

Smyslové orgány

Smyslové orgány zajišťují příjem signálů z vnějšího prostředí prostřednictvím receptorů – smyslových buněk, z nichž vedou dostředivé nervové dráhy do příslušných center v šedé kůře koncového mozku.



Zrak

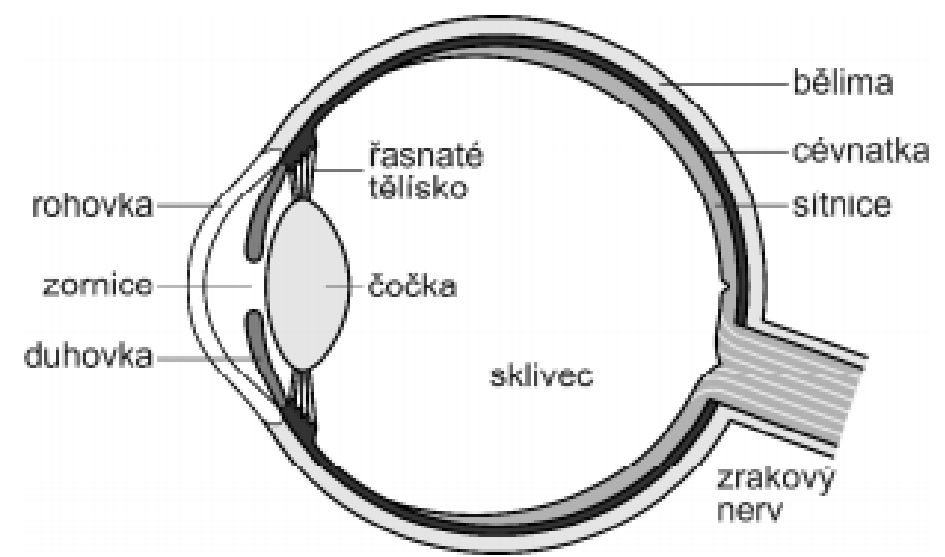
- pro člověka nejdůležitější smysl (zajišťuje přibližně 80 % všech informací z okolního prostředí)
- registruje záření v oblasti viditelného spektra (viditelná vlnová délka v rozmezí cca 380 – 780 nm)

Stavba oka

- Podstatou funkce oka je (podobně jako u fotoaparátu) promítnutí obrazu soustavou čoček na citlivou vrstvu (sítnici), kde jsou vlastní receptory, které do mozku vysílají signál složený z informací z jednotlivých bodů ("pixelů") promítaného obrazu.
- párový orgán, uložen v očníchích (prohlubně v obličejové části lebky)

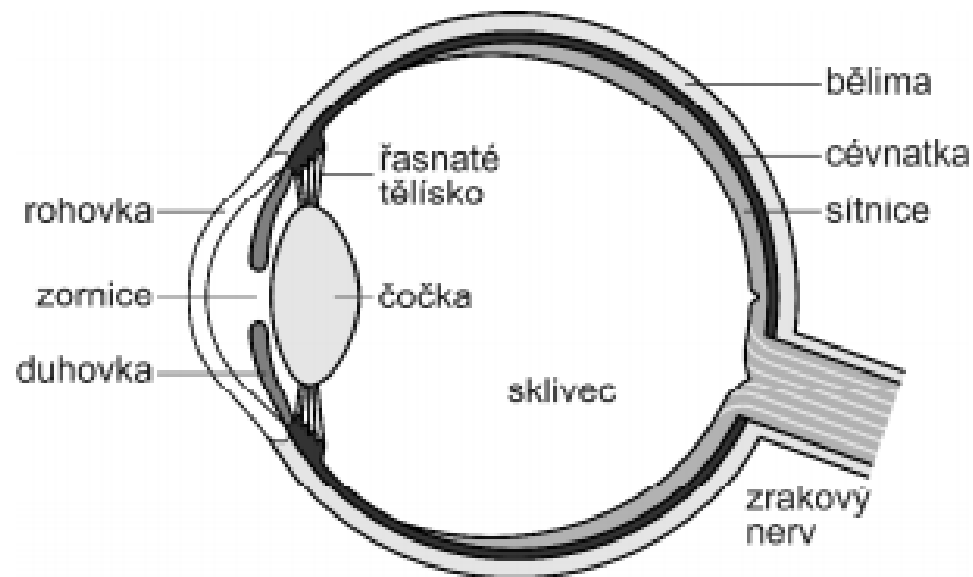
Zrak

1. **Sclera (bělima):** tuhá vazivová vrstva (bílá barva), udržuje tvar, v přední části přechází v rohovku
2. **Cornea (rohovka):** navazuje na bělimu v oblasti duhovky, průhledná, tvořená mnoha vrstvami epitelu, velmi citlivá na podráždění rohovkový reflex = automatické mrknutí víček při podráždění rohovky (dotek, chemický podnět, proud vzduchu ap.)
3. **Chorioidea (cévnatka):** silně prokrvená vrstva pod bělimou, zajišťuje výživu oka, obsahuje tmavý pigment (usnadňuje promítnutí obrazu na sítnici), v přední části přechází v řasnaté tělísko a v duhovku
4. **Řasnaté tělísko (*corpus ciliare*):** drobné hladké svaly a vlákna, která vybíhají z cévnatky, upínají se na pružnou čočku a umožňují změnu jejího tvaru (akomodaci)



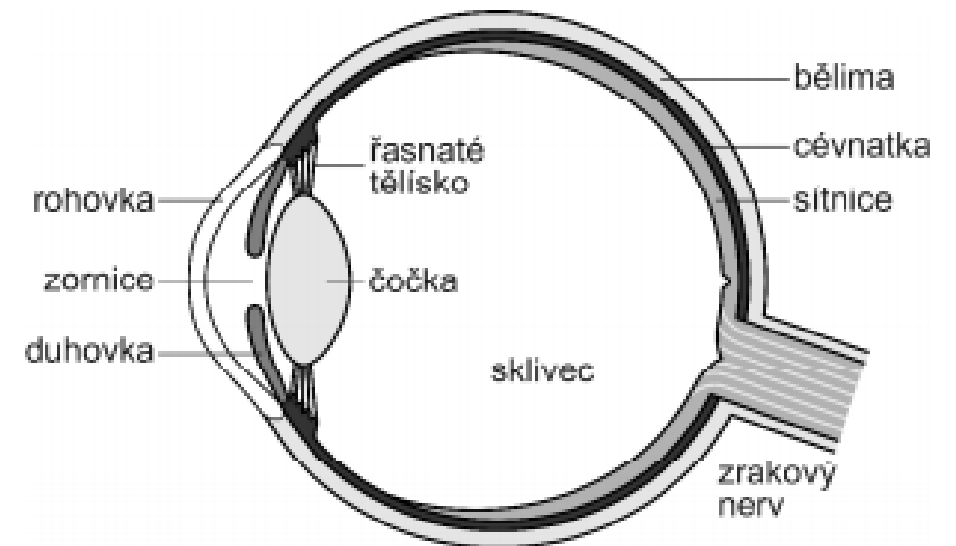
Zrak

5. **Iris (duhovka):** pokračování cévnatky viditelné za rohovkou, je pigmentovaná (modrá, zelená, hnědá...). Jejím základem jsou hladké svaly (paprsčité i okružní), které umožňují měnit průměr **zornice** (= otvor v duhovce, lidově "panenka", latinsky **pupila**), a tím regulují intenzitu světla dopadajícího na sítnici. zornicový reflex = automatická (vůlí neovladatelná) reakce na světlo (ve tmě je zornice rozšířená, za plného světla zúžená)



