

7.L – biologie

Týdny: 25. 5. – 21. 6.!!!

Téma: **Smyslová ústrojí**

Přikládám oskenovanou část z učebnice Biologie pro gymnázia k tématu Smyslová ústrojí (str. 281 - 286.)

Povinně pro budoucí maturanty z biologie a adepty VŠ studií biologických oborů včetně lékařských fakult: Nastudujte si!

Dobrovolně pro ostatní: Přečtěte si!

Pokud by vám nebylo něco jasné, napište na můj email.

Příjemné červnové dny přeji 😊

ÚSTROJÍ SMYSLOVÁ

poskytují centrální nervové soustavě informace o vnějším a vnitřním prostředí. **Čidla (analyzáto-ry)** vybírají z prostředí podněty (*mechanické, chemické, tepelné, elektromagnetické*).

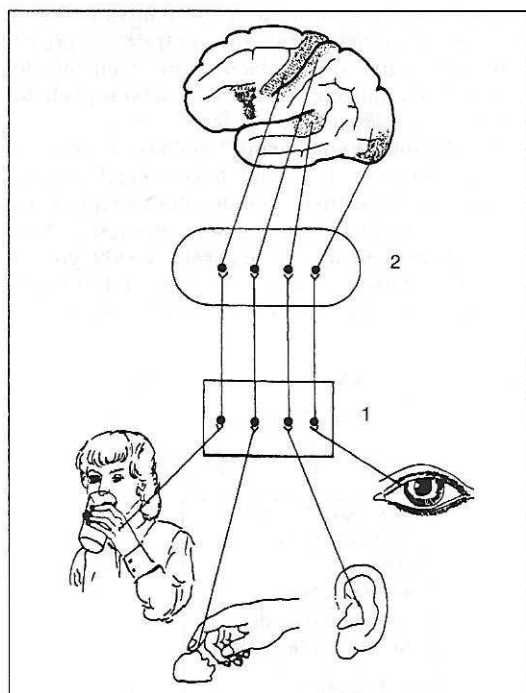
☐ ČIDLO (*analyzátor*)

se skládá ze tří částí:

1. Z periferního konce se specializovanými buňkami s vysokou citlivostí – **receptory**, které se dále rozlišují na:
 - **exteroreceptory**, přijímající podněty z vnějšího prostředí;
 - **interoreceptory**, přijímající podněty z vnitřního prostředí;
 - **proprioreceptory**, přijímající podněty ze svalů, šlach a kloubů.
2. Z **dostředivých nervových drah**, spojujících receptory s mozkovou kůrou. Tato spojení jsou tvořena zpravidla třemi neurony:

- z neuronu, vedoucího vzruch do míchy, prodloužené míchy nebo středního mozku;
- z neuronu, vedoucího vzruch dále do talamů mezimozku;
- z neuronu, vedoucího vzruch z talamu do mozkové kůry.

3. Z **korové části**, kde je prováděn **rozběr (analýza)** informace.



Přepojení dostředivých drah
1 – prodloužená mícha, 2 – mezimozek

□ ÚSTROJÍ ZRAKOVÉ

je citlivé na elektromagnetické vlnění o délce vlny 400 až 700 nm.

Orgánem zraku je **oko**. V **embryonálním vývoji** se zakládá jako váčkovitá vychlípenina mezimozku. Když se tento váček dotkne povrchového ektodermu, přemění se vchlípením v oční pohárek. Ektoderm vytvoří v místě dotyku základ čočky a z vnitřní vchlípené stěny se vyvine sítnice.

□ KOULE OČNÍ

je uložena v očníci, v tukové tkáni. Skládá se ze tří vrstev:

- **povrchové**, tvořené bělímou a rohovkou,
- **střední cévnaté**, tvořené cévnatkou, řasnatým tělesem a duhovkou
- **vnitřní vrstvy** – světločivá sítnice.

