním a dopaminergním typické neurologické symptomy (tremor, katalepsie, stereotypní pohyby)
- poruchy cholinergních synapsí v limbickém systému - vznik agresivního chování
- cholinergní deficit při fyziologickém stárnutí a cholinergní hypofunkce při demenci (Alzheimerova choroba)
- skopolamin blokuje cholinergní receptory, zasahuje do paměťových procesů

21

## KATECHOLAMINY

hlavní katecholaminy v CNS:

**adrenalin, noradrenalin a dopamin.**

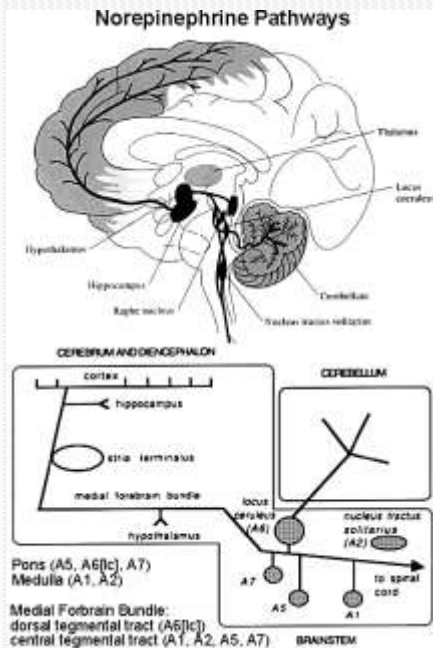
většina adrenergických synapsí využívá jako neurotransmiter noradrenalin, v malém množství adrenalin (mozkový kmen)

22

## NORADRENERGNI NEURONY

- **locus coeruleus** primárním zdrojem noradrenergní inervace pro většinu CNS
- jednotlivé noradrenergní neurony vytvářejí synaptické kontakty s tisíci neurony a vytvářejí síť přes všechny vrstvy mozkové kůry
- axony inervují funkčně rozdílné oblasti mozku, např. mozkovou kůru a mozeček.
- další lokalizace: mícha a struktury předního mozku
- $\beta_1$ -adrenoreceptory v mozku lokalizovány na neuronech,  $\beta_2$ -adrenoreceptory hlavně na gliích
- desenzitizace kortikálně-limbických  $\beta_1$ -receptorů spojována s účinky antidepressiv

23



24

## NORADRENERGNÍ NEURONY - PATOFYZIOLOGIE

### Deficit:

narušení cyklu spánek-bdění (hlavně ovlivnění bdělosti), bolesti hlavy, zpomalení psychomotoriky

### Nadbytek:

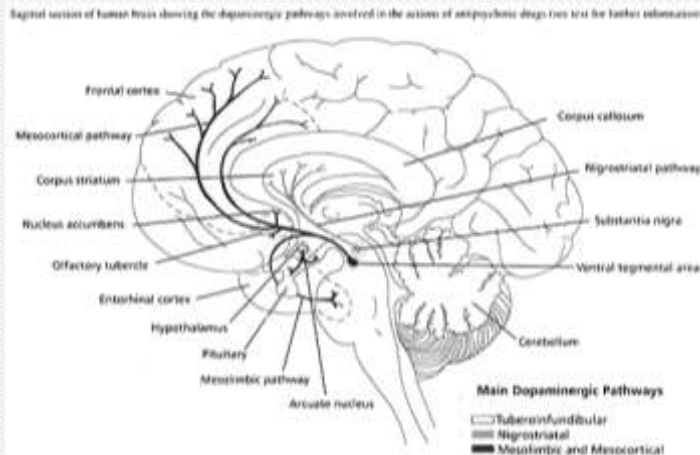
zrychlení transmise účinkem amfetaminu, event. kokainu - stimulace psychomotoriky až manický záchvat, úzkostné stavy

25

## DOPAMINERGNÍ NEURONY

- velké pigmentované dopaminergní neurony lokalizované v **substantia nigra pars compacta** inervují nucleus caudatus a putamen
- **oblast „A-10”** - inervuje nucleus accumbens, část limbického komplexu, frontální kůru, oblast gyrus cinguli a hippocampus. Mezo-kortiko-limbický dopaminergní systém obsahuje i neuropeptid cholecystokinin.
- dopaminergní neurony v **nucleus arcuatus** hypotalamu projikují do hypofýzy (inhibice uvolňování prolaktinu)
- D<sub>2</sub> receptory jsou primárním místem působení neuroleptik, stimulace D<sub>1</sub> receptorů přitom může usnadnit odezvu přes D<sub>2</sub> receptory. D<sub>1</sub> a D<sub>2</sub> receptory nemají shodnou distribuci, např. D<sub>2</sub>-receptory v substantia nigra jsou lokalizovány více na dendritech, zatímco D<sub>1</sub>-receptory jsou lokalizovány na nigrálních aferentních zakončeních.

26



27

## DOPAMIN - PATOFYZIOLOGIE

- degenerace nigrostriatální dopaminergní dráhy vede k Parkinsonově nemoci
- blokáda dopaminových receptorů neuroleptiky způsobuje akutní vedlejší účinky (extrapyramidový syndrom hypertonicko-hypokinetický)
- exogenně navozený Parkinsonský syndrom:

V 80. letech 20. století v Kalifornii onemocnělo náhle těžkou formou parkinsonismu několik narkomanů, kteří si aplikovali drogu nitrožilně. Zjistilo se, že všichni postižení si injikovali podomácku vyrobenou chemikálií, přičemž při její výrobě vznikala jako nechtěná vedlejší příměs látka s názvem metyl-fenyl-tetrahydropyridin (MPTP). Další výzkum prokázal, že nejdůležitějším účinkem MPTP je poškození substantia nigra. MPTP je jednoduchá chemická sloučenina, podobná složkám obsaženým v mnohých rostlinách, také je chemicky příbuzná některým přípravkům na hubení plevelů - např. paraquat nebo insekticidům.

28

## DOPAMIN - PATOFYZIOLOGIE

- tuberoinfundibulární trakt: snížení uvolňování dopaminu vede ke zvýšení sekrece prolaktinu - galaktorhea u léčby neuroleptiky
  - nadměrná stimulace dopaminergních spojů: neklid, napětí, anxióza až hostilita a agresivita
  - vliv na chování důležité pro zachování jedince a druhu: příjem potravy, pití, sexuální chování
- proto toto jednání spojeno s pocitem uspokojenosti - pozitivní posilování  
řada drog zvyšuje jeho účinek (např. blokáda zpětného vychytávání kokainem)

GABA posiluje účinek dopaminergní stimulace v tegmentu (zvýšení pozitivního posilování)

29

## SEROTONIN (5-HT)

za fyziologických podmínek prochází obtížně hematoencefalickou bariérou; většina syntetizována přímo v mozku

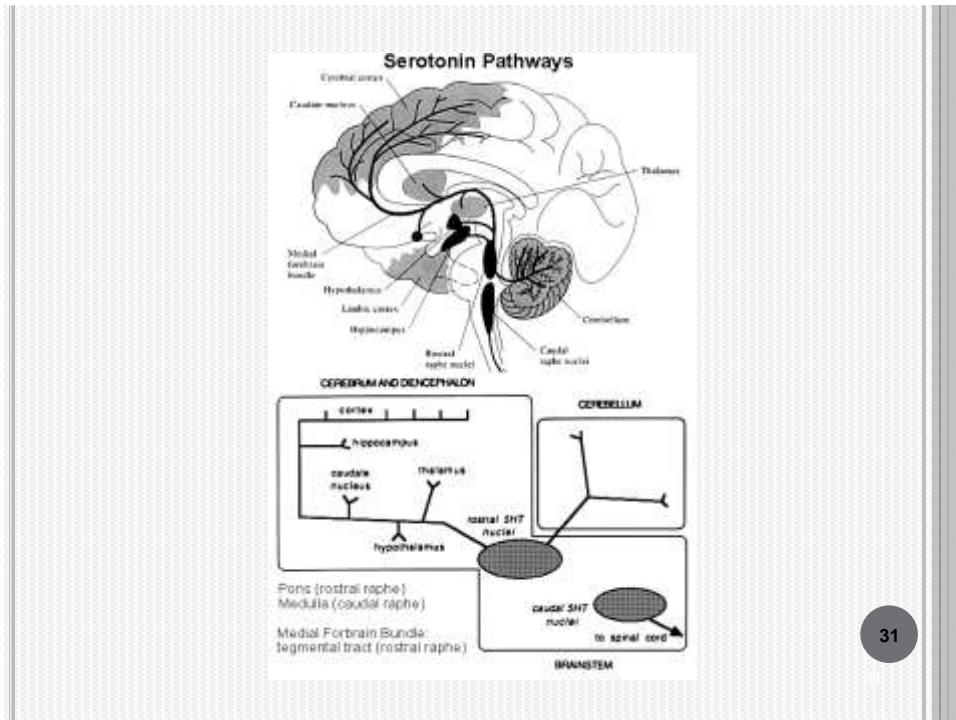
primárním zdrojem prekursoru tryptofanu - proteiny v potravě. Dietou se sníženým obsahem tryptofanu a zvýšeným vstupem kompetujících aminokyselin lze snížit obsah serotoninu v mozku

### Serotoninergní neurony

lokalizovány ve skupině jader obklopujících **nuclei raphe** ve středním mozku. podobně jako NA neurony směřují do všech oblastí CNS

- inervující mozkovou kůru spojovány s regulací rychlých očních pohybů ve spánku
- v limbickém systému souvisí s agresí
- v míše ovlivní modulací citlivost k bolesti
- serotoninové receptory mají řadu podtypů spojených s účinky některých halucinogenů, antidepresiv atd.

