

Smyslová soustava

Autor: Mgr. Jaromír JUŘEK

Kopírování a další využití výukového materiálu je povoleno pouze s uvedením odkazu na www.jarjurek.cz.

K vytvoření tohoto výukového materiálu byl použit volně dostupný zdroj ze SOŠ Kadaň.

BIOLOGIE ČLOVĚKA

SMYSLOVÁ ÚSTROJÍ

SLUCH, ČICH, CHUŤ A HMAT



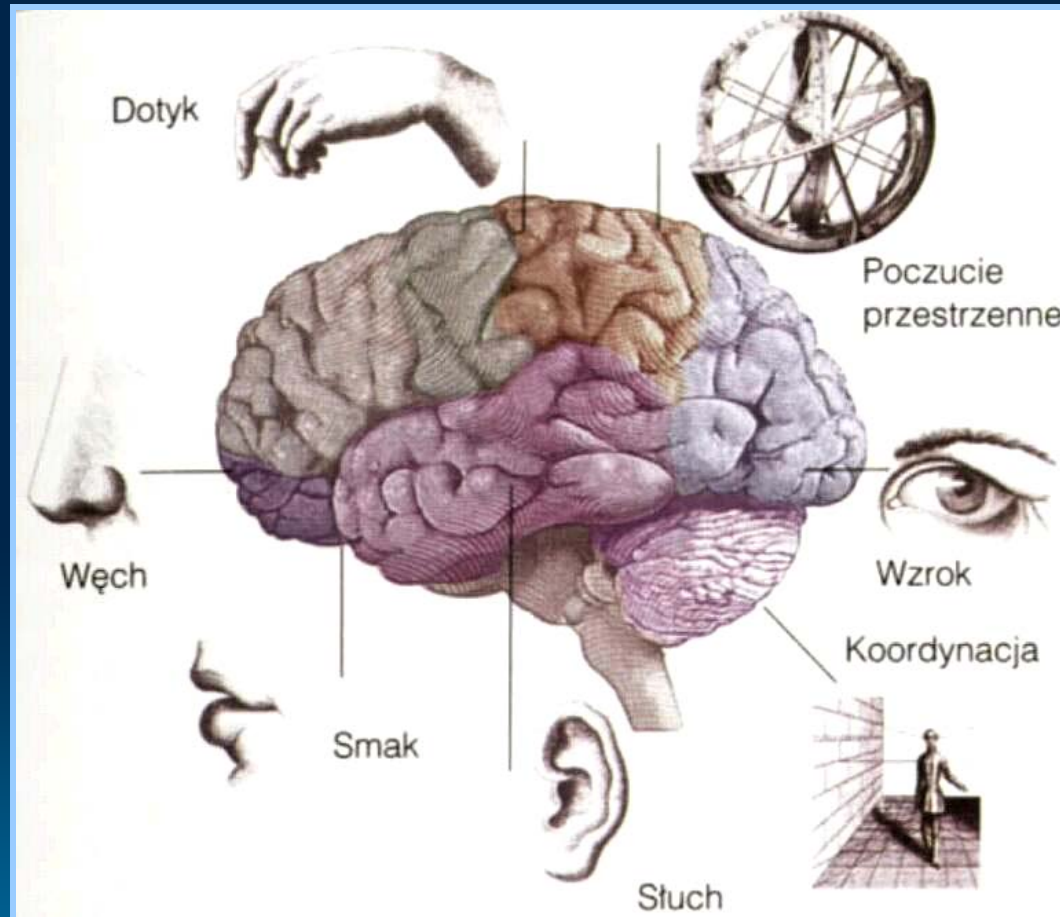
Receptory

- Umožňují přijímání podnětů (informací).
- Podněty jsou mechanické, tepelné, chemické a světelné (počítky).
 - **Mechanoreceptory** - změny tlaku, napětí a natažení. Najdeme je například v kůži, ve sliznicích, svalových vřetencích atd. Patří sem i zvukové receptory vnitřního ucha a receptory rovnovážného ústrojí.
 - **Termoreceptory** – specializované na přijímání tepelných podnětů.
 - **Chemoreceptory** – přijímače chuťových, čichových, orgánových a bolestivých podnětů.
 - **Radioreceptory** – tyčinky a čípky v sítnici oka, reagují na světelné (elektromagnetické) vlny.

Receptory

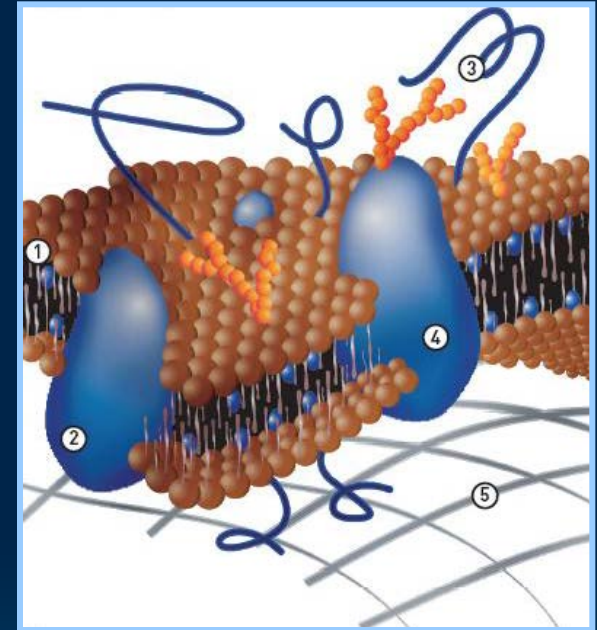
- Dále dělíme receptory na **exteroreceptory** (z povrchu těla a vnějšího prostředí) a **interoreceptory** (z vnitřního prostředí organismu).

Smyslová centra v mozkové kůře



Kožní receptory

- **Kůže** – velký recepční orgán drážděný podněty z vnějšího prostředí
- **Počítky**: dotyk, teplo, chlad a bolest
- **Nervová zakončení v kůži**:
 - Volná nervová zakončení v kůži (bolest)
 - Chladový receptor (Krauseho tělíska)
 - Tepelný receptor (Ruffiniho tělíska)
 - Hmatová tělíska (Vaterovo-Pacciniho tělíska)



Kožní receptory

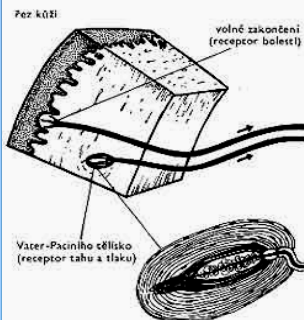
KOŽNÍ ČIDLA

Kůže je orgánem, jehož receptory jsou drážděny podněty ze zevního prostředí. Kůži cítíme bolest, teplo, chlad, dotyk a tlak. Každý z těchto kožních počítků vzniká drážděním speciálního receptoru. Množství receptorů pro jednotlivé počítky je různé. Nejvíce jich je pro vnímání dotyku – v celém povrchu těla okolo 500 000. Počet chladových zakončení se odhaduje na 250 000, zatímco tepelných na pouhých 30 000 pro celý povrch těla. Rovněž rozložení kožních čidel je nerovnoměrné. Nejvíce dotykových čísel je na špičce jazyka, v bříšcích prstů a v dlaních, nejméně na stehnech a zádech. Obdobně i počet receptorů pro vnímání chladu a tepla je větší na čele nebo na hřbetu rukou než např. mezi lopatkami. Také v centrální části kožního analyzátoru je rozsah okruhu odpovídajících určité oblasti kůže tím větší, čím více obsahuje receptorů.