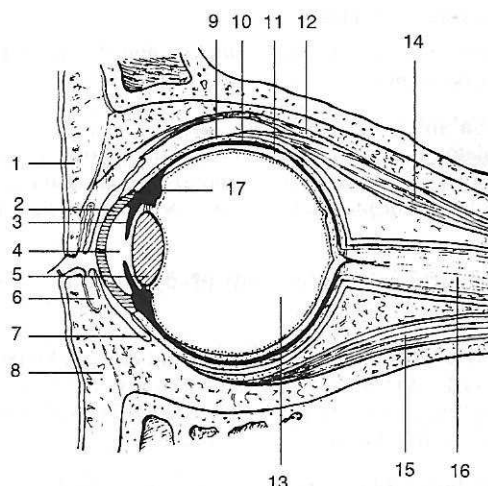


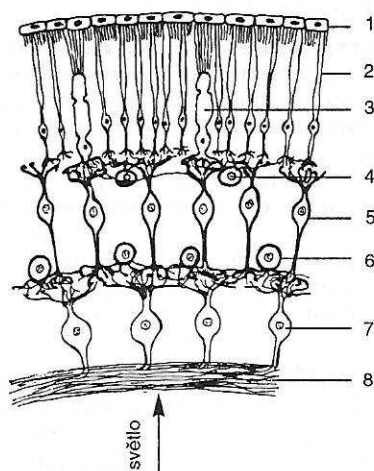
Schéma stavby oka

- 1 – horní víčko, 2 – rohovka, 3 – duhovka, 4 – zornice,
- 5 – čočka, 6 – Meibomova žláza, 7 – spojivka,
- 8 – dolní víčko, 9 – bělima, 10 – cévnatka, 11 – sítnice,
- 12 – zdvihač horního víčka, 13 – sklivec,
- 14 – horní přímý sval, 15 – dolní přímý sval,
- 16 – zrakový nerv, 17 – řasnaté těleso

• **Bělina (sclera)** je tuhá, bílá vazivová blána tloušťky 0,3 až 1 mm. Tvoří asi $\frac{1}{5}$ povrchu oční koule. Na bělimu se upínají okohybné svaly, vzadu bělimu prostupuje zrakový nerv. Vpředu přechází v průhlednou **rohovku (cornea)**, která je ve směru svislém vyklenutější než bělima.

• **Cévnatka (chorioidea)** vystylá zadní $\frac{2}{3}$ oční koule. Je červenohnědé barvy. Vedle četných cév obsahuje hojně buňky s hnědým pigmentem. Směrem dopředu vybíhá v kruhovitý val – **řasnaté těleso (corpus ciliare)** s četnými výběžky, na nichž je tenkými vlákny zavěšena **čočka**. Z krve, protékající kapilárami řasnatého tělesa, se tvoří **komorová voda**. Hladké svalstvo řasnatého tělesa mění svými stahy zakřivení čočky. Před řasnatým tělesem se zdvíhá kruhovitá clona – **duhovka (iris)**, která má uprostřed kruhovitý otvor – **zřítelnici** neboli **zornici (pupilu)**. Paprsky světla a kruhovitě uspořádané hladké svaly v duhovce způsobují rozšiřování nebo zužování zornice. Zpředu je duhovka modrá, šedá, žlutohnědá nebo černohnědá. Její barvu určuje množství v ní obsažených pigmentových buněk.

• **Čočka (lens)** je asi 4 mm silná, dvojbypuklá. Tahem vláček řasnatého tělesa se buď zplošťuje, nebo jejich ochabnutím se vyklenuje (**akomoduje**). **Akomodace čočky** umožňuje ostré vidění předmětů bližších než 5 m. Prostor mezi rohovkou a čočkou je rozdělen duhovkou ve dvě části: **přední a zadní komoru oční**, vyplněné komorovou vodou. Prostor mezi čočkou a sítnicí vyplňuje vodnatý, řidce rosolovitý **sklivec (corpus vitreum)**.



