

2. NEUROHUMORÁLNÍ SOUSTAVA

Regulace všech funkcí v organismu je zajištěna dvěma cestami: hormonální a nervovou. Nervová složka je vedoucím činitelem. Nervstvo velmi rychle řídí a integruje činnost jednotlivých orgánů do dynamických stereotypů. Také zprostředkuje všechny interakce organismu s vnějším i vnitřním prostředím, kde vstupem je vjem smyslových receptorů. Hormonální řízení probíhá zvláštními látkami, hormony produkovanými žlázami s vnitřní sekrecí, je pomalé, ale hraje důležitou roli.

2.1. Morfologie nervové soustavy:

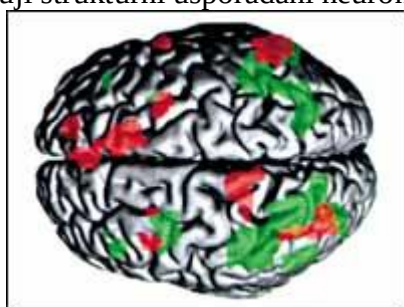
Anatomickou a funkční jednotkou nervové soustavy je nervová buňka – **neuron**. Je jich obrovské množství, jen v mozkové kůře se odhaduje jejich počet na 14 miliard. Od 4. měsíce těhotenství se už neurony nemnoží, vlákna ale mohou dorůstat. Rozvětvené neuronové buňky se skládají z těla s velkým jádrem v neuroplasmě a výběžků (vlákna, dráhy vzruchů). Stromečkovitých výběžků dendritů je více, jsou kratší a vedou vzruch k buňce. Neurit (*axon*) je jeden, je delší (až 1 m), rozvětzuje se až dále od těla neuronu, je obalen myelinovou (tukovou, bílou) pochvou se zářezy (vzdálených asi 1 mm), vede vzruch od těla k dendritům a tělům jiných neuronů, ke kterým se připojuje synapsemi. Jeden neuron se spojuje s jinými



elektroencefalografie

umožňují strukturní uspořádání neuronů, jednak zajišťují jejich výživu.

neurony až 1000 synapsemi (vzájemné propojení k přenosu vzruchu). Elektrické podráždění způsobí vyhlášení chemického mediátoru (acetylcholinu), který podráždí nebo utlumí další neurony. Konečné neurity podráždí chemicky výkonné orgány (svaly nebo žlázy) a vyvolají reakci na přijatý podnět. Vlákna neuritů probíhají v těle společně ve svazcích (nervy), po nervových drahách: - dostředivé do CNS; - odstředivé k výkonným orgánům (svaly, žlázy); - koordinální mezi centry mozku. V mozku i míše je ještě podpurná tkáň (*neuroglie*) z buněk hvězdicového tvaru, které jednak



Ilustrační foto mozek matematika vpravo



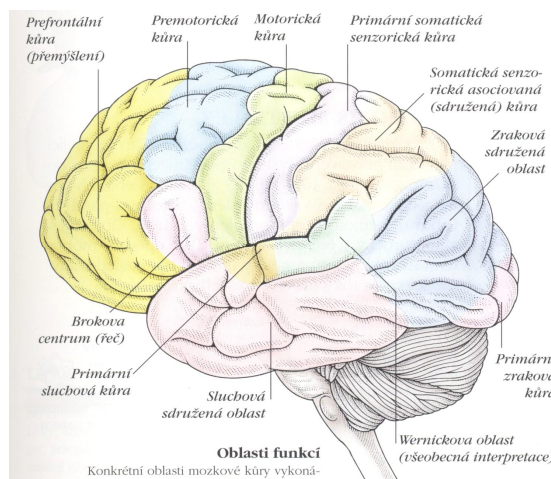
mozek humoru vpravo

Centrální nervová soustava (CNS) se skládá z mozku a míchy:

a) **Mozek:**

Přední (velký) mozek – sídlo vyšší nervové činnosti, o průměrné váze 1450 g u muže (variace Turgeněv 2 kg, France 1 kg) a 1300 g u žen; je rozdělen podélnou brázdou na 2 hemisféry spojené vazníkem s propojovacími drahami, naspodu odstupuje čichový kyj; hemisféry jsou na povrchu šedé – mozková kůra (*cortex*, 1,5-4,5 mm silná, 6 vrstev) z neuronů a gangliových buněk; v mozkové kůře je asi 15 miliard neuronů, v 1 mm³ hmoty kůry je asi 150 m dendritů a 50 m neuritů; kůra je rozbrázděná rýhami do laloků (čelní, temenní, týlní a spánkový), rýhy tvoří také závit, šedá jsou i jádra formující podkorová ústředí; na kůře jsou primární (poznávací) mozková ústředí: motorické v precentrálním

závitu, z něhož vychází pyramidová dráha k motorickým neuronům v předních rozích míchy a pak ke všem příčně pruhovaným svalům, před ním je centrum spánku, pod ním je ústředí řeči (u praváků vlevo, u leváků vpravo), na postcentrálním závitu je ústředí kožní a svalové citlivosti, vzadu na týlním laloku je ústředí zraku, mezi těmito centry je asociační centrum (substrát intelektu), na spánkovém laloku je centrum sluchu, na bázi mozku je centrum čichu, a blízko něj je i centrum chuti; z předního mozku odstupují I. a II. mozkový nerv; uvnitř mozku jsou 2 postraní mozkové komory (všechny 4 komory mozkové jsou propojeny kanálky, kudy volně protéká likvor (asi 150 ml), a to jak do míšního centrálního kanálku, tak mezi obaly mozku míchy, kde chrání mozek před mechanickým tlakem např. při úderech).



Mezimozek – je zcela překryt předním mozkem, na spodu má překřížení zrakových svazků nervů, před ním vystupují zrakové váčky, za ním leží hypofýza produkující řadu hormonů, uprostřed je III. mozková komora, na jejích bocích je thalamus (průchodiště většiny mozkových drah), který je centrem kožního citu (teplo, chlad, bolest), na bázi III. mozkové komory leží hypothalamus (kde jsou ústředí pro útrobní funkce, termoregulaci a emoce).