30



## SEROTONIN (5-HT)

### Deficit:

řada psychiatrických onemocnění

deprese, úzkost, obsedantně kompulsivní stavy, insomnie

### Nadbytek:

hypersomnie, změna psychiky - ztráta motivace, snížení pozornosti, zvýšená impulsivita a afektivita, agresivita



## EXCITAČNÍ AMINOKYSELINY

kyselina glutamová a asparagová účinkují excitačně na téměř všechny neurony v CNS, hlavní excitační neurotransmitery

neprostupují hematoencefalickou bariérou (na rozdíl od tryptofanu a tyrozinu) a jsou syntetizovány v mozku z glukózy a dalších prekurzorů

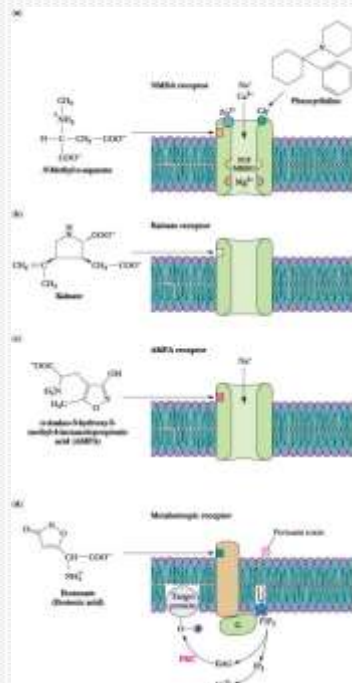
lokalizace: pyramidové buňky v **kůře** a v **hipokampu**, granulární buňky v **mozečku**, primární **senzorické aferentní** neurony aj.

většina excitace v CNS

receptory non-NMDA: kainátové, quisqualátové

receptory NMDA: účast na plasticitě, učení a vytváření paměťových stop

33



34

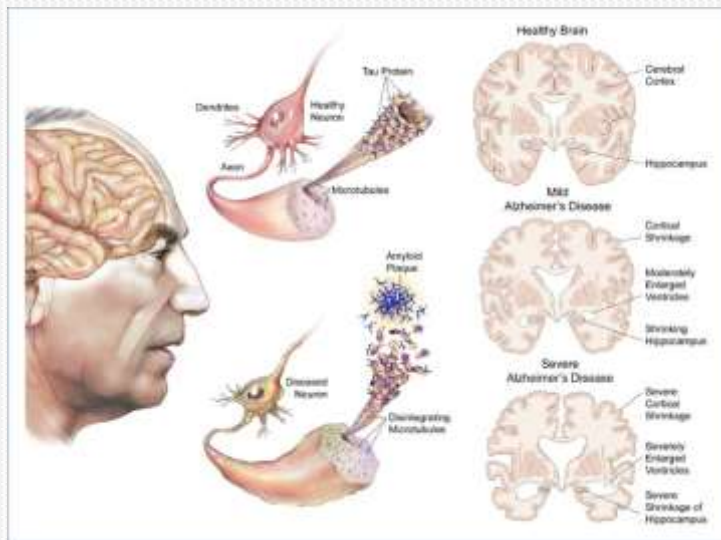
## NEUROTRANSMITERY V RF

| Neurotransmitter | Lokalizace v RF                      | Funkce         | Manifestace poruchy                      |
|------------------|--------------------------------------|----------------|--|
| <b>Ach</b>       | RF pontu<br>(ncl. gigantocellularis) | Klidné bdění   | Koma                                     |
| <b>DA</b>        | Substantia nigra<br>(ale i difuzně)  | Aktivní bdění  | Parkinsonův syndrom, poruchy rozhodování |
| <b>5HT</b>       | Ncl.rhaphé                           | Non REM spánek | Totální nespavost, psychotický syndrom   |
| <b>NA</b>        | Locus coeruleus                      | REM spánek     | Selektivní deprivace REM spánku          |

## ALZHEIMEROVA CHOROBA

- o nejčastější forma demence, především u lidí ve čtvrtém a pátém deceniu
- o klinickým projevem postupující zhoršení paměti, což vede k rozpadu intelektu.
- o patologicky je demence Alzheimerova typu provázána vznikem velkého množství degenerativních plak a neurofibrilárních uzlíků v mozku. Plaky obsahují shluky patologicky změněných dystrofických nervových a gliálních výběžků a nacházejí se obvykle v asociativních oblastech neokortexu, hipokampu a amygdaly.

syndrom demence vzniká jako důsledek ztráty cholinergních zakončení, která jdou do kůry a dalších oblastí z neuronů umístěných v subkortikálních oblastech, např. v Meynertově jádře (nucleus basalis Meynerti)



37

## GABA

GABA se vyskytuje téměř výlučně v mozku a proto určena jako neuromediátor relativně brzy

lokalizace: lokální okruhy hvězdčovitých buněk v **mozkové kůře**, Purkyňovy buňky v **mozečku**, **striato-nigrální neurony** aj.

Látky usnadňující GABAergní transmissi jsou využívány k navozování účinků celkově sedativních, anxiolytických, myorelaxačních a antikonvulzivních.

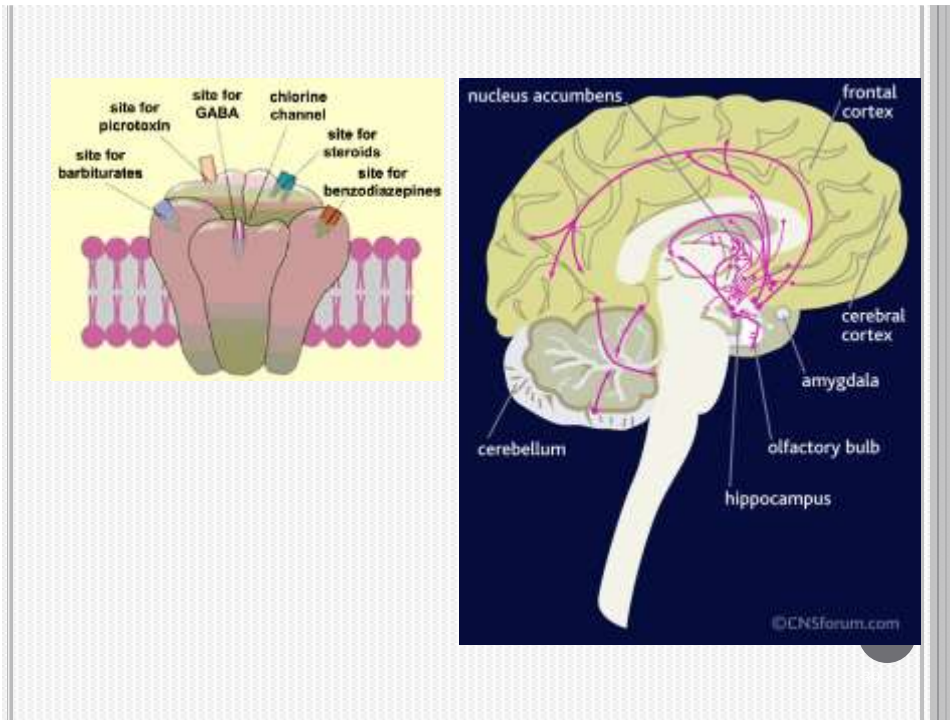
### Deficit:

zvýšená excitabilita neuronů, úzkost

### Nadbytek:

snad psychické změny, ztráta motivace

38



## HUNTINGTONOVA CHOREA

- chronicko-progresivní neurodegenerativní onemocnění, autozomálně dominantně dědičné. První manifestace onemocnění je mezi 35.–50. rokem věku.
- tzv. **tripleťová nemoc**, mutace je prokazatelná na krátkém raménku 4. chromozomu. Podkladem mutace je zmožení tripletu CAG. Genovým produktem je aberantní protein huntingtin, který má zatím ne zcela objasněnou funkci.
- Hlavní neuropatologickou změnou je ztráta GABAergních neuronů ve striatu. Dále dochází k deficitu acetylcholinu, ke snížení hladiny acetylcholintransferázy a k úbytku muskarinových receptorů ve striatu.
- Morfologie prokazuje specifickou atrofii v oblasti caput nucleí caudati, povšechnou atrofii mozku, rozšíření komorového systému, degenerativní změny kortexu a atrofické změny palida.
- Průběh nemoci: progredující příznaky neurologické (chorea) a psychické (poruchy chování, deprese, poruchy vůle, změny osobnosti, kognitivní dysfunkce). Chorea se s postupem nemoci mění na dystonii až akinezi a rigiditu, demence nezadržitelně progreduje. Demenci charakterizují poruchy paměti, kognitivní zpomalení, neschopnost soustředit se na řešení úkolu a měnit adaptivně vzorce chování, apatie nebo deprese. Přes dysartrii relativně méně postižené porozumění řeči i její vyjadřování. Pacienti nemají afázii ani agnózi, jen výjimečně trpí apraxií.

## OXID DUSNATÝ (NO)

- **Oxid dusnatý (NO)** působí jako mediátor v imunitním systému, na synapsích a ovlivňuje vazomotoriku. Jako přenašeč v CNS poprvé rozpoznán v 80. letech minulého století.
- odlišnost NO od jiných mediátorů : schopnost **difundovat volně** a rychle přes membrány, tzn. působit na okolní buněčné elementy bez ohledu na anatomické spojení. NO je nestabilní volný radikál s poločasem několika sekund; při šíření z bodového zdroje schopen ovlivnit okolí do vzdálenosti asi 170  $\mu\text{m}$ .
- vliv na učení, citění, sexuální chování, modulace sensorických a motorických cest
- neurodegenerativní procesy: za patologických podmínek může pravděpodobně NO generovaný nadměrně při stimulaci glutamátových receptorů zprostředkovat buněčnou smrt

41

## PATOGENEZE EPILEPTICKÝCH PROJEVŮ

U normálního zdravého jedince v mozkové tkáni v dynamické rovnováze dva základní nervové okruhy:

- **excitační**, zajišťovaný excitačními neurotransmitery, např. glutamátem
- **inhibiční**, s přispěním kyseliny -aminomáselné (GABA).

Každá oblast nervové tkáně má určitou úroveň excitability a synchronie.

**Epileptické projevy** vznikají pravděpodobně

- přechodným nevyváženým účinkem excitačních a inhibičních faktorů
- spolu se změnou vlastností buněčných membrán, poruchou rovnováhy iontů intracelulárně a extracelulárně
- a se změnou modulačních mechanismů.

42

## PATOGENEZE EPILEPTICKÝCH PROJEVŮ

### Podstata poruchy iontových toků na membráně

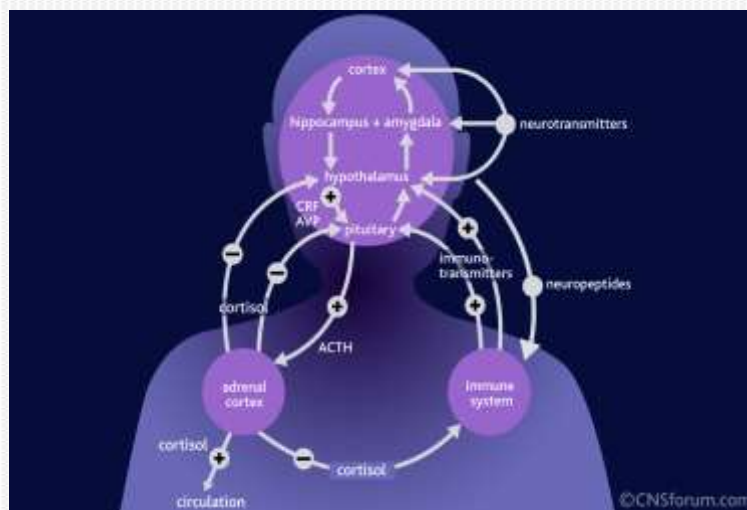
- možná dysfunkce Na/K-ATPázy
- omezená schopnost gliových buněk pufrovat zvýšenou extracelulární koncentraci kaliových iontů
- snížení činnosti inhibiční synapse
- zvýšení excitační stimulace
- metabolické změny v buňce.

### „Epileptický neuron“

- projevuje se zejména jinou dráždivostí
- membrána takového neuronu je v klidu lehce depolarizována, pravděpodobně v důsledku poruchy transportních iontových mechanismů na membráně
- odpovídá na podráždění nikoliv normálními excitačními postsynaptickými potenciály a tvorbou jednotlivého akčního potenciálu, ale salvou, a vytváří obraz tzv. **paroxysmálního depolarizačního posunu – PDS**, sumace této abnormální aktivity se projeví na EEG jako *interiktální hrot*.