Stavba sítnice

- 1 – pigmentový epitel, 2 – tyčinky, 3 – čípky,
4 – horizontální buňky, 5 – bipolární buňky,
6 – bezvýběžkové buňky, 7 – gangliové buňky,
8 – vlákna zrakového nervu

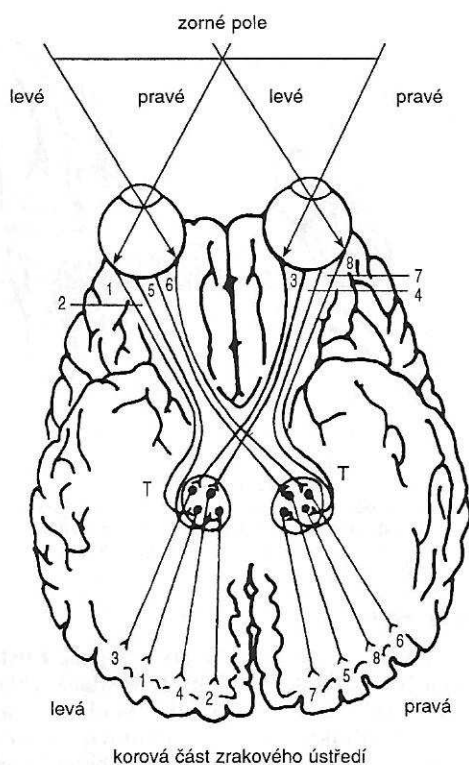


Schéma znázorňující vedení zrakových signálů

Podráždění z levých částí sítnice jsou neurity (axony) gangliových buněk (1, 2, 3, 4) přepojeny v levém talamu a vedeny dále do levé části zrakového ústředí.

Podráždění z pravých částí sítnice jsou neurity (axony) gangliových buněk (5, 6, 7, 8) přepojeny v pravém talamu a dále vedeny do pravé části zrakového ústředí.

T – talamus

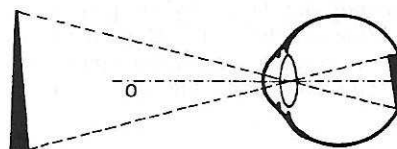
Překrývání zorných polí umožňuje prostorové vidění.

• **Sítnice (retina)** vystylá vnitřní povrch cévnatky. Je 0,2 až 0,4 mm silná. Je tvořena 4 vrstvami buněk. Vnitřní vrstva, přiléhající k cévnatce, je **vrstva pigmentová**, pod ní jsou smyslové buňky sítnice – **tyčinky** (asi 130 milionů) – **čípky** (asi 7 milionů). Výběžky těchto buněk jsou spojeny vrstvou **dvoj-pólových (bipolárních)** buněk, převádějících vzruchy z tyčinek a z čípků na čtvrtou vrstvu, tvořenou nervovými buňkami, jejichž neurity prostupují stěnou koule oční ve zrakovém nervu a vedou vzruchy do zrakových ústředí v mozku.

Místo, kde vystupuje z oční koule zrakový nerv, je bez tyčinek a čípků a nazývá se **slepá skvrna**. Největší nakupení čípků je asi 4 mm zevně od slepé skvrny na mírně vkleslém místě sítnice – tzv. **žltá skvrna**, která je místem nejostřejšího vidění.

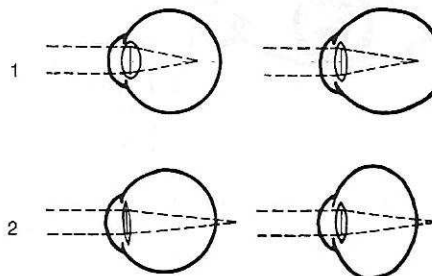
□ OPTICKOU SOUSTAVU OKA

tvoří **rohovka, komorová voda, čočka a sklivce**. Na rozhraní těchto světlopropustných prostředí se světelný paprsek láme, takže na sítnici se promítá ostrý, zmenšený a obrácený obraz pozorovaného předmětu.