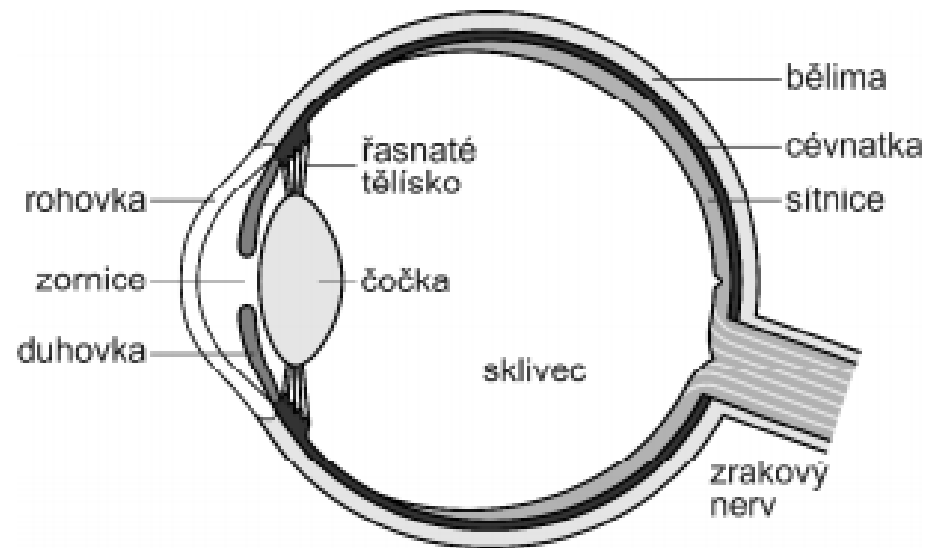
Zrak

6. **Lens (čočka):** zavěšena na řasnatém tělesu, je tvořena více vrstvami (vnitřní vrstvy jsou měkké a rosolovité). Díky svalům řasnatého tělesa může měnit své zakřivení (optickou mohutnost), a tím dokáže zaostřovat obraz promítaný na sítnici na různě vzdálené předměty. [akomodace](#) = zaostřování změnou tvaru čočky (na blízko – čočka je zakřivená, na dálku – čočka zploštělá). Pozor: Čočka není jediným prvkem, který se podílí na promítání obrazu na sítnici. Součástí optické soustavy oka je i rohovka, dutiny před čočkou a sklivec. Samotná čočka má na celkové optické mohutnosti oka (celkem cca 70 dioptrií!) relativně malý podíl (jen asi 15 dioptrií) a jejím hlavním úkolem je zaostřování různě vzdálených objektů na sítnici.



Zrak

7. **Sklivec** (*Corpus vitreum*): rosolovitá hmota vyplňující oční kouli, podílí se na promítání obrazu na sítnici.



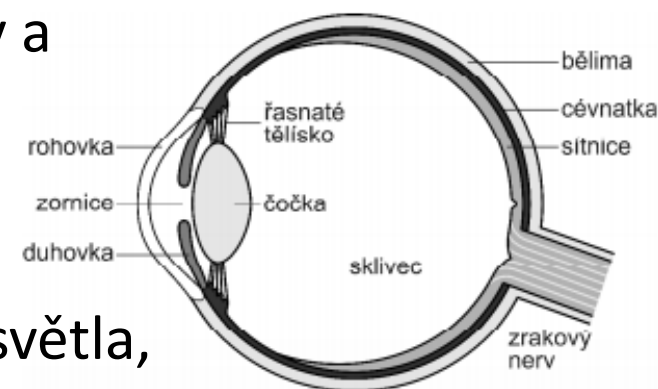
Zrak

8. **Retina (sítnice):** vlastní vrstva se smyslovými buňkami – fotoreceptory (kromě nich obsahuje i pomocné nervové buňky a nervová vlákna).

V sítnici jsou dva základní typy fotoreceptorů:

a) Tyčinky: celkem přibližně 130 milionů, reagují pouze na intenzitu světla, umožňují tedy černobílé vidění. Jejich základem je pigment **rodopsin** (k jeho tvorbě je nutný vitamin A), který se působením světla rozkládá, a tím vysílá podráždění na výběžky nervových vláken. Fungují především za šera (za plného osvětlení jsou "zahlceny světlem" a při přechodu do tmy se postupně aktivují).

b) Čípky: celkem přibližně 7 milionů, soustředěny především ve střední části sítnice, umožňují barevné vidění, ke své činnosti vyžadují vyšší intenzitu světla (v šeru a ve tmě nefungují). V sítnici jsou tři typy čípků různě citlivé na jednotlivé části spektra: modrou, zelenou a červenou (RGB snímače digitálních fotoaparátů či kamer nebo body na obrazovkách monitorů se snaží tyto tři základní typy barevných vjemů napodobit).

