

Nervová soustava

nervová soustava nám říká, že existujeme a spolu se svaly se podílí na našem způsobu pohybu, který je tak odlišný od pohybu zvířat a produkuje rychlé reakce na podněty z okolí. Nervový systém je složen z jednoduchých nervových buněk, zvaných neurony, které jsou specializované na přenos nervových vzruchů.

Vyvinula se ze zárodečného listu ektodermu jako trubice na hřbetní straně zárodku.

Nervový systém se skládá ze dvou hlavních součástí centrálního a periferního nervového systému. CNS zahrnuje mozek a míchu, která se nachází ve středu těla. Zatímco mozek, je chráněný lebkou, míchu ochraňují obratle. Periferní nervový systém (vegetativní), který je v těle dále rozdělen do somatických a autonomních oddílů zahrnuje všechny mozkové a míšní nervy. Tyto nervy vystupují z CNS a proto se jim říká periferní. Rozdělení na tyto dva systémy je pouze formální. Oba tyto systémy spolupracují a jsou spolu navzájem spojeny.

Neurony

Struktura

Všechny neurony se skládají ze tří částí: z dendritu, těla buňky a z axonu. Dendrity přenášejí nervové vzruchy (zprávy) směrem do těla buňky. A axony vedou nervové vzruchy z těla buňky pryč.

Rozlišujeme tři typy neuronů: senzorické (dostředivé), motorické (odstředivé) a interneurony (míšené). Senzorický neuron přenáší podněty ze smyslových orgánů do centrálního nervového systému a má dlouhé dendrity a krátký axon. Motoneuron naopak přenáší vzruch z CNS do svalových vláken a nebo žláz a má krátké dendrity a dlouhý axon. Protože motoneurony stimulují svaly a žlázy k reakci říká se, že je inervují. Někdy se také senzorické neurony nazývají aferentní neurony a motorickým neuronům se říká eferentní neurony. Interneuron, také zvaný asociační neuron nebo spojovací neuron, se nachází ve všech částech centrální nervové soustavy a přenáší zprávy uvnitř této soustavy. Interneuron má krátké dendrity a dlouhý axon, nebo krátké dendrity a krátký axon.

Dendrity a axony někdy nazýváme vlákna, nebo výběžky. Většina dlouhých vláken ať už se jedná o dendrity nebo axony jsou pokryta myelinovou pochvou, která je tvořena tenkými spirálami Schwannových buněk. Tato pochva dává nervům jejich bílé zabarvení. Myelinové pochvy jsou pravidelně přerušovány spojkami, nazývanými Ranvierovy uzly.

Nervový vzruch

Neurony jsou specializované na vedení nervových vzruchů. Povaha nervových vzruchů byla studována pomocí voltmetru zvaného osciloskop, který ukazuje záznam nebo vzorec, který je způsoben změnami napětí v čase. Při měření napětí vlastně měříme elektrický potenciál mezi dvěma body. Pokud existuje mezi nimi rozdíl potenciálů, říkáme že je zde kladný a záporný pól, potom oscilometr polaritu zjistí a zaznamená její změny.

Zbytkový potenciál

Experiment, který je na obrázku ukazuje osciloskop se dvěma elektrodami jedna z nich je vnitřní záznamová elektroda, která zaznamenává potenciál vnitřního prostředí axonu (of a squid). Axon je výběžek, který vystupuje z těla buňky složený z membranózního tubulu vyplněného cytoplasmou nebo v tomto případě axoplasmou. Když axon nepřenáší vzruch, osciloskop registruje napětí mezi membránami asi -60 milivoltů. To je tzv. zbytkový potenciál, protože axon nepřenáší vzruch. Takováto polarita není v tomto případě neočekávaná, protože je všeobecně známo, že existuje rozdíl v distribuci iontů na každé straně membrány. Je tam určitá koncentrace sodíkových iontů Na^+ vně axonu a uvnitř axonu, v axoplasmě, zase koncentrace draslíkových iontů K^+ . Dále se v axoplasmě se nacházejí velké organické negativní ionty, což zapříčiňuje, že zbylá vlákna jsou vevnitř negativně nabitá. Tyto organické ionty jsou uvnitř drženy v důsledku selektivně permeabilní membrány

axonu. Distribuce sodíku a draslíku je udržována formou aktivního transportu, zvaného sodíko draslíková pumpa. Tento druh transportu vyžaduje přísun energie a předpokládá se, že je v chodu, když neuron nevede vzruch.

Akční potenciál

Pokud je axon stimulován z vnějška elektrošokem aby vedl nervový vzruch objeví se na osciloskopu náhlá změna pH (or by pinch trace). Tento jev zapříčiňuje náhlá změna polarity, kterou nazýváme akční potenciál, který se skládá z vzestupné a sestupné vlny.

Vzestupná vlna

Experimenty ukazují, že jakmile se zvyšuje hodnota akčního potenciálu, sodíkové ionty se rychle dostávají dovnitř axonu. To znamená, že stimulace axonu zapříčiňuje, že sodíkové brány (kanálky) se otvírají a dovolují sodíku pronikat do axonu. Tato náhlá propustnost membrány je na osciloskopu patrná jako depolarizace. Vnitřní prostředí nervového vlákna se mění z negativního na pozitivní v okamžiku, když vstupují sodíkové ionty.

Sestupná vlna

Sestupná vlna akčního potenciálu je způsobena výstupem draselných iontů z axoplamy. V jednom okamžiku se membrána stane propustnou pro draslík, protože se otevrou kanálky pro draslík. Osciloskop zaznamená repolarizaci jakmile se vnitřní prostředí axonu opět změní na negativní.

Návrat do normálu

Nervové vlákno může vést i (voley) nervové vzruchy, protože každou stimulací je vyměněno jen málo iontů. Když je vlákno v klidu, nastává návrat do normálu, kdy sodíko draslíková pumpa vrací sodík ven a draslík dovnitř.