Adaptace chladového čidla – záznam impulsů

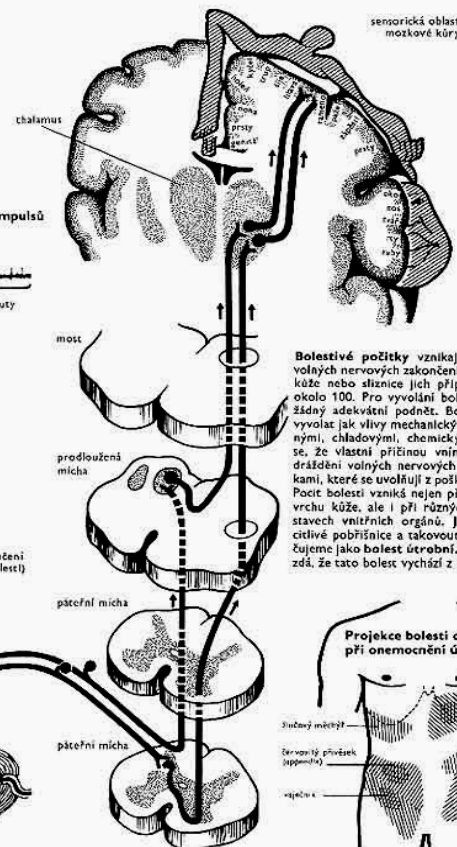


Na receptory, kterými vnímáme teplo a chlad, působí nejen teplota vnějšího, ale i vnitřního prostředí. Nikdy vlastně nevnímáme přesnou teplotu okolí nebo určitého předmětu, ale relativní změnu teploty kůže v daném okruhu (po studené sprše se i vlažná voda zdá teplá apod.). Značnou úlohu zde má adaptace čidla. To znamená, že přestáváme podnět vnímat, popřípadě nerozlišujeme frekvenci dráždění.

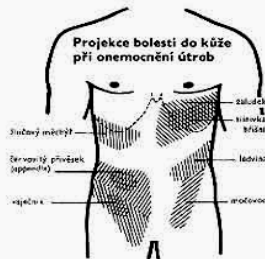


Vnímání dotyku a tlaku informuje o charakteru povrchu předmětu, o materiálu, ze kterého je proveden, i např. o tom, zda je v úplném klidu či zda se zachvívá apod.

Máme tedy při styku s kožním povrchem komplexní kožní počítěk, kterému říkáme hmat.



Bolestivé počítky vznikají při dráždění volných nervových zakončení. Na jeden cm² kůže nebo sliznice jich připadá průměrně okolo 100. Pro vyvolání bolesti neexistuje žádný adekvátní podnět. Bolest je možno vyvolat jak vlivy mechanickými, tak i tepelnými, chladovými, chemickými apod. Zdá se, že vlastní příčinou vnímání bolesti je dráždění volných nervových zakončení látkami, které se uvolňují z poškozených tkání. Pocit bolesti vzniká nejen při dráždění povrchu kůže, ale i při různých chorobných stavech vnitřních orgánů. Jde o dráždění citlivé pobídnice a takovou bolest označujeme jako bolest útrobní. Někdy se nám zdá, že tato bolest vychází z kůže.



Čich

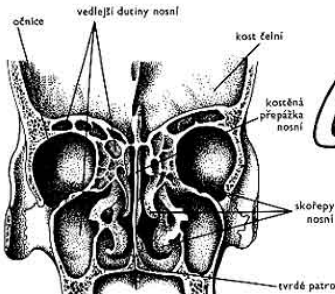
- Specializované chemické receptory mají vztah k nejzákladnějším funkcím – k orientaci, vyhledávání a příjmu potravy a k regulaci dýchání
- Čichovým orgánem je malé „čichové políčko“ ležící v horní třetině přepážky nosu a stropu nosní dutiny, celková plocha je asi 2,5-3 cm.
- Čichové buňky – nervové buňky, které svými výběžky tvoří první neuron čichové dráhy, spojením s dalšími neurony v mozkové tkáni vedou čichové vzruchy do kůry na spodní ploše čelních laloků – korové čichové centrum.

Čich

ČICH

66

Orgánem čichu je čichový epitel, kryjící sliznici („čichová sliznice“) v nejširší části dutiny nosní. Celková plocha této oblasti u člověka měří na každé straně jen okolo 1,5 cm². Vlastním receptorem je čichová buňka, ze které vyčníhá několik čichových vlásků. Z čichových buněk se vedou vzruchy k dalšímu neuronu a jím dále do centrálních čichových útřelí na spodní spánkových laloků.



Příčný řez částí lebky – pohled zezadu

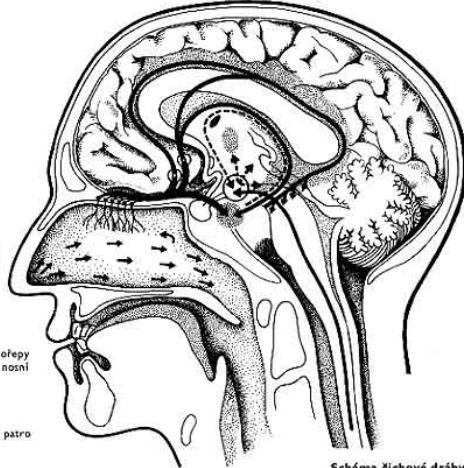


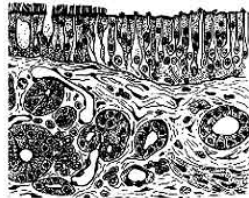
Schéma čichové dráhy

K podráždění čichových receptorů dochází jediné tehdy, jestliže plynné látky rozpštěné ve vdechovaném vzduchu se dostanou přímo do styku s vláskovými zakončeními čichových receptorů. Přitom jsou čichové

receptory k některým látkám velmi citlivé, k jiným méně. Tak např. stačí, aby v 1 litru vdechovaného vzduchu byla koncentrace sirovodíku 1:1 000 000 000 g a už cítíme jeho charakteristický zápach.