Poruchy lomivosti se nazývají **refrakční vady**. Patří mezi ně:

- **Krátkozrakost (myopie)**, způsobená větším zakřivením čočky nebo prodloužením optické osy oka, takže obraz vzniká před sítnicí. Vada se napravuje čočkami (*rozptylkami*).
- **Dalekozrakost (hypermetropie)**, způsobená nedostatečným vyklenutím čočky nebo zkrácením optické osy oka, takže obraz vzniká až za sítnicí. Vada se napravuje čočkami (*spojkami*).



Vady oka

1 – krátkozraké oko, 2 – dalekozraké oko

• **Barevné vidění** umožňují čípky, soustředěné především ve žluté skvrně. Tři druhy čípků rozlišují tři druhy barev: modrou, zelenou a červenou. Jejich různým kombinováním vznikají barevné vjemy. Schopnost rozlišovat barvy se nazývá **barvocit**. Poruchy barevného vidění – **barvoslepost** – patří mezi dědičné choroby (viz str. 305). Nejčastější je částečná barvoslepost – neschopnost rozlišovat červenou a zelenou barvu (*daltonismus*).

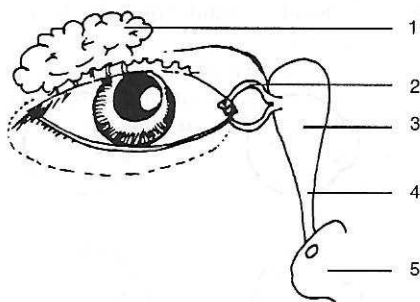
• **Vidění za šera** umožňují tyčinky, umístěné hlavně v okrajových částech sítnice. Nejsou vůbec ve žluté skvrně. Jsou citlivější na světlo, avšak nerozlišují barvy. Činnost tyčinek umožňuje **oční purpur – rhodopsin** (vzniká kombinací vitamínu A a bílkoviny opsinu), nacházející se v konečcích receptorových buněk. Světlem se rozkládá a generuje v buňce elektrický impuls. Ve tmě se rhodopsin opět obnovuje. Citlivost očí tedy závisí pravděpodobně na množství v nich přítomného rhodopsinu.

□ PRIDATNÉ ORGÁNY OKA

Jsou víčka, spojivka, ústrojí slzní a okohybné svaly. Víčka chrání oko zepředu. Jejich vnitřní stranu pokrývá **spojivka**, která ohybem přechází na oční kouli a kryje zepředu bělimu až po okraj rohovky. Štěrbínovitý prostor, který vzniká mezi spojivkou víček a spojivkou oční koule, se nazývá spojivkový vak.

• **Slzní žláza** je uložena v dutině očníkové nad oční koulí na její zevní straně. Otevírá se větším počtem vývodů do spojivkového vaku. Její sekret – **slzy** (*lacrimae*) vymývají spojivku a jsou roztírány po rohovce, kterou chrání před vysycháním. Slzy se shromažďují při vnitřním koutku očním, odtékají do slzního váčku a dále slzovodem do nosní dutiny.

Pohyby oční koule zajišťuje 6 příčně pruhovaných očních svalů. Poruchou některého z nich (*nebo jejich nervů*) vzniká **šilhání** (*strabismus*).



Slzní soustava

1 – slzní žláza, 2 – slzní vývod, 3 – slzný váček, 4 – nososlzní kanálek, 5 – nosní dutina

□ ÚSTROJÍ SLUCHOVÉ

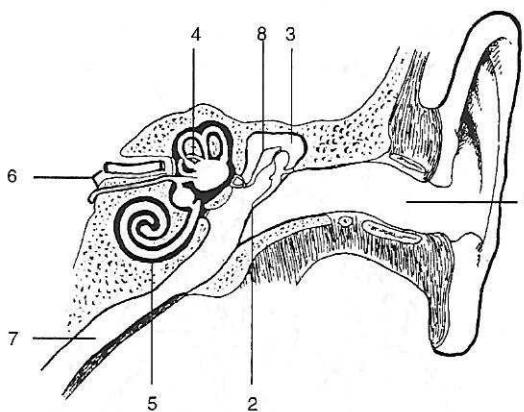
umožňuje rozlišování zvuků, které vznikají kmitáním pevných těles. Kmitání zdroje je přenášeno vlněním prostředí (*vzduchu, vody, pevných látek*) ke sluchovému ústrojí. Člověk rozlišuje zvuky v rozsahu 16 až 20 000 Hz.