Vedení vzruchů

ačkoliv osciloskop zaznamenává jevy jen na jednom místě axonu, nervový vzruch se přenáší po celé délce axonu. Ve vláknech, které nemají myelinovou pochvu akční potenciál v jednom bodě vytváří akční potenciál v následujícím bodě tak, že nervový vzruch se šíří po celé délce vlákna. Vedení nervových vzruchů je 100x rychlejší (200m/vt. ve srovnání s 0,5m/vt.) v nervech s myelinovou pochvou, protože zde dochází k depolarizaci jen v Ranvierových uzlech. To znamená, že akční potenciál skáče od uzlu k uzlu a nestěhuje se od bodu k bodu.

Přenos vzruchů přes synapse

Způsob, jakým akční potenciál přechází z jednoho neuronu do druhého se liší od způsobu, jakým se akční potenciál šíří po délce neuronu. Každý axon je rozvětven na mnoho jemných odnoží a každá z nich je zakončena malou kuličkou (swelling). Každá z nich se nachází blízko dendritu nebo těla buňky dalšího neuronu. Tuto oblast nazýváme synapse a kuličku nazýváme synaptické zakončení. Membrána synaptického zakončení se nazývá presynaptická membrána. a membrána následujícího neuronu přímo pod kuličkou se nazývá postsynaptická membrána. Malá mezera mezi těmito dvěma membránami se nazývá synaptická (cleft) mezera.

Přenos nervových vzruchů přes synaptickou mezeru se děje prostřednictvím chemických látek zvaných neurotransmitery (neurotransmisní substance). Substance je skladována před tím než je použita k přenosu vzruchu, v malých váčcích na konci axonu. Jakmile nervový vzruch, který putuje axonem narazí na synaptické zakončení do axoplamy se vylijí vánenaté ionty. Tyto ionty aktivují enzymy, které způsobí exocytózu presynaptické membrány, to znamená, že váčky se spojí z membránou a neurotransmitter se vylije do mezery. Jeho molekuly difundují přes mezeru k postsynaptické membráně, kde se spojují s receptory způsobem tzv. zámku a klíče. Toto spojení uvádí potenciál postsynaptické membrány do excitovaného nebo

inhibitovaného stavu. Excitační neurotransmitter dělá potenciál méně negativním, zatímco inhibiční neurotransmitter potenciál jej dělá mnohem více negativním.. Pokud je vyhláeno dostatečné množství excitačního neurotransmiteru neuron iniciuje nervový vzruch.

Neurotransmitery

Acetylcholin a noradrenalin jsou známé excitační transmittory, které jsou aktivní jak v CNS, tak v periferním nervovém systému. Příklady inhibičních transmittorů, které byly prostudovány jen v CNS jsou na str. 250.

Jakmile je jednou transmissní substance vyhláena do synaptické štěrbiny, pracuje jen velice krátce. V některých synapsích štěrbina obsahuje enzymy, které neurotransmitery velmi rychle inaktivují. Např. enzym acetylcholinestráza odbourává acetylcholin. V jiných synapsích synaptická zakončení velmi rychle transmissní substanci absorbují, snad je znovu použijí a nebo je odbourávají chemicky. Enzym monoaminoxidáza odbourává noradrenalin. Krátká existence neurotransmisních látek zabraňuje trvalé stimulaci nebo inhibici postsynaptických membrán.

Neurony jsou spojeny mnoha synapsemi. Ovšem neuron není závislý na celkovém vlivu všech excitačních nebo inhybičních neurotransmitorů, které dostává. Pokud je množství excitačních neurotransmitorů vyšší než množství inhybičních neurotransmitorů, neuron vede vzruch. Pokud množství excitačních neurotransmitorů není dostatečné, dojde jen k místní excitaci. To můžeme pozorovat, v oblastech, kde se synapse sdružují a vytvářejí tzv. sumační efekt. Přítomnost synapsí dovoluje nervovému systému reagovat na podněty z okolního prostředí.

Jednosměrný přenos

Přenos vzruchu přes synapse je jednosměrný, protože jen konce axonů mají synaptické váčky, které nesou neurotransmitery a mohou tak přenášet elektrický potenciál k dalšímu neuronu.. To znamená, že neurony podléhají zákonu všechno nebo nic, což znamená, že neuron buďto vzruch vede nebo nevede nic. Celé nervy se tímto zákonem neřídí, protože se skládají z mnoha nervových vláken (obr. 10,10), z nichž některé mohou v určitém okamžiku vést impulsy a druhé ne.

Periferní nervový systém

Nervy

Tento systém se skládá z nervů, které mají dlouhé dendrity a dlouhé axony (taky je mít nemusí, ty dlouhé axony). To je z toho důvodu, že nervové buňky se nacházejí pouze v mozku, míše a gangliích. Ganglia jsou shluky těl buněk v periferním nervovém systému. Máme tři typy nervů (tab.10,2). Smyslové nervy, které mají jen dlouhé dendrity smyslových neuronů, motorické nervy, které obsahují jen dlouhé axony motorických nervů a smíšené nervy, které ačkoliv obsahují jak dlouhé dendrity smyslových nervů, tak dlouhé axony motorických nervů. Každé nervové vlákno v nervu je obklopeno bílou myelinovou pochvou, a proto jsou nervy na pohled bílé a lesklé. Obvodové nervy dělíme na mozkové, míšní a útrobní.

Mozkové nervy

Lidé mají 12 párů mozkových nervů, které vycházejí z mozku (obr. 10,2 a 10,3). Některé z nich jsou senzorké, některé motorické a některé smíšené. Důležité je si zapamatovat, že mozek je součástí CNS ale mozkové nervy jsou součástí periferního nervového systému. Všechny mozkové nervy vyjma nervus vagus jsou spojeny s hlavou, krkem a obličejovou částí těla. Pouze nervus vagus se větví k některým vnitřním orgánům těla. (mozkové nervy tab. 10,3). Mozkové nervy označujeme římskými číslicemi.

Míšní nervy

Každý míšní nerv vychází z míchy jako dvě malé větvičky nebo-li kořeny, které leží v páteři. Dorzální kořen můžeme identifikovat prostřednictvím zvětšeniny, která se nazývá dorzální kořenové ganglion. Tato uzlina obsahuje těla buněk smyslových neuronů, jejichž dendrity přivádějí nervové vzruchy do míchy. Ventrální kořen každého míšního nervu obsahuje axony motorických neuronů, které vedou vzruchy z míchy ven směrem k efektorům. Tyto dva kořeny se spojují před tím než míšní nervy opustí páteř. Proto všechny míšní nervy jsou nervy smíšené, které obsahují jak senzorycké dendrity, tak motorické axony.

