

SMYSLOVÁ SOUSTAVA

- smyslové orgány **zajišťují CNS informace o vnitřním a vnějším prostředí**
- vlastní **vjem se vytváří až v mozkové kůře**
- čidla = analyzátoři, vybírají z prostředí podněty (chemické, tepelné, mechanické,...)

Čidla tvoří

- **Receptory** (= smyslové buňky – jsou zvláštní buňky smyslových orgánů s vysokou citlivostí vůči podnětům, které přijímají podněty z vnějšího nebo vnitřního prostředí a převádějí je v nervovou aktivitu)
- **Dostředivá nervová dráha** – spojují receptory s mozkovou kůrou; toto spojení je tvořeno třemi neurony
 - neuron vedoucí vzruch do míchy, prodloužené míchy nebo středního mozku
 - z neuronu vedoucího vzruch dále do talamů v mezimozku
 - z neuronu vedoucího vzruch z talamu do mozkové kůry
- **Korová část** – teprve v mozkové kůře vzniká počitek, vjem a poznání

Rozdělení receptorů

a) podle prostředí, ze kterého přijímají informace

Exteroreceptory

- přijímají podněty **z vnějšího prostředí**
- patří sem podněty pro dotyk, chlad, tlak, teplo

Interoreceptory

- přijímají podněty **z vnitřního prostředí**
- zaznamenávají změny ve vnitřních orgánech

b) podle druhu podnětu

Chemoreceptory

- jsou citlivé na chemické vlastnosti sloučenin
- zařazujeme mezi ně smysly **čich, chuť**

Mechanoreceptory

- podnětem je mechanické působení na citlivá zakončení smyslových buněk
- vnímají dotek, tlak
- ze smyslů sem patří **hmat, sluch, statokinetické ústrojí**
- nacházejí se ve škáře kůže, na bříškách prstů, ve špičce jazyka (nejcitlivější), v plicích, cévách; malá citlivost (kůže zad)

Termoreceptory

- tepelná a chladová tělíska **v kůži i uvnitř těla**
- zjišťují rozdíl mezi teplotou těla a prostředím
- nejvíce tepelných receptorů v kůži obličeje a na hřbetu ruky, nejméně v kůži zad

Fotoreceptory

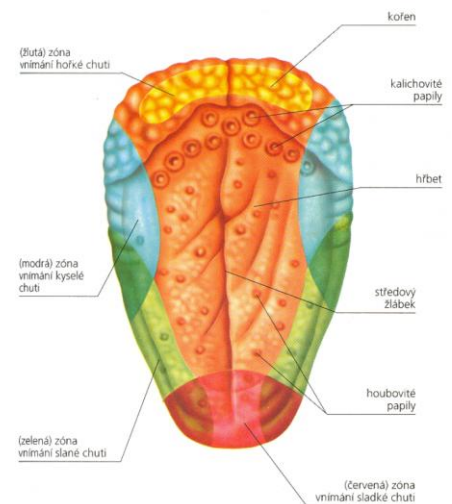
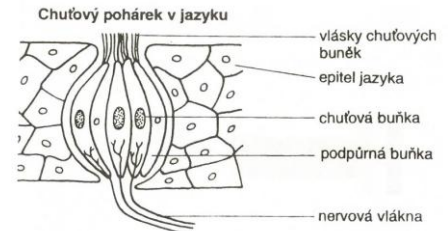
- **citlivé na světelné záření** (tyčinky, čípky)
- smysly: zrak

Receptory bolesti (nocireceptory)

- **volná nervová zakončení v kůži a vnitřních orgánech**
- reagují **na všechny silné podněty** mechanické, tepelné, elektrické, chemické
- adaptace na bolest téměř chybí (bolest je důležitá, protože upozorňuje na škodlivé vlivy a umožňuje včasnou reakci na ně)
- jsou ve všech tkáních a vnitřních orgánech

