

**Otázka:** Smyslové orgány člověka

**Předmět:** Biologie

**Přidal(a):** zuzanak

### **Smyslový orgán = čidlo**

- přijímají podněty z vnějšího a vnitřního prostředí

### **Smyslové receptorové buňky = receptory**

- také jiný význam slova receptor = molekulární struktura, která váže neurotransmitery nebo hormony
- převádějí energii podnětů přicházejících z vnějšího světa v nervovou aktivitu (nervová aktivita obsahuje v kódované formě- o kvalitě, intenzitě, místě konání, doba)
- rozdělení receptorů:
  - dle **původu** podnětu:
    - exteroceptory – podněty zvnějšku (čich, chuť, hmat, sluch, zrak)
    - interoceptory – podněty z vnitřku těla, záznam změn ve vnitřních orgánech (chemoreceptory, baroreceptory, proprioreceptory)
  - dle **charakteru** podnětu:
    - mechanoreceptory
      - podnět = mechanická deformace citlivých zakončení smyslových buněk (hmat, rovnováha, sluch)
    - fotoreceptory – podráždění světlem (zrak)

- chemoreceptory - podráždění chemickými látkami určitého typu (čich, chuť)
- + termoreceptory - změny teploty (chlad, teplo)
- + nociceptory - bolest

Nervová aktivita → má povahu nějakých vzorců akčních potenciálů → ty se dostávají nervy

- → do smyslových center v mozku
- → zde jejich zpracování část těchto informací
  - = smyslový vjem
    - 1. vědomá smyslová zkušenost s okolím
    - 2. část nevnímáme př.) změny ve svalových vřeténkách a šlachách

**adekvátní podněty** = změny, podněty na které smyslové orgány reagují (vysoce) adekvátní

- (př) bubínek - zvuk, sítnice - světlo)
- **hodnota** intenzity podnětu = vyvolání nervového impulsu

# 1) MECHARECEPTORY

## HMAT

- je způsoben hmatovými receptory
- reagují na dotyk a tlak
- vznik:
  - → podráždění volných zakončení
  - někdy přídatné struktury tvořící vazivové pochvy → zvyšuje to jejich citlivost, (př.) Paciniho hmatová tělíska - v prstech jsou nejsložitější
- nejcitlivější = špička jazyku, dlaňová strana konečků prstů
- nejméně citlivý = kůže zad
- + je mnoho hmatových tělísek (Paciniho tělíska, Meissnerova tělíska, Merkelovy disky... )

## RECEPTORY ZAZNAMENÁVAJÍCÍ NATAŽENÍ

- (př) ineteroreceptory
- = zaznamenávají velikost krevního tlaku v OS, zvýšení mechanického napětí v plicích
- proprioreceptory
- = zaznamenávají natažení svalů a šlach

## PROPRIORECEPTORY prahová

- = zaznamenávají natažení svalů a šlach
- jsou to:
  - a) šlachová tělíska
  - b) svalová vřeténka
- informují o činnosti svalstva potřebné k: udržování postoje těla, lokomoci, koordinaci svalstva
- (spolu se zrakem, hmatem, rovnováhou - rychlý pocit polohy končetin a dání do normálu)

## VESTIBULÁRNÍ ORGÁN (= vestibulární ústrojí = rovnovážné ústrojí)

- označuje se také jako STATOKINETICKÉ ÚSTROJÍ
  - = protože slouží k udržování vzpřímeného postoje (pomocí reflexních reakcí)
  - jak za
    - a) v klidu (= statická rovnováha)
    - b) v pohybu (= dynamická rovnováha)
- jeho aktivitu si uvědomujeme jen za určitých nepříjemných situací
  - (př) mořská nemoc
    - při déletrvajícím dráždění vestibulárního systému (př. i v letadle atd..)
    - projev: závrať, nevolnost, zvracení
- je součástí vnitřního ucha
  - = útvar ohraničený kostěným pouzdrem v kosti skalní (je součástí kosti spánkové)
  - v kostěném labyrintu je uložen blanitý labyrint