Člověk má 31 párů míšních nervů. To je známka toho, že člověk patří mezi obratlovce. Každý míšní nerv vede do určité oblasti těla, v níž je umístěn. (8 párů krčních, 12 párů hrudních, 5 párů bederních, 5 párů kostrčních a 1 pár kostrčních). Ihned po výstupu se dělí na přední a zadní spojovací větve. Zadní větve vedou do zadní stany trupu a směřují do kůže a svalů šíje. Přední větve sousedních nervů se spojují do tzv. pletení. Rozlišujeme pleteň krční - spojení prvních 4 krčních nervů (inervuje kůži krku, boltece, týl hlavy, svaly krku a bránici), pleteň pažní - 5. - 8. nerv krční a 1. pár nervů hrudních (inervuje kůži a svaly horní končetiny), pleteň bedrokřížová - nejmohutnější - všechny větve nervů bederních, křížových a kostrčního (inervují svaly a kůži dolní části břicha, pánevního dna, zevní pohl. orgány a dolních končetiny)

Vegetativní nervový systém

Tento nervový systém obsahuje všechny nervy, které vedou vzruchy do soustavy kosterní a svalové a k vnějším smyslovým orgánům včetně kůže. Vnější smyslové orgány jsou receptory, které přijímají podněty z okolí a na jejich podkladě vytvářejí nervové vzruchy. Svalová vlákna jsou efektor, které reagují na nervové podněty. Jejich činnost nemůžeme ovlivnit vlastní vůlí.

Reflexní oblouk

(tab10,4, obr. 10,14)

Reflex je základní funkční jednotkou nervové soustavy.

Reflexy jsou automatické odpovědi na změny odehrávající se jak uvnitř tak vně těla. V somatickém nervovém systému často stimuly z vnějšího prostředí iniciují nějakou reflexní akci. Reflexy probíhají po drahách, které nazýváme reflexní oblouky. Každý reflexní oblouk se skládá z následujících součástí:

1. receptoru, kde podrážděním vzniká nervový vzruch
2. dostředivých vláken obvodových nervů, které vedou vzruchy do CNS
3. nervového ústředí v CNS
4. odstředivých nervových vláken
5. výkonného orgánu

Některé reflexy jako třeba mrkání jsou řízeny mozkiem, jiné jako třeba odtážení ruky od horkého předmětu nemusí být nutně řízeny mozkiem. Jakmile se dotkne horkého předmětu receptor v kůži vyvolá nervový vzruch, který se šíří skrze dendrity smyslového neuronu do těla nervové buňky a do CNS. Tělo buňky smyslového neuronu se nachází v dorzální kořenové uzlině již vně míchy. Z těla smyslového neuronu vzruch putuje axonem smyslového neuronu a vstupuje do míchy. Tam projde mnoha interneurony z nichž jeden leží uvnitř šedé hmoty a je spojen s motoneuronem. Krátké dendrity a tělo motoneuronu se nacházejí ve ventrální oblasti (rozích) šedé hmoty míšni a jeho axon opouští páteř skrze ventrální kořen. Nervový vzruch cestuje axony do svalových vláken, které se stáhnou, tak že odtáhneme ruku od horkého předmětu. Samozřejmě, že reflexní odpovědi doprovází mnoho dalších činností. Např. člověk se dívá směrem k objektu, uskočí zpět. Tato celá série

reflexních odpovědí je vysvětlována faktem, že smyslové neurony stimulují některé interneurony, které přenášejí impulsy do všech částí CNS, včetně mozečku.

Autonomní nervový systém

Autonomní nervový systém je součástí periferního nervového systému a je tvořeno motoneurony, které automaticky řídí činnost vnitřních orgánů bez toho abychom si toho byli vůbec vědomi. V automatickém nervovém systému rozlišujeme dvě části: sympatický a parasympatický nervový systém. Oba tyto systémy

1. pracují automaticky

2. inervují všechny vnitřní orgány

3. využívají dva motoneurony a jedno ganglion pro každý nervový impuls.

První neuron má tělo buňky uvnitř CNS a tzv. preganglionický axon. Druhý neuron má tělo buňky uvnitř ganglia a tzv. postganglionický axon.

Sympatický nervový systém

Pregangliová vlákna sympatického nervového systému vystupují ze středu míchy - to znamená z oblasti hrudní nebo bederní a okamžitě jsou zakončeny ganglii (ganglia tvoří tzv. sympatický kmen), které leží v blízkosti míchy. To znamená, že preganglionický systém sympatiky je krátký, ale postgangliová vlákna se dostávají až do orgánů, to znamená, že jsou dlouhá. (obr. 10,15a)

Sympatický nervový systém je velice důležitý v naléhavých situacích, které jsou spojeny se situacemi „stavu ohrožení organismu“. Např. inhibují pohyby zažívacího traktu, zrychlují srdeční činnost a zrychlují dech. Není překvapením, že neurotransmitter, který vypouští postgangliový axon je noradrenalin, chemická sloučenina podobná adrenalinu, dobře známého srdečního stimulantu.

Parasympatický nervový systém

Nervus vagus a vlákna, která vystupují z dolního oddílu míchy jsou právě součástí parasympatiky. Proto se tomuto systému často říká kraniosakrální část autonomního nervového systému. V parasympatickém nervovém systému jsou pregangliová vlákna dlouhá a postgangliová naopak krátká, protože ganglia leží v blízkosti orgánů (obr. 10,15b).