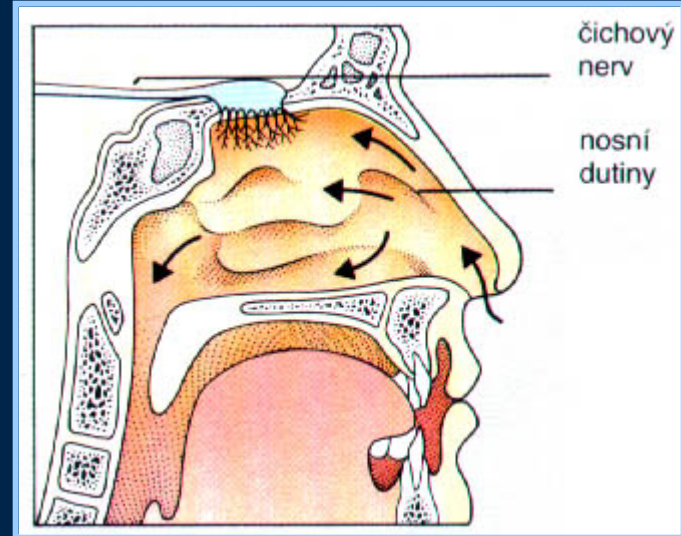
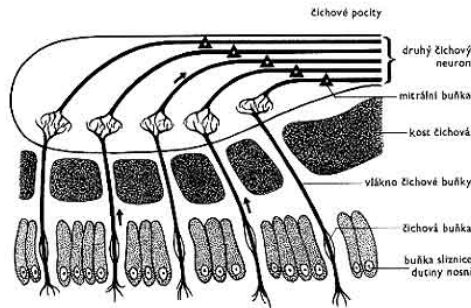
Při klidném dýchání vzduch nepřichází do přímého styku s čichovým epitelem. Plynné látky k čichové sliznici pouze difundují. Při úmyslném čichání se mění vzdušné proudy v nosních průduchách a plynné látky se dostávají do přímého styku s čichovým epitelem. Při dýchání ústy nemáme naopak žádný čichové pocity.

dýchací oblast Čichová oblast



zvětšeno 250x

Čichový orgán odpovídá na dlouhodobé působení vůně nebo zápachu snížením citlivosti, tj. adaptuje se. Když člověk delší dobu pobývá v silně aromatickém prostředí, přestává jeho vůni cítit. Jestliže však do prostředí pronikne jiná aromatická látka v dostatečné koncentraci, ihned ji ucítí.



Chuť

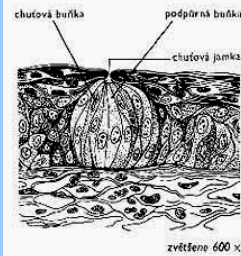
- **Chuťový orgán** - drobné vejčité chuťové pohárky (asi 9000) rozptýlené v ústní dutině, ve sliznici jazyka, měkkého patra, na zadní stěně hltanu a na hrtanové příklopce.
- **Chuťové receptory** – chuťové buňky pohárků s nervovými vlákny hlavových nervů – vedou vzruchy do mozkového kmene a dále do chuťového centra.
- **Základní počítky** – sladké, slané, hořké, kyselé.

Chuť

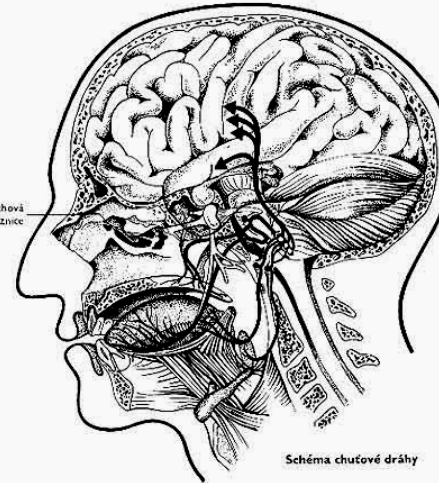
CHUŤ

67

Orgánem chuti jsou chuťové pohárky, umístěné těsně pod povrchem sliznice v duté ústní a ojedinelé také v hltanu a na přiklopec hrtanu (epiglottis). Zejména mnoho jich je lokalizováno na jazyku. Počet chuťových pohárků se u člověka pohybuje kolem 9000.



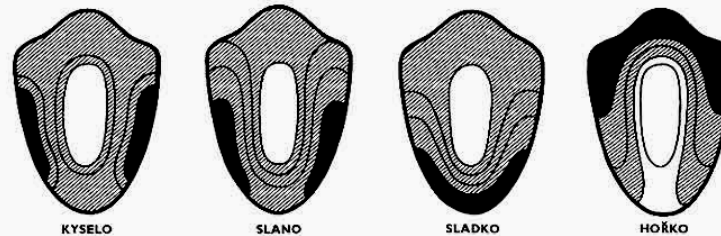
Adekvátním podnětem pro dráždění chuťového receptoru jsou rozpustné látky. Přitom výsledný vjem je kombinací čtyř základních chuťových počteků: sladkého, slanného, kyselého a hořkého. Zdá se, že každý z těchto počteků vzniká ve specializovaném receptoru. Sladko vnímáme na špičce jazyka, slano a kyselo po stranách, hořko na kořeni jazyka. Jednotlivé okrsky se ovšem překrývají. Střed jazyka neobsahuje chuťové pohárky a je citlivý pouze na dotyk, teplo a bolest.



Dráždění chuťových receptorů vyvolává vzruchy, které jsou aferentními nervovými vlákny vedeny do prodloužené míchy. Zde se vzruchy jednak přepojují na další neuron vedoucí do korové části chuťového analyzátoru (v blízkosti okrsku pro citlivost obličeje),

jednak vyvolávají podráždění různých center zde uložených a vedou k uskutečnění řady reflexních dějů (slinění, vylučování žaludeční kyseliny apod.). Ve vyvolání sekrece trávicích šťáv při chuťových podnětech je i biologický smysl tohoto specializovaného čidla.