Ucho (*auris*) se člení anatomicky a funkčně na tři části:

- ucho zevní,
- střední,
- vnitřní.

□ ZEVNÍ UCHO

se skládá z boltce a zevního zvukovodu. Slouží k zachycování a vedení zvuků. **Boltec** je tvořen pružnou chrupavkou. **Zevní zvukovod** je trubice dlouhá asi 2,5 cm. Je vystlán jemnou kůží s četnými mazovými žlázami. Proti střednímu uchu je zvukovod uzavřen bubínkem. **Bubínek** (*membrana tympani*) je pružná, 0,1 mm silná blána, která se se zvukovými vlnami, přicházejícími zvukovodem, rozkmitá.



Řez uchem

1 – zvukovod, 2 – bubínek, 3 – středoušní dutina, 4 – blanitý labyrint, 5 – hlemýžď, 6 – sluchový nerv, 7 – Eustachova trubice, 8 – sluchové kůstky

□ STŘEDNÍ UCHO

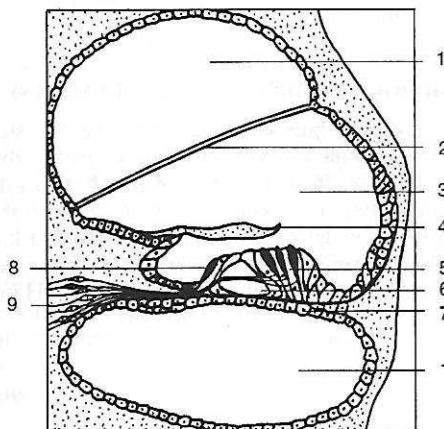
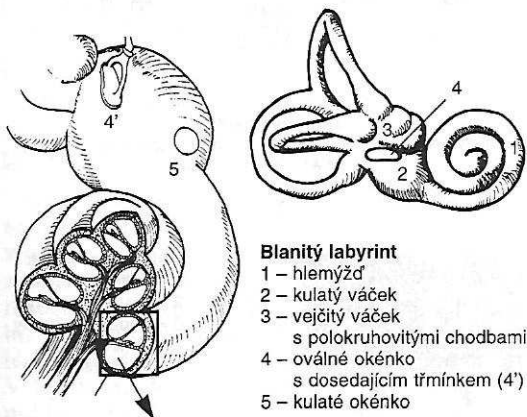
je dutina ve spánkové kosti, spojená **Eustachovou trubicí** s nosohltanem. Je vystlána tenkou sliznicí, která pokrývá i tři kůstky: **kladívko** (*malleus*); **kovadlinku** (*incus*) a **třmínek** (*stapes*). Kladívko je svým držátkem přirostlé k bubínku, oblou hlavičkou je kloubně spojeno s kovadlinkou a ta je spojena s třmínkem, jenž je zasazen do oválného okénka kosti skalní. Mezi plochou bubínku (50 až 90 mm²) a malou ploškou třmínku (3 mm²), kterou vyplňuje oválné okénko, je velký nepoměr. Kůstky tvoří systém pák, který pohyby bubínku takto koncentruje na malou plochu a dosahuje tím až třicetnásobné zvětšení síly kmitu.

□ VNITRNÍ UCHO

je uloženo v dutinách skalní kosti, které se souborně označují jako **kostěný labyrint**, skládající se ze tří polokruhovitých kanálků, z předsíně a hlemýžďe. Do předsíně vedou ze středoušní dutiny **dvě okénka: oválné**, do něhož je vsazen třmínek, a **kulaté**, uzavřené tenkou vazivovou blánou.