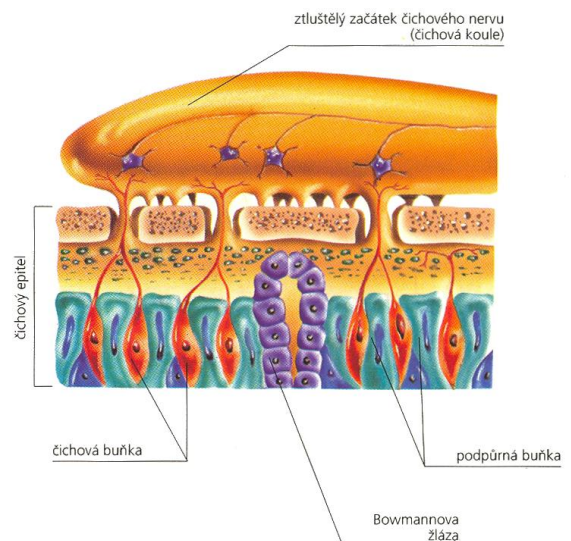
CHUŤ

- náš **nejprimitivnější** smysl
- přináší nejméně informací o okolním světě
- chuťové ústrojí
- receptorem chuti jsou **chuťové buňky**
- seskupeny v **chuťových pohárcích** (ty jsou uloženy ve slizničním epitelu na papilách jazyka, ve sliznici měkkého patra a zadní stěně hltanu)
- jejich podráždění je vyvoláno látkami rozpuštěnými ve vodě a ve slinách
- 10 000 chuťových pohárků na jazyku dospělého člověka (ve stáří chuťových pohárků)
- ubývá)
- rozlišujeme 4 základní chuťové pocity => 4 druhy chuťových buněk (chemoreceptorů), ty jsou na jazyku rozděleny
 - hrot jazyka – receptory pro sladko
 - okraje jazyka – receptory pro slano a kyselo
 - kořen jazyka – receptory pro hořkou chuť
- Vrzuchy jsou vedeny do centra chuti v temenním laloku mozkové kůry.
- Výsledná chuť je kombinací podráždění jednotlivých chuťových buněk.
- Pálivá chuť pikantní stravy vzniká stimulací nervových zakončení v jazyku citlivých na bolest.



ČICH

- **vnímání těkavých látek** ve vzduchu
- čichové ústrojí
- **čichové buňky** = čichový receptor
- jsou tyčinkovitého tvaru s vláskovými výběžky, uloženy v čichovém políčku (ve sliznici stropu dutiny nosní)
- plocha 2,5 – 3 cm²
- drážděny jsou plynnými látkami obsaženými ve vdechovaném vzduchu
- **sedm základních pachů** – kafr, pižmo, květinová vůně, kořenitá vůně, éterická vůně, čpavý a hnilobný pach
- čichové vnímání **má rychlou adaptaci** (snížení citlivosti vůči podnětu při jeho delším působení) – i nepříjemný pach po delší době vnímání snižuje)
- při rýmě čichové vnímání potlačeno (zduřelá sliznice dutiny nosní) => čichové buňky kryty vrstvou hlenu



- při hladu se čichové vnímání zvyšuje
- informace z čichových receptorů jsou vedeny čichovým nervem otvory v čichové kosti a vstupují do čichového centra v blízkosti spánkového laloku