Střední mozek – je zcela překryt předním mozkem, vystupují z něho III. a IV. mozkový nerv, nahoře je čtverohrbolí: přední hrbolky jsou převodní stanice zrakové dráhy, zadní sluchové dráhy.

Mozeček – 2 hemisféry spojené mozečkovým červem, na průřezu je stromovitě rozvětvená bílá hmota (tzv. strom života dříve považovaný za sídlo duše); je zde důležité koordinační ústředí pro svalové pohyby a udržování rovnováhy, při otravě etylalkoholem gangliové buňky způsobují nekoordinované pohyby a neschopnost udržet rovnováhu těla a **most Varolův** (na bázi týlní kosti, vystupují z něho V. až VIII. mozkový nerv).

Prodloužená mícha – přímé prodloužení páteřní míchy, je dlouhá 20-25 mm, procházejí jí nervové dráhy, proto převládá povrch bílý, v hloubce převládá šedá barva, vycházejí z ní IX. až XII. mozkový nerv; mezi prodlouženou míchou a mostem Varolovým je IV. mozková komora, na jejíž spodině jsou jádra motorických a senzitivních nervů s centry pro reflexy: rohovkový, slzný, kašle, obživných reflexů, sací, polykací, pro sekreci slin a žaludečních šťáv a pro peristaltiku žaludku; kromě toho jsou tam ústředí pro dýchání (vč. ganglií reagujících na množství CO_2 v krvi kapilár), jemuž jsou nadřazeny centra ve Varolově mostu, mezimozku a je ovládáno z mozkové kůry, dále je zde centrum vasomotorické (způsobuje roztažení cév a pokles krevního tlaku) a řízení srdeční činnosti (zpomalující a zrychlující frekvenci).

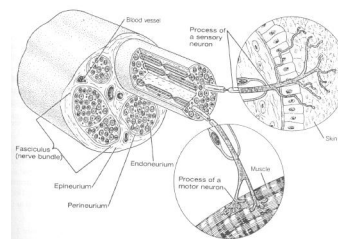
b) Mícha

Je to trubice v páteřním kanále dlouhá 40-45 cm, obalená tvrdou a 2 měkkými plenami; na průřezu má šedou (neurony a neuroganglia) a bílou (svazky nervových vláken, dráhy) barvu v podobě písmene H nebo motýlka s centrálním kanálkem; v předních rozích jsou velké motorické buňky pro kosterní svalstvo (pyramidová dráha pro rychlé, neuvědomělé a účelné pohyby) a hladké svalstvo útroby; z míchy vycházejí míšní nervy ze dvou kořenů – zadní (vzestupná senzitivní vlákna), přední (sestupná motorická vlákna); po odstupu nervů je ztlustění spinálních ganglií (útrobní sympatické a parasympatické nervstvo); mícha

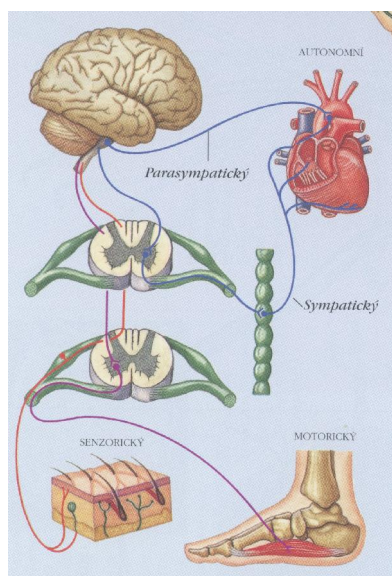
nevyplňuje celý míšný kanál, takže poslední míšní nervy jako chvost vedou k místům svého odstupu od míchy.

Morfologie obvodových nervů

Z mozkového kmene odstupuje 12 párů **mozkových nervů**: I. čichový kyj s čichovými vlákny; II. zrakový spojuje sítnici s předním mozkem; III. okohybný ze středního mozku do okohybných svalů; IV. kladkový do horního šikmého okohybného svalu; V. trojklanný (*trigeminus*) z Varolova mostu do očníce, horní a dolní čelisti, inervuje zuby, žvýkácí svaly a okraj jazyka; VI. odtahující nerv z prodloužené míchy k zevnímu přímému okohybnému svalu, pohybuje okem do stran; VII. lícní nerv k mimickým svalům obličeje; VIII. sluchověrovňovací nerv vede podněty sluchové a statokinetické; IX. jazykohltanový nerv z prodloužené míchy (jako všechny zbylé) k jazyku (chuťové buňky), slinné žláze a hltanu; X. bloudivý nerv (*vagus*) inervuje plíce, srdce, cévy a trávicí trubici; XI. přídatný nerv k zvedači hlavy a trapézovému svalu; XII. podjazykový nerv inervuje svaly jazyka.



Z míchy odstupuje 31 párů **míšních nervů**, které inervují svaly a vedou pocity z kůže (s výjimkou hlavy). V horní části páteře se spojuje několik míšních nervů do pleteně krční a pažní. V dolní části páteře do pleteně bederní a křížové (inervují břicho, pánev a dolní končetinu).



Vegetativní (útrobní) nervy ovládají funkci hladkého svalstva v oku (akomodace a zornicový reflex), v tepnách (stažení a roztažení), trávicí trubice (peristaltika), močových a pohlavních orgánů, vyměšování žláz trávicího ústrojí, žláz s vnitřní sekrecí, a srdečního svalu. Vegetativní nervy jsou nezávislé na vůli člověka. Útrobní nervy dělíme na: - sympatické (působí budivě na srdce, cévy a hladké svalstvo, tlumivě na trávicí soustavu); - parasympatické (působí obráceně, hlavně ve spánku). Vegetativní nervy sympatické tvoří dva kmeny podél páteře a zadní strany hrudníku a břicha, které jsou napojeny na míšní nervy, z kmenů jdou nervy sympatické k útrobám. Někde tvoří pleteně, např. solární plexus. Vegetativní nervy parasympatické netvoří tak zřetelné struktury, jsou připojeny k pletením sympatického nervstva.

