



STŘEDNÍ PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA SDĚLOVACÍ TECHNIKY

110 00 Praha 1, Panská 856/3,

☎ 221 002 111, 📠 221 002 666, www.panska.cz, e-mail: sekretariat@panska.cz



ABSOLVENTSKÝ PROJEKT

SMYSLY V EXPERIMENTECH

Autor: **Leona Červová**

Studijní obor: **78-42-M/01 Technické lyceum**

Školní rok: **2012/2013**

Kód třídy: **09L**

ANOTACE:

Práce obsahuje teorii lidských smyslů z pohledu fyziky. Propojuje teorii fyziky daného smyslu s podrobným popisem z pohledu biologie. Jsou zde uvedeny i různé vady jednotlivých smyslů. Na závěr je uvedená série experimentů, které tyto smysly dokazují. Tato práce by měla každému pomoci pochopit, jakým způsobem fungují orgány, díky kterým vnímáme okolí.

ANNOTATION:

The work includes the theory of human senses in terms of physics. It combines theory physics given meaning with a detailed description from the perspective of biology. There are presented various defects of the senses. Finally, it listed a series of experiments that demonstrate these senses. This work should help everyone to understand how work our organ, thanks to which we perceive the surroundings.

Úvod

Už od základní školy mě zajímala biologie a fyzika, proto jsem si vybrala pro svou práci téma lidské smysly. Chtěla bych toto téma rozepsat a uvést i některé jednoduché pokusy, které prokáží některé vlastnosti lidských smyslů nebo upozorní na jejich nedostatky.

Jako první jsem popisovala nejdůležitější orgán lidských smyslů – oko. V této kapitole bych vás chtěla seznámit s jeho stavbou, funkcí a vadami oka s jejich následným možným vyléčením. Dále v této části bude stručný popis subjektivních a objektivních přístrojů. Poté jsem popsala další smyslový orgán – ucho; to je velmi důležité ke vnímání zvuků. Zde opět představím z čeho se ucho skládá, jaké má funkce a jaké může ucho mít nemoci. Následně jsem zvolila již třetí smyslový orgán – nos, který jsem velmi stručně popsala. Dalším smyslovým orgánem, který se v této práci nachází, jsou ústa; popíši, jak člověk chuť vnímá a jaké chutě rozlišujeme. Poslední, o čem bych se chtěla zmínit, je hmat.

Cílem práce je, aby se lidé dozvěděli něco víc o smyslových orgánech a abych já sama se o této problematice dozvěděla více. Řadu vlastností popsaných smyslů prokážeme i experimentálně.

Historický vývoj poznatků o oku

Dříve činnost oka vysvětlovali učenci zejména z biologického pohledu. Z fyzikálního pohledu začal oko studovat Leonardo da Vinci (1452 - 1519) (obr. 1). Chtěl vyrobit model lidského oka z umělých materiálů. Po něm začal zkoumat oko začal německý vědec Johannes Kepler (1571 - 1630) (obr. 2). Kepler poprvé na začátku 17. století vyslovil myšlenku, že obraz, který vzniká na sítnici, je převrácený. Také pochopil, že čočka je nutná pro akomodaci oka (proces přizpůsobení oka na pozorování předmětů v různých vzdálenostech). Nicméně Kepler myslel, že akomodace se provádí tím, že se mění vzdálenost mezi čočkou a sítnicí. Teprve na počátku 19. století anglický fyzik Thomas Young (1773 - 1829) (obr. 4) vyslovil myšlenku, že mechanismus akomodace je dán změnou zakřivení povrchu čočky. Také významný příspěvek k fyziologické optice představil anglický fyzik Isaac Newton (1643 - 1727) (obr. 3). Položil základ pro moderní popis barevného vidění.