Dutiny kostěného labyrintu jsou vyplněny tekutinou – **perilymfou**, v níž se vznáší vlastní smyslový orgán – **blanitý labyrint**, tvořený dvěma váčky: vejčitým se třemi polokruhovitými chodbami a váčkem kulatým, na který se napojuje hlemýžď. Blanitý labyrint je vyplněn tekutinou – **endolymfou**.

Hlemýžď (cochlea) je blanitá, vazivová, slepě končící trubička, tvořící 2,5 závitů. Obsahuje vlastní sluchový ústroj – **Cortiho orgán**. Na průřezu je hlemýžď trojboký: spodní stěnu tvoří vlákna spodinové blanky, na níž spočívají šikmo o sebe opřené Cortiho sloupce, obsahující mezi vysokými buňkami buňky, které jsou opatřeny tuhými výběžky (**osinkové buňky**), k nimž se větví sluchový nerv.



Řez hlemýžděm
1 – patra hlemýžďe vyplněná tekutinou, 2 – blanka Reissnerova,
3 – hlemýžďový kanálek, 4 – blanka Cortiho,
5 – zevní sloupec Cortiho s osinkovými buňkami,
6 – tunel mezi Cortiho sloupci, 7 – spodinová blanka,
8 – vnitřní sloupec Cortiho s osinkovými buňkami,
9 – hlemýžďový nerv

□ VNÍMÁNÍ ZVUKU

Kmity z bubínku se přenesou sluchovými kůstkami na oválné okénko a jím na perilymfu. Chvění perilymfy působí zespodu na vlákna spodinové blanky, která se rozkmitá. Osinkové buňky svými výběžky narážejí na krycí membránu, a tím se podráždí. Hlubší tóny rozechvívají spodinová vlákna ve vrcholových závitech, vysoké tóny spodinová vlákna v počátečních závitech.

□ ÚSTROJÍ ROVNOVÁŽNÉ

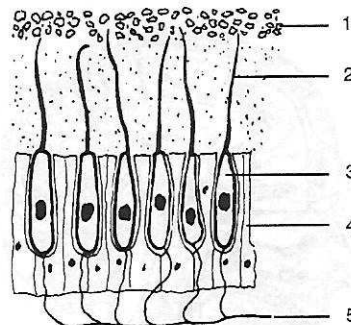
(statokinetické)

je součástí vnitřního ucha. Podle funkce se dělí na:

- čidlo statické (pro vnímání polohy),
- čidlo kinetické (pro vnímání pohybu).

□ STATICKÉ ČIDLO

má receptory uloženy v kulatém a vejčitém váčku blanitého labyrintu. V těchto blanitých útvech jsou malá políčka s vysokými epitelovými buňkami, zakončenými jemnými vlásky, které jsou zanořeny do vrstvičky hlenové hmoty, v níž jsou drobné krystalky vápenatých solí (**statokonií**). Při změně polohy hlavy se vlivem gravitace krystalky vychylují a dráždí vláskové buňky.



Receptory polohy
1 – krystalky vápenatých solí,
2 – vlásky ve vrstvě hlenové hmoty, 3 – vlásková buňka,
4 – podpůrné buňky, 5 – nerv

□ KINETICKÉ ČIDLO

má receptory uloženy v ampulách polokruhových chodeb. V každé ampule je vyvýšenina s vysokými buňkami, opatřenými dlouhými vlásky. Ty jsou podrážděny pohybem endolymfy při změně polohy (**pohybu**) hlavy.

Vzruchy, přicházející z receptorů blanitých váčků a polokruhových chodeb, jsou osmým mozkovým nervem přiváděny do mozkového kmene a odtud jsou vedeny do příslušných okřků mozkové kůry.