Tab. 1 Vliv vegetativního nervstva na hladké svalstvo

Orgán	Sympatikus	Parasympatikus
Cévy srdce	rozšíření	zúžení
Cévy kůže a břicha	zúžení	-
Cévy erekce	zúžení	rozšíření
Průdušnice a průduška	rozšíření	stah
Močový měchýř	-	stah
Těhotná děloha	stah	-
Žlučový měchýř	stah	ochabnutí
Svaly ve stěně střeva	oslabení stahů	zesílení stahů

2.2. Morfologie a fyziologie smyslů

Smyslová informace začíná v čidlech, které informují CNS o vnějším světě (*exteroreceptory*) i stavu vnitřního prostředí lidského organismu (*interoreceptory*). Vnímavost

smyslu je úzce specifická, např. tyčinky oční sítnice reagují výhradně na světlo, čípky jen na barvu světla. Funkční analyzátor smyslu se skládá z části periferní – čidlo umožní jen hrubé rozlišení, a ústřední – v mozkové kůře se uskutečňuje jemné rozlišení.

Naše rozpoznání citových výrazů ve tváři jiného člověka je transkulturní záležitostí a zřejmě geneticky podmíněné. V každé sítnici je 120 miliónů tyčinek a 6 miliónů čípků, v nichž dochází k transdukcii (převodu přeměn viditelného elektromagnetického spektra na salvy nervových vzruchů) přes gangliové buňky sítnice (1 milión). Vlastnosti viditelného světa (intenzita světla, barvy, pohyby a směry) jsou vedeny jsou paralelně nervovými vlákny frekvenčně kódované (proměnam odpovídá počet nervových impulzů za čas) do mezimozku, kde se mapují. Odtud jsou stejně rychle a přesně vedeny do primární zrakové kůry na konci týlních laloků, kde se rozlišují nejzákladnější tvary, barvy, pohyby a prostorové hloubky podnětů (rozčleněné vlastnosti viditelného světa). Odtud velmi komplikovaně se předávají do sousedních korových oblastí (32 u makaka), kde dochází ke zrakové asociaci, tedy ke složení oněch rozčleněných vlastností.

Z mimořádně velkého počtu horizontál, vertikál, úhlů a z jejich prostorového umístění za nejrozmanitějších světelných a barevných podmínek zraková kůra "vybírání" a "seskupuje" znaky "patřící k sobě" - tvoří z nich skupiny! Čili kromě paralelního zpracování informací, je zpracovává i v uspořádání hierarchickém. Tzn. některé skupiny neuronů odpovídají proměnami činnosti na přímý pohled na tvář, další na profil, jiné na zátylek nebo na zdvižení či sklonění brady. Byly nalezeny skupiny neuronů odpovídající při pohledu na plnou tvář "z očí do očí", jiné výběrově citlivé na levou nebo na pravou tvář.

Asi 2/3 neuronů či jejich malých skupin odpověděly změnou činnosti na pozorování tváří, polovina odpověděla na proměny jejich citových výrazů, asi 38 % bylo citlivých na geometrický obrázek. Asi 1/10 vyšetřovaných "tvářových" neuronů odpověděla jen při sledování tváře jednoho z nich - tedy identifikovala! Odpověď znamená nahromadění nuklidu ^{15}O z cévního řečiště mozku do místa, kde se zvyšuje prokrvení, tedy tam, kde se mozková kůra namáhá - pozitronová emisní tomografie. (KOUKOLÍK, 1998)

Dřív 90 % informací přicházelo zrakem. Člověk je vyloženě vizuální bytost, orientuje se ve vnějším prostředí a tvoří si opticky představový obraz světa. Nyní jich zrak zpracovává méně, asi 80 %, sluch 14 %, ostatní smysly 6 % všech informací.

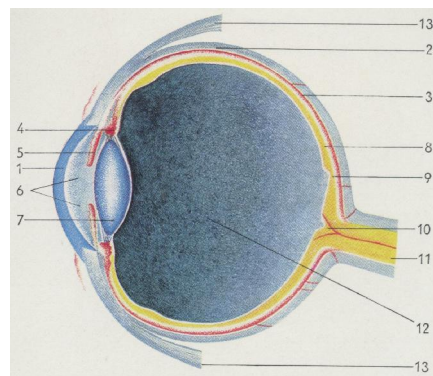
Morfologie oka.

Oční koule je uložena v kostěné očníci, je obalena vazivovou blánou (bělma), v přední části přechází v rohovku s menším zakřivením, která je díky volným



nervovým zakončením transplantace rohovky/řez okem/tyčinky a čípky (dole) nejcitlivějším místem v těle. Pod ní je cévní vrstva - cévnatka, která oko vyživuje a produkuje vodnatý mok

(sklivec) vyplňující přední a zadní komoru oka. Vpředu přechází v řasnaté těleso s kruhovým hladkým svalem, který svým stahem vyklenuje čočku (zaostření zraku), a směrem dopředu vytváří různobarevnou duhovku (*iris*). V ní je obsažen pigment, který u albínů zcela chybí, takže červeně prosvítá cévnatka. Množství a hloubka uložení pigmentu způsobuje barvu duhovky od modré po tmavě hnědou (je-li pigment jen v spodní vrstvě je modrá a šedá, je-li i v horní vrstvě je barva hnědá až černá). Třetí vnitřní vrstvou je světločivná vrstva - sítnice (*retina*, 10 vrstev), která obsahuje světločivné prvky pro černobílé vidění tyčinky (120



miliónů) a pro barevné vidění čípků (6 miliónů). Uprostřed je černá zornice, která působí jako clona ve fotoaparátu.

Pomocné orgány jsou víčka s řasami, které chrání oko. Celá očnice je vyložena spojivkovým vakem. Aby oko nevysychalo, je zvlhčováno slzami ze slzné žlázy, jež jsou roztírány očními víčky při mrkání (slzy omývají oko proti vysychání, odplavují nečistotu, jsou baktericidní, odtékají slzním kanálkem do dutiny nosní). Pohyb vlastního oka je způsobován 4 přímými a 2 šikmými svaly, které umožní pohled na jakékoli místo v zorném poli.



