

Maturitní téma č. 30

SMYSLOVÁ SOUSTAVA

Receptory, které získávají a zpracovávají informace o vnějším světě (exteroreceptory), má organismus k dispozici také receptory změn ve vnitřních orgánech (interoreceptory) a pohybové soustavě (proprioreceptory).

Receptory se dělí podle typu podnětu do tří základních druhů:

1. **Mechanoreceptory** - podnětem je mech. deformace smyslových buněk
2. **Fotoreceptory** - podnětem je světelné záření
3. **Chemoreceptory** - podnětem je chemická sloučenina určitého typu

MECHANORECEPTORY

K mechanoreceptorům patří jednak specializovaná periferní zakončení nervových buněk rozptýlených po celém povrchu těla, jednak zvláštní receptorové buňky vestibulárního ústrojí a sluchového orgánu.

Hmatové receptory

Reagují na dotyk a tlak. Nejjednodušší jsou tvořeny jen volným nervovým zakončením. Často jsou přidavkem vazivové pochvy, zvyšující citlivost (např. Paciniho hmatová tělíska). Hustota a citlivost receptorů je v různých částech těla odlišná.

Receptory zaznamenávající natažení

Patří sem některé interoreceptory a všechny proprioreceptory. Jsou to šlachová tělíska a svalová vřeténka. Na základě informací z nich, ale i dalších receptorů, vzniká uvědomělý pocit o poloze končetin a celého těla.

Vestibulární orgán (rovnovážný orgán)

Je součástí blanitého labyrintu, tedy vnitřního ucha. Skládá se z vřeténka vejčitého (utríkulus), vřeténka kulovitého (sacculus) a tří polokruhovitých kanálků vzájemně na sebe kolmých. Receptorové buňky v rovnovážném orgánu se díky své stavbě nazývají vláskové buňky. Vlázky vstupují do rosolovité hmoty uložené v endolymfě. Ve vřeténkách (sacculu a utrikulu) jsou ve vnější vrstvě rosolovité hmoty krystalky uhličitanu vápenitého, nazývané otolity. Síly způsobené rychlým pohybem nebo gravitační silou vychylují vlázky, což stimuluje kolmo na sebe uložené vláskové buňky. Vzniklý signál je veden do předšíňohlemíždového nervu a dále do mozkového kmenu a do mozečku. Vestibulární ústrojí registruje jen pohyb zrychlený. Pohyb rovnoměrný nezaznamenává. Vestibulární orgán se označuje i jako **ústrojí statokineticé**, neboť informace z něj slouží pomocí reflexních reakcí k uchování vzpřímeného postoje a rovnováhy v klidu i pohybu.

Sluchový orgán

Je ze všech mechanoreceptorů nejcitlivější, zaznamenává energii již o hodnotě $5 \cdot 10^{-23}$ J. Lidské ucho vnímá zvukové vlny v rozsahu frekvencí 20-20 000 Hz. Nejcitlivější je pro tóny v oblasti 1000-3000 Hz. Díky rozlišování amplitud a odlišnosti počtu kmitů na zvukové vlně rozeznáváme přes 400 000 druhů zvuků.

Zvuková vlna se zachytí ušním boltcem, pokračuje vnějším zvukovodem, zakončeným vysoce citlivým bubínkem. Molekuly vzduchu prohýbají bubínek. Zvuková

energie prochází dále soustavou tří malých sluchových kůstek (kladívko, kovadlinka a třmínek) obsažených v dutině středního ucha, až na membránu oválného okénka vnitřního ucha.

Vlastní receptory jsou uloženy v blanitém hlemýždi vnitřního ucha, útvaru umístěnému v kostěném labyrintu kosti skalní. Blanitý hlemýžď je slepá vazivová trubice stočená do tvaru ulity (2,5 závitů), vyplněné endolymfou. Je uložen v kostěném hlemýždi v perilymfě. Blanitý hlemýžď rozděluje kostěný hlemýžď na patro předsíňové a bubínkové. Receptory jsou součástí **Cortiho orgánu**. Jsou usazeny na vazivové membráně dolní stěny blanitého hlemýžďe (bazální membrána) a svými vlasovými výběžky se těsně dotýkají krycí membrány. Zvukové vlny se přenášejí přes kůstky středního ucha na oválné okénko, to rozehvěje perilymfu.

Vlnění se přenáší na endolymfu v blanitém hlemýždi. Kmity endolymfy způsobují posun krycí membrány proti membráně bazální na níž jsou smyslové buňky. Vlnění perilymfy je kompenzováno vyklenutím kulatého okénka do středního ucha.

Každá z vláskových buněk má asi 100 vlásků (cilií). Pracují podobně jako buňky vestibulárního orgánu. Vjem se zpracovaný sluchovými buňkami se přenáší předsíňohlemýžďovým nervem do mozkového kmene a odtud do sluchového centra ve spánkovém laloku mozkové kůry.

FOTORECEPTORY

Zrak je nejdůležitějším smyslem člověka. Získáváme jím asi 80% informací z okolí. Příjmem a zpracováním vizuálních informací se účastní více než 100 milionů receptorových buněk v sítnici. S mozkem je spojuje asi 1 600 000 nervových vláken.

Oko je složeno ze šesti základních struktur:

1. Bělina (sclera). Vazivová blána tvořící vnější vrstvu oka. V přední části přechází v průhlednou rohovku (cornea). Povrch je chráněn vrstvou slz ze slzných žláz.

2. Cévnatka (choroidea). Tvoří vnitřní stěnu oční koule. Obsahuje pigment zabraňující rozptylu světla uvnitř oka. Je protkána cévami zásobujícími zevní vrstvu sítnice. V předu přechází v prstenec z hladkých svalů a vaziva (řasnaté těleso), jehož funkcí je změna zakřivení čočky.