Obr. 1: Leonardo da Vinci



Obr. 2: J. Kepler



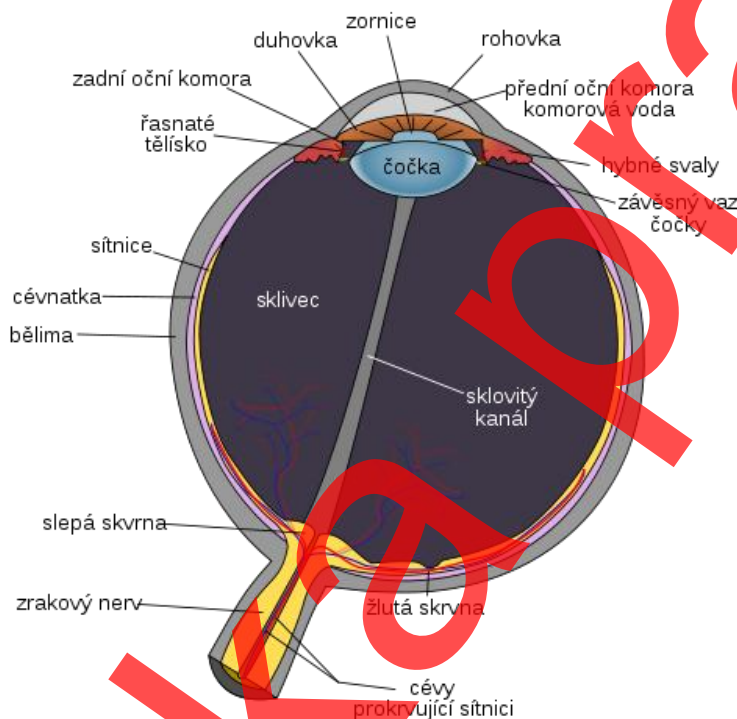
Obr. 3: I. Newton



Obr. 4: T. Young

Oko, zrak

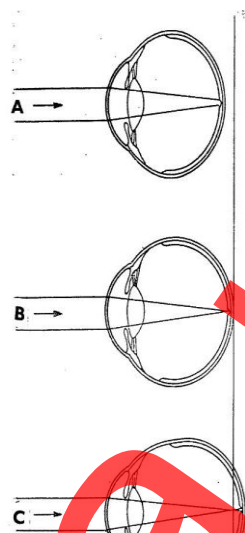
Oko je nejdůležitějším lidským smyslem; člověk jím získává většinu informací o okolním světě. Můžeme ho považovat za spojnou optickou soustavu s měnitelnou ohniskovou vzdáleností. Oko vytváří obraz předmětů, které se nacházejí v různých vzdálenostech před okem, ve stejné vzdálenosti uvnitř oka na citlivé sítnici. Obraz je zmenšený, převrácený a skutečný. Z hlediska biologického oko představuje složitý orgán (jeho schéma je na obr. 5).



Obr. 5: Schéma oka

Na optickém zobrazení oka se podílejí průhledná prostředí s různým indexem lomu. Při vstupu do oka prochází světlo rohovkou a očním mokem. Otvorem duhovky pokračuje do oční čočky, za ní prochází sklivcem a dopadá na sítnici, v níž jsou dva druhy světlocitlivých buněk. Tyčinky jsou orgány citlivé na světlo a pomocí čípků rozeznáváme barvy. V těchto orgánech jsou zakončení zrakového nervu, kterým se zrakové počitky přenášejí do mozku. Citlivost sítnice není všude stejná. Největší je v okolí průsečíku optické osy oka, kde leží tzv. žlutá skvrna. V ní mají čípky největší hustotu. Vznik ostrého obrazu na sítnici umožňuje akomodace. Akomodace je zkracování a prodlužování oční čočky. Při velkém výdeji energie se zvětšuje optická mohutnost oka zvětšením poloměrů křivosti oční čočky. To vede ke zmenšení ohniskové vzdálenosti oční čočky a ke snadnějšímu zaostření blízkých předmětů. Naopak při pohledu na vzdálené předměty je oko namáháno nejméně tj. optická mohutnost oka je nejmenší. Oční čočka je držena kruhovým svalcem, kterým se podle potřeby mění zakřivení optických ploch čočky. Při velké vzdálenosti předmětu od oka je zakřivení, a tedy i optická mohutnost čočky, menší (akomodace je nulová). Když je předmět blíže, vznikl by obraz dále od oka, a to za sítnicí. Proto se oko akomoduje větším zakřivením čočky, takže ohnisková vzdálenost je menší a ostrý obraz se vytváří na sítnici. Rozsah vzdáleností, na které může oko akomodovat, je určen dvěma body. Největší vzdálenost představuje vzdálený bod oka a nejmenší vzdálenost, při níž oko zobrazí předmět ostře, je blízký bod oka. U normálního oka je vzdálený bod v nekonečně velké vzdálenosti. Nejmenší vzdálenost ostře viděného předmětu může být i 15 cm a mění se