Parasympatikus je spojen s relaxací vnitřních orgánů. Např. způsobuje ztažení panenky oka, urychluje pohyby trávicí soustavy a zpomaluje srdeční činnost. Neurotransmitter, který využívá parasympatikus je acetylcholin. (obr. 10,16 a tab. 10,5)

Centrální nervový systém

Skládá se z míchy a mozku. (obr. 10,17). CNS je chráněn před poškozením kostmi: mozek je chráněn lebkou a mícha páteří složenou z obratlů. Dále je mozek a mícha chráněn třemi obaly známými jako pleny (meninges). Meningitida je dobře známá nemoc, která postihuje tyto obaly. Vnější obal - dura mater - tvrdá plena mozková je bílá tuhá vláknitá pojivová tkáň, kolem míchy tvoří míšňový vak. Mezi ní a kostí se nachází cévy, tuk a vazivo. Střední vrstva se nazývá arachnoidea - pavoučnice, má síťovitou strukturu v níž se nacházejí cévy. Vnitřní obal nasedající na mozek a míchu tvoří - pia mater - omozečnice - na povrchu mozku vniká do všech jeho záhybů. Střední a vnitřní vrstva jsou od sebe odděleny tzv. subarachnoidním prostorem, který je vyplněn mozkomíšním mokem. Malé množství této tekutiny je někdy odebíráno pro vyšetření (lumbální punkce). Mozkomíšňový mok se nachází též v míšňovém kanálu a v mozkových komorách, kde se tvoří a uchovává.

Mozkomíšňový mok (liquor cerebrospinalis)

je bezbarvá tekutina, která neobsahuje téměř žádné buňky, obsahuje jen malé množství rozpuštěných bílkovin a glukózy. Jeho pomocí se diagnostikují záněty CNS (změna poměru těchto látek). Nachází se mezi měkkými pleny mozgovými a v dutinách CNS.

Dutiny CNS

Středem míchy probíhá centrální kanálek míšní, který se na horním konci rozšiřuje ve 4. mozkovou komoru - ta je v mozku nad prodlouženou míchou, z ní vychází kanálek Sylvius, který prochází středním mozkem a ústí do 3. mozkové komory, která je v mezimozku ta je spojena mezikomorovými otvory s posledními dvěma komorami v koncovém mozku - tzv. komorami postranními - v každé hemisféře se nachází jedna. Mozkomíšní mok se tvoří v cévních pleteních výstelky komor. Nejvíce se ho tvoří v komorách postranních. Otvorem ve stropu 4. komory se mok dostává do prostor pod pavoučnicí. Mok se tvoří neustále a jeho nadbytek je vstřebáván do krevního oběhu.

Výživa CNS jediným zdrojem energie mozku a míchy je glukóza a kyslík. Mozek je vysoce citlivý na nedostatek kyslíku. Krev e do něj přiváděna páteřnímu tepnami a krkavicemi, které se větví na velké množství drobných tepének.

Mícha

Mícha se skládá

1. z centrálního kanálu ve kterém se nachází mozkomíšní mok
2. ze šedé hmoty, která obsahuje těla buněk a krátká nervová vlákna
3. bílou hmotu, která obsahuje dlouhá vlákna interneuronů, která se spolu spojují do svazků zvaných provazce. Tyto provazce se spojují s mozkovým kmenem.

Bílá a šedá hmota jsou v míše uspořádány - šedá hmota se nachází v jejím středu a má strukturu písmene H, které obsahuje tzv. přední a zadní rohy. Šedá hmota je obkroužena hmotou bílou. Na dorzální straně z míchy vystupují z míšních uzlin zadní kořeny (dorzální) míšních nervů a na ventrální straně pak přední kořeny míšních nervů. Tyto kořeny se nakonec spojují do míšních nervů.

Dorzální a ventrální strana míchy je specializována na získávání sensorických a motorických informací. Sensorické informace z páteřních nervů vstupují do míchy skrze dorzální kořeny a motorické informace z míchy jsou posílány do míšních nervů skrze ventrální kořeny. V šedé hmotě dorzální buňky slouží k přijímání informací ze smyslů a ventrální buňky mají funkci motorickou. V bílé hmotě míšní přenášejí vzestupné provazce dorzálních axonů informace k mozku a sestupné provazce ve ventrální části míchy vedou informace z mozku k orgánům. U nižších obratlovců má mícha hřbetní řídicí funkci. U vyšších obratlovců a samozřejmě i u člověka se její funkce omezuje jen na spojovací článek mezi mozkem a orgány. Nacházejí se zde centra nepodmíněných reflexů, které ovlivňují činnost svalů, dále centra obranných reflexů, centra ovládající napětí stěn cév, vyprazdňování močového měchýře a konečníku, centra reagující na sexuální podněty. Člověk ovšem má řadu reflexů, jejich centra se nacházejí v míše pod kontrolou koncového mozku, takže je může do určité míry sám ovlivňovat (např. vyprazdňovací reflexy).

Mozek (cerebrum - lat., řec. encephalon)

Největší a nejvystouplejší část lidského mozku je mozková kůra (cerebelum) (obr. 10,17). Naše vědomé jednání probíhá a je řízeno právě mozkovou kůrou. Ostatní části mozku řídí jiné funkce, ale ty se netýkají vědomí člověka.

Mozek se skládá z:

1. prodloužené míchy
2. mostu Varolova
3. mozečku

4. středního mozku
5. mezimozku
6. koncového mozku

Prodloužená mícha (medula oblongata) nachází je pokračováním míchy hřbetní, sahá až k mostu Varolovu. V ní se nacházejí centra pro dýchání a vasokonstrikce (krevní tlak), dále centra pro reflexy jako je zvracení, kašláni, kýchání, sání slinění, vylučování žaludečních šťáv a polykání. Bílá a šedá hmota jsou zde uspořádány jinak než v míše hřbetní. V přední části prodloužené míchy se nachází hmota bílá, kdežto šedá hmota vyplňuje dno 4. mozkové komory. Pod vrstvou šedé hmoty je v bílé hmotě prodloužené míchy roztroušena zase hmota šedá, která tvoří tzv. retikulární formaci a sahá až k mezimozku. Jsou v ní soustředěna centra pro dýchání a krevní oběh. Dále retikulární formace udržuje mozkovou kůru ve stavu bdění. Její poškození může u člověka vyvolat stav neustálého bdění nebo naopak dlouhotrvajícího spánku. Dále retikulární formace třídí podněty, které do mozku přicházejí a vybírá ty, na které je třeba okamžitě reagovat.