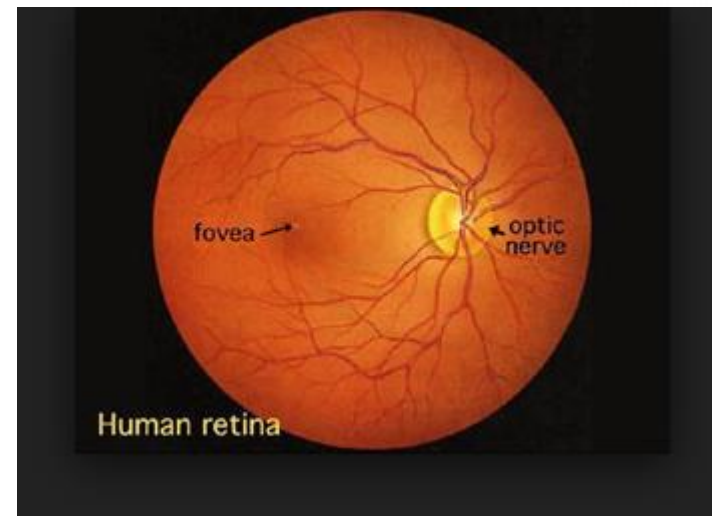
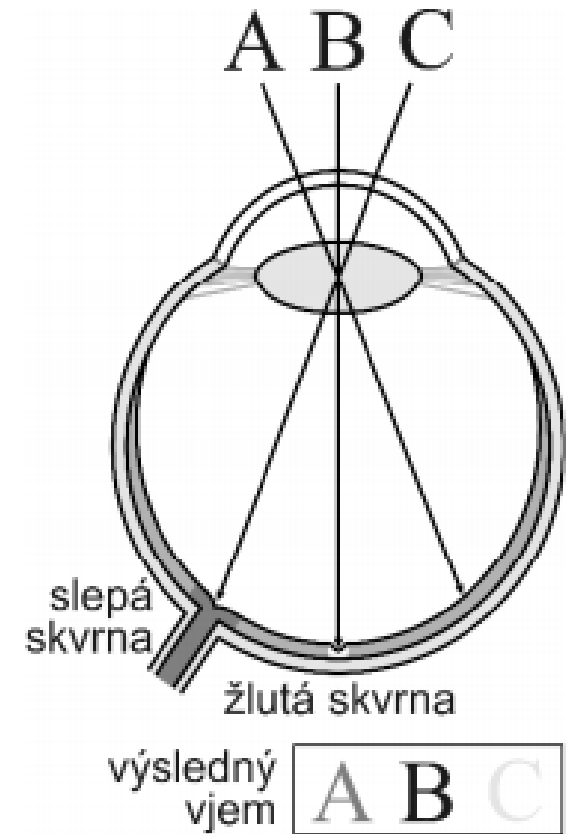


Zrak

8. *Retina (sítnice):*

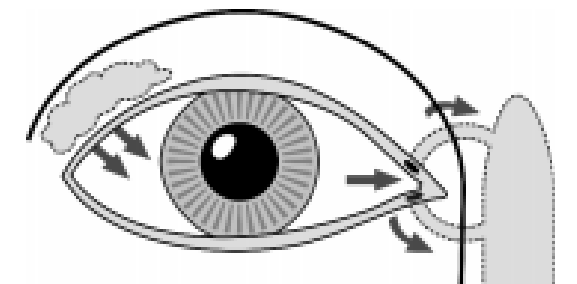
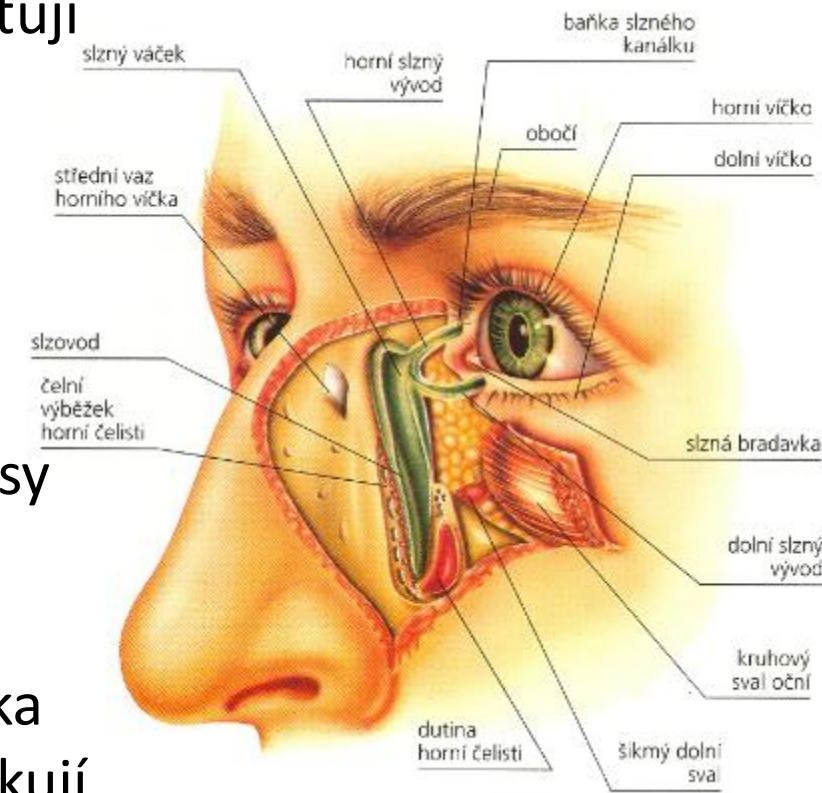
V sítnici jsou dvě významná místa lišící se od ostatních částí svou citlivostí:

- a) **Žlutá skvrna:** malá jamka přesně v optické ose oka, místo nejostřejšího vidění (vysoká hustota čípků, žádné tyčinky)
- b) **Slepá skvrna:** výstup zrakového nervu (zhruba v rovině žluté skvrny, ale o kousek dál směrem ke středu hlavy), je prakticky bez fotoreceptorů – obraz dopadající na slepou skvrnu nevnímáme (viz obrázek ukazující rozdílný zrakový vjem na příkladu pravého oka při pohledu shora).



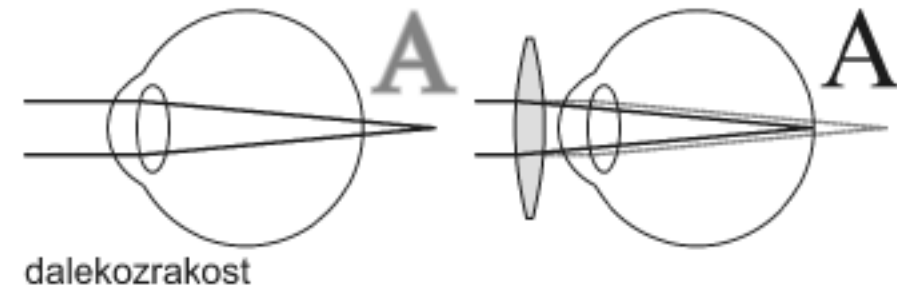
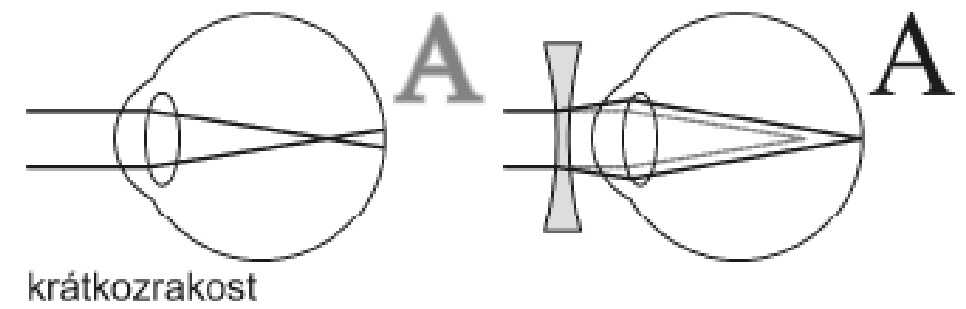
Přídavné oční orgány