- prostor mezi labyrinty vyplňuje tekutina = perilymfa
- blanitý labyrint obsahuje tekutinu = endolymfa (-má jiné iontové složení než perilymfa)
- vlastní vestibulární ústrojí (= jsou zde receptorové buňky)
  - je částí blanitého labyrintu
  - skládá se z:
    - KINETICKÉ ČIDLO (= pohybové) = 2x váčky
      - a) váček vejčitý (utricle)
      - b) váček kulovitý (sacculus)
    - STATICKE ČIDLO (= polohové)
      - c) 3x polokruhové kanálky (jsou na sebe vzájemně kolmé)
  - buňky vestibulárního ústrojí mají vlásky
  - = vláskové buňky (se jim říká)
    - vlásky vstupují do rosolovité hmoty (uložené v endolymfě)
    - jsou v obou váčcích uspořádány ve 2x políčka vzájemně na sebe kolmá
  - v obou váčcích jsou ve vnější vrstvě rosolovité hmoty krystalky  $\text{CaCO}_3$  (uhličitanu vápenatého)
    - = otolity
  - → síly (př) gravitační, při zrychlení pohybu) vychylují rosolovitou substanci proti vláskovým b. → způsobí ohýbání vlásků → tím se stimulují receptorové buňky
  - → smyslové signály z nich jsou převáděny na smysloví nervová vlákna VIII. hlavového nervu (= předšíňohlemýžděvý nerv)
  - → ty vedou vzruchy do mozkového kmene a do mozečku a také do spánkového laloku
- Vestibulární ústrojí zaznamenává
  - 1) odchylka postavení hlavy a celého těla vzhledem k působení gravitační síly
    - funkce vejčitého i kulovitého váčku
  - 2) změna rychlosti a směru pohybu hlavy a celého těla v prostoru a to:
    - a) při pohybu zrychleném, přímočarém jakéhokoli směru
      - funkce vejčitého i kulovitého váčku
    - b) při zrychleném pohybu kruhovém
      - funkce polokruhovitých kanálků
  - vestibulární ústrojí registruje pouze pohyb zrychlený (ne rovnoměrný)
    - → buňky jsou drážděny jen při změně pohybu (= akcelerace)
- k udržení rovnováhy napomáhají i informace z hmatových, svalových, kloubních receptorů (i zrak atd..)

## **SLUCH**

### **SLUCHOVÝ ORGÁN**

- uložen v kosti skalní - součást kosti spánkové, kostěný labyrint, blanitý labyrint - hlemýžď
- zaznamenáváme jím energii zvuku
  - šíří se jako vlna zahušťování a zředování molekul (a atomů) plynů (z nich se skládá vzduch — podélné kmitání částic)
- zvuková vlna se projevuje kolísáním tlaku vzduchu → to je vnímáno uchem
  - → sluchový orgán reaguje na tlak vykonaný molekulami (je ze všech mechanoreceptorů nejcitlivější - zaznamenává energii o hodnotě asi  $5 \cdot 10^{-23}$  J)
- frekvence vibrací zvukového zdroje (=počet zvukových vln za sekundu)
  - určuje výšku tónu (čím rychlejší vibrace → tím vyšší tón)
  - frekvence je přímo úměrná vlnové délce (tóny o malé vlnové délce mají vysokou frekvenci)
  - lidské ucho vnímá zvukové vlny v rozsahu frekvence 20-20 000Hz
  - nejcitlivější je v oblasti 1 000- 3 000 Hz (= mluvené slovo)
- síla zvuku (= hlasitost)
  - měří se v decibelech
  - je dána velikostí amplitudy
- barva tónu „kvalita tónu“
  - je dána kombinacemi ve frekvenci zvukových vln
  - rozlišujeme asi 400 000 rozlišných druhů zvuků
- → zvukové vlnění prostupuje uchem → zvukové vlny se zachytí na ušním boltci
  - → tlaková vlna potom pokračuje zevním zvukovodem (dlouhý 2-3 cm) (je zakončen bubínkem)
  - → částice vzduchu ve fázi zhuštěného narážejí více na membránu bubínku
  - → a způsobují tak, že se membrána bubínku prohýbá do dutiny středního ucha (MB je mimořádně citlivá→ odpovídá na tlaky, na něž jsou nejcitlivější dotykové receptory zcela necitlivé)
  - → z bubínku se energie zvuku převádí dále dutinou středního ucha (DSU = soustava 3x malých sluchových kůstek (kladívko, kovadlinka, třmínek)