Most Varolův (pons Varoli)

Má tvar příčného valu a leží před prodlouženou míchou a přechází plynule do mozečku. Jeho zadní plocha, která vede směrem ke 4. komoře je ze šedé hmoty, na přední straně je hmota bílá. Most slouží jako spojovací útvar mezi mozkovou kůrou a nižšími částmi CNS, zejména mozečkem.

Mozeček (cerebellum)

má lalokovitou strukturu, která připomíná motýla. Leží nad prodlouženou míchou a mostem Varolovým. Je složen ze dvou polokoulí. Na jeho povrchu se nachází asi 1 mm silná vrstva šedé hmoty. Je to druhá největší část mozku. Jeho základní funkcí je udržovat koordinaci svalů. Zde se soustřeďují impulsy z jiných mozkových center a sladí se jejich pohyb, aby pracovaly koordinovaně a plynule. Mozeček také udržuje v rovnováze svalový tonus a udržuje vzpřímenou postavu. Přijímá informace z vnitřního ucha, které indikují polohu těla a vysílá svalům takové impulsy, které udržují rovnováhu těla. Při jeho poškození vzniká nemoc zvaná obrna (snížený tonus svalstva nekoordinovanost pohybů). Jeho činnost je dočasně ochromována alkoholem (člověk se potácí).

Střední mozek (mesencephalon)

je to nejmenší část mozku. Je pokračováním mostu Varolova a nasedá na něj mezimozek. Jeho spodní část je tvořena stonky z bílé hmoty, které slouží jako průchod pro mozkové dráhy. Ve střední části se nachází tzv. černé jádro, které obsahuje melanin. Jeho poškození způsobuje svalový třes, svalová ztuhlost a ztráta automatických pohybů. Dále obsahuje tzv. červené jádro, kde se sbíhají dráhy z mozečku, mozkové kůry, talamu a míchy. Na jeho horní straně se nachází tzv. čtverhrbolí. V jeho předním páru hrbolků jsou zakončeny zrakové nervy, v zadním páru pak sluchová dráha. Čtverhrbolí zprostředkovává reakce na zrakové a sluchové podněty a nachází se zde centrum pro akomodaci oční čočky.

Mezimozek (diencephalon)

Shora ho kryje koncový mozek, jeho boční stěny tvoří hrboly mezimozkové (thalamus) a spodní stěnu pak podhrbolí. K přední části je připojen podvěsek mozkový (hypothalamus). Uvnitř se nachází 3. komora mozková a na jejím stropě je šišinka.

Talamus je poslední částí mozku před mozkovou kůrou. Slouží jako centrální stanice pro smyslové impulsy, před tím než vstoupí do mozkové kůry. Sem přichází všechny vzruchy ze smyslových sensorů (vyjma impulsů čichových) a odtud jsou směřovány do příslušných

center mozkové kůry. Talamus vzruchy zpracovává a buďto je pouští dále nebo je tlumí. V talamu se též rozhoduje, zda naše reakce na počitky bude pozitivní nebo negativní - to znamená, zda ten který vzruch v nás vyvolal pocit libý nebo nelibý. Tato činnost je u dospělých tlumena mozkovou kůrou. Cele se projevuje u dětí, které se musí své emoce teprve učit ovládat.

Hypotalamus (podhrbolí) je spojen s funkcí udržující homeostázu organismu, neboli stálé vnitřní prostředí organismu. Jsou v něm centra řídicí vegetativní funkce. Jeho přední jádra řídí parasympatickou oblast a zadní jádra zase sympatickou oblast. Vegetativní funkce jsou řízeny buďto reflexně nebo hormonálně. Hypotalamus vyměšuje hormony a to antidiuretický hormon a oxytocin. Pod hypotalamem se nachází podvěsek mozkový (hypofýza). Hypotalamus řídí také jeho produkci hormonů. Před hypofýzou se kříží pravý a levý zrakový nerv. V hypotalamu jsou též centra sytosti a hladu, termoregulační centrum, řídí stálý objem tekutin osmotický tlak a afektivní a sexuální chování.

Koncový mozek (telencephalon)

Je to největší oblast mozku člověka. Na jeho povrchu se nachází šedá kůra mozková neokortex která obsahuje těla buněk a krátká nervová vlákna. Její povrch je zvětšen brázdami. Kůra řídí veškerou činnost organismu a je sídlem vyšší nervové činnosti. Pracuje tím způsobem, že podněty zachycuje, analyzuje a porovnává s informacemi uloženými v paměti. Výsledky takto dosažené rozborem syntetizuje. Na základě této činnosti potom reaguje na podněty. V mozkové kůře se nacházejí okrsky, které mají jednotnou stavbu a do nich se promítají informace z různých receptorů. Jsou to tzv. korová projekční centra.

Jsou to Motorické centrum (v čelním laloku), Motorické centrum řeči (Brocovo) nachází se pod motorickým centrem, Korové centrum kožní citlivosti (v temenním laloku), Korové centrum zrakové (v týlním laloku), Korové centrum sluchové (ve spánkovém laloku), Korové centrum chuťové (v temenním laloku) a korové centrum čichové (ve spodině čelních laloků, mimo neokortex). Vnitřek koncového mozku je vyplněn bílou hmotou. V ní probíhají nervové dráhy, které nazýváme podle toho jak vedou vzruchy. Jsou to dráhy asociační (spojují různé zavity v jedné polokouli), komisurální (spojují stajná místa v obou polokoulích) a projekční dráhy (spojují kůru s nižšími oddíly CNS).

Koncový mozek je rozdělen na dvě poloviny zvané mozkové hemisféry (polokoule). Které jsou spolu spojeny vazníkem (corpus callosum). Každá hemisféra je složena ze 4 typů laloků: frontálního, parietálního, temporálního a occipitálního (obr. 10,21). Mozková kůra a její funkce jsou zmapovány na podkladě funkce každého laloku (tab. 10,6).

Ve fylogenezi se mozek založil jako shluk šedé hmoty (spodinová uzlina) a plášť z šedé hmoty (pallium). U ryb se již rozlišují v plášti mozku dvě části archipallium a paleopallium. U plazů k nim přibývá další část neopallium. Největší rozvo neopallia nastává u savců. U člověka zaujímá neopallium 90% povrchu hemisfér a je to vlastně kůra mozková (neokortex). Oba starší útvary archipallium a paleopallium jsou u člověka redukovány, tvoří pouze základ limbického systému a souhrně se označují jako allocortex.