s věkem. Vidění na tak malou vzdálenost je spojeno se značnou námahou, akomodace oka je maximální a oko se brzy unaví. Vzdálenost, v níž můžeme pozorovat delší dobu bez větší námahy, je asi 25 cm. Tuto vzdálenost nazýváme konvenční zraková vzdálenost d ($d = 25$ cm). Poloha blízkého bodu se s rostoucím věkem člověka mění tak, že blízký bod se posouvá dál od oka. Nejčastější odchylku od vlastností normálního oka představuje krátkozraké oko a dalekozraké oko. Krátkozraké oko má vzdálený bod v konečné vzdálenosti od oka a blízký bod posunutý k oku. Dalekozraké oko má vzdálený bod v nekonečnu a blízký bod ve větší vzdálenosti od oka, než je poloha blízkého bodu. Uvedené vady oka se korigují brýlemi, to znamená, že optická soustava oka se doplňuje o další čočku – rozptylku nebo spojku, kterou se upravuje optická mohutnost celé soustavy na potřebnou hodnotu. U krátkozrakého oka je optická mohutnost oční čočky příliš velká. Obraz vytvořený okem vzniká před sítnicí, a proto musí být optická mohutnost zmenšena rozptylkou. U dalekozrakého oka je tomu naopak. Obraz vzniká za sítnicí a v brýlích je použita spojka. (Obr. 6).



Obr. 6: Dioptrické zrakové vady

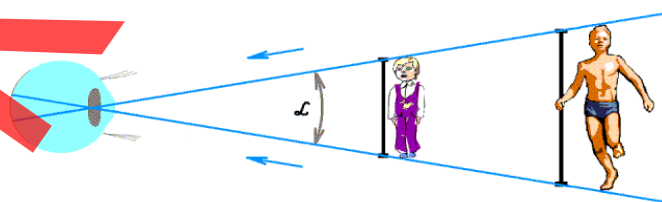
A - krátkozraké oko (obraz vzniká před sítnicí);

B - normální oko (obraz vzniká na sítnici);

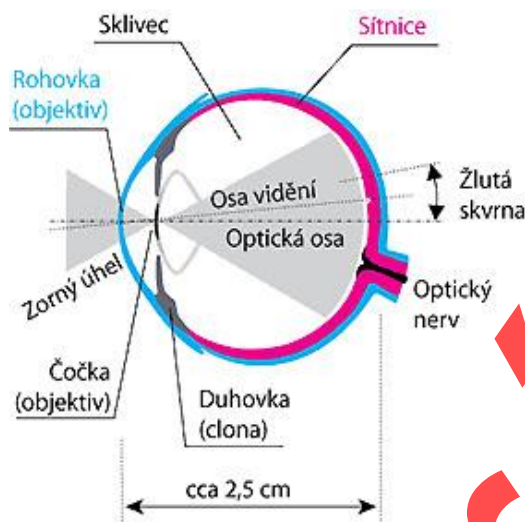
C - dalekozraké oko (obraz vzniká za sítnicí).

Chceme – li předmět lépe vidět, pozorujeme ho z menší vzdálenosti. To znamená, že zvětšujeme zorný úhel α . Zorný úhel α (Obr. 7) svírají okrajové paprsky předmětu procházející středem oční čočky.

Čím je zorný úhel větší, tím zřetelněji vidíme detaily na předmětu. Existuje nejmenší zorný úhel, při němž dva body vnímáme odděleně. Pokud se zorný úhel zmenší pod tuto hranici, vnímáme tyto dva body jako bod jediný. Oko rozliší dva body, které vidí pod zorným úhlem $\alpha \geq 1'$. Při $\alpha < 1'$ body splývají. Při konvenční zrakové vzdálenosti tomu odpovídá vzájemná vzdálenost bodů 0,072 mm. $\geq$



Obr. 7: Zorný úhel α



Obr.11: Fungování oka

Barva očí

Nejčastější barvy očí jsou hnědá, modrá a zelená, ale ~~existuje~~ paleta dalších barev, které jsou určitou kombinací zmíněných barev. Mnoho lidí se rodí s šedýma očima, které se během vývoje mění na modrou či hnědou barvu.