- → na membránu oválného okénka vnitřního ucha
- → blanitý hlemýžď (-je ve vnitřním uchu, uložený v kostěném hlemýždi (= perilymfa)
  - = vazivová slepě uzavřená trubička stočená do ulity (2,5 závitů)
  - je vyplněná tekutinou = endolymfou
  - rozděluje kostěný hlemýžď na 2x patra
    - a) předsíňové patro
    - b) bubínkové patro
    - obě patra se spojují ve vrcholu hlemýždě
  - jsou zde receptory zvukových vln = vláskové buňky
    - jsou součástí Cortiho orgánu
    - leží na vazivové membráně dolní stěny blanitého hlemýždě (bazální membrána)
    - svými výběžky se dotýkají krycí membrány
- → oválné okénko rozechvěje perilymfu (v kostěném hlemýždi)
  - → vlnění se dále přenáší na endolymfu (v blanitém hlemýždi)
  - → kmity endolymfy způsobují posun krycí membrány proti membráně bazální (na které jsou vlasové b.)
  - → vlasové buňky přenáší podráždění na nervová vlákna VIII. hlavového nervu (předsíňohlemýžďový n.)
  - → vede do mozkového kmene → odtud až do spánkového laloku mozkové kůry = sluchové centrum
- sluchové vláskové buňky
  - 1x buňka má cca 100 vlásků (= ciliemů) - ty jsou v těsném kontaktu s krycí membránou
  - relativní pohyb obou membrán vede k → nepatrnému ohybu vlásků → podráždění
  - jsou mimořádně citlivé mohou zachytit výchylku vlásků (blížící se průměru atomu vodíku)

## **2) FOTORECEPTORY**

### **ZRAK**

- pro člověka nejdůležitější smysl (80 % všech informací)
- informace získáváme prostřednictvím zraku jako elektromagnetické záření

- → to se v oku transformuje na nervové signály
- viditelná vlnová délka 380 – 780 nm
- zrakové vnímání je proces mimořádně složitý (v 1x oku více než 1 mil. receptorových buněk)

### **OKO** (= orgán zraku, oční koule)

- oko je uloženo v dutině = očníci
- stavba oka (je složeno z 6x základních struktur)
  - bělima (= vazivová tuhá blána) (pozorujeme ji jako bílý obal oka)
    - tvoří vnější vrstvu oka
    - udržuje tvar oční koule
    - v přední části přechází v průhlednou rohovku
      - má tvar hodinového skla
      - povrch je chráněn tenkou vrstvou slz
  - cévnatka (= silně prokrvená vrstva)
    - tvoří vnitřní vrstvu oční koule
    - vyživuje oko - bohatě protkaná cévami zásobujícími zevní vrstvy sítnice
    - buňky obsahují pigment → zabraňuje rozptylu světla uvnitř oka
    - ten dává oku jeho barvu
      - modré oči mají nejméně pigmentu (u novorozenců ho ještě tolik není, pak stoupne)
      - - + v přední části přechází v řasnaté těleso
        - = prstenec složený z hladkých svalů a vazivových vláken
        - funkce: zakřivení čočky (= akomodace oka)
  - duhovka (=kruhový terčik z hladkého svalstva)
    - má uprostřed kruhový otvor = zornice
    - → odstupuje od řasnatého tělesa (od výběžku cévnatky)
    - světlo → svaly duhovky se stahují → zmenšení průměru zornice
    - tma → svaly duhovky kontrahují → zvětšení průměru zornice
    - v epitelu (na povrchu duhovky)
    - jsou uloženy buňky obsahující pigment → dávají oku jeho barvu
      - → modré oči mají nejméně pigmentu (u novorozenců není tolik, pak stoupne)
      - → hnědé oči - mají nejvíce pigmentu

- čočka
  - je zavěšena na řasnatém tělísku
  - tvoří ji rosolovitá hmota (- je dokonale průhledná)
  - na jejím povrchu je jemné vazivové pouzdro
  - uvolněním tahu závěsných vláken řasnatého tělesa → se čočka vyklenuje
- sklivec (= rosolovitá průhledná hmota)
  - vyplňuje oční kouli
  - Světlolomný systém oka (- tvoří ho struktury co spolupracují na tomto ↓)
    - → světelné paprsky procházejí do oka rohovkou
    - → jsou do přední oční komory (- je vyplněna komorovou vodou)
    - → dále čočkou a sklivcem
  - pomocí rohovky a čočky → jsou paprsky soustředěny na sítnici
  - obraz promítaný na sítnici je: - zmenšený - obrácený
- sítnice (= vlastní světločivná vrstva)
  - nejnvnitřnější vrstva oční koule (pokrývá její zadní 2/3)
  - slepá skvrna (je zde)
  - = místo kde vychází zrakový nerv (= II. hlavový nerv)
  - ne sítnici se nachází receptorové buňky pro vnímání světla
  - vlastní světločivná vrstva (pozn. od rohovky k sítnici je to 24 mm)
  - podle vzhledu rozlišujeme na:
    - a) tyčinky
      - jsou umístěny na periférii sítnice
      - jsou schopné zaznamenávat velmi malé množství světla
      - působí jako fotoreceptory za šera a v noci
      - nejsou schopni zaznamenat barvu světla (→ pouze odstíny šedi)
      - jejich cca 120 miliónů
      - obsahují rhodopsin
        - = rudě zbarvený pigment citlivý na světlo
        - → když absorbuje světlo → ztrácí barvu (bledne)
        - → a rozpadá se chemicky na 2x podjednotky
          - 1) opsin (= bezbarvý protein)
          - 2) retinal (= derivát vitamínu A)
        - → tato chemická změna je počátkem procesů, které vedou nakonec ke změně akčního potenciálu ve zrakovém n.
        - → z opsinu a retinalu se poté znovu syntetizuje rhodopsin
        - koncentrace rhodopsinu se na tyčinkách zvyšuje ve tmě (→ proto oko reaguje po 15-30 min. mnohem citlivěji než při



světle)