Extrapyramidální a limbický systém

přímo pod mozkovou kůrou se nacházejí masy bílé hmoty, které náleží k vzestupnému a sestupnému provazci. Extrapyramidální systém se skládá ze jader šedé hmoty, která leží hluboko uvnitř každé hemisféry a slouží k regulaci volních a mimovolních pohybů. Především utlumuje nebo zrychluje úmyslné pohyby. Limbický systém se nachází ve vnitřních částech hemisfér a navzájem je spojen svazky vláken (obr. 10,22). Limbický systém nemá nějakou určitou funkci. Účastní se řízení koordinace vegetativních a somatických

projevů při emotivním chování. Ovlivňuje sexuální chování, ovlivňuje paměť a ovládá pocity libosti a nelibosti.

Synapse v extrapyramidálním a limbickém systému užívají jak excitační tak inhibiční neurotransmitory. Excitační transmittory jsou acetylcholin a noradrenalin, serotonin a dopamin. Inhibiční transmittory jsou kyselina gama-aminobutyriová a glycin. Bylo zjištěno, že některé neurologické nemoci jsou zapříčiněny porušenou rovnováhou neurotransmitorů. Parkinsonova choroba a Huntingtonova chorea jsou způsobeny právě poruchou funkce extrapyramidálního systému. Parkinsonova choroba se projevuje např. nesoustředěností, třesem končetin, ochabnutím svalstva atd. Všechny tyto symptomy jsou způsobeny nedostatkem dopaminu. Huntingtonova chorea se projevuje poškozením nervového systému, dezorientací jedince, třesem, nekoordinovaným pohybem a končí smrtí. Tato nemoc je způsobena pravděpodobně nedostatkem kyseliny gama aminobutyriové. V poslední době se zjistilo, že Alzshemerova choroba, která se projevuje senilitou, ztrátou paměti a vyskytuje se u 5 - 10% populace nad 65 let je pravděpodobně též způsobena nedostatkem acetylcholinu. Alzheimerova choroba je považována za chorobu, která je způsobena poškozením limbického systému, protože tento systém neřídí pouze emoce, ale též paměťovou složku. Léčba jedinců chorob mozku je orientována na vyrovnaní nerovnováhy neurotransmitorů. Zdá se, že jednoho dne bude možné implantovat do mozku zdravé buňky místo poškozených.

Dominance a lateralita hemisfér

Všechny párové útvary mozku fungují v součinnosti, pouze funkce kůry mozkové jsou lateralizovány (práce, motorika ruky a řeč), to znamená, že jsou umístěny jen v jedné hemisféře. Této vlastnosti říkáme hemisférová dominance. Dominantní hemisférou pro řeč a racionální myšlení je levá polokoule, pravá je dominantní pro chápání jevů v čase a prostoru. V praxi se lateralita projevuje pravorukostí a levorukostí. Dispozice k tomu je dědičná a ustaluje se výchovou. V populaci v dospělém věku je asi 1/4 leváků. Leváctví je stejně hodnotné jako praváctví.

Nervová činnost

Nervová činnost je soubor funkcí CNS, které umožňují člověku komunikovat s okolním prostředím. Dělíme ji na

1. příjem a rozbor vstupní informace
2. tvorbu výstupní informace a řízení činnosti jednotlivých výkonných orgánů
3. vyšší nervovou činnost - myšlení, řeč a paměť

Základní jednotkou nervové činnosti je reflex. Dělíme je na reflexy podmíněné (získané) a nepodmíněné (vrozené).

Nepodmíněné reflexy

Mají tyto rysy:

1. na stejný podnět se vybaví vždy stejná reakce
2. Probíhají vždy po stejné dráze (pokud se reflexní oblou přeruší, reflex vyhasíná, jinak se uskutečňuje bez předchozího nácviku)
3. Centra nepodmíněných reflexů jsou v šedé hmotě všech částí CNS mimo kůru koncového mozku
4. u všech jedinců jednoho živočišného druhu jsou nepodmíněné reflexy stejné
5. Jsou vrozené a dědičné (např. sací reflex)

Nejsložitější formou vrozených reakcí jsou pudy. Nezákladnějšími instinkty jsou pudy zachování jedince a druhu.

Protože probíhají po stejných drahách neumožňují organismům se přizpůsobovat okolí.

Podmíněné reflexy

Umožňují se vyšším živočichům adaptovat na okolní prostředí. Vytváření podmíněných reflexů se nazývá učení. Předpokladem pro učení je paměť. Znaky podmíněného reflexu:

1. na jeden podnět mohou různí jedinci reagovat různě
2. podstatou vzniku podmíněného reflexu je dočasné spojení mezi dvěma ohnisky poddráždění v mozkové kůře.
3. centra podmíněných reflexů se nacházejí v mozkové kůře.
4. Vznikají na základě zkušenosti jedince a nejsou stejné u příslušníků jednoho druhu
5. jsou dočasné, mohou vznikat a zanikat. Jejich vyhasínání je zapomínání.

Nižší nervová činnost. Je spojena s nepodmíněnými reflexy a skládá se z jednoduchých reflexů a instintů. U nižších organismů je jedinou formou nervové činnosti. Vyšší organismy si na podkladě nižší nervové činnosti vytvořily v průběhu fylogeneze vyšší nervovou činnost.

Vyšší nervová činnost se uskutečňuje na podkladě podmíněných reflexů. Podnětům pro podmíněné reflexy říkáme signály a rozlišujeme 1. a 2. signální soustavu. První signální soustavu mají vytvořenu všichni živočichové, člověk má navíc i druhou signální soustavu. První signální soustava zaznamenává signály které jsou odrazem reality. Na ně pak člověk odpovídá na základě individuálních zážitků. U člověka je 1. signální soustava základem pro učení na počátku ontogenetického vývoje po narození a je základem konkrétního myšlení. Druhá signální soustava - zde jsou signály pro vznik podmíněných reflexů jsou abstraktní podněty, které pouze symbolizují realitu. Člověk dokáže tvořit spoje na základě abstraktních podnětů Tato schopnost je základem pro abstraktní myšlení. Na základě druhé signální soustavy se vyvinulo u člověka abstraktní myšlení, věda a umění.