Co víme o barvě očí?

Víme to, že naše oči mají určitou barvu a to je dáno koncentrací pigmentu melaninu v oční duhovce (část oka nacházející se mezi rohovkou a nitrooční čočkou), právě ona je tou barevnou částí oka, kterou je vidět. Když duhovka obsahuje pigment na obou stranách, světlo vstupující do oka se odráží tak, že duhovka má hnědou barvu. Někdy se na povrchu duhovky nenachází žádný pigment, případně ho je jen velmi malé množství. Tehdy světlo reaguje se šedými duhovkovými vlákny a duhovka tak získá modrou barvu. Velikost vláken, jejich vzájemná vzdálenost a velikost stromatu buněk duhovky podmiňuje „modrookost“ nebo „zelenookost“.

Existuje vzácná genetická porucha – **albinismus** (Obr. 12). Postižený nemá žádný pigment a jeho barva očí se proto jeví jako růžová až červená. Někdy se stane, že pigment ze zadní plochy pronikne na přední plochu k okrajům zorničky. Výsledkem je hnědý prstenec kolem zorniček, který působí zvláště v kombinaci s modrýma očima. Většina duhovek má hustotu pigmentu v zadní straně velmi podobnou; jen velmi malé procento populace má tuto hustotu nižší, což má za následek to, že světlo dopadající do oka se neodrazí od duhovky, ale prochází na sítnici a až tam se odráží. Toto světlo se na sítnici odráží od sítě krevních tepen a vlásečnic. Výsledkem je, že odražené světlo má červenou barvu a vzniká tzv. červený reflex (Obr. 13), který vidíme na fotografiích exponovaných s externím bleskem v podobě červených očí. Tento jev u lidí s nižší hustotou pigmentu zodpovědným za „červený odraz“ však způsobí, že interakcí s modrou nebo hnědou barvou světla je výsledná barva duhovky výrazně modrá nebo fialová.

Optické vady oka (a některé nemoci oka)

Emetropické oko

Paprsky přicházející z nekonečna se po průchodu optickou soustavou oka protínají na sítnici a vytvářejí ostrý obraz předmětu, který pozorujeme. Oko má správný poměr mezi optickou lámavostí a délkou oka. Říkáme tedy, že oko nemá žádnou refrakční vadu (Obr. 14). Takové oko nazýváme emetropické.s



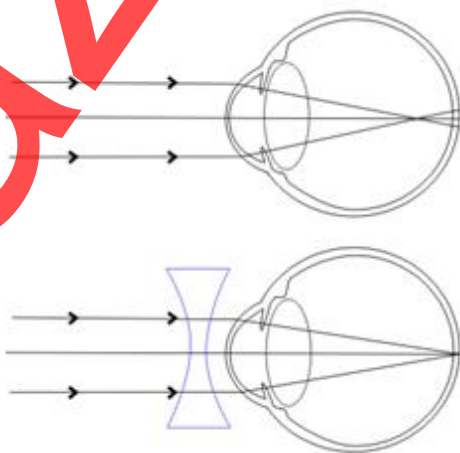
Obr. 14: Oko bez refrakční vady

Krátkozrakost (myopie)

Při krátkozrakosti oka se obraz ze vzdálených předmětů vytváří před sítnicí. Tato vada se dělí na dvě podskupiny:

- Osová - oční koule je delší než 24 mm;
- Systémová - délka oka je 24 mm, ale optický systém je více lámavý kvůli:
 - a) menšímu poloměru křivosti jednotlivých ploch – jde o rádiusovou myopii; nebo
 - b) některé prostředí v oku má větší index lomu – jedná se o indexovou myopii.

Myopie je lehká (do -4 D), střední (do -8 D) a vysoká (nad -8 D). Je to optická vada, která může narůstat v průběhu dospívání a později v dospělosti, kdy může dosahovat hodnot převyšujících -10 D (poté hovoříme o progresivní myopii). Myopie se nastavuje brýlemi s čočkou rozptylkou (Obr. 15). Hlavním projevem je špatná viditelnost postiženého na vzdálené předměty. Vadu měříme autorefraktorem. Nejvhodnější metodou refrakční chirurgie ke korekci myopie je implantace nitrooční kontaktní čočky.