- **Okohybné svaly:** upínají se na bělimu (4 přímé a 2 šikmé), zajišťují pohyby oční koule (nejcitlivější příčně pruhované svaly těla)
- **Horní a dolní víčko:** obsahuje kruhově uspořádané příčně pruhované svaly, zevnitř kryté spojivkou – citlivou a silně prokrvenou sliznicí (z víček plynule přechází na povrch bělimy). Víčka nejen chrání oko před poškozením, ale také roztírají ochranný maz a slzní tekutinu po povrchu bělimy a rohovky. Řasy na okrajích víček chrání oko před mechanickými nečistotami.
- **Mazové žlázy:** ústní na okraji očního víčka, vytvářejí ochrannou lipidovou ("tukovou") vrstvu, která brání vysušování povrchu oka
- **Slzné žlázy:** umístěné v očnici nad vnějším koutkem oka, produkují slzní tekutinu (obsahuje vodu, soli a enzym lysozym s desinfekčními účinky), která zvlhčuje povrch oka, splachuje nečistoty a chrání povrch oka před infekcí. Přebytečná slzní tekutina je odváděna dvěma slzními kanálky (umístěné těsně u vnitřního koutku oka) do nosní dutiny.



Poruchy zraku

- **Krátkozrakost** (myopie): obraz se promítá před sítnicí, korekce rozptylkami
- **Dalekozrakost** (hypermetropie): obraz se promítá za sítnicí, korekce spojkami. Specifickou formou je **stařecká dalekozrakost**, která je způsobena ochabnutím svalů řasnatého tělesa, takže se čočka nedokáže dostatečně zakřivit při akomodaci na blízko.
- **Astigmatismus**: vadné zakřivení rohovky, obraz bodu se promítá na různá místa sítnice, korekce s využitím válcovitých (cylindrických) čoček
- **Šeroslepost**: nedostatečná funkce tyčinek (zhoršené vidění za šera), většinou důsledek nedostatku vitamínu A
- **Barvoslepost** (daltonismus): porucha v rozlišování některých barev (hlavně červené a zelené, úplná barvoslepost je *velmi* vzácná), většinou dědičná (poruchou trpí v drtivé většině muži)



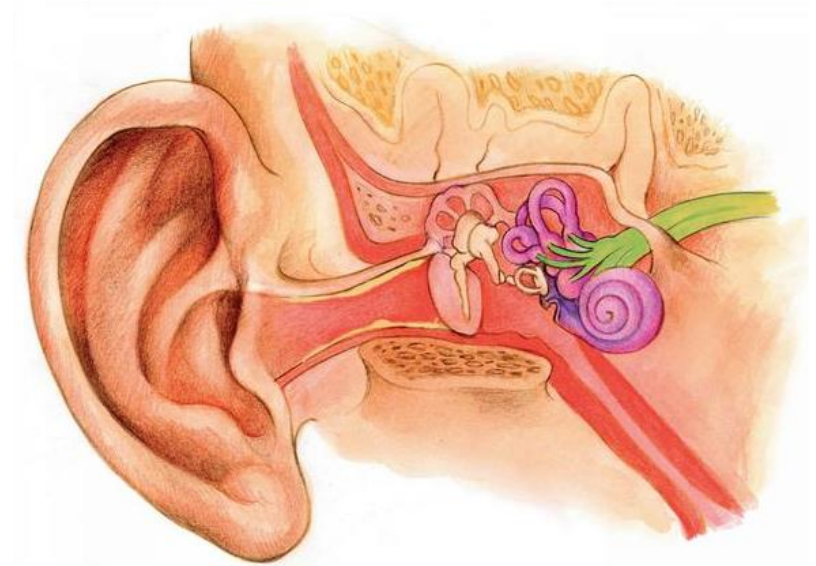
Poruchy zraku

- **Zelený zákal** (glaukom): zvýšení tlaku tekutiny uvnitř oka (často následek diabetu či jiných metabolických poruch), vlivem tlaku může být poškozována sítnice či výstup zrakového nervu (v části zorného pole je zhoršené vidění), někdy bývá deformována i čočka a zrakový vjem trpí "duhovou vadou", porucha může vést k trvalému poškození sítnice či nervu (oslepnutí)
- **Šedý zákal** (katarakta): usazování látek v čočce (zákal), zrakový vjem je zamlžený, léčba implantací umělé čočky (dnes dokonce už i s omezenou schopností akomodace)
- **Šilhání** (strabismus): poruchy v souhře okohybných svalů, často v důsledku nerovnoměrného vývoje v dětství. Léčba (např. "trénink,, obou očí se střídavým zakrýváním pravého a levého oka) je nutná, neboť hrozí trvalé "vypnutí" signálu jednoho oka v mozku (a tím i trvalé vyřazení jednoho oka z funkce).
- **Zánět spojivek**: způsoben podrážděním (prach, kouř, nečistoty, UV záření...)
- **Ječné zrno**: zánět mazových žláz ve víčku, častý hlavně v dětství a v průběhu dospívání



Sluch

- vnímá tlakové vlny z okolního prostředí (vzduchu), reaguje na zvukové vlny ve frekvenci od cca 20 do 20 000 Hz
- základem smyslového orgánu jsou **mechanoreceptory** (reagují na mechanické podráždění, v tomto konkrétním případě na dotyk)
- slyšitelnost (v mládí) v rozmezí **od 16 Hz do 20 000 Hz**