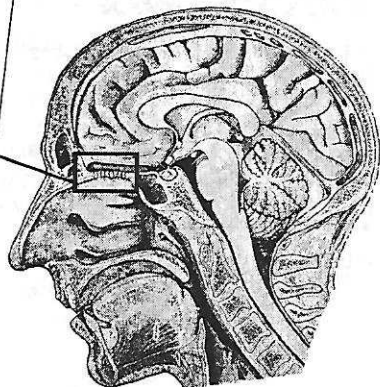
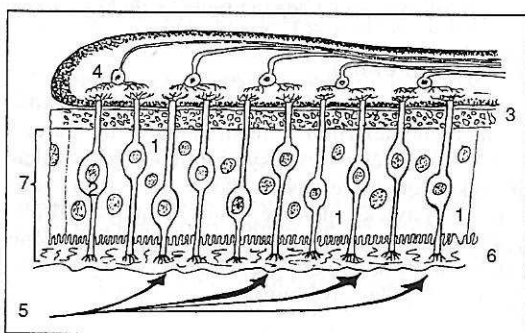
□ CHEMORECEPTORY

reagují na chemické podněty. Mají vztah k nejzákladnějším funkcím organismu: k orientaci, vyhledávání a přijímání potravy a k regulaci dýchání.

□ ŮSTROJÍ ČICHOVÉ

je drážděno pachovými látkami, rozptýlenými ve vzduchu. Receptory – **čichové buňky** tyčinkovitého tvaru s vláskovými výběžky se nacházejí na čichovém políčku v horní části nosní přepážky a stropu nosní dutiny.

Výběžky čichových buněk procházejí otvory v čichové kosti do lebeční dutiny a vstupují do čichového mozku, kde se přepojují

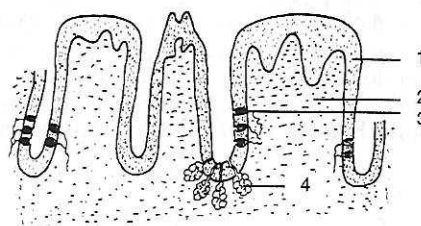


Řez čichovou sliznicí

- 1 – podpůrné buňky, 2 – receptorové buňky, 3 – čichová kost,
4 – čichový bulbus, 5 – zapáchající látky, 6 – slizová vrstva,
7 – čichová sliznice

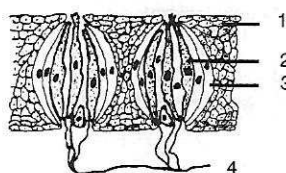
□ ŮSTROJÍ CHUTOVÉ

je tvořeno **chuťovými pohárky**, uloženými ve slizničním epitelu na jazyku, měkkém patře a v horní části hltanu. Chuťovými receptory jsou **chuťové buňky** pohárků. Buňky jsou opředeny vlákny mozkových nervů. Jsou drážděny látkami, rozpustnými ve slinách. Rozlišujeme **4 základní chuťové pocity**: slano, sladko, hořko a kyselo. Těmto čtyřem chutím odpovídají i čtyři druhy receptorů, které jsou na jazyku soustředěny do určitých pásů. Na hrotu jazyka převažují receptory pro sladké a slané látky, na okrajích jazyka jsou receptory pro vnímání kyselých a sladkých chutí a kořen jazyka je citlivý pro hořké látky.



Jazykové papily

- 1 – jazykový epitel, 2 – pojivová tkáň, 3 – chuťový pohárek,
4 – žlázy vylučující sliz



Chuťový pohárek

- 1 – jazykový epitel
2 – chuťové buňky
3 – podpůrné buňky
4 – senzorycké nervové vlákno

□ CHEMORECEPTORY OVLIVŇUJÍCÍ DÝCHÁNÍ

jsou skupiny buněk, nacházejících se v místech, kde se společná krkavice štěpí na vnitřní a vnější větev (viz str. 261). Jsou citlivé na obsah kyslíku a oxidu uhličitého v krvi. Informace jsou mozkovými nervy vedeny do mozkového kmene a k dýchacímu centru v prodloužené míše. Dýchací centrum obsahuje receptory, citlivé na změny pH krve.