- tento projev se nazývá = adaptace na tmu
- vitamín A by měl být dodáván pro tělo
- nedostatek rhodopsinu způsobuje šeroslepost
- b) čípky
  - jsou méně citlivé a jsou aktivní jen při větších světle
  - slouží jako fotoreceptory pro vidění za dne
  - rozlišují barvy
  - nejvíce čípků soustředěno v centru sítnice
  - = žlutá skvrna - používáme ji pro podrobné pozorování
  - jejich cca 3 miliony
  - čípky jsou v sítnici trojího druhu, každý druh je citlivý na 1x ze 3x základních barev na:
    - → modrou (vlnová délka: 440nm)
    - → zelenou (vlnová délka: 540nm)
    - → červenou (vlnová délka: 575nm)
  - → při různě intenzivním dráždění těchto druhů čípků
  - → vznikají vjemy různých barevných odstínů (při současném dráždění všech 3x druhů čípků vzniká vjem bílého světla)

## **PŘIDATNÉ ORGÁNY OKA**

- Okohybné svaly
  - příčně pruhované
  - zprostředkovávají pohyb oční bulvy (pomocí signálů z mozku)
  - → obě oči mohou sledovat stejný směr
  - pomocí reflexního mechanismu mohou být oči fixovány na sledování předmětu bez vědomého úsilí
  - šilhání = důsledek zkrácenosti jednoho z okohybných svalů
- Oční víčka
  - chrání oči (uzavírají očnice)
  - zvlhčují oči (mrkání způsobuje zvlhčování očí slzami → zabraňují vysoušení)
- Slzné žlázy
  - vytvářejí slzy
  - jsou uloženy při okraji očnice

- z vnitřního koutku oka odtékají — do slzného vaku a — do nosní dutiny
- spojivka (= tenká blána)
  - vystýlá vnitřní plochu víček a odtud přechází na přední část bělimy a končí na okrajích rohovky

## **AKOMODACE OKA**

- tvar rohovky a čočky a délka oční bulvy určují bod stýkání paprsků
- akomodaci vykonává čočka
  - a) blízký předmět - čočka se vyklenuje, zhušťuje → větší lom paprsků
    - tento jev se nazývá = akomodace
    - nastává tehdy, když se díváme na předměty 5cm a bližší
    - vyžaduje to trvalou kontrakci svalů v řasnatém tělese → proto namáhavé
  - b) vzdálený předmět - čočka se zplošťuje
    - nevyžaduje kontrakci svalů, ale relaxují
- stárnutí:
  - čočka ztrácí pružnost a schopnost akomodace
  - průhledné transparentní buňky čočky stárnou a odumírají
  - → čočka hůře mění tvar (cca kolem 50 roku života se ztrácí schopnost vidět na blízko)
- nejbližší bod u mladých dospělých - 0,1 metru
- binokulární vidění (dvěma očima) umožňuje hloubkové trojrozměrné vidění

## **OČNÍ VADY A CHOROBY**

- zánět spojivek (konjunktivitida)
  - bývá způsobeno:
    - infekcí, dráždění cizím tělesem, UV záření, znečištěné ovzduší
    - dlouhodobá námaha oka při špatném osvětlení či projev: rýmy (nejčastěji senné), alergie
  - projev: zarudnutí spojivek, pálení, řezání, hlenová až hnisavá sekrece
- krátkozrakost - obraz se promítá před sítnicí, korekce rozptylkami
- dalekozrakost - obraz se promítá za sítnicí, korekce spojivkami
- astigmatismus - vadné zakřivení rohovky
- zelený zákal (glaukom)

- = onemocnění oka způsobené zvýšením nitroočního tlaku
- jestliže není léčen → může vést až k slepotě
- šedý zákal (katarakta)
  - = onemocnění, kdy se snižuje průhlednost čočky
  - usazování tukových látek na čočce
  - léčba: chirurgicky odstraní čočku a dají umělou nitrooční čočku
- barvoslepost (daltonismus) – porucha v rozlišování některých barev, většinou dědičná
- slepota – poškození různých částí oka, může být i dědičná
- šilhání (strabismus) – poruchy v souhře okohybných svalů
- ječné zrno – zánět Meibomových žláz