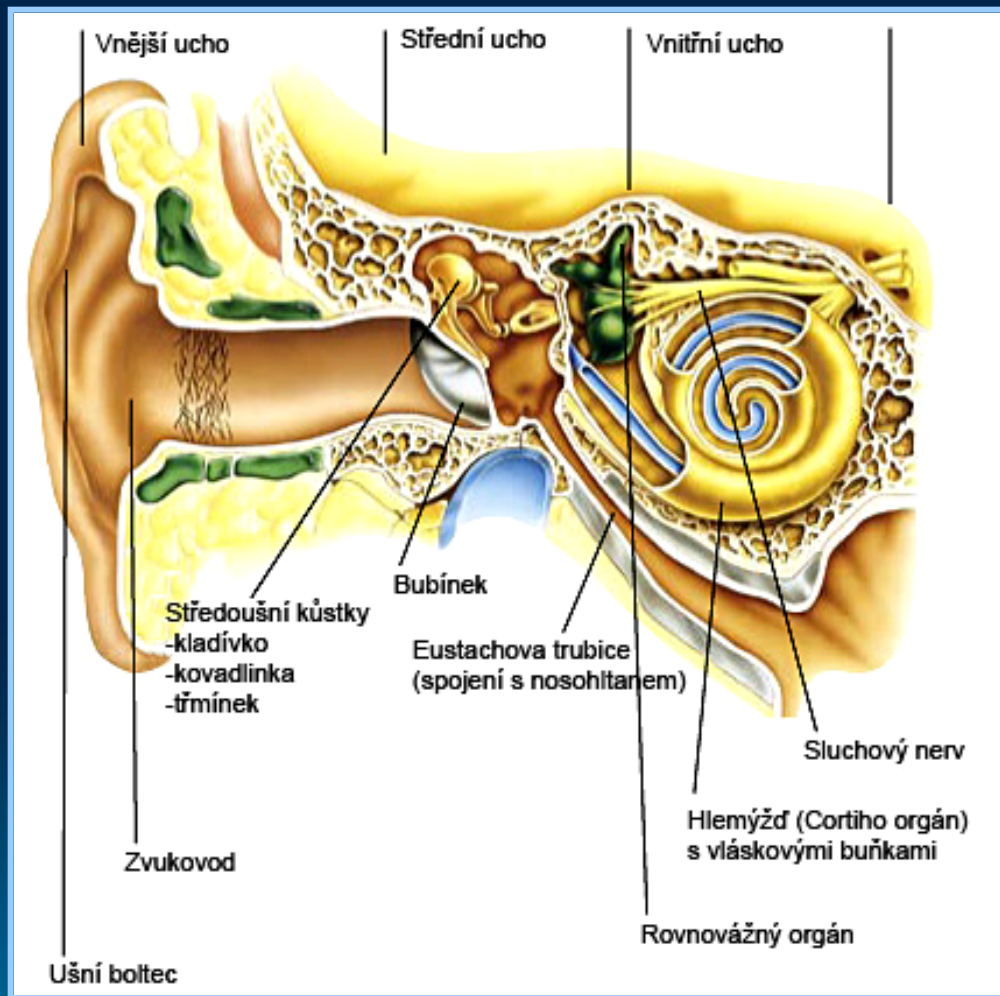
Citlivost jazyka pro hlavní chuťové kvality



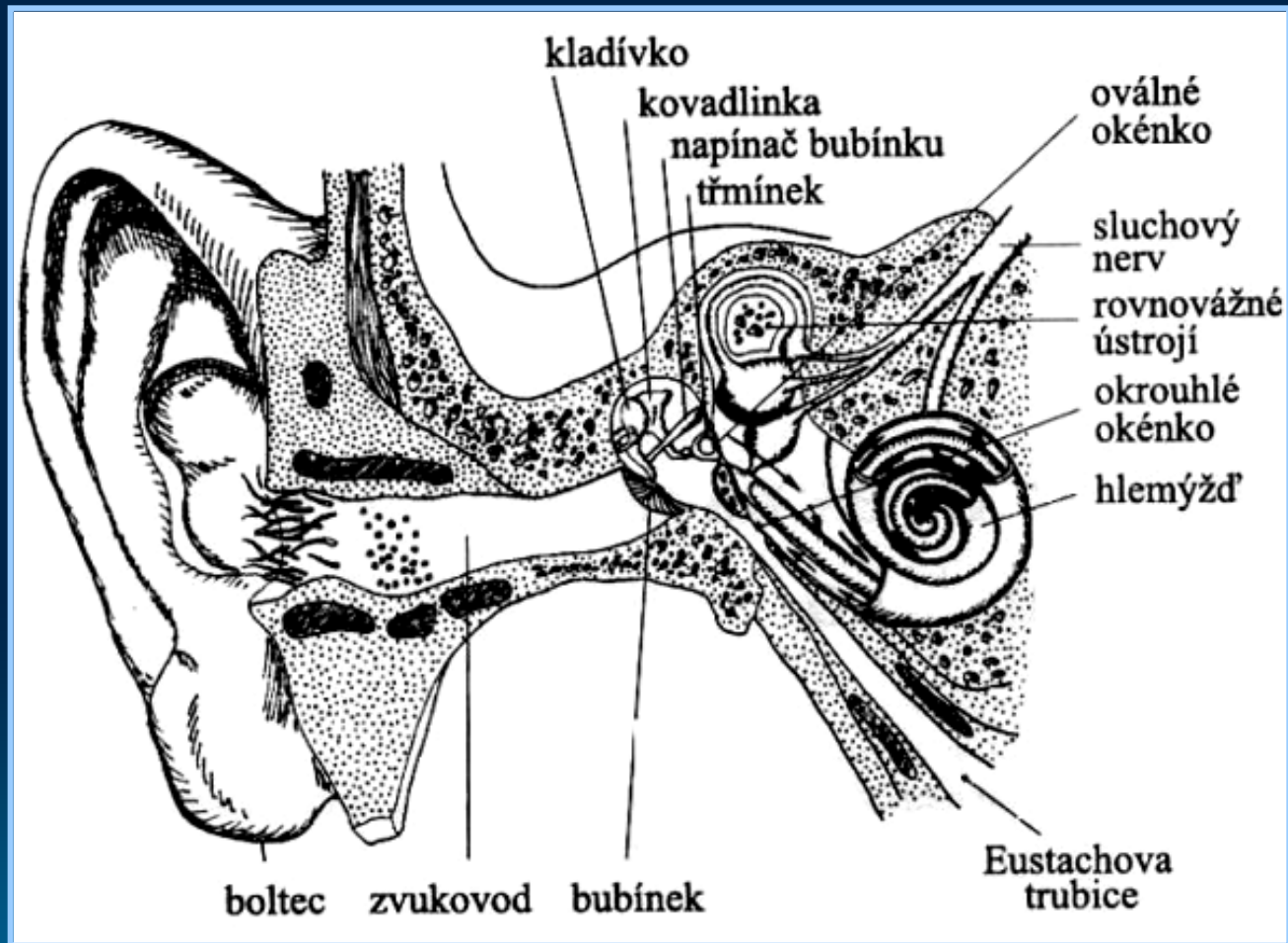
Sluch a rovnováha

- **Zvuk vzniká kmitáním pevných těles.**
- **Části sluchového ústrojí:**
 - **Zevní ucho (boltec) – chrupavka pokrytá kůží, boltec přechází do chrupavčité trubice zevního zvukovodu, která dále pokračuje kostnatým úsekem zvukovodu a končí bubínkem.**
 - **Bubínek – oválná vazivová blanka, na vnitřní ploše se k bubínku připojuje středoušní kůstka – kladívko.**