Obr. 15: Korekce krátkozrakosti

Tupozrakost (amblyopie)

Nejedná se o vadu optického systému, ale o fyziologickou vadu oka. Oko je správně vykorigováno a není důvod pro nižší zrakovou ostrost, avšak mozek ve větší nebo menší míře obraz potlačí, a to z důvodu, že polohou na sítnici obraz nekoresponduje s obrazem z druhého oka. Proto mozek nedokáže tyto obrazy spojit. Vada se obvykle vyvine při špatně nebo pozdě léčeném šilhání (strabismus) v dětství. Vada se prakticky nedá v pozdějším věku odstranit. Obr. 18 nám znázorňuje, jak člověk vidí se zdravým okem a jak s touto vadou. Lidé používají obyčejné dioptrické brýle (záleží na tom, jakou ještě oči mají vadu) tak, že jednu čočku zalepují pevným materiálem (okluzorem) a druhou nechávají průhlednou. (Obr. 18)



Obr. 18: Okluzor

Zraková ostrost (vizus)

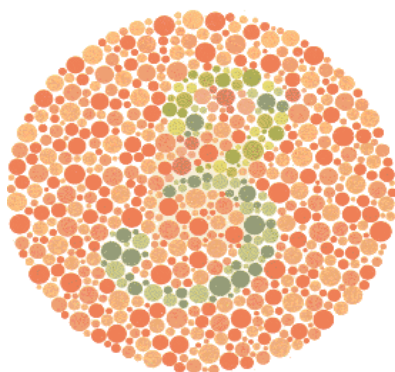
Zraková ostrost se udává zlomkem (např. vizus $V = 6/9$ znamená sníženou zrakovou ostrost, při níž vyšetřovaný přečte znaky na příslušném řádku optotypu na vzdálenost 6 m místo 9 m). Vyšetřuje se na optotypech s Landoltovými kruhy. Optotypy s písmeny (Obr. 19) se používají pro korekci zraku. Jsou navrženy na vyšetřování na 6 m nebo na 5 m.



Obr. 19: Ortotyp s písmeny

Šeroslepost (nyctalopia)

Šeroslepost je nemoc oka, projevující se zhoršeným nebo zaniklým viděním za šera. Vzniká v důsledku poruchy funkce sítnicových tyčinek. Příčiny mohou být dědičné, ale takto se může projevovat i nedostatek vitamínu A. Při šerosleposti příznivě působí preparáty z výtažků borůvek, po kterých nastává zvýšení citlivosti na světlo a k regeneraci očního purpuru a vidu.



Obr. 22: Odhalení barvosleposti

Zánět spojivek (konjunktivitida)

Zánět spojivek je zánětlivé onemocnění spojivky. Způsobuje zrudnutí oka, pálení či slzení. Příčinou je infekce (virová, bakteriální) nebo alergie. Při alergické infekci obvykle nevzniká hnis a oko je nateklé. K přenosu dochází snadno (např. předměty osobní hygieny nebo přímým kontaktem s infikovanou osobou).

Vetchozrakost (presbyopie)

Vetchozrakost je fyziologická oční vada způsobená ztrátou akomodace – čočka vlivem stárnutí tuhne, ztrácí pružnost, a tím i schopnost zaostřit do blízka. U starších lidí je již akomodace nedostatečná a korekce musí být provedena zvlášť do dálky a zvlášť na blízko. Potřebná korekce navíc (způsobená touto vadou) proti korekci do dálky se nazývá adice.

Keratokonius

Keratokonius je onemocnění rohovky, které se projeví nepravidelným astigmatismem. Při pokročilém keratokoniu oko nelze vykorigovat brýlovými skly, ale pouze slznou čočkou, která se vytvoří mezi rohovkou a zadní plochou tvrdé kontaktní čočky. Po správné korekci se zraková ostrost oka s kontaktními čočkami často vrací k původním hodnotám před onemocněním. Tato vada obvykle vzniká v mladém věku.

Barevné vidění

Barevným viděním rozumíme schopnost oka vnímat různé barvy.

Teorie barevného vidění

Existují dvě teorie:

1) Trojbarevná Youngova – Helmholsova teorie – vychází z předpokladu, že existují tři odlišné fotopigmenty obsažené ve třech různých fotoreceptorech s rozdílným průběhem spektrální citlivosti s maximální citlivostí v oblasti modré, zelené a červené barvy.