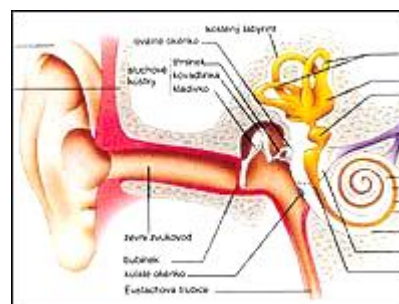
Funkce oka

Akomodace, konvergence, adaptace, barvocit, stereoskopické vidění. Lomné prostředí oka (rohovka, čočka a sklivec v komorách) vytváří přesný obraz na sítnici (ostré vidění). Oko je složitá optická soustava, která na sítnici vytváří převrácené obrazy z okolí (princip *camera obscura*). Normálně je oko zaostřeno na nekonečno (vidíme od 5 m dále), na bližší věci do 25 cm se musí zaostřit (akomodovat). Schopnost zakřivit čočku (stažením hladkého svalu v řasnatém tělese) se zhoršuje po 40. roce věku, kdy ubývá pružnost čočky.

Působením světla dochází k podráždění tyčinek a čípků. Z oka jsou zrakovými drahami vedeny nervové vzruchy do CNS, do zrakových ústředí, kde jsou dochází k úpravě skutečného obrazu, který je původně převrácený a stranově obrácený (v důsledku překřížení očního nervu). Vlastnosti viditelného světa (světelné intenzity, tvary, barvy, pohyby a směry), které jsou frekvenčně kódovány v salvách, jsou vedeny paralelně nervovými vlákny do mezimozku, kde se mapují. Odtud jsou rychle a přesně vedeny do primární zrakové kůry na konci týlních laloků, kde se rozlišují nejzákladnější tvary, barvy, pohyby a prostorové hloubky podnětů. Odtud se komplikovaně předávají do sousedních korových oblastí, kde dochází ke složení oněch rozčleněných vlastností, dojde u uvědomování. Ke zpracování vnímaných částí obrazu a jejich složení navzájem totiž dochází v asociačních oblastech mozkové kůry, kde jsou také porovnány s předchozími obrazy (paměť) a identifikovány. Mozková zraková kůra tedy 'vybírá a seskupuje' znaky 'patřící k sobě', tvoří z nich skupiny. Některé skupiny neuronů zrakového centra odpovídají proměnami činnosti na přímý pohled na tvář, další na profil, jiné na zátylek nebo na zdvižení či sklonění brady.

Poruchy: refrakční vady jako krátkozrakost, dalekozrakost a astigmatismus; šilhavost, zánět spojivek. Vytvoří-li se obraz před sítnicí, pak mluvíme o krátkozrakosti (skla brýlí rozptylky), sbíhají-li se za sítnicí, dalekozrakost (spojky). Prostorové vidění je umožněno vnímáním pravým, a levým okem a zkušeností. Zrak nebyl přizpůsoben rozeznávání tolika detailů a tak rychle. Z toho plyne nutnost zajistit při práci dobré podmínky pro vidění (nenamáhání očí) jinak hrozí únava, pracovní úrazy a zhoršení duševního stavu.

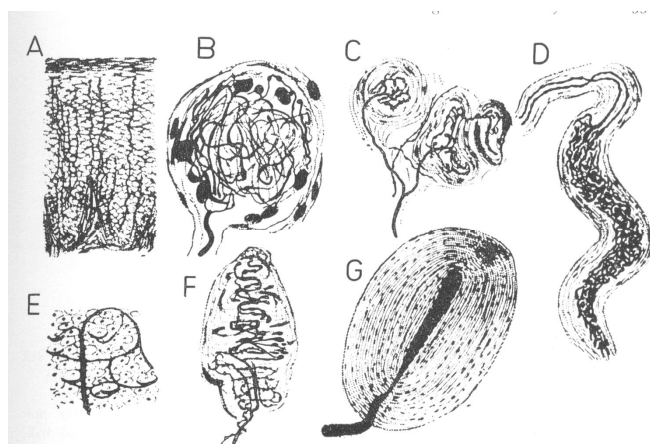
Morfologie ucha. Vnější ucho začíná boltcem (s ušním lalůčkem – typický lidský znak) a pokračuje vnějším zvukovodem s chloupky a mazovými žlázkami, který končí bubínkovou blanou. Za bubínkem ve středním uchu je řetěz tří skloubených kůstek: kladívko, kovadlinka a třmínek, které přenášejí chvění bubínku na okénko vnitřního ucha. Toto střední ucho je spojeno s nosohltanem Eustachovou trubicí, která slouží k vyrovnávání vnějšího a vnitřního tlaku vzduchu (viz polykání při startu letadla). V kosti sklaní za boltcem je uloženo vnitřní ucho. Je to kulovitý váček, který vybíhá v blanitý hlemýžď s 1,5 závitem, který jsou vyplněny endolymfou.



Hlemýžď je blanami rozdělen do 3 oddílů, na základní bláně chodby je **Cortiho orgán** – vlastní sluchové čidlo se sluchovými smyslovými buňkami. Ty mají nestejně dlouhé řasinky, jichž se dotýká krycí blána, nejkratší vlákna u vchodu rezonují s vysokými tóny, nejdelší na vrcholu hlemýžďe rezonují s hlubokými tóny). Každé vlákno je spojeno se smyslovou buňkou, odkud je veden podnět VIII. hlavovým nervem do CNS ke sluchovému centru v horním závitě spánkového laloku mozku.