Lidská psychika je tedy tvořena třemi složkami nižší nervovou činností, první a druhou signální soustavou, ovšem řídicí složkou je tedy druhá signální soustava.

Paměť

je to schopnost přijímat, zpracovávat a ukládat nové informace a později si je vybavit. Paměť můžeme z hlediska neurofyzilogického rozlišit na paměť fylogenetickou (zkušenost živočišného druhu) tato je vázána na nižší nervovou činnost a zahrnuje zděděné, pudové a vrozené reakce, dále paměť ontogenetickou (zkušenost jedince), kterou získáváme v individuálním životě a je spojena s vyšší nervovou činností na úrovni první signální soustavy a jedná se o živelné a záměrné učení. Posledním typem je paměť anticipační (zkušenost předpokládaná) je produktem druhé signální soustavy a jejím projevem je záměrné učení. V mozku nebylo zjištěno zvláštní paměťové centrum, předpokládá se tedy, že se jedná o funkci celého mozku, kdy se tvoří paměťové stopy (synapse mezi neurony).

Z biologického hlediska rozlišujeme paměť

- primární (krátkodobá) navazuje na smyslové vnímání. V této paměti se uchovávají informace jen několik vteřin a pak se ztratí a to informace z dlouhodobého hlediska nevýznamné. v dalších fázích paměti se informace uchovávají opakováním, procvičováním, kdy se informace napojují na informace již v paměti uložené.
- sekundární (střednědobá) uchovává informace asi 20 minut. Jedná se o informace přechodného významu
- terciální (dlouhodobá až trvalá) uchovává informace důležité pro jedince. Tato paměťová stopa se vytváří někdy na celý život

Mozkové vlny

elektrická aktivita mozku může být zaznamenávána formou EEG (elektroencefalogramu). Elektrody přiložíme na některé oblasti hlavy a přístroj zvaný elektroencefalograf zaznamenává mozkové vlny. (obr. 10,23)

Když je subjekt v bdělém stavu, mohou se objevit dva typy vln: alfa vlny, s frekvencí okolo 6 - 13/vteřinu a potenciálem okolo 45 mikrovoltů. Tyto vlny převažují, když máme zavřené oči. Beta vlny s vyšší frekvencí ale s menším napětím se objevují, když mám oči otevřené. Během 8 hodinového spánku se přibližně 5x mění frekvence mozkových vln (mají vyšší nebo nižší frekvenci než alfa vlny). Během těchto period se oči člověka pohybují rychle. Tomuto druhu spánku říkáme REM (rapid eye movement) a lidé po této periodě spánku říkají, že snili. O významu REM spánku se zatím vedou diskuse, ale některé práce uvádějí, že je potřeba k tomu, aby se u člověka rozvíjela paměť.

EEG je dobrým diagnostickým nástrojem. Např. nepravidelný vzorec může signalizovat nádor na mozku nebo epilepsii. Plochá křivka EEG ukazuje na nedostatek elektrické aktivity mozku nebo mozkovou smrt a tudíž může být na jeho podkladě přesně určen čas smrti.

Působení drog

Existuje velké množství drog, které jsou užívány k úpravě duševního stavu (deprese nebo naopak euforie). Byly objeveny dva základní vzorce působení drog v organismu:

1. drogy, které upravují náladu ovlivňují ARAS (ascending reticular activating system) a limbický systém
2. způsobují snížení aktivity jednotlivých neurotransmiterů. Existuje velký počet způsobů, jakými drogy mohou ovlivnit přenos neurotransmiterů (obr. 10,24, tab. 10,7). Stimulační látky mohou buď zvýšit účinek excitačního neurotransmiteru nebo potlačit účinek inhibičního neurotransmiteru. Depresiva mohou buďto zvýšit účinek inhibičního neurotransmiteru nebo blokovat činnost excitačního neurotransmiteru.

Domácí drogy

Lidé si ani nuvědomují, že denně užívají drogy, které ovlivňují CNS. Např. cofein v kafi a teophyllin v čaji. Jsou to stimulanty, které blokují adenosin, látku, která inhibuje vylití neurotransmiterů. Nikotin, jedna ze složek tabáku zase zvyšuje účinek acetylcholinu.

Jedy

Některé jedy jako strychnin blokují synaptická spojení v míše a mozkovém kmeni. Další jedy jako insekticidy a nervové plyny inaktivují acetylcholinE. Výsledkem je zvýšená vzrušivost, nevolnost a může dojít ke smrti. Existují i jedy, které mají zcela opačné účinky. Botulotoxin a kuráre snižuje množství acetylcholinu v synaptické šterbině. Paralyza způsobující smrt, protože acetylcholin způsobuje svalové stahy.

Depresiva

sedativa, zahrnující barbituráty, potlačují všechny nervové funkce. Napřed účinkují na mozkovou kůru a posléze na zbytek mozku v závislosti na dávce přijaté do těla. Navozují spánek. Tranquilizéry jako Librium a valium a alkohol zvyšují účinek inhibičního transmiteru GABA - kyselina gama aminobutyriová. Vypití velkého množství alkoholu za krátkou dobu může způsobit smrt, v důsledku jeho inhibičního vlivu na mozkové funkce. Návyk na alkohol zapříčiňuje zničení některých mozkových center zvláště hypokampu, což vede ke poškození paměti.

Stimulanty

Amfetaminy mají podobnou strukturu jako excitační neurotransmitter noradrenalin a předpokládá se, že způsobují vylití v synapsích dopaminu a noradrenalinu a tak zvyšují množství těchto látek na postsynaptických membránách. Škodlivým efektem amfetaminů jsou halucinace a ztráty vědomí. Kokain blokuje vstřebávání noradrenalinu a tudíž prodlužuje jeho pohyb v synaptické štěrbině. To má dopad na psychiku člověka. V jedné studii vědci zjistili, že pacienti, kteří brali kokain pod lékařským dohledem, nebyli schopni rozeznat jeho účinky od jiných drog nebo placeba. Tito vědci tvrdí, že podmínky prostředí mohou hrát roli při vnímání euforie způsobené drogami.