### 3) CHEMORECEPTORY

- = smyslové buňky reagující na přítomnost chemických látek v okolí
- vyžadují přímý kontakt se substancemi

#### CHUŤ

- chuťové receptory jsou uloženy v chuťových pohárcích na jazyku a na patře
- špička jazyka a při jeho okrajích – nejvíce receptorů (cca 10 000)
- chuťové vjemy 4x základní: (- ostatní vjemy vznikají jejich kombinací – rozlišujeme cca 10 000)
  - → sladko
  - → kyselo
  - → slano
  - → hořko
- evolučně se vyvíjí – chutnají nám věci co nejsou jedovaté
- citlivost chuťových receptorů je pro různé látky různá
  - př) alkaloid chinin zjistí ho v koncentraci v roztoku kde má  $0,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$
  - NaCl v koncentraci  $10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$
- na chuťovém vnímání se podílí i čich (př) ztráta chuti pře nosní nemoci)
- chuť má význam
  - pro řízení činnosti trávicího ústrojí
  - pro reflexní vylučování slin, žaludeční a pankreatické šťávy

+

- inervace: VII., IX., X. mozkový nerv
- chuťové centrum: kůra temenních laloků
- cirkadiánní kolísání citlivosti (nejvyšší brzy odpoledne)

## ČICH

- čichové receptory jsou v malých ploškách čichového epitelu (= specializovaná tkáň a oblast sliznice na stropu nosní dutiny)
  - + 1 milion smyslových buněk na ploše 500 mm<sup>2</sup>
- fyziologický mechanismus není doposud znám
  - → vjemu jsou zřejmě vyvolávány současným drážděním receptorů různých typů
- u člověka méně vyvinut než u zvířat → ale stále velmi vysoká citlivost
  - u člověka je čich méně významný než zrak a sluch (= rozdíl s mnoha živočichy)
  - jsme citliví zejména na sirné sloučeniny (př) methymerkaptan již v  $2,5 \cdot 10^{-10}$  mg na l vzduchu
  - některé látky však pro nás čichem nezjistitelné (př) CO (= oxid uhelnatý)
- rychlá adaptace (= snížení citlivosti vůči předmětu při delším působení)
  - některé látky mohou zabránit vnímání jiných látek (ve chvíli adaptace atd.)
- centra čichu:
  - a) fylogeneticky staré části koncového mozku
  - b) spodina čelního laloku
- evolučně se vyvíjí (př) dříve jsme cítili hodně zkažená vejce → proto sirovodík

## 4) TERMORECEPTORY A NOCICEPTORY

- jsou to velmi jednoduché receptory a tvoří složitější čidla
  - → nejsou samostatnými smyslovými buňkami, ale jen volnými zakončeními dostředivých nervových vláken

### a) TERMORECEPTORY

- = receptory na teplo a chlad
- Teplo a chlad mají každý svůj samostatný typ receptoru
  - a) tepelné receptory
    - jsou uloženy hlouběji v kůži
    - nejvíce: kůže obličeje, kůže hřbetu ruky
    - nejméně: kůže zad
  - b) chladoví receptory (jejich až 8x více než teplených receptorů)
    - jsou uloženy v povrchu kůže

### b) NOCICEPTORY

- = receptory na bolest
- bolest = informace o ohrožení, či poškození organismu
  - → má značný biologický význam
- receptory bolesti jsou často stimulovány chemickými látkami, které jsou uvolňovány z poškozených tkáňových buněk (zde jsou tedy jakoby zvláštními typy chemoreceptorů)
- některé bolestivé podměty vyvolávají reflexní odpovědi (= obrané reflexy (př) odtažení ruky)
- receptory bolesti podávají zprávu o bolesti:
  - a) bolest povrchová (z kůže)
  - b) bolest útrobní (z vnitřních orgánů – hrudní a břišní dutiny)
- neadaptují se = nesnižuje se jejich citlivost př) trvalá bolest zubů

### KOŽNÍ ČIDLA

- = označujeme tak některé nociceptory spolu s hmatovými receptory v kůži
- jejich společnou činností se vytváří jiné vjemy (než jsou pro jednotlivé normální)
- př) vnímáme tak: (hladkost / drsnost), (vlhkost / suchost)

1. [Smyslová soustava - maturitní otázka](#)
2. [Smyslová soustava - maturitní otázka \(2\)](#)
3. [Smyslová soustava člověka - maturitní otázka](#)