Statokinetický orgán – je ve vestibulárním ústrojí vnitřního ucha, kde je ve skalní kosti uložen kromě již zmíněného kulovitěho váčku i vejčitý váček. Z něho vycházejí tři polokruhovitě chodby ve třech navzájem kolmých rovinách. Také ty jsou vyplněny endolymfou, v níž se vznášejí zrníčka uhličitá vápenatého (*statolity*). Ve váčcích a labyrintu jsou smyslové osinkové buňky, na jejich osinkové výběžky při pohybech hlavy doléhají statolity v důsledku zemské tíže a dráždí osinkové výběžky smyslových buněk. Odtud jsou vzruchy vedeny vlákny VIII. mozkového nervu do mostu Varolova a mozkové kůry. Tedy smysl statokinetický se týká pouze uvědomění si polohy a pohybu hlavy, zatímco poloha jiných částí těla se orientuje a reflexně reguluje vůči hlavě za pomoci senzorů vnitřního čítí (*proprioceptorů*), které podávají informace ze svalových (tíha) a šlachových (napětí) tělísek. Složitá koordinace rovnovážných poloh a pohybů má centrum v mozečku. Je obzvláště důležitá u složitých pohybových aktivit (sport, balet, některé práce), zvláště při jejich učení a tréninku, pak si je uvědomujeme poměrně málo.

Koží citlivost se týká tlaku (dotyku), tepelných podnětů a vnímání bolesti. Čidla jsou uložena v kůži a mají své specifické receptory. Vnímání **dotyku** má k dispozici po těle až ½



miliónu receptorů. Jsou nerovnoměrně rozmístěny, nejvíce je jich na jazyku, bříscích prstů a dlaní, nejméně na stehnech a zádech. Ve škáře, těsně pod vlastní pokožkou, jsou uložena: volná nervová zakončení pocitů bolesti (A); Krauseho tělísko pro pocit chladu (B); Golgiho-Maziniho proprioceptor ze svalu pro napětí (C); Ruffiniho tělísko pro pocit tepla (D); koží receptor pro hmat (E); Meissnerovo hmatové tělísko pro tlak (F); Vater-Paciniho tělísko ve škáře pro tah a tlak (G). Prahový tlak na

špičce jazyka je 2 g/mm^2 , na konečcích prstů 3 g/mm^2 , na hřbetu ruky 10 g/mm^2 , na zádech 50 g/mm^2 , protože prostorový práh, tj. vzdálenost taktilních tělísek je na jazyku 1 mm, na konečku prstu 2, na dlani 11, na hřbetu ruky 32, na předloktí a bérce 41 mm, na šiji 54, na zádech, paži a stehně 68 mm. Rozlišování velikosti v ruce je s chybou 20 % velikosti předmětu. Toto se využívá u ovládačů (velikost, tvar, povrch) – haptika (dotykové počítky).

Vnímání **tepelných** podnětů má odlišné receptory pro chlad (Krausova tělíska jsou uložena výše, je jich asi ¼ miliónů) a teplo (Ruffiniho tělíska jsou hlouběji, je jich asi 30 tisíc), nejvíce jejich na jazyku, čele a hřbetu ruky. Nevnímáme přesnou teplotu, ale relativní změnu teploty. Vnímání **bolesti** se přisuzuje volným nervovým zakončením (A), na 1 cm^2 je jich přes 100. Netýká se pouze kůže, ale i sliznic a vnitřních orgánů. Bolest je signálem, který má zabránit dalšímu poškození.

Čich – nás informuje o čistotě vzduchu a jakosti potravy. Čichová oblast je umístěna v nejhořejší části nosní dutiny na ploše asi 150 mm^2 . Plyny a výpary se rozpouštějí v sekretu Bowmannových žlázek a dráždí je ve formě roztoků. Mezi nimi jsou čichové buňky nahoře se 6-8 štětičkami a dole s vodivými vlákny zanořujícími se do čichového bulbu (namísto nervu).

Nositelé Nobelovy ceny za lékařství a fyziologii 2004 R. Axel a L. Bucková (USA) objevili, že pachové molekuly procházejí čichovou buňkou sedmi vrstvami bílkovin, ve kterých jsou tříděny. Vsrůchy jsou pak vedeny z bulbu do báze CNS do primárního čichového centra v závitu hippocampu (koníkovém) ve spánkovém laloku mozku, kde je rozeznána každá specifická vůně z 10 tisíc typů vůní, a to na základě působení 18 skupin velice početných genů pro vůně. Čichem lze rozeznat některé látky v koncentracích tak malých, že je nelze fyzikálně či chemicky zjistit. Pachy mohou vyvolat nevolnost, ovlivňují duševní pohodu víc než oxid uhličitý. U čichu je adaptace na prostředí velmi výrazná, protože při delším pobytu v aromatizovaném prostředí přestáváme vůni cítit.

Chuť – slouží k přijímání chuťových podnětů na 4 základní kvality: hořká (uprostřed na kořeni jazyka), slaná (vpředu po stranách jazyka), kyselá (vzadu na kraji jazyka) a sladká (na špičce jazyka). Chuť úzce souvisí s čichem (nechuť jíst při rýmě). Receptory (hrazené a listové papily, chuťové pohárky) jsou na jazyku. Chuťové buňky jsou štíhlé se štětičkou a ční do chuťové jamky. Senzorem je chuťový pohárek tvořený chuťovými buňkami zakončenými štětičkami a podpůrnými buňkami sestavenými jako plátky pomeranče. Mezi nimi se větví nervová vlákna nervů trojklaného, jazykohltanového a bloudivého, které vedou vsrůchy do prodloužené míchy a do primárního čidla chuti, jež je blízko centra čichu. Vsrůchy poté vyvolávají sekreci trávicích šťáv.

2.3. Fyziologie nervové soustavy

Jednotlivé části probíraných i neprobraných tělesných soustav jsou navzájem propojeny, aby mohly pomoci signálu (elektrický a chemický) předat informaci.