Máme dva druhy antidepresiv. Jeden typ reprezentuje látka Elavil, která má podobné účinky jako kokain a zabraňuje reabsorbci noradrenalinu a dalších excitačních neurotransmiterů. Druhý typ představovaný např. látkou zvanou Parnate inhibuje účinky enzymu monoamin oxidáza, která odbourává noradrenalin. V každém případě oba typy antidepresiv zvyšují množství noradrenalinu v synaptické štěrbině a tím snižují deprese. Nejnověji bylo objeveno, že antidepresiva také blokují receptory pro inhibiční neurotransmitter histamin.

Antipsychotika

V mozkových synapsích je velice jemná rovnováha neurotransmiterů a logicky mentální choroby jsou způsobeny jejím porušením. (To ovšem neznamená, že všechny duševní nemoci jsou způsobeny nerovnováhou neurotransmiterů). Léky které ustavují normální rovnováhu odbourávají projevy mentálních nemocí. Např. je možné terapií lithiem odbourat symptomy maniodepresivní psychózy, protože lithium blokuje vylití NA z presynaptické membrány a tak kontroluje manickou (euforickou) fázi nemoci. Když je zabráněno manické fázi, depresivní fáze se neobjevuje. Léky jako Thirazin odstraňují symptomy schizofrenie, protože se navazuje na receptory pro dopamin a nahrazuje jeho normální funkci.

Halucinogeny

LSD (diethylamid kyseliny lysergové) a meskalin jsou chemické látky získané z rostliny peyote ovlivňují funkci serotoninu v některých buňkách ARAS a jsou spojeny s halucinacemi a zvýšenou emocionálností. To vysvětluje jejich schopnosti způsobovat halucinace. Špatné halucinace mohou být způsobeny simultánním působením dopaminu.

Aktivní složky v marihuaně (tetrahydrocannabinol THC) zapříčiňují halucinace jen ve velkých dávkách. V nízkých dávkách působí jako mírné sedativum a působí jako hypnotikum podobně jako např. alkohol. Rozsah působení marihuany není dosud plně prostudován, ačkoliv je známo, že působí výpadky krátkodobé paměti a zpomaluje schopnosti učení.

Narkotika

Opium a heroin se vážou na receptory určené pro vlastní opiáty, které tělo produkuje jako jsou endorfiny a enkephaliny. Přírodních opiáty zmírňují bolest, protože zabraňují vylití neurotransmiterů zvaného substance P z některých smyslových neuronů v oblasti míchy. Když substance P není vylita necítíme bolest. Jsou tedy důkazy, že neurony, které vedou vzruchy z míchy do limbického systému mají receptory pro opiáty a jejich stimulace může způsobit blažené pocity. To vysvětluje proč opium a heroin nejen zahánějí bolest, ale též způsobují pocity transu.

Drogová tolerance

Když drogy postupně nenahradí přírodní látky, které tělo produkuje, člověk cítí, že potřebuje stále vyšší dávky, aby docílil stejného efektu. To je spojeno s odbouráváním drog v organismu. Játra produkují enzymy, které detoxikují a odbourávají drogy a připravují je na vyloučení z těla. Jako většina drog včetně alkoholu jsou konzumovány ve vyšších a vyšších

dávkách tělo produkuje více a více těchto enzymů. To vysvětluje proč např. těžký alkoholik může zkonsumovat mnohem více alkoholu než zdraví lidé.

Drogová interakce

Je velice nebezpečné brát najednou dva a více druhů drog, které mají stejný účinek na CNS. V každém okamžiku játra obsahují určité množství detoxikačních enzymů. Tudiž pokud dvě drogy jsou brány současně, játra potřebují k jejich detoxikaci dvojnásobný čas. V tomto období drogy působí na centrální nervový systém násobným efektem. Důsledky jsou velice vážné. Např. pokud bereme barbituráty a zapijíme je alkoholem působí totální depresi CNS, což může vést ke kómatu a ke smrti člověka.

Neuron	Struktura	Funkce
Senzorický (aferentní)	Dlouhé dendrity, krátký axon	Vede nervové vzruchy od preiferií do CNS
Motorický (eferentní)	Krátké dendrity, dlouhý axon	Vede nervové vzruchy z CNS do periferií
Interneuron	Krátké dendrity, dlouhý nebo	Vede nervové vzruchy uvnitř

	krátký axon	CNS
--	-------------	-----

Typ nervu	Složen z	Funkce
Senzorický nerv	Dlouhé dendrity jen u senzorických neuronů	Přenáší vzruch od receptoru do CNS
Motorický nerv	Dlouhé axony jen u motorických neuronů	Přenáší vzruch od CNS k efektoru
Smíšené nervy	Oboje dlouhé dendrity smyslových neuronů a dlouhé axony motorických neuronů	Přenáší vzruch prostřednictvím dendritů do CNS a z CNS prostřednictvím axonů

Nerv	Typ	Přenáší vzruchy
Nervy čichové -nervi olfactorii	Čich	Čichové receptory
Nerv zrakový -nervus opticus	Zrak	Sítnice
Nerv okohybný -nervus oculomotorius	Motorický	Okohybné svaly, panenka
Nerv kladkový - nervus trochlearis	Motorický	Okohybné svaly
Nerv odtahující - nervus abducens	Motorický	Okohybné svaly
Nerv trojklanný -nervus trigeminus	Senzorický motorický	Zuby, oči, kůže, jazyk žvýkací svaly
Nerv lícní -nervus facialis	Senzorický motorický	Chuťové pohárky na jazyku svaly obličeje, slzné a slinné žlázy
Nerv přesíňohlemýžďový -nervus vestibulocochlearis	Rovnováha a sluch	Vnitřní ucho
Nerv jazykohlatný - nervus glossopharyngeus	Smyslový motorický	Hltan hltanové svaly
Nerv bloudivý - nervus vagus	Senzorický motorický	Vnitřní orgány vnitřní orgány
Nerv přídatný -nervus accessorius	Motorický	Krční a zádové svalstvo
Nerv podjazykový - nervus hypoglossus	Motorický	Jazykové svaly