ZRAK

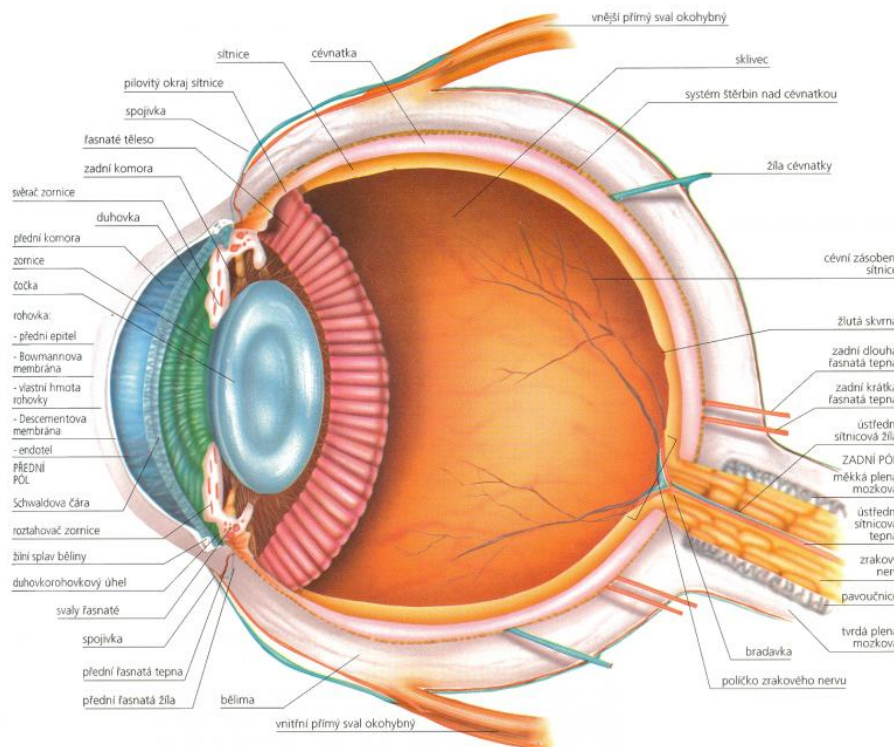
- je citlivé na elektromagnetické vlnění o vlnové o délce 400 – 750 nm (viditelné světlo)
- barvy spektra jsou promíchány a dohromady tvoří bílé světlo, barvy se oddělují jen v podobě duhy nebo se spektrum tvoří při průchodu světla světelným hranolem
- elektromagnetické záření se v oku transformuje na nervové signály
- umožňuje vnímání světla, barev, velikosti, tvaru a vzdálenosti předmětů
- **nej důležitější** čidlo pro orientaci v prostoru (u člověka)
- orgánem zraku je oko

OKO

- složeno z oční koule a přídatných orgánů
- vzniká v embryonálním vývoji jako vychlípenina mezimozku
- tato vychlípenina se dotkne povrchového ektodermu, vchlípením se přemění v oční pohárek, ektoderm vytvoří v místě dotyku základ čočky a z vnitřní vchlípené stěny se vyvine sítnice

Oční koule (bulbus oculi)

- uložena v očníci v tukové tkáni (ochrana oka před poškozením)
- v hrotu očníce otvory; tudý vystupuje zrakový nerv a žíly a vstupuje tepna (přivádí krev pro celé oko) a nervy pro okohybné svaly a pro další drobné svaly oka
- má přibližně kulovitý tvar



Stěna oční koule

- třívrstevná
 - vnější vrstvu tvoří **bělima a rohovka**
 - střední vrstva je **cévnatka**
 - vnitřní vrstva **sítnice**

Bělima (sclera)

- asi 4/5 povrchu oční koule
- **tuhá bílá vazivová blána** (u malých dětí namodralá, ve stáří nažloutlá od usazených kapének tuku)
- tloušťka 0,4 – 2 mm
- udržuje tvar oční koule
- do bělimy se upínají okohybné svaly, vzadu ji prostupuje zrakový nerv
- vpředu přechází v průhlednou rohovku

Rohovka (cornea)

- je **silná oční čočka s pevným ohniskem**
- představuje 2/3 optické práce oka
- ve středu oka je silná pouze 0,5 mm, u bělimy má sílu 1 mm
- na povrchu má epitelovou vrstvu, na ní je jemný slzný povlak (bez slz by epitel ztratil průhlednost a stal se matným)
- 1/5 povrchu oční koule
- **není prostoupena cévami** (=> čirá), je však inervována (hodně otevřených nervových zakončení => vnímání bolesti)
- pod rohovkou je **přední oční komora**
- z profilu více vyklenutá než bělima
- nepravidelné zakřivení rohovky způsobuje, že je předmět rozmazaný – (astigmatismus)

Cévnatka (chorioidea)

- ve střední vrstvě oka
- vpředu přechází v řasnaté tělísko a duhovku
- **velké množství cév** (zásobují sítnici, výživa oka) a hnědých pigmentových buněk => hnědočervená barva
- pigmentová vrstva pohlcuje světelné paprsky a zabraňuje jejich zpětnému odrazu (zamezuje vzniku rozmazaných obrazů)

Řasnaté tělísko (corpus ciliare)

- sval z hladkého svalstva, svými stahy dovedou **způsobovat akomodaci čočky**
- na povrchu četné výběžky s tenkými vlákny, na nich je zavěšena čočka
- z krve protékající vlasečnicemi se tvoří komorový mok (vznikl z krevní plazmy)

Duhovka (iris)