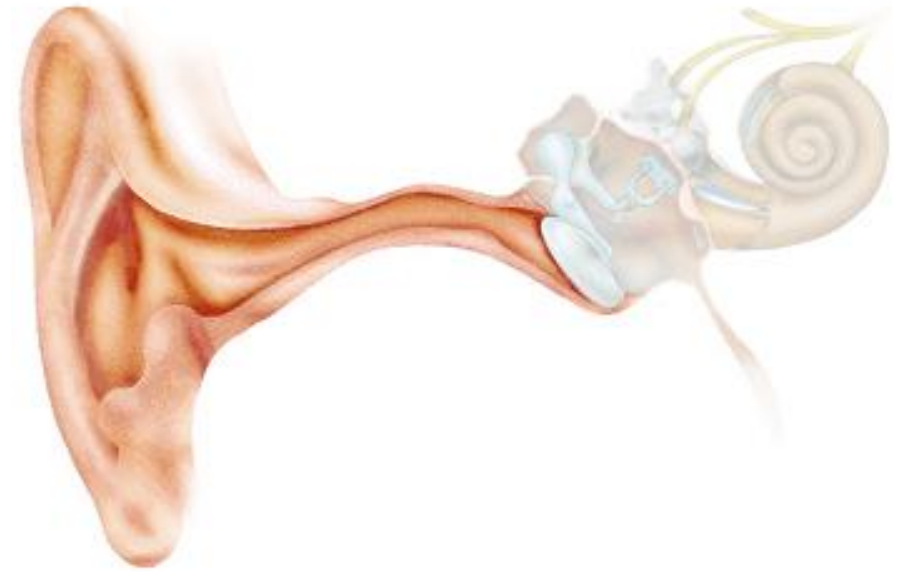


Stavba ucha:

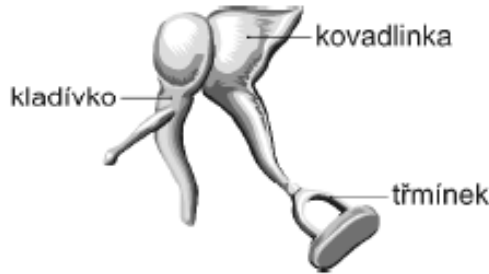
Vnější ucho

zachytává zvukové vlny a převádí je do středního ucha

- **Boltec:** vyztužen elastickou **chrupavkou**, ve spodní části vyplněn (lalůček) vazivem, zachytává zvukové vlny a koncentruje je do vstupu zvukovodu
- **Zevní zvukovod:** vede zvuk k bubínku, vylučuje **ušní maz** (kromě zvláčňujících tukové složky obsahuje navíc i složky s desinfekčním účinkem)
- **Bubínek:** tenká membrána (cca 0,1 mm) tvořená epitelem s vnitřní vrstvou pružného vaziva, přenáší zvukové vlny na sluchové kůstky



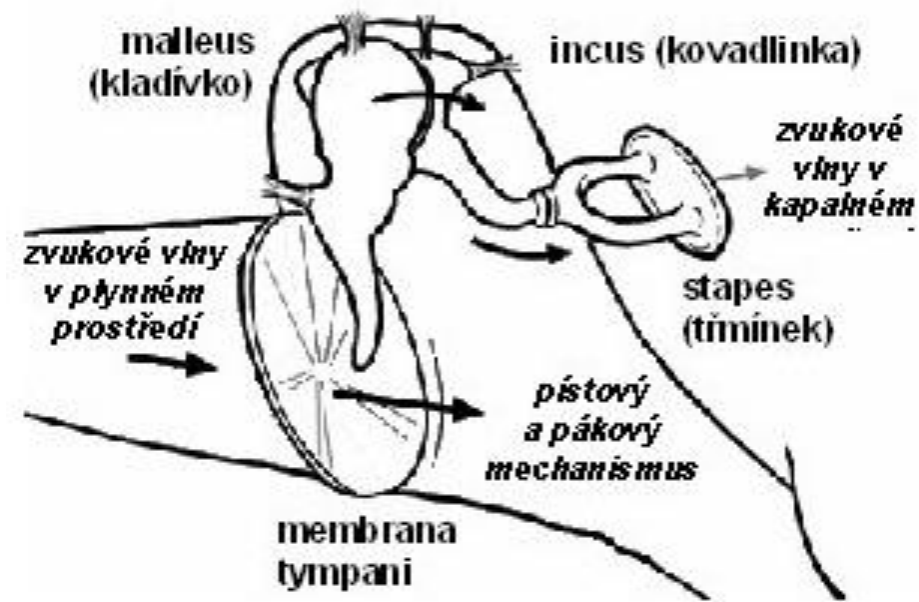
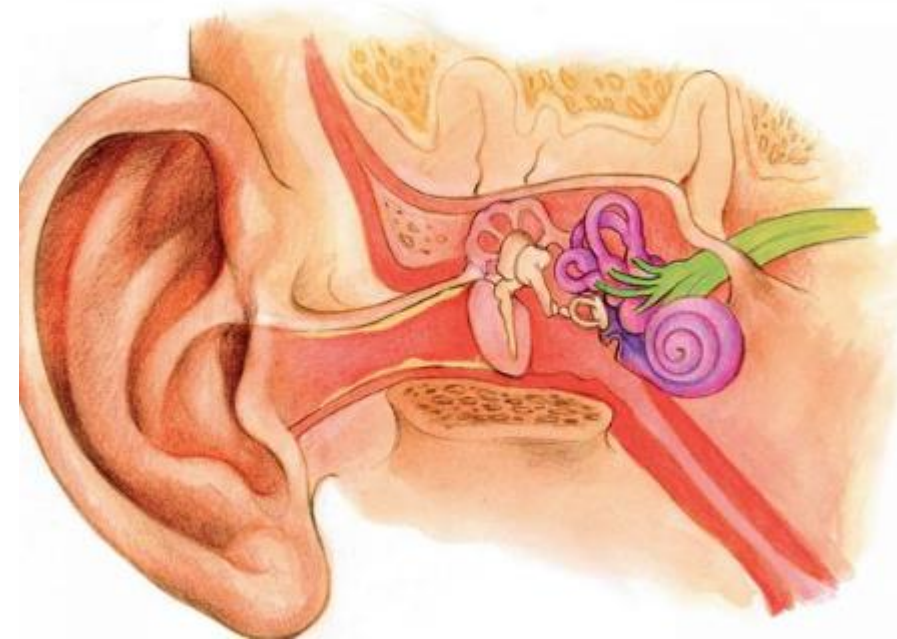
Stavba ucha:



Střední ucho

převádí kmity zvukového vlnění z bubínku na povrch vnitřního ucha

- **Sluchové kůstky – kladívko, kovadlinka, třímínek:** nejmenší kosti těla, spojeny vazivem a upnuty i na vnitřní stěnu středního ucha, tvoří soustavu pák, která přenáší vibrace bubínku na povrch blanitého hlemýžďe
- **Eustachova trubice:** ústí do nosohltanu, slouží k vyrovnávání tlaku uvnitř středního ucha s tlakem atmosférickým (ucpání Eustachovy trubice a následný rozdíl tlaků způsobí prohnutí bubínkové membrány a zhoršený přenos zvuku = "zalehlé uši")