2) Heringova teorie protibarev – podle ní existují dvě dvojice protibarev: červená se zelenou a modrá se žlutou.

Subjektivní optické přístroje

Pomocí vhodného optického přístroje můžeme zvětšit zorný úhel α , pod kterým vidíme určitý předmět okem. Např. malá písmena můžeme prohlížet lupou, mikroorganismy pomocí mikroskopu a zvěř pomocí dalekohledu. Mezi tyto optické přístroje lze zařadit i brýle. Tyto přístroje v minulosti sehrály nesmírně významnou úlohu, protože rozšířily hranice pozorování do oblastí, které jsou při pohledu jen okem nedostupné. Princip těchto přístrojů je založen na vytvoření obrazu, který okem pozorujeme pod zvětšeným zorným úhlem α' . Tyto přístroje charakterizuje veličina úhlové zvětšení γ .

Brýle

Brýle jsou optický přístroj, který slouží jako pomůcka pro korekci vidění, případně pro ochranu zraku (proti slunečnímu záření, nečistotám, ...). Brýle se obvykle skládají z pevné obruby, do které jsou upevněny buď čočky umístěné před očima člověka pro vizuální korekci (dioptrické brýle) nebo průhledné zornice pro oční ochranu.

Druhy brýlí:

1. Dioptrické brýle korigují zrakové vady.

Před vznikem brýlí lidé používali leštěné monokrystaly nebo kusy skla pro jedno oko. Přes ně pozorovali okolní předměty a zlepšovali si tak zrak.

Brýle byly vynalezeny nejspíš v Itálii ve 13. století. Tvůrce prvních brýlí byl pravděpodobně D'Armato Salvino, ale doklady o těchto údajích nejsou. Před tím Leonardo da Vinci navrhl napravovat špatný zrak pomocí umělých čoček ze skla, tzv. brýle.

Před nynějšími dioptrickými brýlemi bylo hodně různých přístrojů (např. monokly, lorněty atd.), které vykonávaly stejnou činnost a byly tedy také sestaveny z čoček.

Ve 14. století vznikl monokl (Obr. 29). Monokl se skládal z jedné čočky s dlouhou rukojetí.



Obr. 29: Monokl

V 15. století vzniknul lorněon (Obr. 30).



Obr. 30: Lorněon

V 16. století byly sestrojeny první brýle a cvikr (Obr. 31).

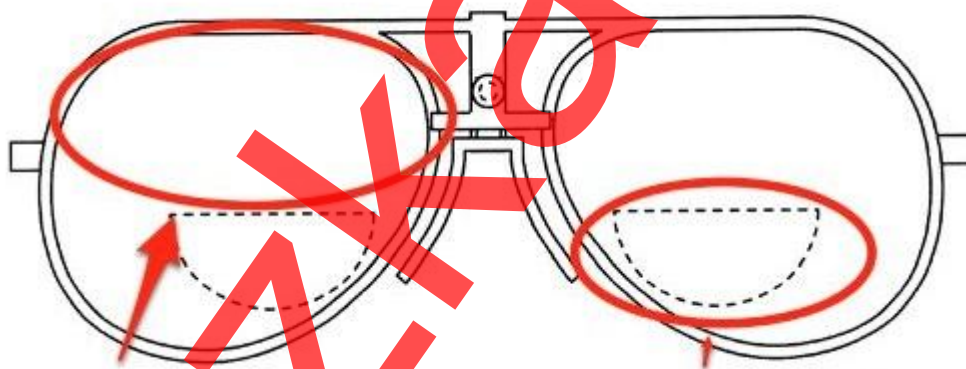


Obr. 31: Cvikr

Dioptrické brýle se rozdělují na:

1. brýle, které mají čočky pro korekci krátkozrakosti;
2. brýle, které mají čočky pro korekci dalekozrakosti;
3. brýle, které mají cylindrické a hranolové čočky;
4. brýle, které mají bifokální a multifokální čočky (viz. Obr. 32 a Obr. 33);
5. brýle, které mají čočky pro korekci tupozerakosti.