43

## Hypotalamo – hypofyzo – adrenální osa



44

## FUNKCE MOZKOVÉHO KMENE

- Jádra hlavových nervů (šedá hmota)

- Dráhy z a do kůry (bílé

- Retikulární formace:

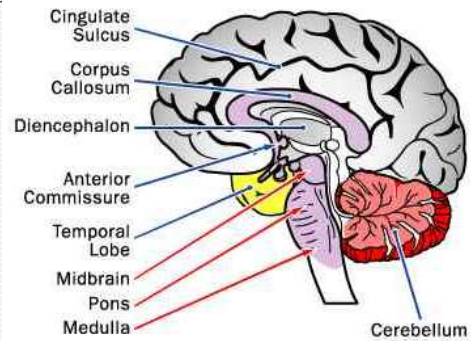
- Životně důležité funkce

- Spánek a bdění

- Aktivace hemisfér

- Aktivace spinální míchy

**Major Internal Parts of the Human Brain**



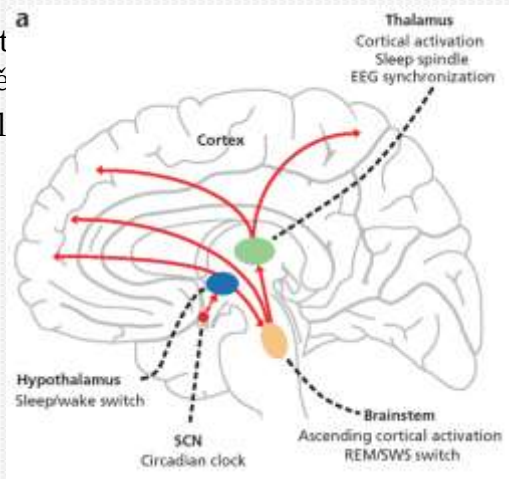
45

VĚDOMÍ A SPÁNEK

## DEFINICE VĚDOMÍ

Vědomí je schopnost být bdělý a adekvátně reagovat na okolí

- Kvalita vědomí (orientace, adekvátní reakce, změny)
- Kvantita vědomí (bdělost)



## PŘÍČINY PORUCH KVANTITY VĚDOMÍ

### Kraniální

- poruchy mozkového kmene (ARAS) LC (NA), DRN (5-HT), VTA (DA), „basal forebrain“ (ACh)
- nebo jeho spojení s hemisférami (thalamus a hypotalamus)
- Často též ložiskové příznaky z poruch ostatních struktur CNS (jádra hlavových nervů)



## EXTRAKRANIÁLNÍ PŘÍČINY PORUCH VĚDOMÍ

- Poruchy perfuze – ischemie
  - (živiny – glukosa, kyslík – hypoxie)
- Poruchy fyziologie
  - osmolality, iontů ( $\downarrow\text{Na}^+$ ,  $\uparrow\text{K}^+$ ,  $\uparrow\text{Mg}^{++}$ )
  - hormonů regulujících metabolismus ( $\downarrow$  tyroxin a  $\downarrow$  kortizol)
  - stav po epi záchvatu
- Toxiny
  - Endogenní
    - ledvinné selhání,
    - jaterní selhání,
    - sepse, meningitis/encephalitis
  - Exogenní – drogy, léky

49

## MĚŘENÍ KVANTITY VĚDOMÍ; BDĚLOSTI

- Slovně
  - Somnolence
  - Sopor
  - Koma
- Pomocí bodů

Glasgow coma scale  
Benešova škála

Table 1: THE GLASGOW COMA SCALE AND SCORE

| Feature             | Score Responses           | Score Notation |
|---------------------|---------------------------|----------------|
| Eye opening         | Spontaneous               | 4              |
|                     | To speech                 | 3              |
|                     | To pain                   | 2              |
|                     | None                      | 1              |
| Verbal response     | Orientated                | 5              |
|                     | Confused conversation     | 4              |
|                     | Words (inappropriate)     | 3              |
|                     | Sounds (incomprehensible) | 2              |
|                     | None                      | 1              |
| Best motor response | Obeys commands            | 6              |
|                     | Localise pain             | 5              |
|                     | Flexion – Normal          | 4              |
|                     | – Abnormal                | 3              |
|                     | Extend                    | 2              |
|                     | None                      | 1              |
| TOTAL COMA SCORE    |                           | 3/15 – 15/15   |

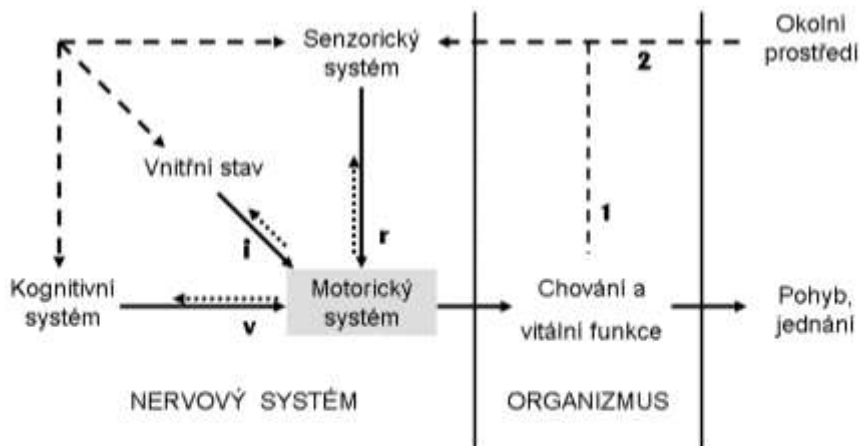
## DELIRIUM

- Delirium je kvalitativní poruchou vědomí charakterizovanou náhle vzniklou změnou chování, poruchou pozornosti a fluktuujícím průběhem
- Delirium je syndrom, který má mnoho příčin, vyskytuje se u asi 10 – 30% akutně hospitalizovaných geriatrických pacientů
- Příčiny většinou extrakraniální

51

## CNS: VSTUPY A EXEKUČNÍ FUNKCE

52

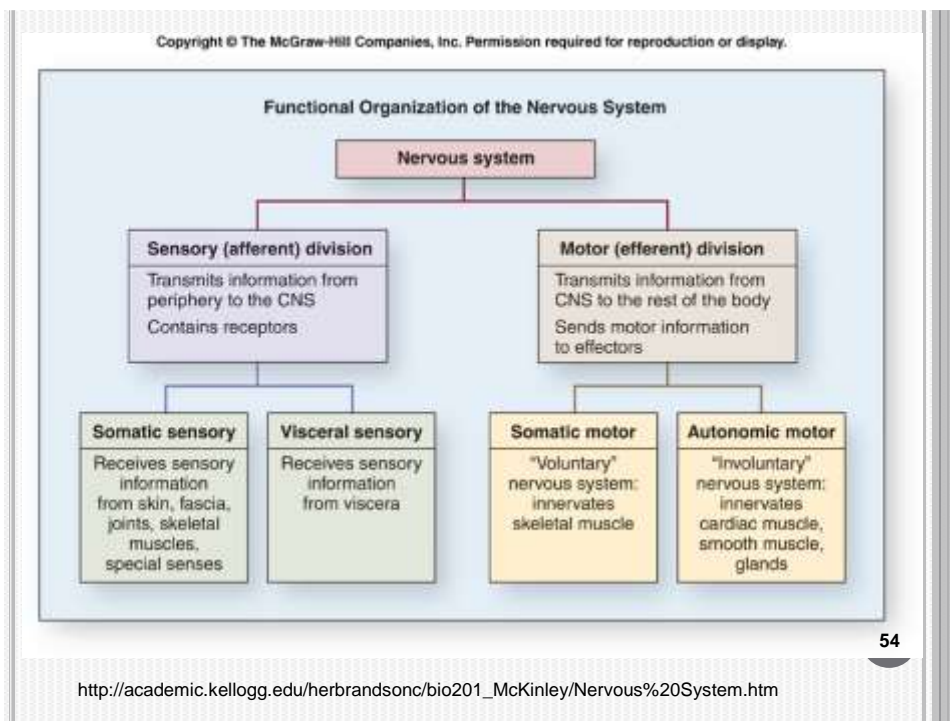


Somatomotorický systém

Autonomní motorický systém

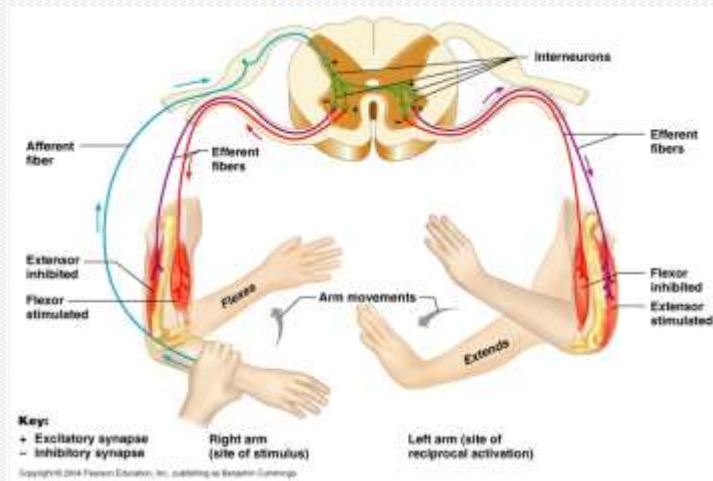
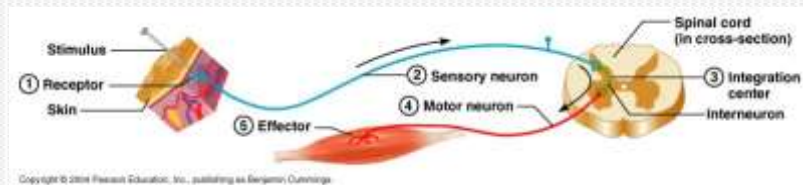
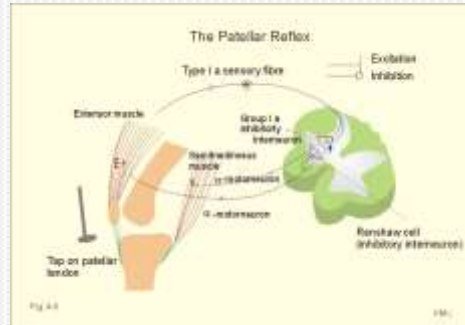
Neuroendokrinní sekretomotorický systém (PVGray – HPA)

53



## REFLEXNÍ OKRUH

- Receptor
- Aferentní dráha
- Centrum
- Eferentní dráha
- Efektor
  - Svaly a žlázy