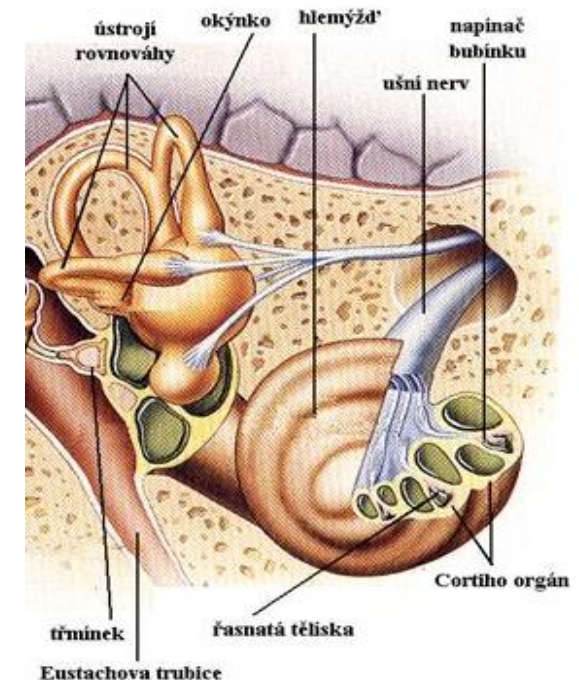
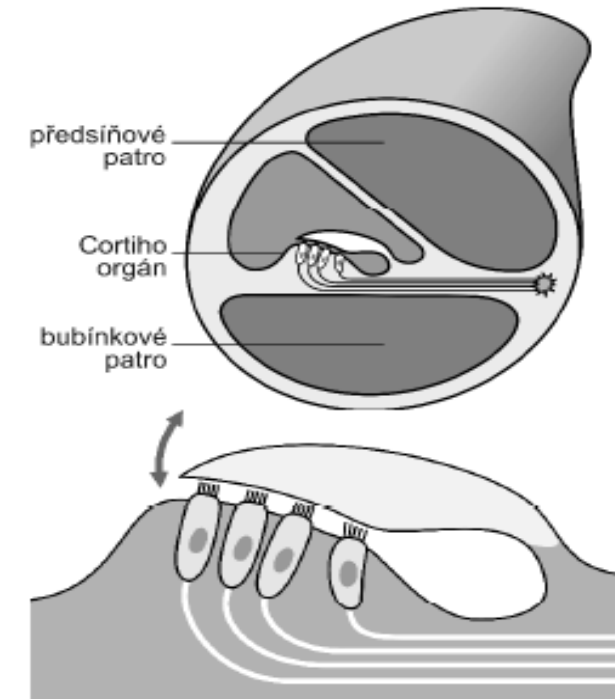
Stavba ucha:

Vnitřní ucho

- obsahuje sluchovou část (blanitý hlemýžď) a rovnovážné ústrojí (vejčitý a kulovitý váček, polokruhovitě chodby)
- sluchová část (hlemýžď) zachytává zvukové kmity a převádí je na nervové signály

Hlemýžď: přibližně 3,5 cm dlouhý váček zatočený do spirály (2,75 závitů), uvnitř obsahuje tři kanály vyplněné tekutinou:

- ❖ **předsíňové patro:** na jeho povrch nasedá třmínek, který rozkmitá tekutinu uvnitř (perilymfu)
- ❖ **bubínkové patro:** v místě vrcholu hlemýždě plynule navazuje na předsíňové patro (také obsahuje perilymfu) a přenáší kmity zpět k bázi hlemýždě, kde zanikají
- ❖ **střední patro:** vyplněné tekutinou endolymfou, kopíruje kmity předsíňového a bubínkového patra, obsahuje vlastní sluchové čidlo:
- ❖ **Cortiho orgán** – základem je membrána, která se rozkmitá a při dotyku mechanicky dráždí vlásky citlivých mechanoreceptorů (ty předávají signál vláknům sluchového nervu)



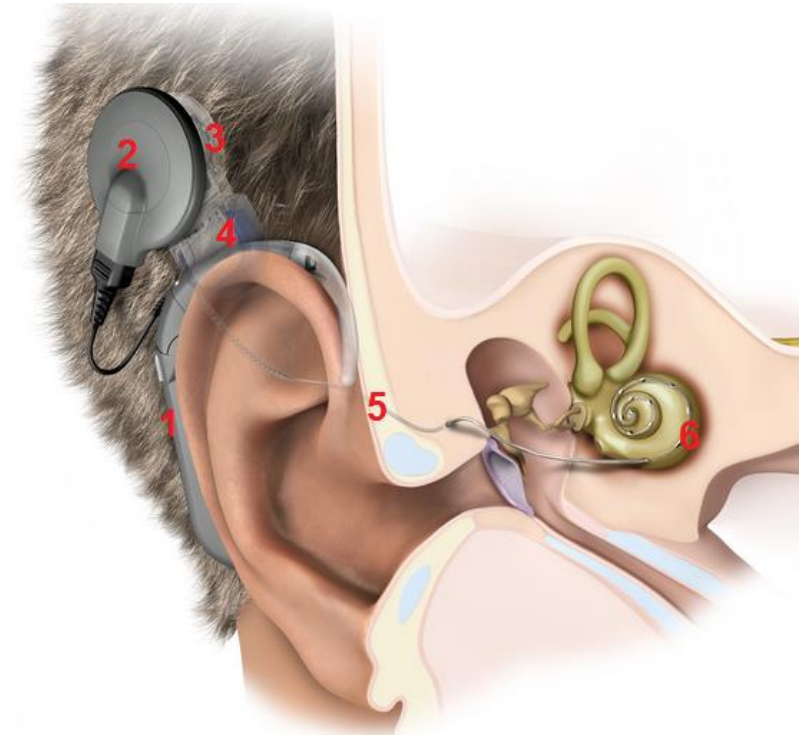
Poruchy sluchu :

- **stařecká nedoslýchavost:**

postupné zhoršování sluchu v průběhu dospělosti (už od mladšího věku!), způsobena především opotřebením pružných membrán vnitřního ucha zpočátku se projevuje zhoršeným vnímáním vysokých tónů (schopnost vnímat klesne z 20 kHz na přibližně 5 kHz), později se zhoršuje celkový sluchový vjem, nedá se léčit, pouze kompenzovat (naslouchadla ap.)

- **hluchota:**

může být úplná či částečná, může mít mechanické příčiny (ucpání zvukovodu mazem, poškození bubínku či sluchových kůstek ap.) i jiné příčiny (infekce, zánět, nádor, zvýšený tlak tekutiny ve vnitřním uchu...) některé formy úplné hluchoty se dají kompenzovat **kochleárním implantátem** (zvuk z vnějšího čidla je přenášen do slabých elektrických signálů, které v hlemýždi dráždí nervová vlákna – mozek se postupně "naučí" tento neobvyklý způsob dráždění vnímat a dekodovat jako sluchový vjem).