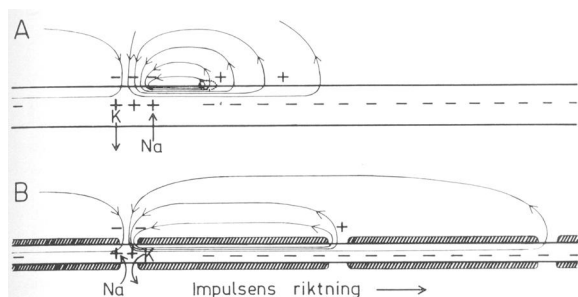


Schéma vedení vsrůchu v nervovém vlákně

Nervstvo získává mnoho informací za pomoci smyslů. Po jejich zpracování (senzorická funkce CNS, vjemy a počítky + asociace s informacemi z předchozích dějů – paměť) je posílá jako výstup funkčním orgánům somatickým (pohybová funkce kosterně svalové soustavy) a vegetativním (útrobní

funkce žláz) tak, aby byla zajištěna jednak **jednota** lidského organismu s vnějším prostředím, jednak jeho vnitřní **homeostáze** (funkční dynamická rovnováha všech aktivit člověka). Podmíněné reflexy vznikají na základě signálu signálů (mluvené a psané slovo). Asi každá únava je projevem nenormální činnosti CNS (nežádoucí nervová reakce). Člověk zpracovává jen asi 5-6 bitů za vteřinu.

Nejjednodušší formou je **nepodmíněný reflex**. Uskutečňuje se na základě vrozených, předem připravených geneticky fixovaných nervových drah (reflexní oblouk) v cyklu podnět (změna v prostředí) – reakce (vždy stejná!). Reflexní oblouk: receptor – vzestupná dráha – centrum – sestupná dráha – efektor (sval či žláza). Reflexní odpověď je vždy v souladu s vnitřním prostředím organismu. Složitější formou jsou instinkty (pohlavní, potravinové, obranné, rodičovské) a emoce (strach, úzkost, hněv aj.). Bývají spojeny jak s centry v mezimozku, tak v kůře mozkové (jsou usměrňovány rozumovou činností).

Novým projevem u člověka je **podmíněný reflex**, získaný asociační činností mozku (odtud vyšší nervová činnost). Vzniká tak, že k podnětu vyvolávajícímu nepodmíněný reflex se několikrát přidruží nový podnět, který později sám vyvolá nepodmíněný reflex. U člověka je typické, že tento nový podnět může být **slovo** (signál signálu). Vznikají tak nová nervová spojení, která jsou dočasná. Organismus má tak možnost téměř nekonečného počtu různých reakcí na změnu prostředí, čímž se nesmírně zvětšuje **přizpůsobivost** člověka (kulturní adaptace změnou chování)! Navíc nakupení podmíněných reflexů vyššího řádu v jeden celek

umožňuje vytvoření **dynamického stereotypu**. Např. pracovní zácvik prováděný za stále stejných podmínek okolního prostředí umožní zaměstnanci vykonávat nový pracovní úkon či operaci „automaticky“.

Poruchy a nemoci

Celá řada rozmanitých syndromů nervové soustavy se dotýká především pohybů, citlivosti a svalového napětí, poruch rovnováhy, řeči, vyměšování, křečí, bolestí, závratí, poruch spánku, paměti, ale i změn v chování (epilepsie) a v myšlení (psychózy, schizofrenie). Patří tam i otřes mozku, který bývá provázen ztrátou vědomí a paměti (*amnézie*), zvracením, bolestivostí, nesoustředěním a závratěmi. Úrazy míchy provázejí přechodné či trvalé obrny a poruchy čítí.

Poruchy žláz s vnitřní sekrecí způsobují chorobné jevy, jako u hypofýzy (poruchy růstu – gigantismus či trpaslictví), u štítné žlázy (kretenismus, růstové disproporce, vole), u příštítná tělíska (porucha ukládání Ca a P, vývoj kostí a zubů), u slinivky břišní (cukrovka) aj.

Poruchy senzorů: Zrak – refrakční vady (krátkozrakost, dalekozrakost, astigmatismus), poruchy akomodace (chabozrakost), adaptace (šeroslepost, barvoslepost). Získané vady – zánět spojivek, ječná zrna, zákaly rohovky (šedý a zelený), okohybného ústrojí (šilhavost), degenerace sítnice (slepota), úrazy. Sluch – poruchy vedení zvuku (záněty středního ucha), vnímání (nedoslýchavost, hluchota) a centrální. Existují i poruchy rovnováhy (závratě), čichu a chutě.

Termografie lidského těla



Termoregulace

Termoregulace je soubor adaptačních mechanismů, jejímž výsledkem je udržení rovnováhy mezi výdejem a příjmem (event. produkcí) tepla. Člověk je tvor teploter (homiotherm), tzn. udržuje stálou tělní teplotu (v podpaždí kolem 36,6 °C, v ústech o 0,5 °C vyšší). Kolísá to v průběhu dne (podle biologického rytmu viz dále), nejnižší je ráno, nejvyšší v podvečer. Rozložení teplot na lidském těle je nerovnoměrné, nejvyšší je teplota tělního kmene (jmenovitě játra a srdce), nejnižší je na periférii končetin (prsty). Neutrální termická zóna je v případě, kdy produkce tepla je minimální (odpočívající nahý člověk při vnější teplotě 30 °C).

Organismus, který hromadí teplo (*akumulace*) z činnosti vnitřních orgánů a svalstva, ztrácí teplo vyprodukované tělem jednak povrchem těla (kožní cévy, potní žlázy): sáláním (45-80 % podle teploty vnějšího okolí), odvedením prostředím (*konvencí*, až 26 %), odpařováním (pocení, 8 až 30 % podle teploty vnějšího okolí) a odvedením (0,2 %), jednak vydechováním vodních par (ohřátý a zvlhčený vzduch, 2 %) a zbavováním se teplých exkrementů (moč a stolice). Jednotlivé položky se mohou velmi měnit, záleží na teplotě prostředí (mikroklima) a proudění vzduchu. Odpařování se samozřejmě zvyšuje při konání velmi těžké intenzivní práce. Vypocení 1 l potu představuje odvod tepla z těla v hodnotě 2.430 kJ.