- má tvar mezikruží, uprostřed je kruhovitý otvor – *zornice (pupilla, panenka, zřítelnice)*
- paprscitě a kruhovitě uspořádané hladké svaly v duhovce **způsobují rozšíření nebo zúžení zornice** (tento reflex vyvolán různou intenzitou světla; centrum zornicového reflexu je ve středním mozku)
- v duhovce jsou **pigmentové buňky**
- jejich množství a hloubka určují barvu – při malém množství a hlouběji uloženém pigmentu je modrá až šedá, větší množství a víc nahoře – zelená, hnědá až tmavohnědá; při albinismu

chybí pigment úplně a duhovkou prosvítá červená barva cévnatky; u novorozenců se objevuje více pigmentu až po několika měsících, proto mívají světlé oči)

- **pigmentová vrstva zabraňuje, aby světlo pronikalo jinudy než zornicí**

Sítnice (retina)

- vlastní **světločivný** systém oka
- nejvnitřnější vrstva oční koule pokrývá zadní 2/3 její vnitřní plochy
- je to jemná několikavrstevná blána
- obraz na sítnici se zobrazuje **ostrý, zmenšený, obrácený**
- při prohlížení očním zrcátkem (oftalmoskopem) je vidět tzv. oční pozadí oranžové až červené barvy, v němž je síť drobných tepen a žil
- v místě, kde se spojují vlákna zrakového nervu, je bělavá slepá skvrna – chybí světločivé buňky => nevzniká obraz
- asi 4 mm zevně od ní je žlutá skvrna – místo nejostřejšího vidění, největší koncentrace čípků
- **při sledování nějakého předmětu se oči pohybují tak, aby se obraz promítl na žluté skvrně**
- neurity poslední vrstvy se sbíhají ke slepé skvrně a vytvářejí zrakový nerv
- pod pigmentovou vrstvou smyslové buňky sítnice – *tyčinky* a *čípky* (= vlastní receptorové buňky pro vnímání světla – fotoreceptory)

Tyčinky a čípky

- výběžky těchto světločivých (fotosenzitivních) buněk pojeny s několika vrstvami nervových buněk

tyčinky

- umožňují **vidění za šera a za tmy**
- je jich 130 000 000
- mnohem citlivější na světlo než čípky, ale nerozlišují barvy
- uloženy v okrajových částech sítnice, nejsou vůbec ve žluté skvrně
- činnost tyčinek umožňuje **zraková červeň (rhodopsin)**, která je v nich uložena
- **rhodopsin** vzniká kombinací vitamínu A a bílkoviny opsinu
- citlivost očí závisí na množství rhodopsinu
 - vlivem světla se rhodopsin rozkládá a vzniká zraková žluť, která je derivátem vitamínu A
- **tyčinky reagují jen na světlo**, když obsahují rhodopsin; jeho úbytek snižuje citlivost tyčinek na světlo => tyčinky přes den vyřazeny z funkce
- **ve tmě se rhodopsin znova obnovuje**, ale jeho obnova je pomalejší než štěpení
- neschopnost adaptace sítnice na změnu světla se nazývá šeroslepost (hemeralopie)
- *člověk s šeroslepostí vidí ve tmě trvale tak, jako zdravý člověk při přechodu ze světla do tmy, než se dostaví adaptace; vada je způsobena nedostatkem vitamínu A*

čípky

- umožňují rozlišování barev (barevné vidění)
- jsou soustředěny ve žluté skvrně
- slouží pro vidění za dne, protože ke svému podráždění potřebují značné osvětlení
- je jich 7 000 000
- rhodopsin v čípcích – vitamín A se kombinuje se třemi různými opsiny, každý ze vzniklých pigmentů je citlivý na jednu ze tří základních barev spektra – zelenou, červenou a modrou; různým kombinováním těchto barev vznikají různé barevné vjemy v mozku
- schopnost rozeznávat barvy = barvocit
- někteří lidé, zejména muži, trpí dědičnou poruchou barevného vidění – barvoslepost (*daltonismus*)
- nejznámější je částečná barvoslepost, při které je porušeno vnímání zelené a červené barvy

schopnost akomodace => staří lidé tedy nevidí ostře blízké předměty (tato porucha vidění se nazývá stařecká dalekozrakost)

Poruchy lomivosti světla (refrakční vady)

Krátkozrakost (myopie)