Sluch a rovnováha



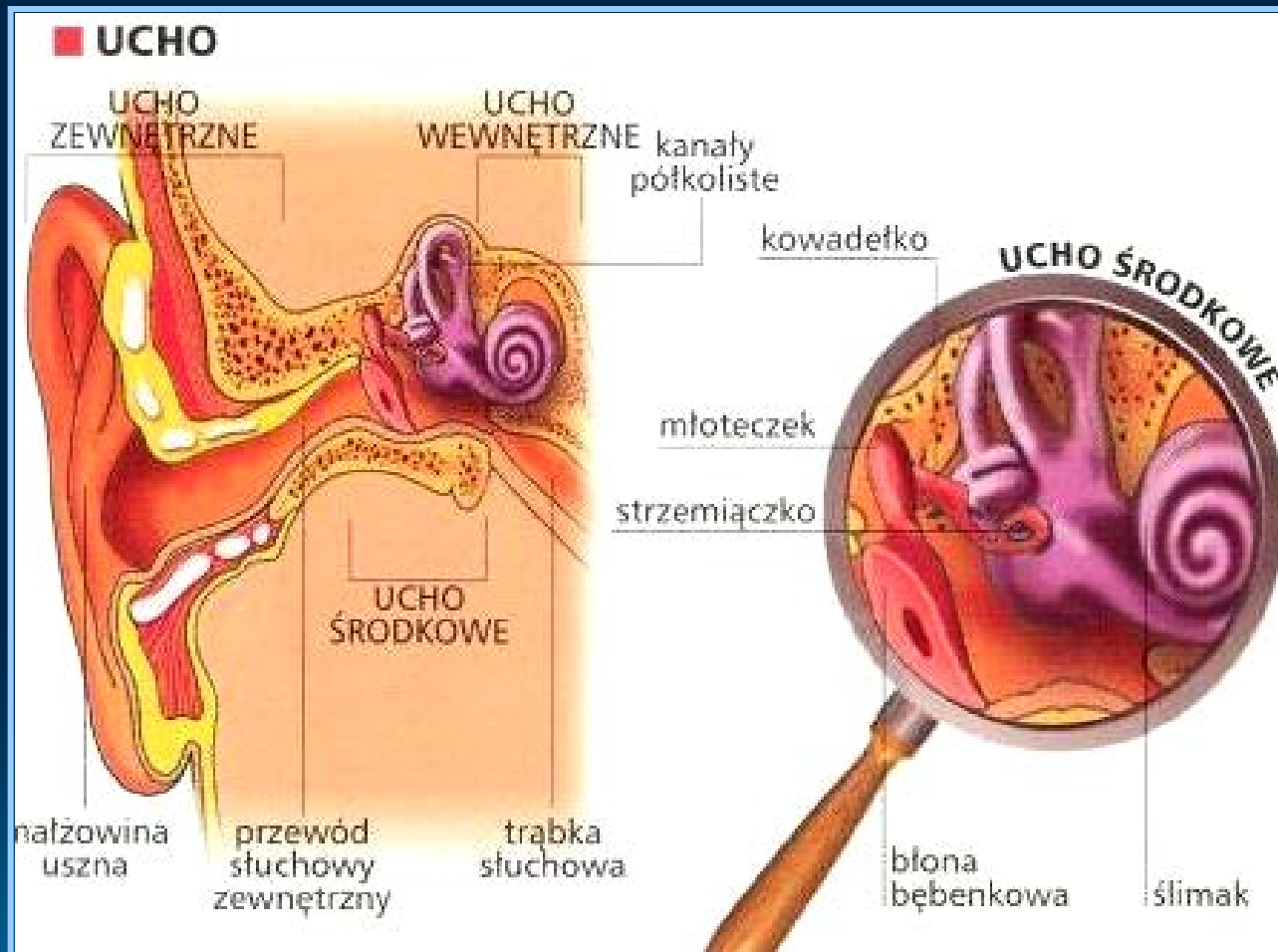
Sluch a rovnováha



Střední a vnitřní ucho

- **Středoušní dutina** – malý komůrkovitý prostor uvnitř spánkové kosti (dutina spojena s Eustachovou trubicí a nosohltanem).
- **3 sluchové kůstky**: kladívko, kovadlinka a třmínek (čočkovitá kůstka) – přenos kmitů bubínku do vnitřního ucha.
- **Vnitřní ucho** – uzavřený prostor ve spánkové kosti.
- **Sluchový orgán** – blanitý hlemýžď a uvnitř Cortiho orgán s vlastními sluchovými receptory – přenos vzruchů do mozkové kůry spánkového laloku (sluchové centrum).

Střední a vnitřní ucho



Sluch a rovnováha

SLUCH 70

Sluchové ústrojí se dělí na 3 části: **zevní ucho**, které tvoří bořtec a zevní zvukovod zakončený bubínkem, **střední ucho** tvořené středními dutinami s osmi kůstkami

kladivkem, kovadlinkou a třmínkem a **vnitřní ucho**, tj. hlemýžď s vlastním žídem (Cortiho orgánem).

Cortiho orgán – barvení: hematoxylin-eosin

zvětšení 400x

Sluchový analyzátor je nejdůležitější analyzátor v lidském těle. Práh slyšení odpovídá nepatrné tlakové energii (5×10^{-14} erga). Horní mez slyšitelnosti je intenzita zvuku 130 db, kdy v uších vzniká bolestivý tlak. Tóny rozlišujeme v rozsahu 11 oktáv od 16 do 20 000 kmitů za vteřinu. Nejvyšší tóny působí na začátku, nízké na konci hlemýžďe. S věkem schopnost rozlišovat tóny poněkud ubývá.

Sluchové vlny, které jsou zachycovány zevním uchem, rozkmitají bubínek na konci zevního zvukovodu. Líně rozkmitají kladívko, které je svým držadlem připojeno z vnitřní strany na bubínek. Kladívko přenese kmitání přes kovadlinku na třmínek vzátený do zvláštního okénka (oválné okénko) mezi středním a vnějším uchem. Sluchovými kůstkami se kmitý zmenšují přibližně na 1/3 a jejich síla se zároveň zvětšuje. Kostěné vnitřní ucho čili labirint obsahuje jemný blanitý kanálek stočený do tvaru hlemýžďe. Uvnitř hlemýžďe je tekutina zvaná endolymfa. Prostor blanitého hlemýžďe je přepažen a na této přepážce jsou uloženy buňky vlastního sluchového receptoru (Cortiho orgán). Při rozehvění třmínku se rozkmitá perilymfa, obklopující blanitý hlemýžď. Rozvěnění perilymfy se přenáší na endolymfu, která dráždí živé buňky v Cortiho orgánu. Vznuchy v nich vznikající jsou přivedeny sluchovým nervem až do korové části sluchového analyzátoru, tj. do kůry spánkových laloků. Spojení jadra centrální části sluchového analyzátoru s okolní kůrou umožňuje sluchové asociace, především rozumění řeči.