Změny teploty jsou zaznamenány zvláštními termoreceptory (Krausova a Ruffiniho tělíska) v kůži a pak v CNS. Nervovými drahami jdou podněty z nich do mezimozku, do přední části hypotalamu, kde jsou zpracovány. Odtud jsou vyslány prostřednictvím míšních motorických a sympatických drah podněty pro značně různé **termoregulační dynamické děje**:

- svalový třes (nevědomá produkce tepla nevědomými současnými a nekoordinovanými stahy flexorových a extenzorových svalů);
- netřesová produkce tepla (tzv. chemická termogeneze – látková přeměna v játrech a v hnědé tukové tkáni, max. při 23 °C; účinnost svalové práce je nízká do 30 %, zbytek je přeměněn na teplo, které je třeba z těla odvést);
- stažení či roztažení cév v kůži;

- zrychlení dýchání;
- pocení;
- změna chování (zvýšení či snížení tělesných aktivit - poskakování nebo choulení, oblékání či svlékání více vrstev oděvu, přitopení či větrání, chránění se před slunečními paprsky -vyhledávání stínu- či před mrazem atd.).

Tepelný komfort je pociťován v interiérech mezi 16 až 26 °C, záleží na momentálních aktivitách a osobních zvycích. Záleží i dalším faktoru, a to na relativní vlhkosti vzduchu. Např. horní hranice tepelné regulace v klidu při 85 % vlhkosti se udává v hodnotě 31 °C, ale při 30 % vlhkosti až do 40 °C teploty vzduchu. Díky kulturní vymoženosti vytápěných event. klimatizovaných bytů a kanceláří a přiměřených oděvů snese člověk rozpětí teplot od – 65 °C (v polárních oblastech) až do + 45 °C (v tropech).

Tab. 2 Tepelná izolace různých vrstev

Vrstva	<i>r - odpor přístupu tepla</i>
kůže dle prokrvení	0,1 – 0,7
1 cm podkožního tuku	0,4
1 cm svaloviny	0,15
vycházkový oděv	1,0
zimní oděv	2,0
polární oděv	5,0
vnější zdi domu	2,5 – 3,5

Termoregulační pochody udržují stálou tělní teplotu v normálu (tepelná pohoda), nebo ve stavu pocení. Při dlouhodobém pobytu v horkém prostředí dochází k přehřátí, na které má člověk dobré adaptační prostředky. Při dlouhodobém pobytu v chladu dochází k podchlazení, oba tyto krajní stavy vážně ohrožují organismus. Při práci člověka lze stanovit neutrální mikroklimatické podmínky, pokud známe teplotu prostředí, relativní vlhkost, proudění vzduchu, tepelný odpor všech vrstev oděvů a metabolické teplo (dle somatotypu, pohlaví a stáří). Snahou je dosáhnout tepelnou rovnováhu s příjemnými pocity. Vyvarovat bychom se měli pocitu chladna, nebo naopak velkého tepla a parna, rovněž nepříjemnému suchu a vlhku.

Biorytmy

Biorytmy jsou opakované změny životně důležitých funkcí, které probíhají na různých úrovních (molekulární, buněčné, orgánové, osobnostní, populační, generační). Biorytmy synchronizují shodu cyklů vnějších (např. střídání světla a tmy, kolísání teplot) s vnitřními cykly tělesných funkcí. Dochází k jakémusi strhávání vnitřního rytmu, kdy je frekvence biologického rytmu uvedena do souladu s nějakou vnější oscilací. Nejznámější biorytmy zvířat jsou zimní spánek, tahy ptáků a cykly kopulačních aktivit (říje). U člověka je poměrně dobře znám posun času při dlouhém přeletu letadlem přes poledníky, kdy je narušen spánkový režim (zvláště při letech proti směru otáčení země, kdy zpětné ustavení původního biorytmu trvá 4-7 dní). Rovněž denní rytmus tělesné teploty se za několik dní nastaví na novou fázovou polohu (posun dle místního času). Déle trvající kolísání teploty souvisí s menstruačním cyklem, kdy rektální či vaginální teplota klesá na nejnižší úroveň krátce před ovulací, aby se při ovulaci náhle zvýšila o 0,5 °C.

Ovšem do biorytmů patří i kolísání pracovní výkonnosti – když se obvykle největší vrchol (maximum) se dostaví v 9-10 hod., denní minimum po poledním obědě 13-14 hod., menší vrchol se vyskytuje v pozdním odpoledni 15-19 hod., noční minimum je mezi 2-4 hod. ranní. Kolísání výkonnosti je však záležitost značně individuální, protože prokazatelně existují vyhraněné typy lidí, kteří mají převažující maximum dopoledne (slavíci, vstávají brzy ráno a uléhají brzy večer), a lidé, kteří dosahují maxima výkonnosti odpoledne

(sovy, chodí spát pozdě a vstávají pozdě). Souvisí to samozřejmě s profesí a osobními návyky. S ohledem na kolísání výkonnosti dělíme pracovní zátěž na dopolední a odpolední, kdy jako potenciální vedoucí budeme ukládat maximum práce, doporučíme krátký odpočinek v poledne a v podvečer, spánek v noci. To nazýváme **režim práce a odpočinku**! V soulase s fakty individuálních biorytmů se v některých podnicích zavádí tzv. klouzavá pracovní doba.

2.4. Fyziologie hormonálního systému

Nervově řízeným produktem žláz s vnitřní sekrecí (*endokrinní*) jsou hormony, specifické chemické látky obvykle na bázi bílkovin. Jsou vyměšovány do krve nebo tkáňového moku a jimi jsou rozváděny ke vzdáleným cílovým tkáním. Ovlivňují zcela určité fyziologické pochody a hlavně jejich souhru v těle. Působí na uspořádání enzymů v buňkách, na aktivitu enzymů a na propustnost buněčné blány. Zpětná vazba je buď přímo, kdy koncentrace hormonu v krvi přímo ovlivňuje jeho vlastní produkci v žláze, nebo zprostředkovaně nervovou soustavou, kdy řízená funkce mění aktivitu endokrinní žlázy. Navíc některé hormony ovlivňují nervovou činnost CNS. Toto těsné propojení pak je nazýváno neurohumorálním systémem.