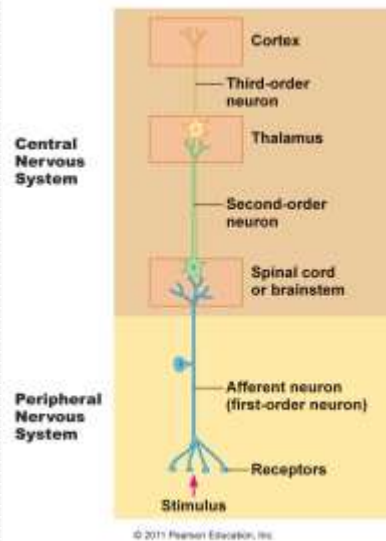


<http://apbrwww5.apsu.edu/thompsonj/Anatomy%20&%20Physiology/2010/2010%20Exam%20Review/Exam%204%20Review/CH%2013%20Proprioception%20and%20Types%20of%20Reflexes.htm>

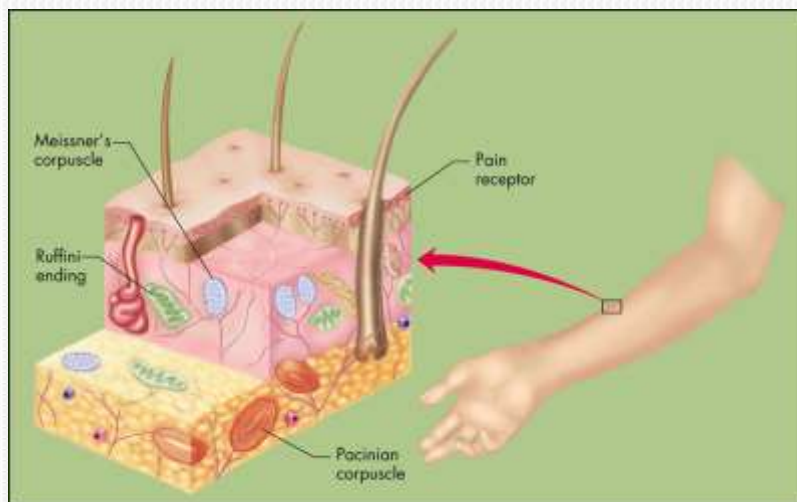
## SENZORIKA

Přivádí informace do CNS

Všechny smysly  
Somatosenzorika



## Somatosenzorika



Pacin. – vibrace; rychlá

Meissner. – dotek; rychlá

Ruff. – natažení kůže; pomalá

## Somatosenzorika

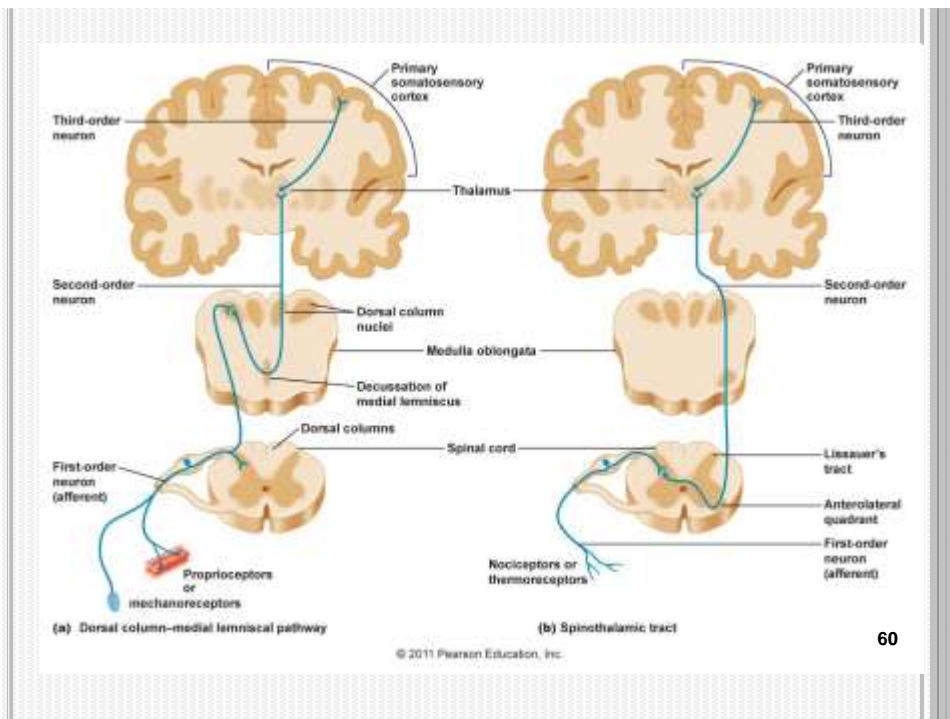
Signály do CNS jsou vedeny dvěma systémy:

Dorzální lemniskální systém (jemné a přesné čítí)

Anterolaterální spinothalamický systém (hrubé čítí)

| Dorzální Lemniskální Systém   | Anterolaterální Spinothalamický Systém   |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vnímání dotyku: vysoká diskriminace o lokalizace stimulu o intenzity stimulu</li> <li>• Vnímání vibrací</li> <li>• Vnímání pohybu po kůži</li> <li>• Vnímání jemných doteků a jemného tlaku</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vnímání teploty: o chladu o tepla</li> <li>• Pocit bolesti</li> <li>• Hrubý tlak a dotek</li> <li>• Lechtání, šimrání</li> <li>• Sexual sensations</li> </ul> |

59



60

## Lemniskální systém

dráha 3 neurony

vede vědomé taktilní čítí všech modalit

(kromě tepla a bolesti)

ispilaterální zadní provazce

**Poruchy:**

**Spinální ataxie**

**Příčiny např.:**

**Nedostatek B12,  
kys.listové**

**Tabes dorsalis**

61

## Anterolaterální systém

Vede informace

o bolesti, teplotě, hrubé čítí

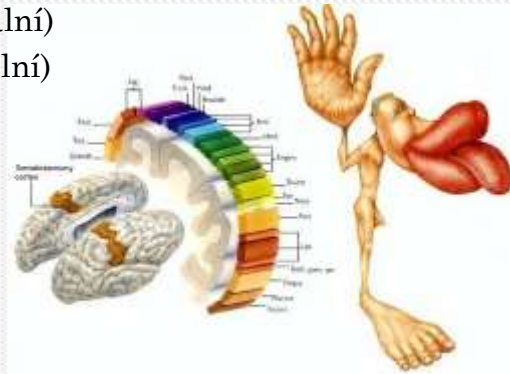
Kontralaterálně, postranní provazce

Porucha kolem  
s.centralis:  
Syringomyelie

62

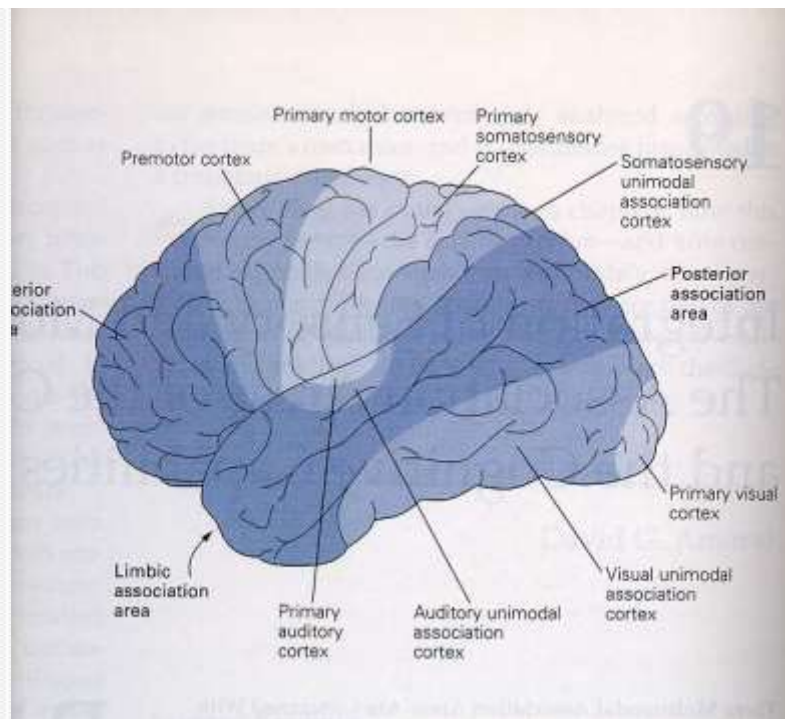
## KOROVÁ PREZENTACE SENZORIKY

- Primární senzorká
- Sekundární (unimodální)
- Asociační (multimodální)



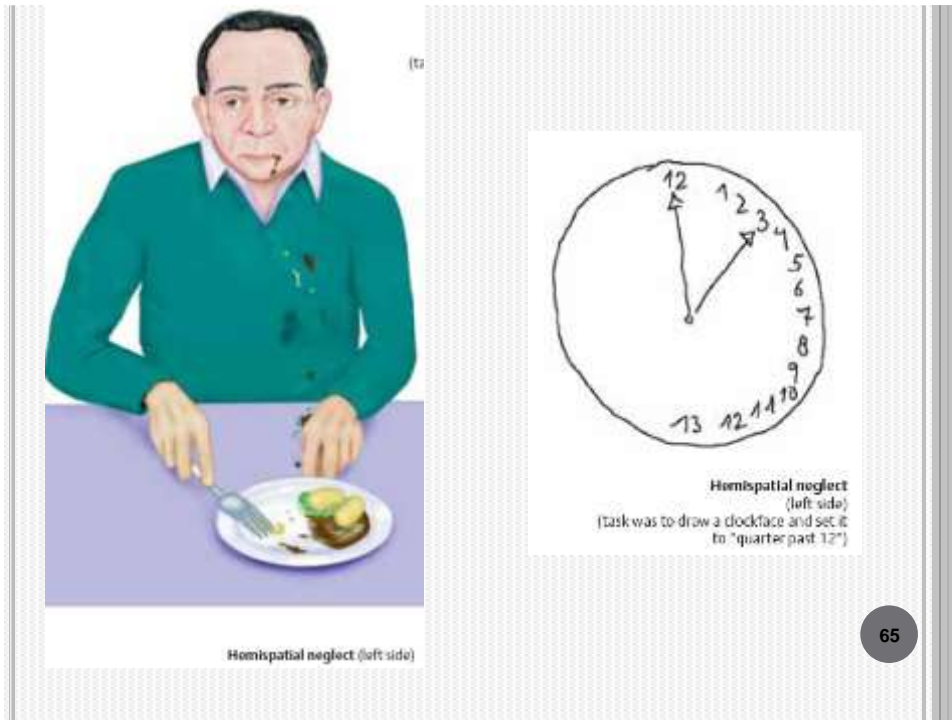
63

<http://joecicinelli.com/wp-content/uploads/2011/10/Homunculus1.jpg>



64





## BOLEST

- Bolest je definována jako nepříjemná senzoričká a emocionální zkušenost spojená s akutním nebo potenciálním poškozením tkání, nebo popisovaná výrazy takového poškození.
- Bolest je vždy subjektivní

### Složky bolesti

- Senzoricko-diskriminační
  - Informace o lokalizaci a intenzitě (SI)
- Efektivně motivační
  - Emoční prožitek bolesti (limb. syst.)
- Kognitivně evaluační složka
  - Zhodnocení bolesti (asoc.Cx)