Střední ucho, šipky ukazují směr pohybu. Červené linie jeho rozsah

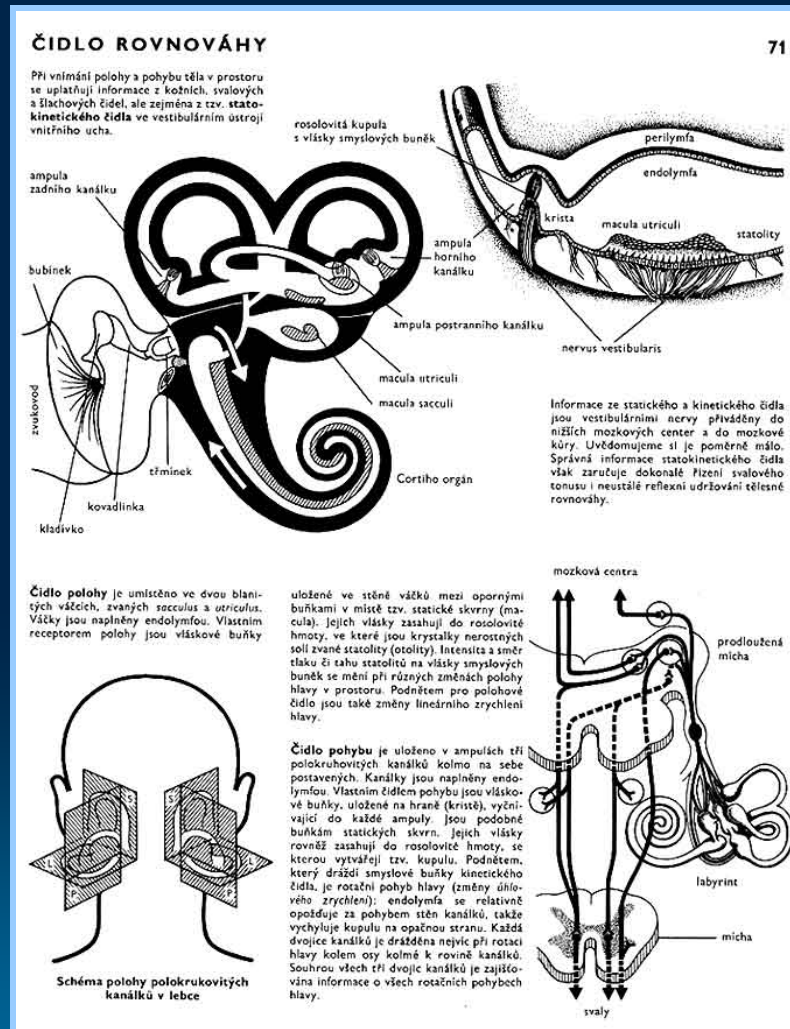
Schéma blanitého hlemýžďe (nejvyšší tóny působí na počátku, nízké na konci hlemýžďe)

Lokalizace korové oblasti sluchu u člověka

Sluchové pole

Výška vnímaného zvuku závisí na frekvenci, s jakou kmitá vzduchový sloupec v zevním zvukovodu. Vysoké tóny mají vyšší frekvenci než tóny hluboké. Síla zvuku závisí na amplitudě kmitání vzduchových částí. Čím větší je rozsah kmitání, tím silnější je zvuk.