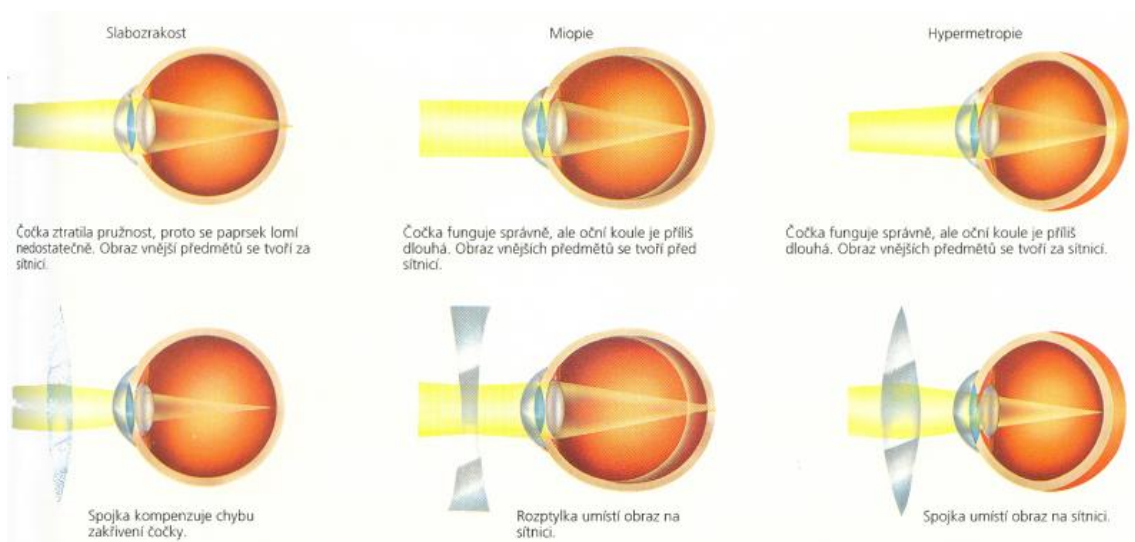
- porucha, při níž člověk **blízké předměty vidí ostřeji, než vzdálené** => světelné paprsky vzdálených předmětů se sbíhají před sítnicí; náprava čočky rozptylky

Dalekozrakost (hypermetropie)

- porucha, při níž **vzdálené předměty se zobrazují ostřeji, než blízké** => vzdálené předměty se zobrazí na sítnici, blízké by se zobrazily za sítnicí; náprava čočky spojky

Refrakční vady oka

- astigmatismus – rohovka není souměrně vyklenutá, bývá nepravidelného tvaru => paprsky jsou nepravidelně soustředěny na sítnici => neostře a deformované vidění; náprava cylindrické čočky

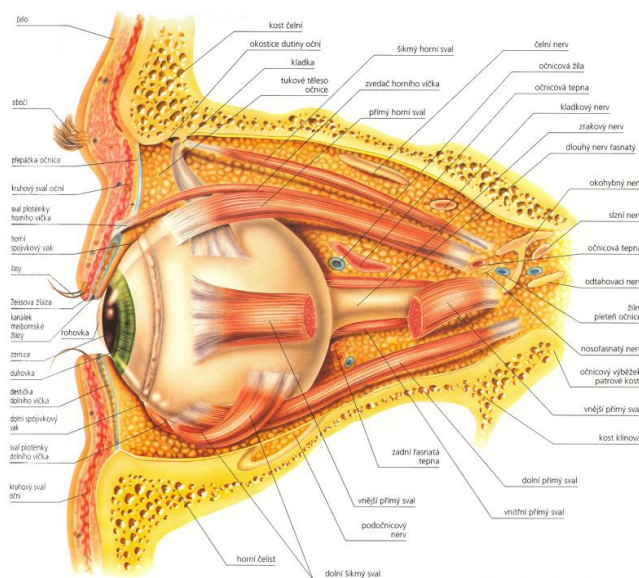


Přídavné orgány oka

- jsou to okohybné svaly, víčka, spojivka a slzné ústrojí

Okohybné svaly

- příčně pruhované
- rozeznávají se 4 přímé svaly (horní, dolní, zevní a vnitřní) a dva šikmé (horní a dolní)
- pohybují oční koule tak, aby obraz pozorovaného předmětu se promítal na sítnici ve žluté skvrně
- obě oči sledují stejný směr
- při poruše jejich koordinace se objevuje šilhání (strabismus)