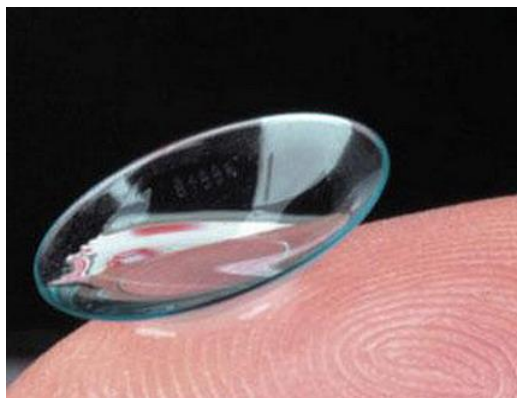
V roce 1785 americký státník Benjamin Franklin (1706 - 1790) jako první vynalezl bifokální čočky. Mají různou lámavost v různých místech čoček. Obvykle mají v dolní části skel spojky pro čtení a v horní části slabší spojky nebo rozptylky pro vidění do dálky. Rozdíl v optické mohutnosti horní a dolní oblasti čočky by neměl být příliš velký, maximálně 2D – 3D.



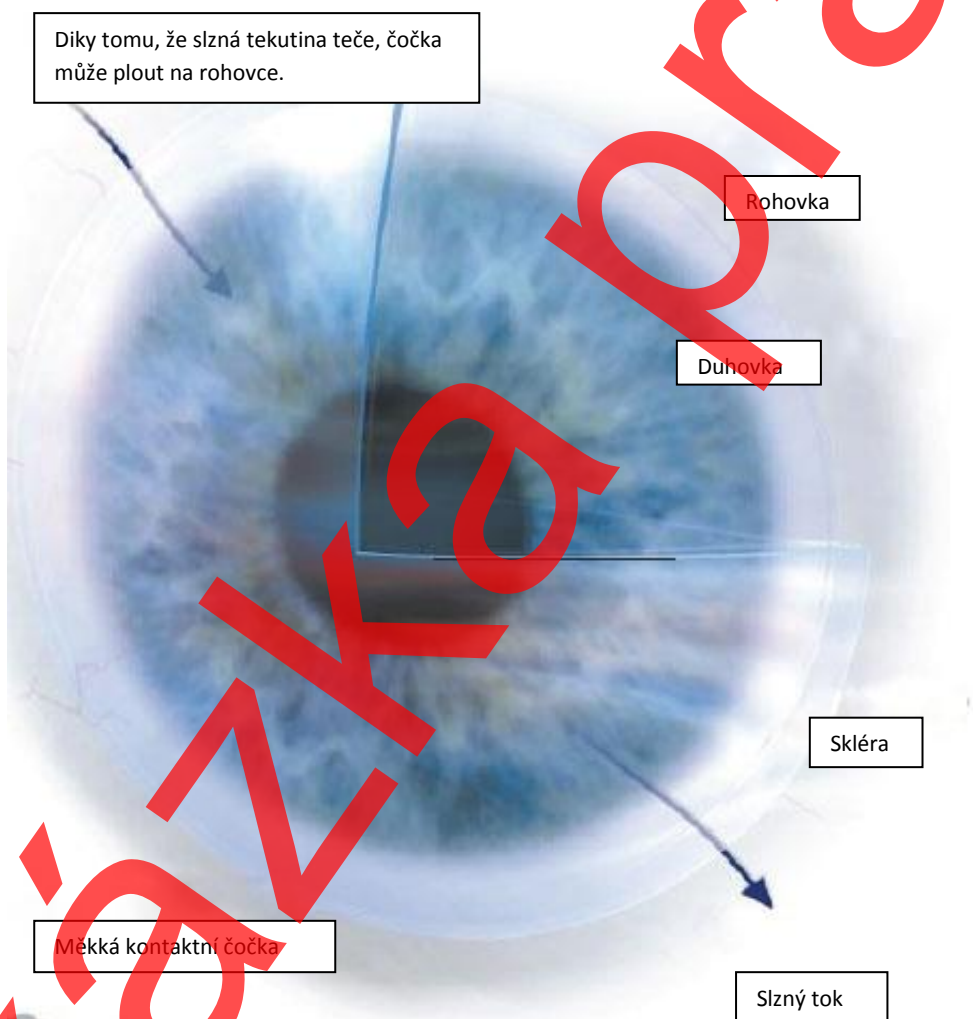
Oblast pro vidění do dálky

Část pro vidění v blízké vzdálenosti (pro čtení)

Obr. 32: Brýle s bifokálními a multifokálními čočkami



Obr. 40: Kontaktní čočka



Obr. 41: Oko

Existují 3 druhy designu kontaktních čoček: sférické, torické a multifokální (bifokální). **Sférické čočky** se používají pro korekci dalekozrakosti a krátkozrakosti. **Torické čočky** pro korekci dalekozrakosti a krátkozrakosti. **Multifokální (bifokální)** čočky se používají pro korekci presbyopie. Princip fungování je stejný jako u brýlí.