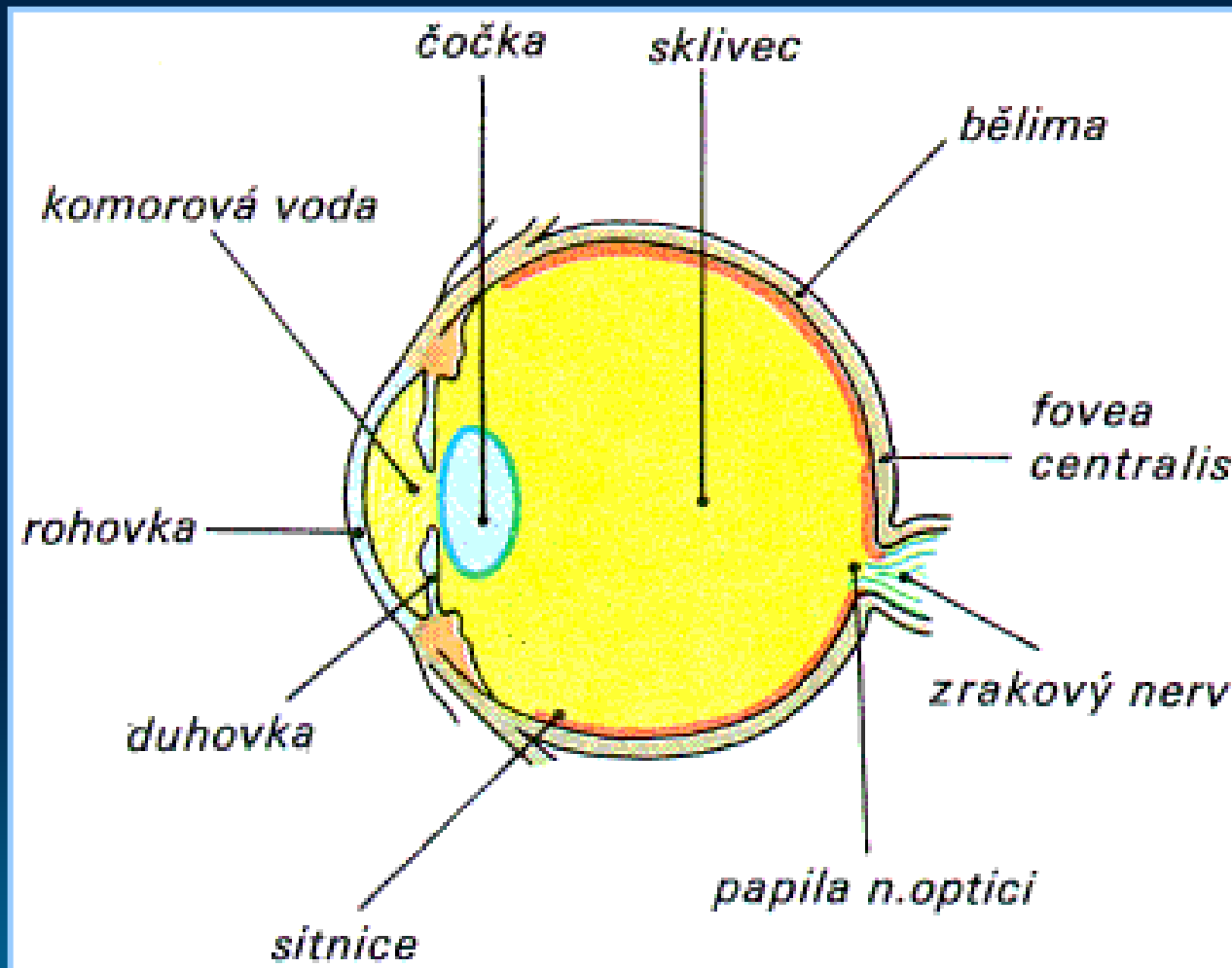
Sluch a rovnováha



Zrak

- Zrakový orgán – oční koule, uložena v dutině očníce, vchod do očníce uzavřen víčky.
- Složení stěny oka:
 - Zevní vazivová vrstva – bělima, vpředu přechází v rohovku
 - Střední cévnatka – bohatá na cévy, obsah pigmentu, vpředu přechází v řasnaté těleso (připojuje se na pouzdro čočky), před čočkou duhovka - uprostřed kruhovitý otvor – zornice.
 - Sítnice – uloženy tyčinky (vnímání světla) a čípky (vnímání barev).
 - Oční komory vyplňuje komorová voda (přední a zadní) a sklivec.
- Přídatné orgány oka – víčka, spojivka a slzná žláza.

Zrak

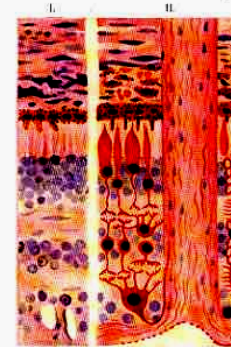
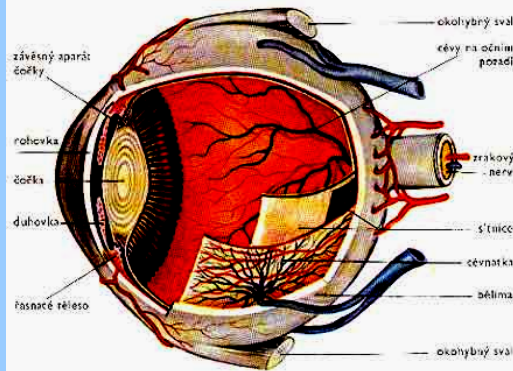


Zrak

ZRAK (I)

Zrak umožňuje rozlišit větší charakteristický předmět, jako barvu, tvar a velikost, informuje nás o jejich vzdálenosti i pohybu.

Periferní část zrakového analyzátoru tvoří oko, uložené v očníci.



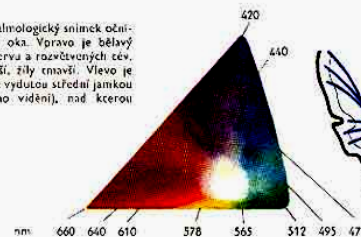
Řez zadní stěnou oční koule (I. histologický preparát, barvení - hematoxylin - eosin, zvětšeno 400 x, II. - schéma). Vnitřní můžeme rozlišit 10 buněčných vrstev. Nejdůležitější z nich je vrstva tyčinek a žipků, což jsou vlastní číve buňky zraku.



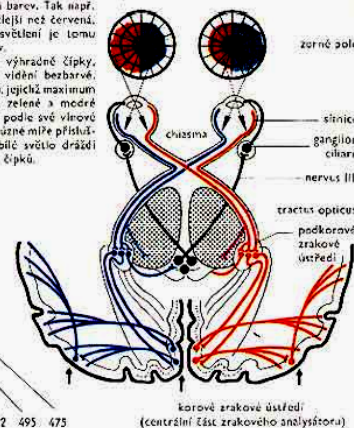
K podráždění tyčinek a žipků dochází působením světla, jehož barva je z fyzikálního hlediska dána vlnovou délkou. Citlivost elementů sítnice je asi 3000krát větší než citlivost fotografické emulze. Práh citlivosti je jiný při vidění za dne, jiný za šera. Mění se přitom i pořadí jasnosti barev. Tak např. modrá se zdá za šera světlejší než červená, ačkoliv za normálního osvětlení je tomu naopak - tzv. Purkinův jev.

Barevnému vidění slouží výhradně žipky, kdežto tyčinky umožňují vidění bezbarvé. V sítnici jsou tři typy žipků, jejichž maximum dráždivosti je v červené, zelené a modré části spektra. Další barvy podle své vlnové délky a intenzity dráždí v různé míře přibližně typy žipků, přičemž bílé světlo dráždí současně všechny tři typy žipků.

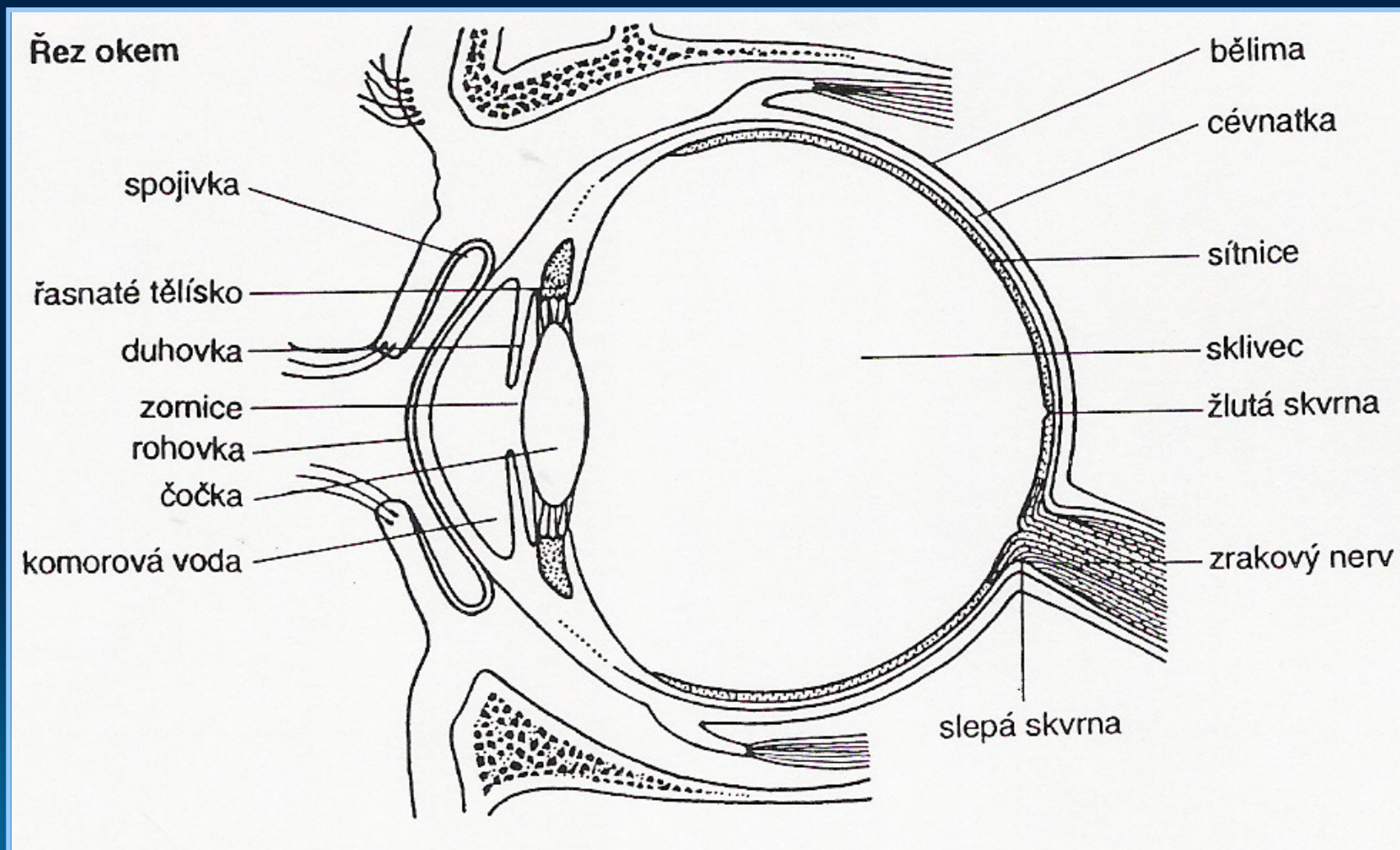
Oční pozadí - oftalmologický snímek očního pozadí pravého oka. Vpravo je bělavý vstup zrakového nervu a rozvětvených cév. Tepny jsou světlejší, žíly tmavší. Vlevo je žlutá skvrna ležící vyduťou střední jamkou (místo nejostřejšího vidění), nad kterou neleží žádné cévy.