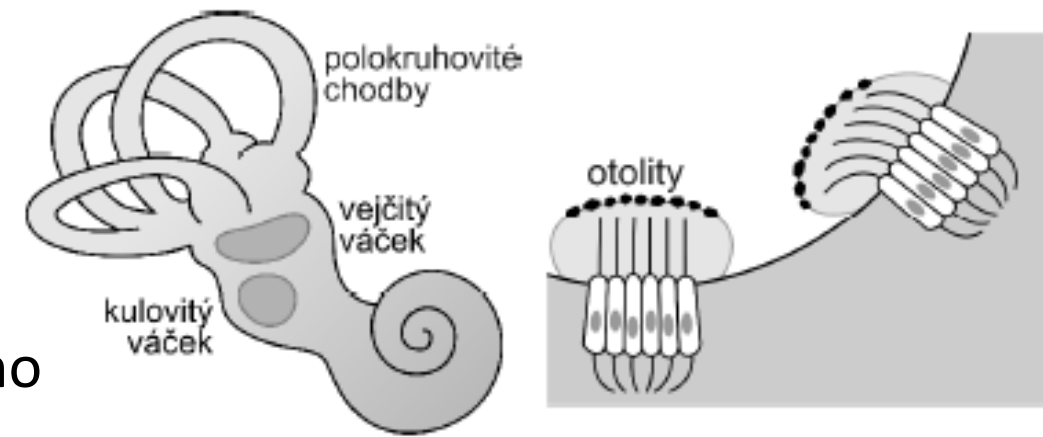
Statokinetické čidlo (rovnovážné ústrojí)

Statické čidlo (polohové)

tvoří ho **vejčitý a kulovitý váček** (utricle a saccule)
uvnitř rosolovitá hmota s krystalky uhličitanu vápenatého (**otolity**)

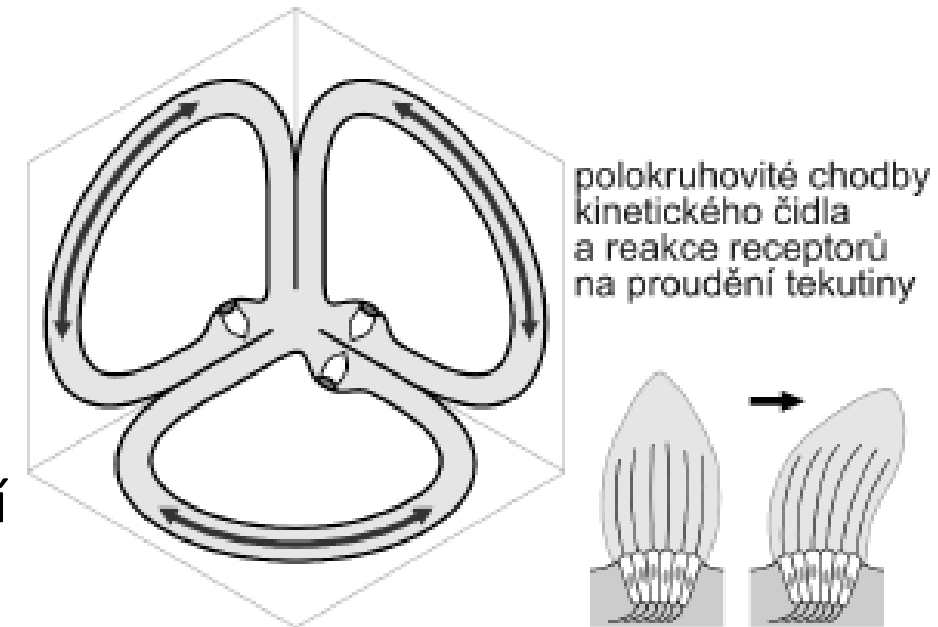
reakce na **polohu** a **horizontální či vertikální pohyby hlavy** –
pohyby

rosolovitá hmota ohýbá vlásky mechanoreceptorů
(podobných receptorům v Cortiho orgánu)



Kinetické čidlo (pohybové)

registruje na **rotační pohyby** (úhlové zrychlení)
tvoří ho tři na sebe kolmé **polokruhovitě kanálky**; každý je
zkončen dutinkou s mechanoreceptory, jejichž vlásky reagují
na proudění tekutiny uvnitř kanálků;
porovnáním rychlosti proudění mozek vyhodnotí směr a úhel
otáčení



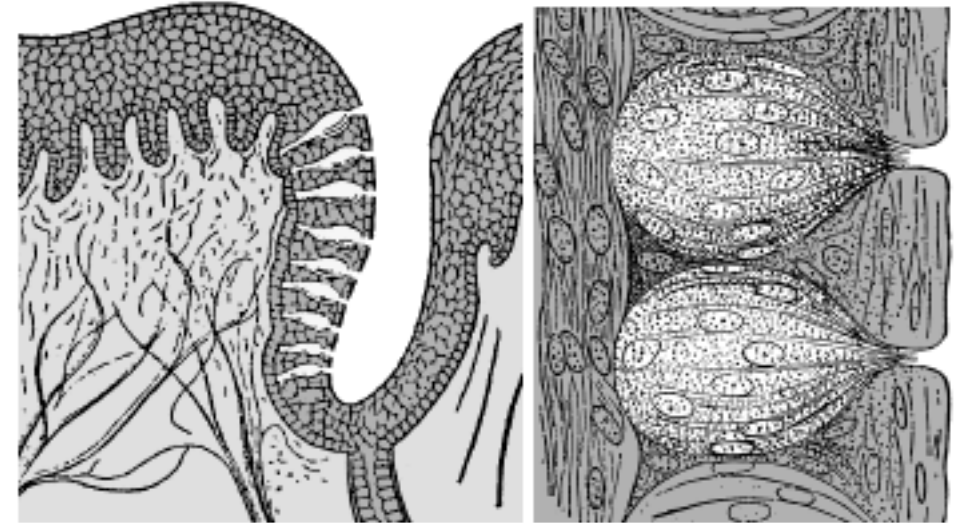
Chuť a čich

Chuť a čich jsou smysly založené na chemoreceptorech.

Chuť

- Chemoreceptory jsou uspořádány ve skupinách zvaných **chuťové pohárky**. Ty jsou umístěny v bočních stěnách **chuťových bradavek** – vyvýšených výběžků na povrchu **jazyka** (mohou být různého tvaru i velikosti – nitkovité, houbovité, hrazené ap.)
- Chemoreceptory jazyka rozlišují **jen hrubé základní složky chuti** (tradičně se uvádí chuť sladká, slaná, kyselá a hořká – v současnosti se ukazuje, že základních složek může být i více). K úplnému chuťovému vjemu je naprosto **nezbytný i čich**.