Štítná žláza produkuje tyroxin 80 µg denně, trijodtyronin 4 µg (denní potřeba 150 mikrogramů jódu) jsou vázány na krevní bílkoviny, ovlivňují metabolismus. Při zvýšené tvorbě je látková přeměna zvýšená až o 100 % (Basedova nemoc); při nízké tvorbě hormonů klesá metabolismus o 40 %. Dále též tyrokalcitonin, jenž reguluje hladinu vápníku v krvi.

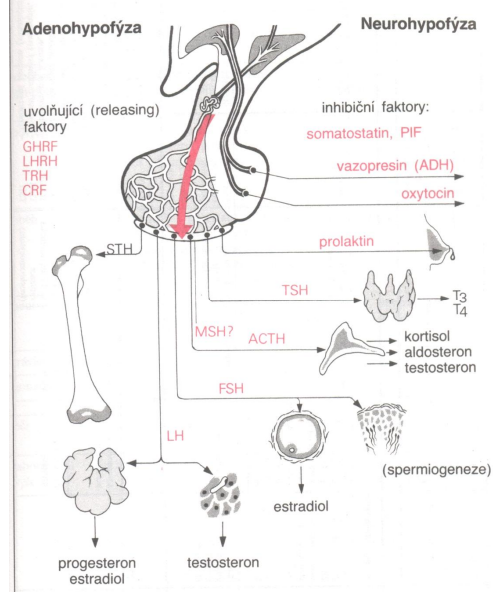
Slinivka břišní produkuje z Langerhansových ostrůvků inzulín v množství 80-120 mg v 100 ml krve (vzniká v B-buňkách, je složen z 51 aminokyselin), glukagon (vzniká v A-buňkách, působí opačně, tj. urychluje štěpení jaterního glukagenu). Při nedostatku inzulínu se zvyšuje v krvi hladina glukózy, přes 180 mg (*hyperglykémie*) se začne vylučovat močí (úplavice cukrová). Při nadbytku inzulínu (*hypoglykémie*) klesá glukóza v krvi, pod 40 mg se dostávají křeče, bezvědomí. Dvanáctník produkuje cholecystokinin, který vyvolá stahy žlučníku

Dřeň nadledvin produkuje noradrenalin 300 pg v 1 ml krve, který ovlivňuje cévy (stažení), a adrenalin 30 pg, který působí shodně jako sympatické nervy na srdce (zvýšení tepového objemu, zrychlení srdeční frekvence) a na metabolismus (stoupá bazální metabolismus a uvolňuje se teplo, vliv na termoregulaci).

Kůra nadledvin produkuje prostřednictvím glukokortikoidy kortizol 20 mg a kortikosteron 3 mg, které mobilizují tkáňové bílkoviny, uvolňují z nich aminokyseliny pro tvorbu glukózy (*glukoneogeneze*) a brání oxidaci sacharidů (protichůdně než inzulín). Dále mineralkortikoid aldosteron 0,15 mg, který zadržuje sodík a podporuje vylučování draslíku v ledvinách, čímž udržují správný poměr iontů a tím ovlivňují množství vody v organismu. Konečně i hormon dehydroepiansteron 20 mg, který se může proměnit v androgen androsteroidon a ten v estrogen estron, které mají podobné účinky jako mužské a ženské pohlavní hormony.

Příštítná tělíska v zadní straně štítné žlázy produkují parathormon (84 aminokyselin zbytků), který udržuje hladinu vápníku v krvi 90-110 mg/l plazmy a snižuje vstřebávání fosforu v ledvinách.

Hypofýza ve svém předním laloku (*adenohypofýza*) produkuje tyrotropin (TSH) podporující činnost štítné žlázy; adrenokortikotropin (ACTH), který podporuje činnost kůry nadledvin; folitropin (FSH), který podporuje růst folikulů ve vaječníku nebo zrání spermií ve varlatech; luteotropin (LH), který u žen ovlivňuje produkci estrogenů, jež ovlivňují tvorbu vajíček (*ovulace*) a vznik žlutého tělíska při těhotenství, a u mužů působí sekreci testosteronu; somatotropin (STH složený z 188 aminokyselin, GH), který podporuje souměrný růst a vývin organismu, při nadprodukcí způsobuje obrovitost, *gigantismus*, či v období dospělosti po uzavření růstových chrupavek jen





růst brady, nosu a prstů (*akromegalie*), při nedostatku trpaslictví (*nanismus*).

Střední lalok hypofýzy produkuje *melanotropin* (MSH), který stimuluje α a β melanocyty, jež se účastní tvorby barviva. Zadní lalok (*neurohypofýza*) poskytuje 2 hormony produkované v hypotalamu *vazopresin* (ADH, adiuretin), který působí na ledviny, při nedostatku způsobuje žíznivku (*diabetes insipidus*), zvýšení až na 10 l moči; a *oxytocin* (9 aminokyselin), který podporuje stahy dělohy při porodu a vstřikování mléka z mléčné žlázy, v netěhotné děloze stahy při orgasmu.

Varle produkuje *testosteron*, který u mužů řídí růst penisu a působí na druhotné pohlavní znaky (vousy, hlubší hlas, rozvoj svalů, mužský typ pánve) a ovlivňuje jejich pohlavní chování. Varle je řízeno gonadotropními hormony (FSH, LH) z předního laloku hypofýzy.

Vaječníky v Graafově folikulu produkují *estrogeny*, které způsobují vzrůst ženských pohlavních orgánů a druhotných pohlavních znaků (ochlupení, ukládání tuku na stehnech, bocích a prsech, ženský tvar pánve) a rozvíjí pohlavní chování žen; a žluté tělísko při otěhotnění produkuje *progesteron*, který připravuje sliznici dělohy pro uchycení oplodněného vajíčka. Vaječník je řízen gonadotropními hormony (FSH, LH) z předního laloku hypofýzy. Děloha produkuje *choriongonadotropin*, ovlivňující zárodečné obaly.