Vzruchy vybavené v tyčinkách a žipcích jsou dostředivým vlásky přiváděny do nervových ústředí v mozku. V konové části zrakového analyzátoru se uskutečňuje vlastní uvědomování a světelních i barevných podnětů.



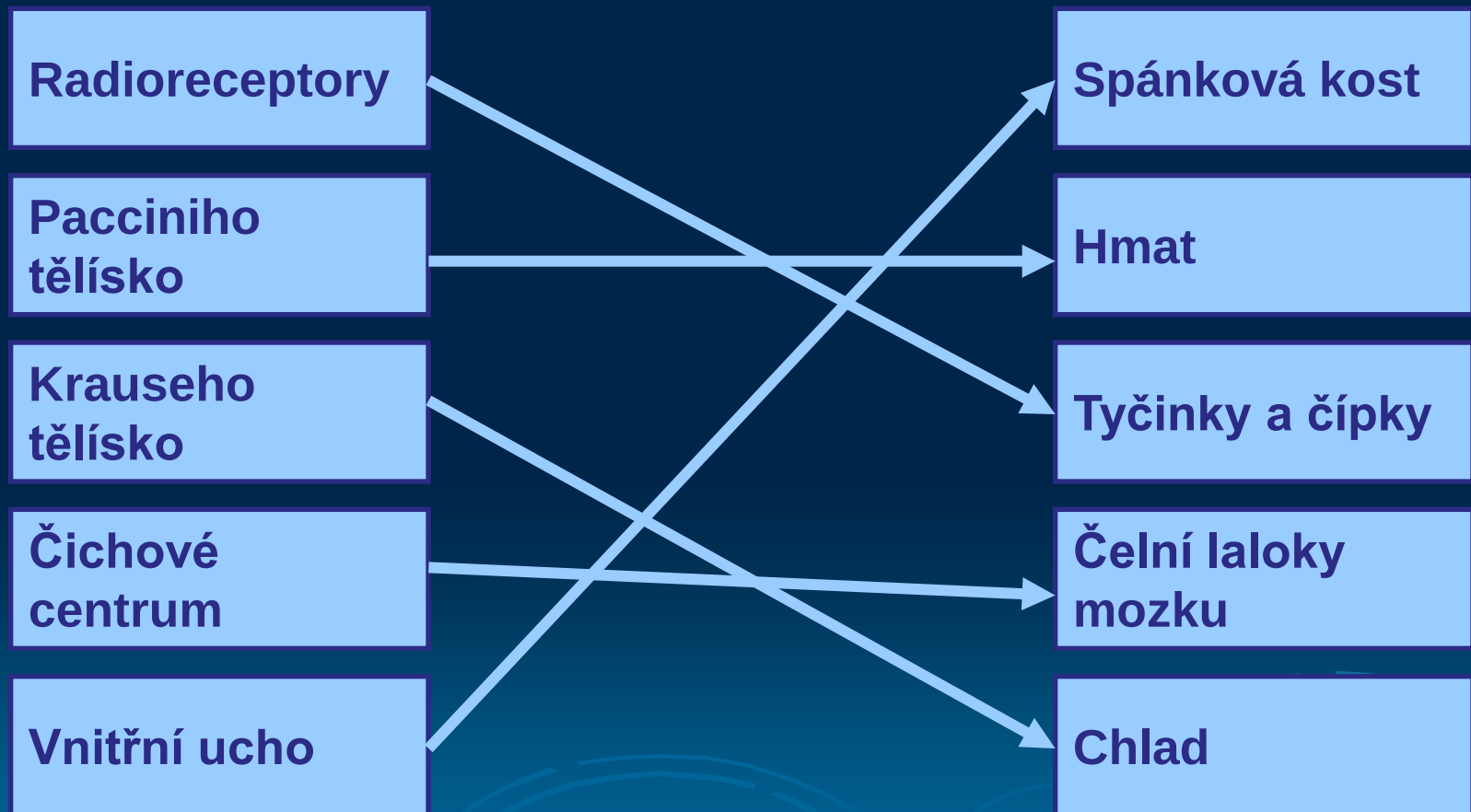
Řez okem



Opakování

1. Co jsou radioreceptory?
2. Co je čichovým orgánem?
3. Která sluchová kůstka je připojena k bubínku, vyjmenujte všechny?
4. Čím je zajištěno vyrovnání tlaku ve středoušní dutině?
5. Kde jsou uloženy orgány vnímání pohybu?
6. Které buňky zajišťují vnímání světla a barev, čeho jsou součástí?

Přiřazování pojmů



Použité zdroje

- Dylevský, I., Trojan, S.: *Somatologie I., II.* Avicenum, Praha, 1990
- <http://www.fi.muni.cz>
- <http://www.interton.cz>
- <http://fyzika.gbn.cz>



Obsah



1. Smyslová soustava

2