Víčka

- zepředu chrání oko horní a dolní víčko
- podkladem víček je kruhový sval oční, který přibližuje víčka a uzavírá šterbinu oka
- volné okraje víček opatřeny řasami, do jejichž pochvy ústí mazové žlázy
- jejich zánět je bolestivý a nazývá se **ječné zрно**

Spojivka (*tunica conjunctiva*)

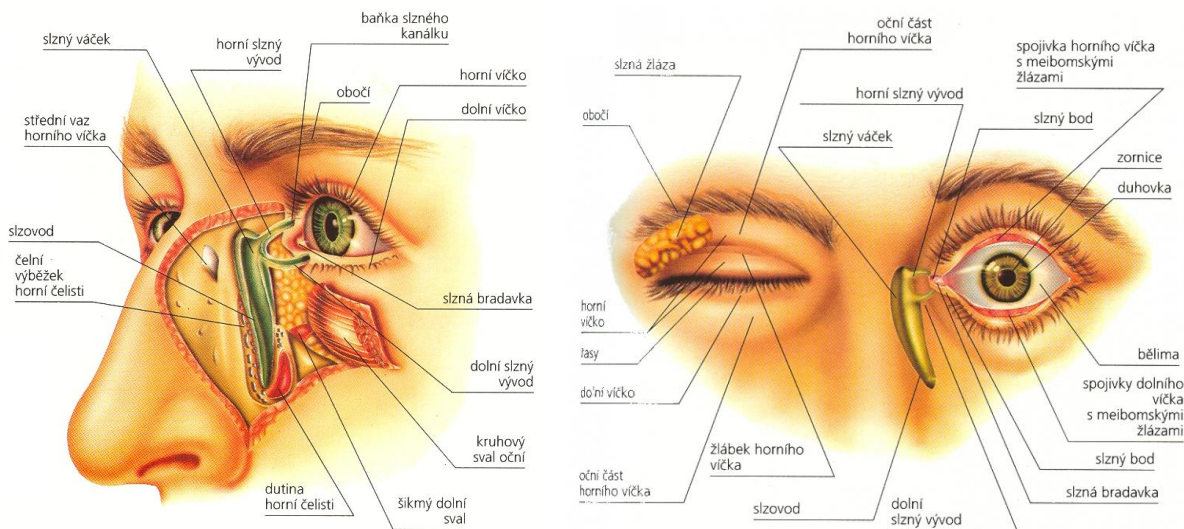
- tenká vazivová blána, sytě růžové barvy
- vystýlá vnitřní plochu víček a přechází na přední část bělimy; končí na okraji rohovky

Slzné žlázy

- jsou umístěny nad vnějším koutkem
- ústí více vývody do spojivkového vaku
- **slouží ke zvlhčování přední stěny oka a k ochraně před infekcí**

Slzy

- jsou sekrem slzné žlázy, která je uložena při horním zevním okraji očnice
- zvýšenou produkci slz vyvolává cizí těleso v oku, radost, smutek
- pohyby víček jsou slzy roztírány a přebytek se dostává k vnitřnímu očnímu koutku; odtud odvodnými slznými cestami odtékají slzy do dutiny nosní
- funkce slz – baktericidní, zvlhčují oční kouli, odstraňují nečistoty



SLUCH

- vyvinul se až u **živočichů žijících na souši**
- u člověka má největší význam pro interindividuální komunikaci při navazování vztahů ve společenském prostředí
- velký význam pro rozvoj myšlení, citového života, poskytuje estetické zážitky (poslech hudby, recitace,...)
- na základě sluchu se vytvořila řeč jako sluchový reflex => dítě, které od narození neslyší, se samo mluvit nenaučí

Ucho (auris)

- ucho reaguje na tlak vykonávaný molekulami vzduchu => patří mezi mechanoreceptory, je ze všech nejcitlivější
- je receptorem sluchového analyzátoru
- slouží k rozlišování zvukových vln
- člověk slyší **16 – 20 000 kmitů (16 Hz – 20 kHz) za sekundu**; frekvenci vnímáme jako výšku zvuku; horní hranice se s věkem snižuje
- dělí se anatomicky i funkčně na tři části