Dříve se uvádělo, že v různých místech jazyka člověk vnímá sladkou, po okrajích kyselou a slanou a na bázi jazyka hořkou). Dnes je dokázáno, že všechny typy chuti lze nanejvýš se liší citlivost chuťového vjemu.



Řez chuťovou bradavkou a detail chuťových pohárků

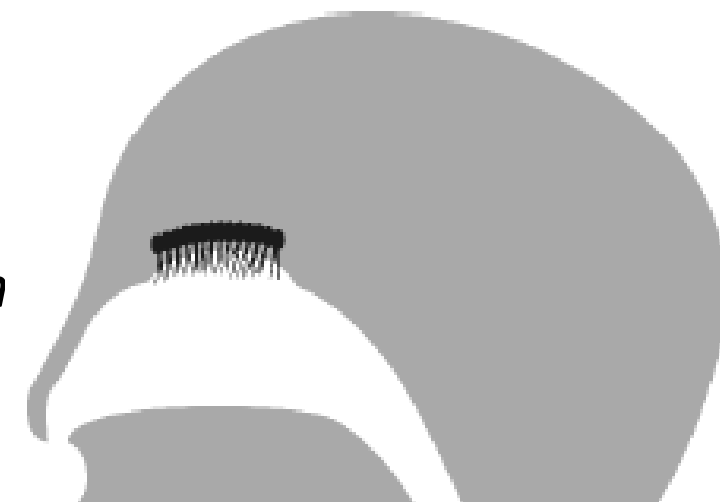
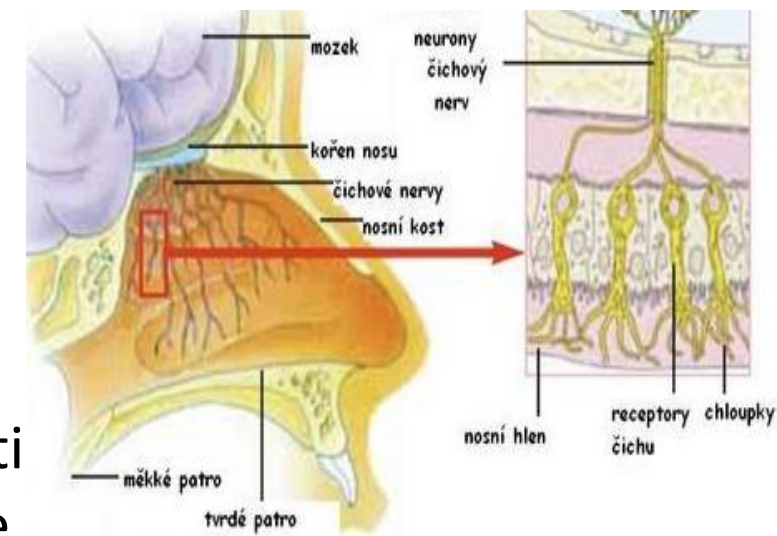
Chuť a čich

Chuť a čich jsou smysly založené na chemoreceptorech.

Čich

- Vlastní receptory jsou umístěny na spodní části čichového laloku koncového mozku. Jejich dlouhé výběžky zasahují až do horní části nosní dutiny, kde citlivě reagují na molekuly látek rozpuštěných ve vzduchu.
- Orgánem čichu je malé čichové políčko o celkové ploše 2,5 – 3 cm. Receptorem čichu jsou čichové buňky.
- Čich je mnohonásobně citlivější než vjem z chuťových pohárků. Jemnější odstíny chuti jsou rozlišovány díky čichu, protože při ochutnávání jsou výpary z ústní dutiny podvědomě vysílány nosohltanem k čichovým receptorům.

Důkazem důležitosti čichu pro chuťový vjem může být výrazné oslabení chuti v situacích, kdy je čichová sliznice poškozena například suchem (v suchých horkých dnech jídlo "ztrácí chuť") nebo zanesena hlenem (ztráta chuti při rýmě ap.).

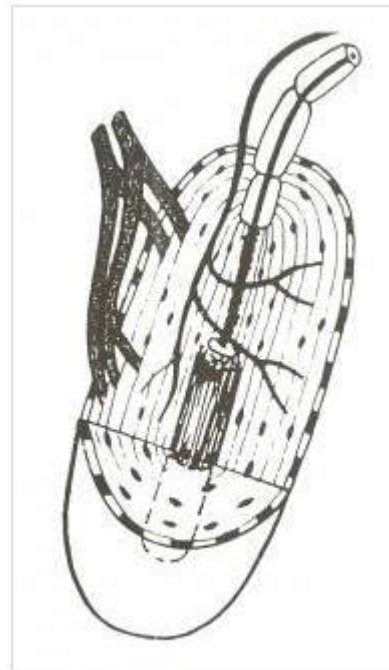


Kožní receptory

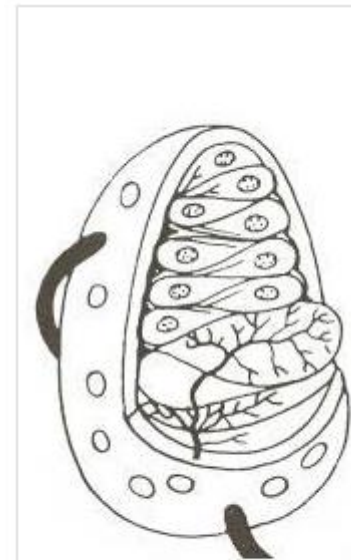
Kůže (a vrstvy tkání pod ní) obsahuje několik typů receptorů (více, než si lidé obvykle myslí).

Z nich jsou nejvýznamnější:

- **hmatové receptory**: registrují jemné mechanické podněty (dotek ap.), nacházejí se ve škáře – **Meissnerova tělíska**
- **tlakové a tahové receptory**: registrují silnější mechanické podněty – tlak a tah, nacházejí se v podkožním vazivu – **Vater-Paciniho tělíska**
- **termoreceptory**: registrují teplotu okolní tkáně, jsou rozlišeny na receptory tepla (umístěny ve větších hloubkách, často i uvnitř útrobních orgánů)- **Ruffiniho tělíska ve škáře** a receptory chladu (mnohem početnější, uloženy ve škáře – tedy na povrchu těla) **Krauseho tělíska ve škáře**
- receptory bolesti: jde o výběžky neuronů (tzv. volná nervová zakončení), které registrují poškození okolní tkáně (např. infekcí, horkem, mrazem, mechanickým poškozením...); jejich signál vnímáme jako "bolest". Příliš silný bolestivý podnět tělo dokáže tlumit produkcí endorfinů ("vnitřních opiátů").



Obr. 3: Vater-Paciniho tělíska



Obr. 2: Ruffiniho tělíska



Obr. 4: Krauseovo tělíska