## NOCICEPTORY

- Chemoreceptory
- Reagují na řadu látek (TNF- $\alpha$ , bradykinin, PGE<sub>2</sub>, 5-HT,.....)
- Rychlá A vlákna
- Pomalá C vlákna (0,5 – 3,5 m/sec)
- A delta (7-14 m/sec)

67

## SOMATICKÁ BOLEST

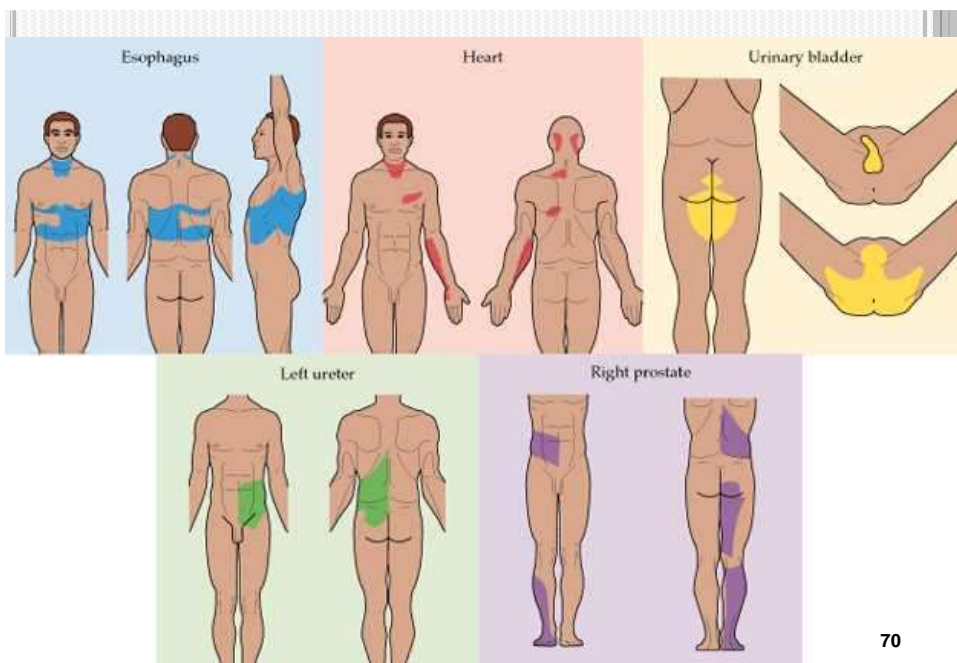
- Somatická
  - rychlá a pomalá
  - Přesně lokalizovaná
  - Z kůže, svalů, hrudní a břišní stěny

68

## VISCERÁLNÍ BOLEST

- Játerní, ledvininný a plicní parenchym jsou necitlivé
- Nereaguje na všechna poranění útrobu (např. střevo neregistruje řez, ale registruje distenzi jako bolest)
- Difuzní, špatně lokalizovaná
- Doprovodná autonomní reakce, dyspepsie, tenze svalů
- Přenesení na somatická místa (Headovy zóny)

69



70

Headovy zóny

## DESCENDENTNÍ DRÁHA MODULACE BOLESTI

- periaqueaduktální šed
- z míchy, tak z vyšších částí mozku, tj. z hypothalamu, kortikálních struktur a limbického systému
- do rostroventrální míchy (RVM) a dále až do dorzálních rohů míšních, kde končí také dostředivé axony neuronů vedoucích bolest.

71

## MOTORIKA

**Struktury, které řídí pohyb:**

*motoneurony*

**Struktury, které pohyb moduluji:**

*podkorové struktury*

## MOTORIKA

- Mimovolní motorika
  - Posturální reakce
  - Reflexy
- Volní motorika
- Emoční motorika (3. systém motoriky)

Generátory pohybu – rytmické pohyby

73

## PORUCHY POHYBU

- Poruchy pasivního hybného aparátu
- Poruchy svalů
- Poruchy senzoriky
- Poruchy dolního motoneuronu
- Poruchy horního motoneuronu
- Poruchy bazálních ganglií
- Poruchy mozečku

74

## MOTORIKA MIMOVLNÍ

- **Reflexy**
  - Monosynaptické a polysynaptické
  - Spinální mícha, kmen, (Cx)
  
- **Posturální motorika**
  - Dopředné a zpětné vazby
  - Vestibulární řízení rovnováhy
  - Daleko flexibilnější než reflexy, ale ne tak volné, jako volní motorika
  - Mozkový kmen, CBL a spinální mícha

75

## POSTURÁLNÍ MOTORIKA

- Vzpřímený postoj těla
- Vztah hlavy k tělu
- Vztah očí k hlavě
- Obraz okolí vždy dopadá na žlutou skvrnu
  
- Vliv gravitace
- Svalový tonus

76

## MOTORIKA VOLNÍ

- Vyvážené pohyby
- Kontext specifika
- Největší flexibilita
  
- Souvisí s posturální (objekt a jeho stín)
  
- Senzorická kontrola
  - Zrak
  - Vestibulární aparát
  - Somatosenzorika
  
- Motorické učení ⇒ dynamický stereotyp

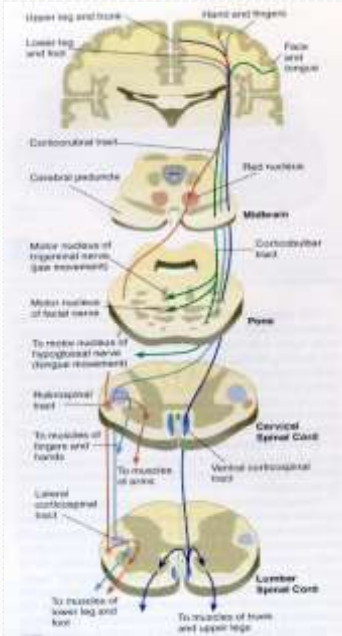
77

## VOLNÍ MOTORIKA

- Řízení
  - Dorsolaterální systém ⇒ distální svaly
  - Ventromediální systém ⇒ axiální a proximální svaly
  
- Modulační okruhy
  - Bazální ganglia
  - Mozeček

78

Laterální systém



Ventromedální systém

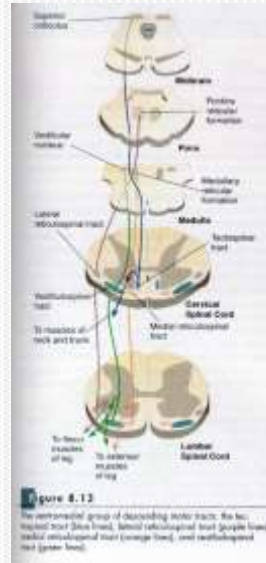


Figure 8.13 The ventromedial group of descending motor tracts: the fast flexor tract (blue line), medial reticulospinal tract (purple line), lateral reticulospinal tract (orange line), and vestibulospinal tract (green line).

motor systems:

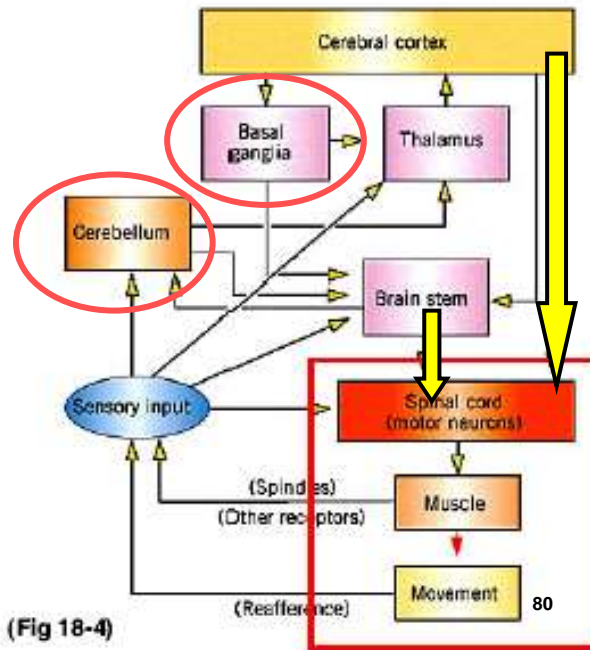
spinal reflexes

brainstem

cerebellum and basal ganglia

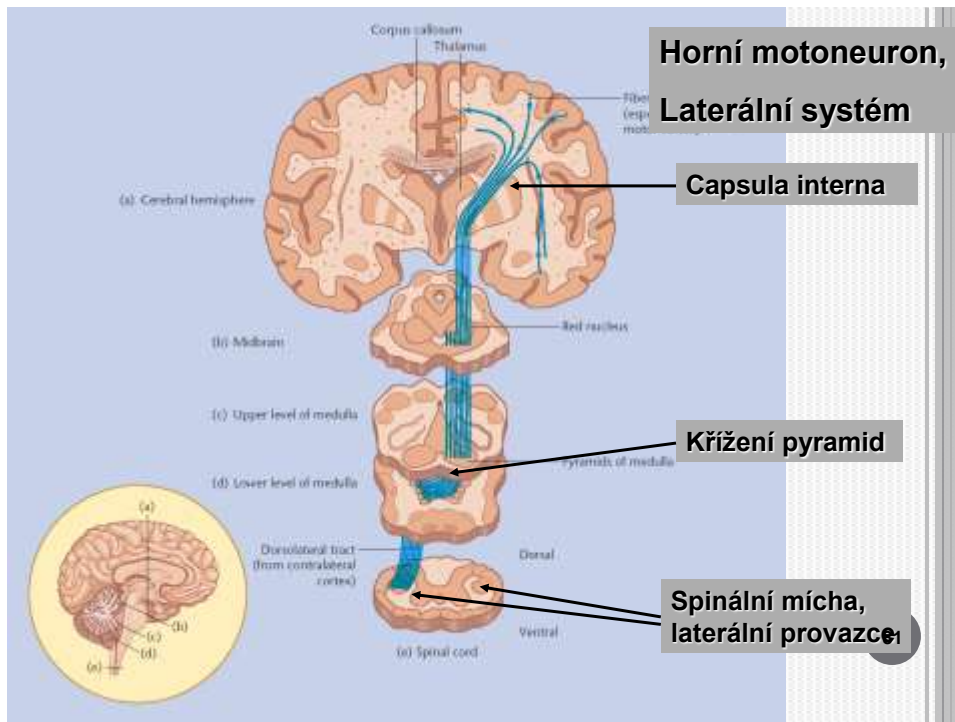
motor cortices

new news!  
control of walking



(Fig 18-4)