Zevní (vnější) ucho (auris externa)

- pracuje jako přijímač
- skládá se z boltce a zevního zvukovodu

Boltce

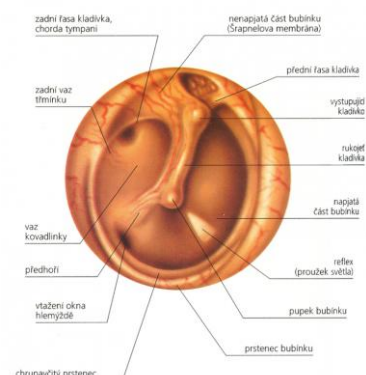
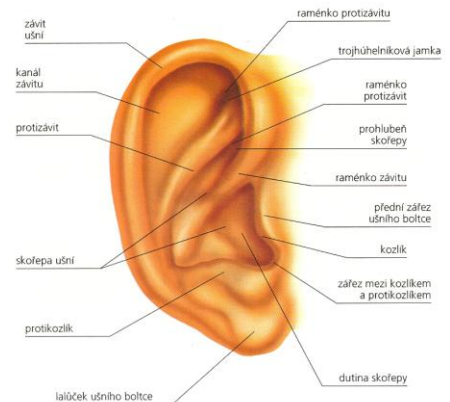
- slouží k zachycování zvukových vln
- podkladem boltce je **elastická chrupavka** pokrytá kůží, v jejímž podkožním vazivu chybí tuk
- dolní konec boltce tvoří **ušní lalůček** a do něj již chrupavka nezasahuje

Zevní zvukovod

- jeho průběh je zakřivený
- kůže, která pokrývá zvukovod, obsahuje četné mazové žlázy; produktem těchto žláz je
- žlutohnědý **ušní maz** (voskovitá hmota, která chrání kůži před vysoušením a olupováním)
- vede zvukové vlny až k bubínku

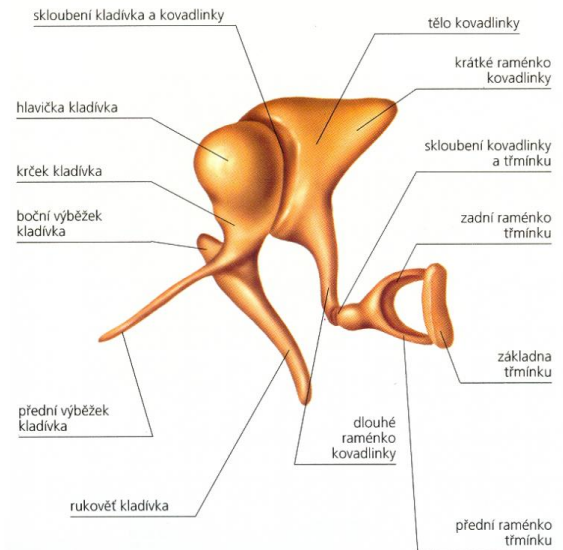
Bubínek (membrana tympani)

- velmi pružná vazivová blána
- **rozhraní (tvoří vzduchotěsnou bariéru) mezi zevním a středním uchem**
- má průměr 10 mm a tloušťku 0,1 mm, plochu 50 – 90 mm²
- na jeho zevní stranu přechází tenká kůže zvukovodu, střední vrstva je vazivová a vnitřní vrstva je pokračováním slizniční výstelky bubínkové dutiny
- zvukové vlny přicházející zvukovodem, narážejí na bubínek a rozkmitávají jej



Střední ucho (zesilovač, auris media)