3. Duhovka (iris). Kruhový terčik hladkého svalstva uprostřed s kruhovým otvorem (zornice - pupila). Odstupuje od řasnatého tělesa. Upravuje množství světla dopadajícího na sítnici pomocí změn průměru zornice. V epitelu na povrchu jsou uloženy buňky obsahující pigment.

4. Čočka (lens). Je zavěšena na vazivových vlákních vycházejících z řasnatého tělesa. Tvoří ji rosolovitá, dokonale průhledná hmota, pokrytá jemným vazivovým pouzdrem. Uvolněním tahu závěsných vláken řasnatého tělesa se čočka vyklenuje.

5. Sklivec. Rosolovitá průhledná hmota.

6. Sítnice (retina). Nejnvnitřnější vrstva oka. Pokrývá zadní dvě třetiny, s výjimkou vývodu zrakového nervu (slepá skvrna). V ní jsou obsaženy vlastní optické receptory. Jsou to tyčinky a čípky.

Tyčinky - zaznamenávají i velmi malé množství světla. Nejsou schopny zjistit barvu světla.

Čípky - pomocí nich rozlišujeme barvy. Jsou aktivní jen od určité úrovně osvětlení. Nejvíce jich je v tzv. žluté skvrně.

V sítnici jsou obsaženy i dvě vrstvy neuronů, což dovoluje primární zpracování vjemu již před vstupem do zrakových center v týlním laloku mozkové kůry.

Tyčinky obsahují pigment rhodopsin, citlivý na světlo. Osvětlený ztrácí barvu, bledne a rozpadá se na opsin, bezbarvý protein, a na retinal, což je derivát vitamínu A. Tento rozpad je počátkem dějů které vedou ke vzniku akčních potenciálů. Později se z nich zpětně syntetizuje rhodopsin. Ve tmě se jeho koncentrace zvyšuje - adaptace na tmu.

Čípky jsou trojího druhu. Každý je citlivý na jednu ze základních barev.

Přídavné orgány oka

Okohybné svaly - příčně pruhované. Jsou synchronizovány pomocí nervových signálů z mozku. Na základě reflexního mechanismu může docházet k tomu, že se oči zafixují na určitý předmět bez vědomého úsilí.

Oční víčka - chrání oko a zvlhčují je slzami.

Slzné žlázy - při okraji očnice, vytvářejí slzy. Z vnitřního koutku oka odtékají do slzného vaku a do nosní dutiny.

Spojivka - tenká blanka vystylající vnitřní stranu víčka a odtud přecházející na přední část bělimy. Končí na okrajích rohovky.

Akomodace oka

Při pozorování předmětů bližších než pět metrů se čočka ztlustuje, více se zakřivuje, čímž se zajišťuje větší lom paprsků. Akomodace je zprostředkována stahem svalstva v řasnatém tělese. S rostoucím věkem je akomodace složitější, neboť čočka ztrácí pružnost.

Při šedém zákalu (katarakta) se snižuje průhlednost čočky. Lze ji chirurgicky odstranit a její funkci nahradit kontaktními čočkami, nebo brýlemi se spojnými čočkami.

Zelený zákal (glaukom) je způsoben zvýšeným nitroočním tlakem. Neléčený může vést až ke slepotě.

Krátkozrakost a dalekozrakost

Jestliže se vzdálené předměty nepromítají na sítnici, ale před ní, zatímco obrazy blízké se promítají přesně, mluvíme o krátkozrakosti. Opakem je dalekozrakost. Obě vady se korigují pomocí čoček.

CHEMORECEPTORY

Chuť

Chuťové receptory jsou uloženy v chuťových pohárcích. Nejvíce jich je na špičce a při okrajích jazyka. Člověk jich má asi 10 000. Chuťové vjemy u člověka rozlišujeme na: sladkost, kyselost, slanost a hořkost. Ostatní vznikají jejich kombinací. Různé látky jsou vnímány v různé koncentraci. Na chuti se nejspíš podílí i čich.

Čich

Čichové receptory leží v ploškách sliznice v horní části nosní dutiny. Není dostatečně znám fyziologický mechanismus rozlišování desítek tisíc různých čichových kvalit.

Čich se vyznačuje rychlou adaptací na prostředí. Některé látky mohou zabránit vnímání jiných látek. Vnímání je závislé na různých okolnostech. Při nachlazení zduřelá sliznice a silná vrstva hlenu vnímání čichových podnětů potlačuje. Při hladu se zvyšuje. Informace jsou vedeny do mozku čichovým nervem.

TERMORECEPTORY

Netvoří složitější čidla. Nejsou samostatnými smyslovými buňkami, ale jen volnými zakončeními dostředivých nervových vláken.

Teplo a chlad jsou vnímány samostatnými receptory. Nejvíce jich je v kůži obličeje a rukou, nejméně na zádech. Receptorů pro vnímání chladu je asi osmkrát více než receptorů pro teplo.

Nocireceptory jsou receptory pro vnímání bolesti. Jsou často stimulovány chemickými látkami vylučovanými poškozenými buňkami. Některé vyvolávají reflexivní odpověď. Nejsou jen na povrchu, ale i v útrokách, v orgánech, svalech či šlachách. Typickým znakem je jejich neadaptabilita na dané podněty.

Kombinovaná činnost termoreceptorů, nocireceptorů a mechanoreceptorů vytváří jiné vjemy, než pro které byly původně určeny. Proto většinu z nich označujeme jako **kožní čidla**.