## PORUCHA HORNÍHO MOTONEURONU

### **Centrální, spastická obrna**

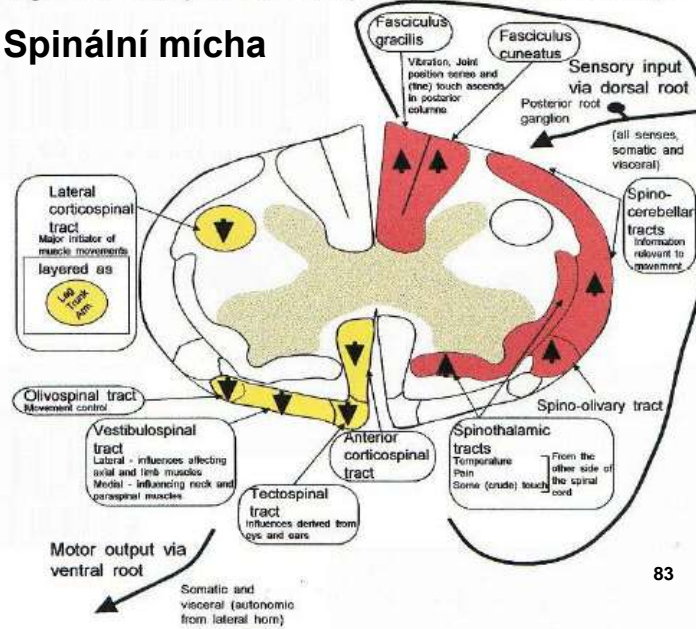
Porucha v mozku, ve spinální míše

- Chybí volní pohyby
- Svalový tonus je zvýšen
- Je přítomna hyperreflexie
- Jsou přítomny patologické reflexy

Hemiplegie; kvadruparéza; paraparéza

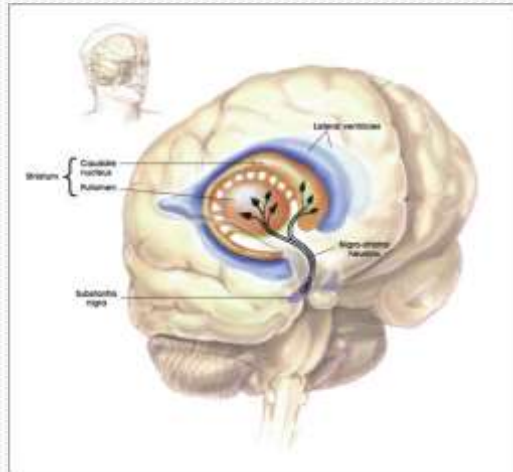
Figure 14. The spinal cord. A simple account of the main pathways

## Spinální mícha



## MODULAČNÍ OKRUHY

## BAZÁLNÍ GANGLIA



85

## BAZÁLNÍ GANGLIA

Okruhy

- Motorický
- Okulomotorický
- Limbický
- Asociační

Uspořádání obdobné:

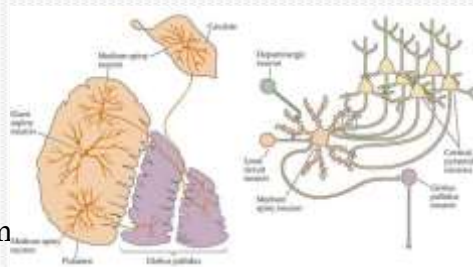
Vnitřní:

- Přímá dráha
- Nepřímá dráha

Vstupy do striata z Cx a m

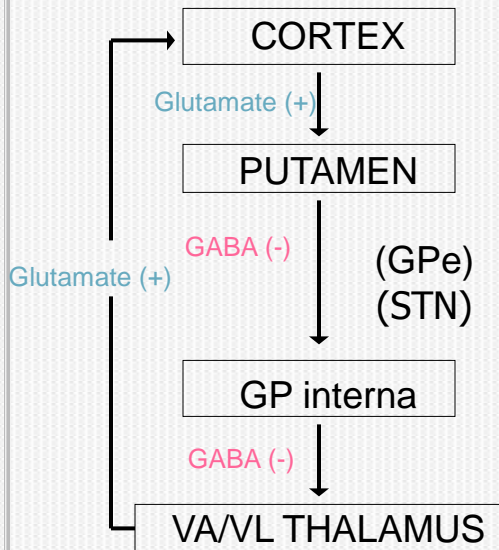
Výstupy z GPint do:

- Th a pak Cx
- kmenových struktur



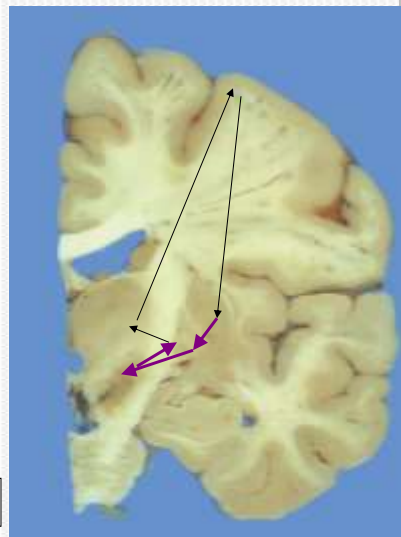
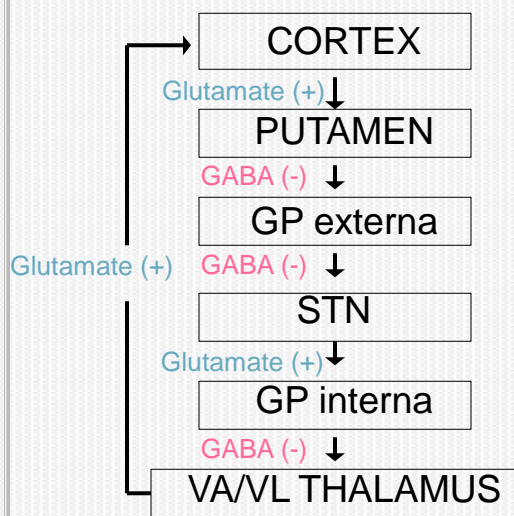
86

## DIRECT PATHWAY



87

## INDIRECT PATHWAY



## BAZÁLNÍ GANGLIA

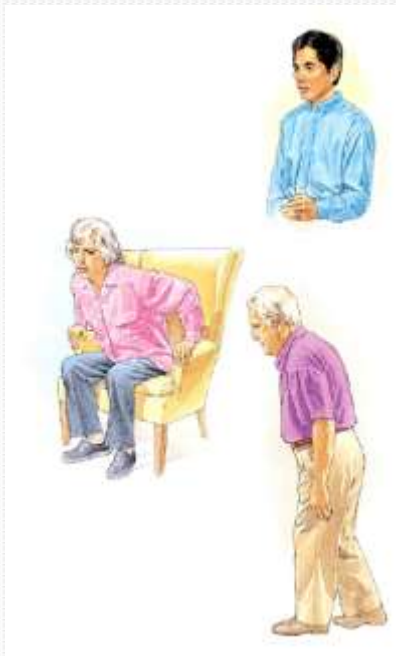
Modulují motoriku

Celkově mají inhibiční vliv na motorická  
jádra thalamu (proto nemáme mimovolní pohyby)

Poruchy: Dyskinesy

- Hypertonicko – hypokinetické syndromy (Parkison)
- Hypotonicko – hyperkinetické syndromy (chorea, balismus, atetosa,...)
- Další typy

89



90

## PARKINSONOVA CHOROBA; HLAVNÍ PŘÍZNAKY

- **Tremor:** klasicky klidový, unilaterální, 4/5 Hz, sociální hendikep
- **Rigidita:** agonist, antagonist, fixator, synergist, cog wheel, není ztráta svalové síly
- **Nedostatek pohybů:** bradykinese, pomalá iniciace, prodloužený reakční čas, všechny aspekty pohybu
- **Ztráta posturálních reflexů:** righting reflex, postoj
- **Postoj:** flexe, kyfosas, ztráta bederní lordosy, flexe kyčle a kolen, redukováná base
- **Chůze:** „zamrznutí“, chybí souhyby

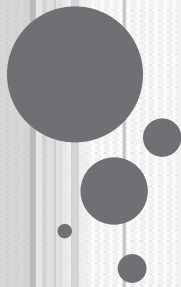
91

## PRAHOVÝ EFEKT - 80% ÚBYTEK DOPAMINU

- Pokud existuje škodlivina, docházelo k expozici pravděpodobně roky až desetiletí (nikoli týdny) před začátkem onemocnění.
- První příznaky PCh - když úbytek dopaminu na terminálech výběžků buněk substantia nigra dosáhne 80% původních hodnot (k dispozici je tedy 20% původního množství dopaminu). To nastane, je-li poškozena alespoň polovina buněk produkujících dopamin.  
⇒ mozek umí kompenzovat značný úbytek dopaminu.
- K prolomení existující kompenzace může vést těžší poranění, srdeční příhoda nebo chirurgický zákrok. Neví se přesně proč. Jisté je, že to není pravá příčina Parkinsonovy choroby, pouze urychlení jejího nástupu o několik měsíců nebo týdnů.