- malý šterbinovitý prostor v kosti spánkové (dutina bubínková), která souvisí s četnými dutinkami v bradavkovém výběžku kosti spánkové
- vpředu **Eustachovou trubicí** spojen s nosohltanem
 - úzký, 4 cm dlouhý kanál, naplňuje střední ucho vzduchem
 - při polykání se otevírá, vpouští do dutiny středoušní vzduchovou bublinu a tím vyrovnává tlak vzduchu před bubínkem a za ním
 - při zánětu nosohltanu se může tudy zanést infekce do středního ucha
 - zduřelá sliznice (u silné rýmy) může též uzavřít ústí Eustachovy trubice => nastane dočasná nedoslýchavost
- jsou zde tři sluchové kůstky, které jsou navzájem kloubně spojeny – kladívko, kovádlinka, třmínek**
 - kladívko leží jedním koncem na bubínku, druhým kloubně spojeno s kovádlinkou
 - kovádlinka spojena s třmínkem
 - báze třmínku je připojena na oválné okénko na rozhraní středního a vnitřního ucha
- sluchové kůstky **převádějí kmitání bubínku na oválné okénko** a přitom zmenšují amplitudu zvukových vln a tím zvětšují jejich energii 20 – 30x (to je způsobeno nepoměrem mezi plochou bubínku a malou ploškou třmínku a oválného okénka), protože malá energie by nestačila na rozkmitání tekutiny ve vnitřním uchu

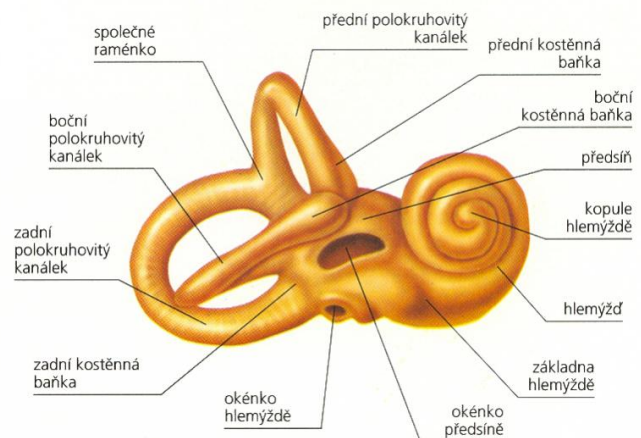


Vnitřní ucho (vysílač, auris interna)

- ohraničeno pevným kostěným pouzdem v kosti skalní zvaný **kostěný labyrint**; v něm je uložen **blanitý labyrint** a prostor mezi nimi vyplňuje čirá tekutina – **zevní míza** (perilymfa)

Kostěný labyrint

- skládá se z předsíně, tří polokruhových kanálků a hlemýždě
- v kostěné stěně je okénko oválné a okrouhlé; jejich blanité výplně oddělují perilymfu od dutiny bubínkové
- v **předsíni** je váček vejčitý a kulovitý; s vejčitým váčkem spojeny tři blanité polokruhové trubičky, které začínají baňkovitým; rozšířením
- na kulovitý váček je připojen blanitý **hlemýžď**
- Blanitý hlemýžď nevyplňuje kostěný úplně
- hlemýžď má dva a půl závitů



ÚSTROJÍ ROVNOVÁŽNÉ (STATOKINETICKÉ)

- kromě sluchového ústrojí je ve vnitřním uchu i ústrojí rovnovážné (statokinetické)
- podle funkce se dělí na čidlo **statické** (pro vnímání polohy) a čidlo **kinetické** (vnímání pohybu)

Čidlo statické

- ústrojí pro vnímání polohy je ve vejčitém a kulovitém váčku
- v těchto blanitých útvarech jsou malá políčka s vysokými epitelovými buňkami, které mají na volném konci **jemné vlásky**
- nad nimi je větší množství **vápenatých krystalků** (otolity)
- při změně polohy hlavy se vlivem gravitace krystalky posunou a tím nastane změna tlaku a tahu na vlásky smyslových buněk
- informace ze statického čidla mají význam pro nepodmíněně reflexivní regulaci napětí antigravitačních svalů a koordinaci pohybů hlavy a očí
- **k udržení rovnováhy těla a vzpřímeného postoje**

Čidlo kinetické

- je uloženo v ampulách polokruhových chodbiček
- v každé ampuli je vyvýšenina s vysokými buňkami opatřenými dlouhými vlásky
- podnětem pro jejich podráždění je rotační pohyb hlavy, který uvede endolymfu do pohybu
- pohybem endolymfy se vychýlí vlásky smyslových buněk a buňky se podráždí
- čidlo statokinetické řídí napětí kosterních svalů, a to nejen podle polohy hlavy, ale i podle jejích pohybů; při jeho silném dráždění vzniká pocit nevolnosti (kinetóza)
- **poskytuje stálou a uvědomělou orientaci člověka v prostoru**