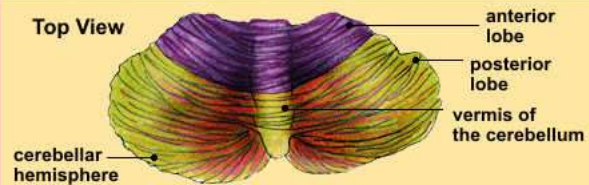
92

# MOZEČEK

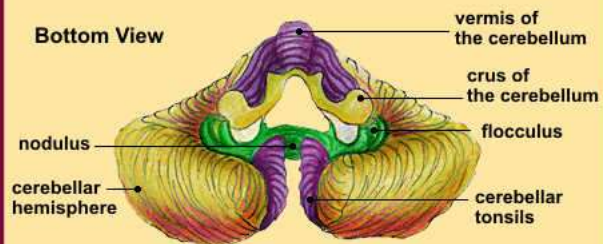


## The Cerebellum

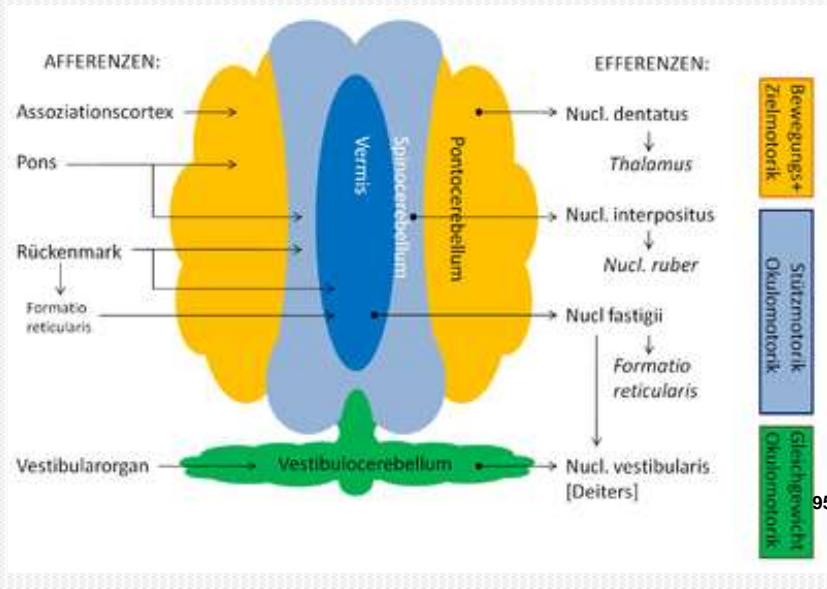
Top View



Bottom View

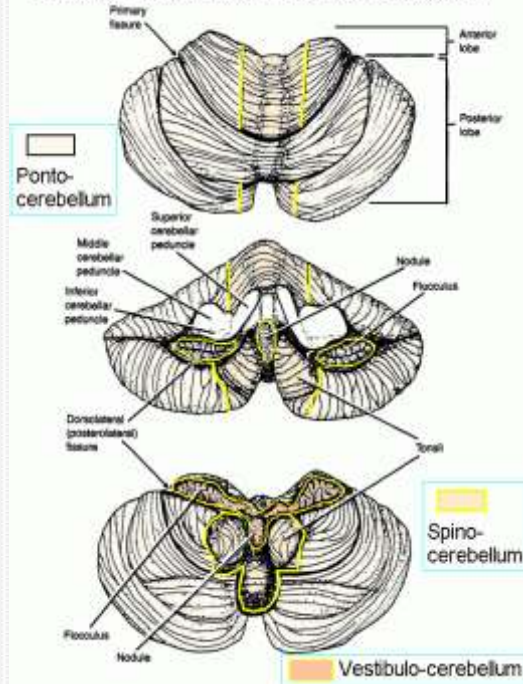


## Vestibulární (zelený), spinální (modrý) a korový mozeček (žlutý)



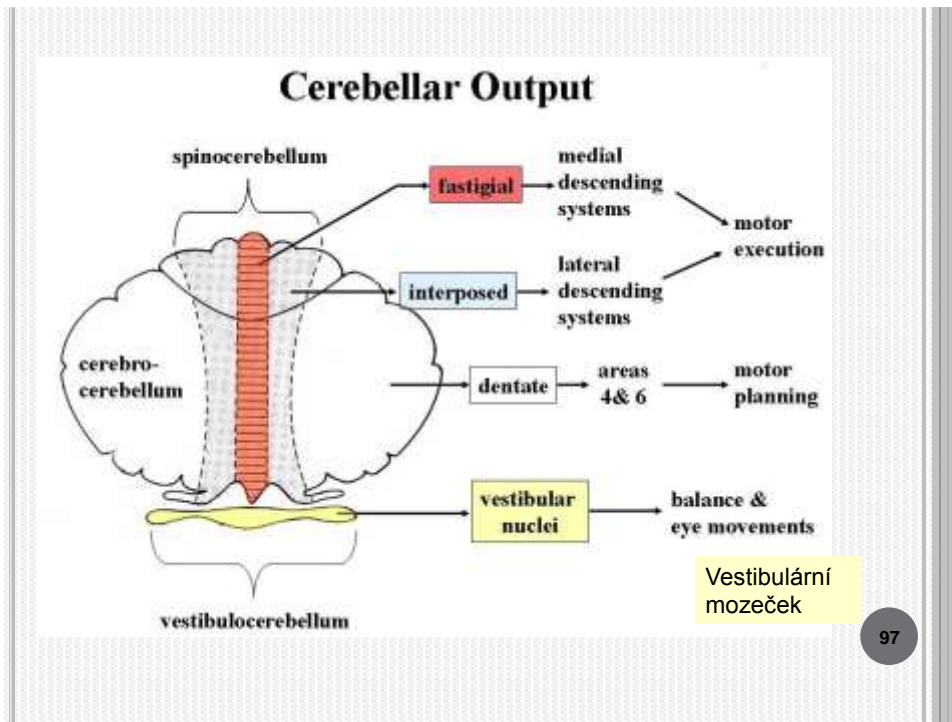
95

### Landmarks and functional divisions of the cerebellum



96





## PORUCHY MOZEČKU

### ○ Paleocerebellární syndrom (spinální a vestibulární mozeček):

- Porucha rovnováhy
- Trupová ataxie
- Ataxie stoje a chůze - nejisté o široké bázi, kolísání a kymácení - titubace (vyrovnáváním polohy)
- Mozečková ataxie je při otevřených i zavřených očích

### ○ Neocerebellární syndrom (korový mozeček)

98

## NEOCEREBELÁRNÍ SYNDROM

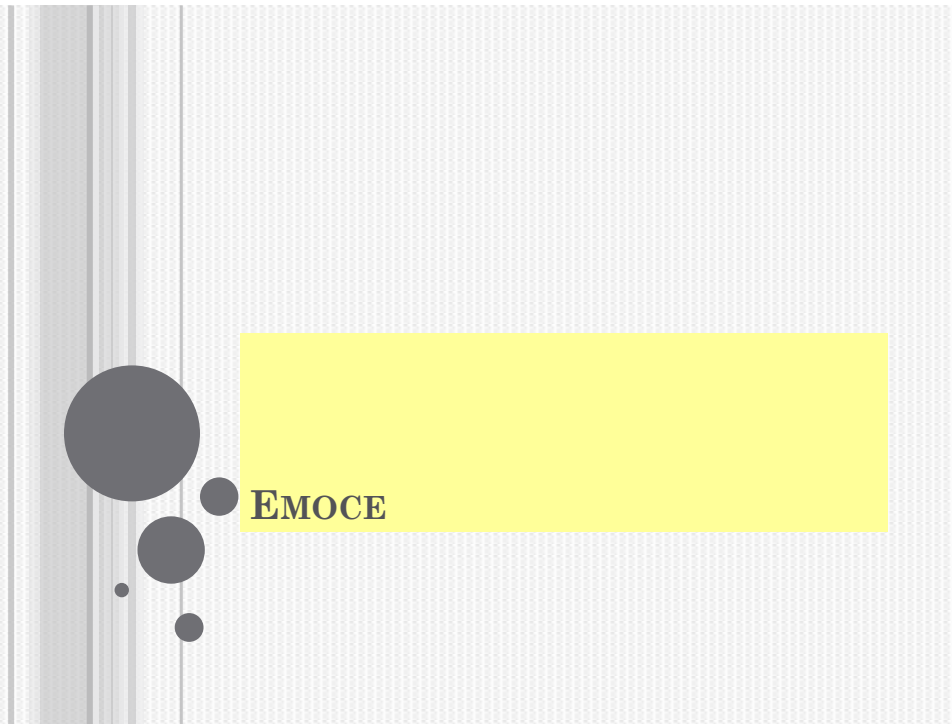
- Neschopnost správně ukončit pohyb (cíl a intenzita)
  - Ataxie končetin
  - Dysmetrie – (netrefí jídlem do úst)
- Poruchy koordinace zapojení jednotlivých svalů do pohybu:
  - Není plynulost pohybu
  - Adiadochokineze (např. porucha při střídání pronace a supinace dlaní)
  - Poruchy řeči (méně zřetelná – dysartrie, změny intenzity - skandovaná řeč, někdy expresivní)
- Snížený svalový tonus
  - Není však ochablé na pohmat
  - Snížení tonu jen při pasivních pohybech
  - Mozečková hypotonie = zvýšená pasivita
- Projevy se projeví homolaterálně

99

## MOTORIKA EMOČNÍ

- Tr. Reticulospinalis
  - Tr. Raphespinalis
  - Tr. Coeruleospinalis
- Mimika obličeje
  - Nonverbální projev

100



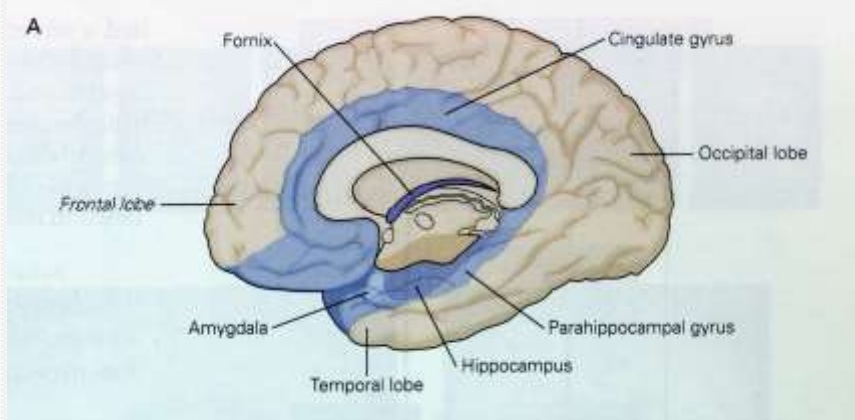
## EMOCE (CITY)

- Mají fyzickou i psychickou složku
- Nevědomé, implicitní hodnocení stimulu
  - Afektivní (citový prožitek)
  - Kognitivní (vědomá složka)
  - Konativní složka
    - Apetitivní
    - Aversivní
- Mají vlastní logiku, ne kognice, ne somatika

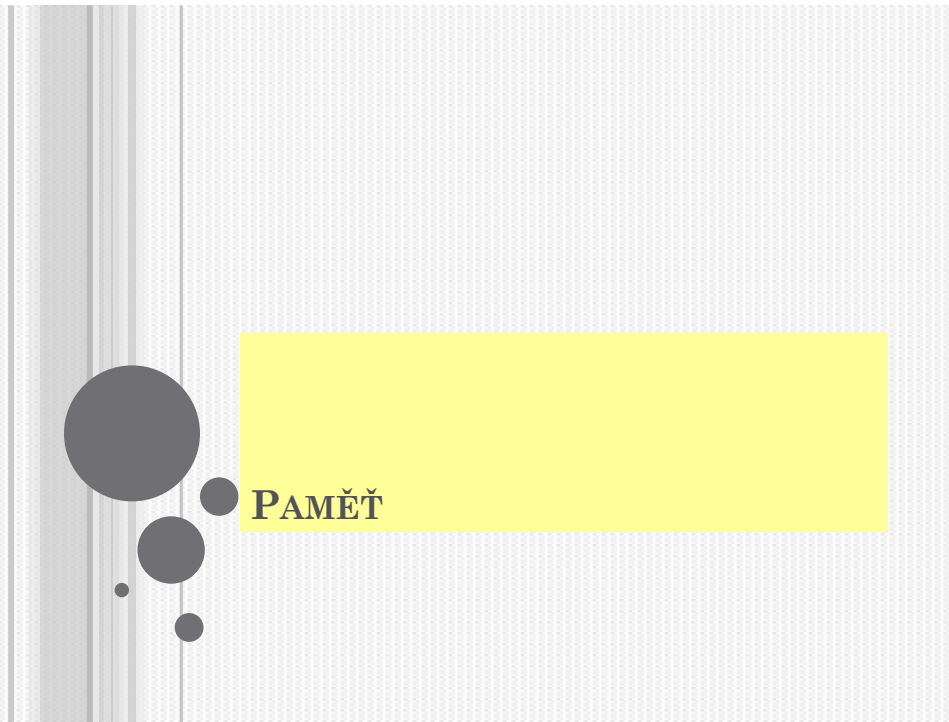
## EMOCE; CX OBLASTI

- Orbitofrontální Cx (redukce agresivity a emočních odpovědí –frontální lobotomie, 1935 J.Fulton a Jakobsen – šimpanzi, Moniz - lidé)
- Ventromediální frontální Cx (inhibice nevhodného chování; P.Gaine – disinhibice)
- Gy cinguli anterior
- Gy parahippocampalis

103

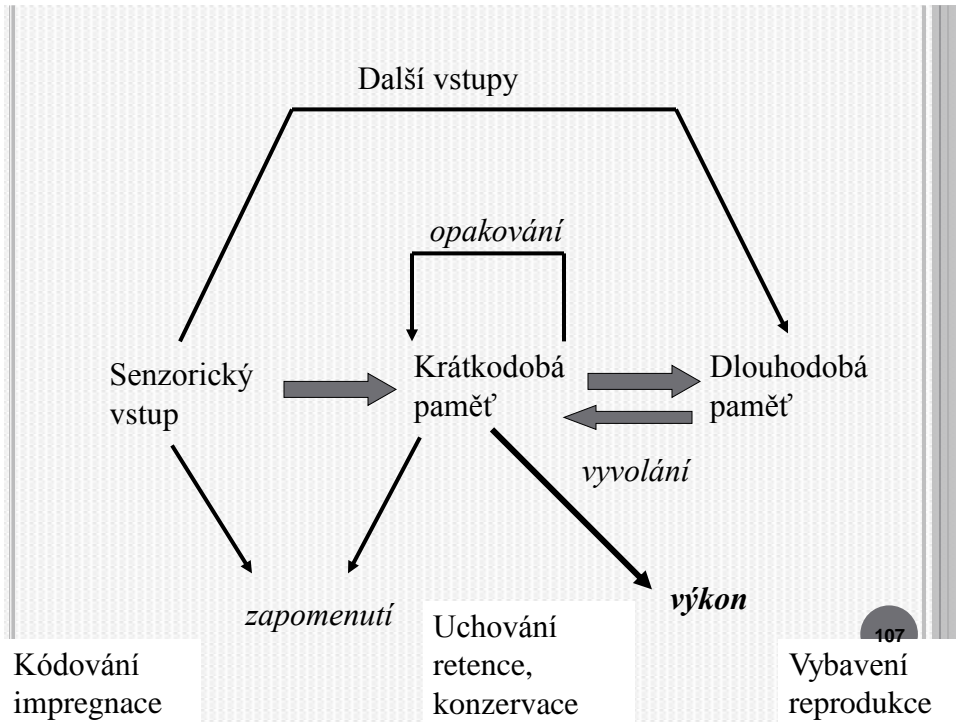


104

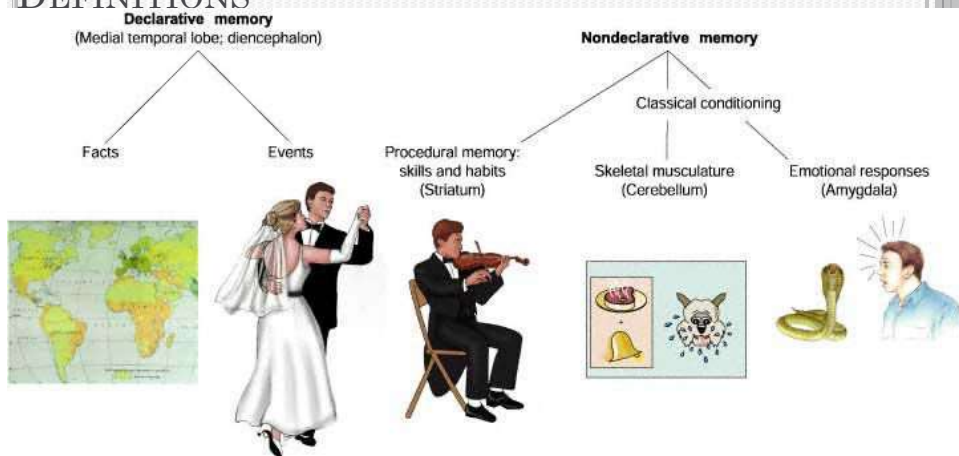


## PAMĚŤ

- Ikonická
- Krátkodobá
- Střednědobá
- Dlouhodobá
  - Deklarativní, explicitní
  - Nedeklarativní, implicitní, procedurální



## DEFINITIONS



## EXPLICITNÍ PAMĚŤ

- Vědomá explicitní paměť [asociační oblasti]
  - Sémantická (pro fakta) [neokortex]
  - Epizodická (události) [prefrontální kortex]
- Není jediná, vše obsahující paměť
- Mnohotná reprezentace (vizuální, verbální,...)
- Vytvoření paměťové stopy (engram), konsolidace (uložení), vyvolání

109

## ZMĚNY EXPLICITNÍ PAMĚTI

- **Hypermnézie** – bez (Mozart, Napoleon) nebo s poruchou vědomí (služka), relativní (Rainman), el.stimulace (Penfield)
- **Dysmnézie**, časově ohraničená porucha vytváření nových paměťových stop – snové stavy u temporální epilepsie (jede správně autem, ale neví, kam)
- **Hypomnézie** – vrozená nebo deteriorace
- **Amnézie** – ztráta paměti

110

## AMNÉZIE

- Infantilní amnézie (časně v ontogenezi)
- Anterográdně (pac H. M.)
- Retrográdně (např. posttraumatická)
- Parciální (okénka)
- Psychogenní
- Posthypnotická

111

## IMPLICITNÍ PAMĚŤ

- Neasociativní učení (R.E.Kandel)
  - Habituaace
  - Senzitizace
- Asociativní učení
  - Klasické podmiňování (I.P.Pavlov)
  - Operantní podmiňování (E. Thordike, B.F.Skinner)
- Motorické dovednosti (apraxie)

112



## APRAXIE

(PORUCHY SLOŽITÝCH POHYBOVÝCH NÁVYKŮ)  
„PORUCHY IMPLICITNÍ PAMĚTI“

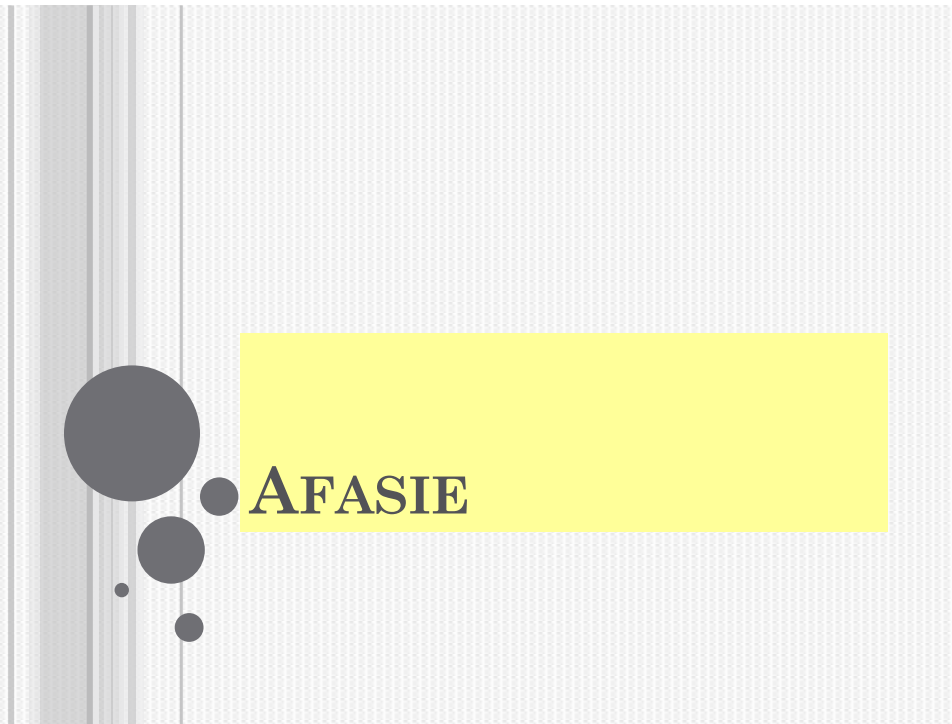
Neschopnost provádět smysluplné pohyby, i když  
je funkce všech svalů zachována, nejsou ani  
obrnny, ani ataxie

113

## APRAXIE

- **Ideatorní apraxie**
  - Porucha senzorické složky (kouří zápalku a škrtná cigaretou) bývá spojena se astereognosíí
- **Ideomotorická** klasická apraxie (ví, jak nástroj použít, popíše, vysvětlí, ale nevykoná)
- **Motorická apraxie** bývá jednostranná
  - Porucha motorického stereotypu (Liebmann kartáčovat plášť, rytmické pohyby vedle ucha)

114



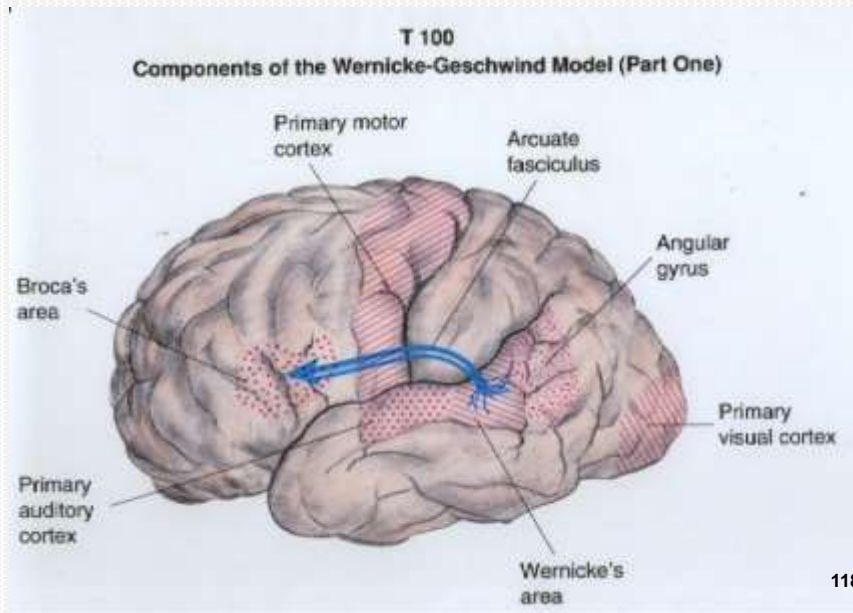
## FATICKÉ FUNKCE – ŘEČ

- Schopnost kódovat myšlenky do signálů pro komunikaci s druhými
- Odlišná od čtení a psaní
- Odlišná od celkové inteligence

## ŘEČ ONTOGENETICKÝ VÝVOJ I

- Všechny lidské kultury mají jazyk
- Děti slyší slova a užívají je aktivně
- do 6 let znají asi 13 000 slov (každých 90 bdělých minut 1 slovo)
- Během studia na vysoké škole získáme nejméně 60 000 slov
  
- 7-8 měsíců: slabiky
- kolem 2 let: už tvoří strukturu
- kolem 3 let: začíná užívat gramatiku správně
  
- Specifické poruchy řeči

117



118

## AFÁZIE

| Afázie    | řeč; mluva | rozumění  | opakování |
|-----------|------------|-----------|-----------|
| Broca     | porucha    | zachováno | nemožno   |
| Wernick   | plynulá    | porucha   | nemožno   |
| kondukční | zachovaná  | zachovaná | porucha   |
| globální  | porucha    | porucha   | porucha   |

119



## CÉVY