Objektivní optické přístroje

Vedle optických přístrojů pro subjektivní pozorování existuje velké množství přístrojů, které slouží k vytvoření skutečného obrazu např. na projekční ploše nebo k jeho zachycení v citlivé vrstvě filmu. Tyto přístroje označujeme jako objektivní optické přístroje a patří k nim různé typy projekčních přístrojů (např. diaprojektor a filmový projektor), fotografický přístroj, zvětšovací přístroj, filmová kamera atd.

Fotoaparát

Fotoaparát slouží k pořizování a zaznamenávání fotografií. V principu je to světlotěsně uzavřená komora s malým otvorem (objektivem), jímž dovnitř vstupuje světlo, a nějakým druhem světlocitlivé záznamové vrstvy, na níž dopadající světlo vytváří skutečný obraz. Objektivem je spojná optická soustava, kterou charakterizují dvě veličiny: **ohnisková vzdálenost** a **světelnost**. Ohnisková vzdálenost objektivu je udávána v milimetrech a nejdeme ji napsanou na obrubě objektivu. Její hodnota spolu s formátem zobrazení rozhoduje o úhlu, který svírají krajní paprsky. Tyto paprsky procházející optickým středem objektivu vymezují šířku obrazu na citlivé vrstvě filmu. (Obr. 45)



Obr. 45: Paprsky procházející optickým středem objektivu

Clona a hloubka ostrosti

Otvor v objektivu pro vstup světla je vybaven **clonou**, umožňující měnit jeho velikost a tím ovlivňovat množství vstupujícího světla a tedy i výslednou světelnost fotografované scény. Zároveň platí, že čím je otvor menší, tím je svazek světla dopadající do objektivu užší, a jeho obraz je tedy na výsledném snímku ostřejší – se vzrůstající clonou tedy roste hloubka ostrosti. Vzhledem k tomu, že množství dopadajícího světla závisí i na ohniskové vzdálenosti objektivu, neuvádí se clona v absolutních jednotkách, ale používá se tzv. clonové číslo, které vyjadřuje poměr ohniskové vzdálenosti (značené f) a otevření clony. Minimální hodnota clonového čísla se označuje jako světelnost objektivu. V případě objektivů s proměnnou ohniskovou vzdáleností (transfokátory, také nazývané zoomy) je tato hodnota závislá na ohniskové vzdálenosti použitého objektivu - světelnost je vyšší pro krátkou ohniskovou vzdálenost.

Dalším důležitým prvkem fotoaparátu je **závěrka**, jejímž primárním úkolem je bránit dopadu světla na citlivou vrstvu ve chvíli, kdy se nefotografuje. Doba otevření závěrky při expozici také ovlivňuje snímek – čím déle je závěrka otevřena (tato doba se nazývá **expoziční čas**), tím více světla dopadne na citlivou vrstvu. Současně ale delší časy expozice způsobují **pohybovou neostrost** – rozmazání objektů, které se během doby otevření závěrky pohnuly. Krátká expoziční doba naopak dokáže velmi rychlé děje „zmrazit“, a zachytit z nich jen jeden krátký okamžik.

Pro správné pořízení fotografie je třeba fotoaparát také zaostřit tak, aby se sbíhající se paprsky z objektivu vzájemně protínaly právě v místě, kde dopadají na citlivou vrstvu. Pokud by se setkaly před ní nebo za ní, zobrazí se obraz daného předmětu ne jako bod, ale jako malý kroužek. Výsledný snímek proto bude neostrý. Zaostřování realizuje ostřicí mechanismus v objektivu, který zjednodušeně vyjádřeno posune celou optickou soustavu dopředu nebo dozadu tak, aby se paprsky sbíhaly právě na citlivé vrstvě.

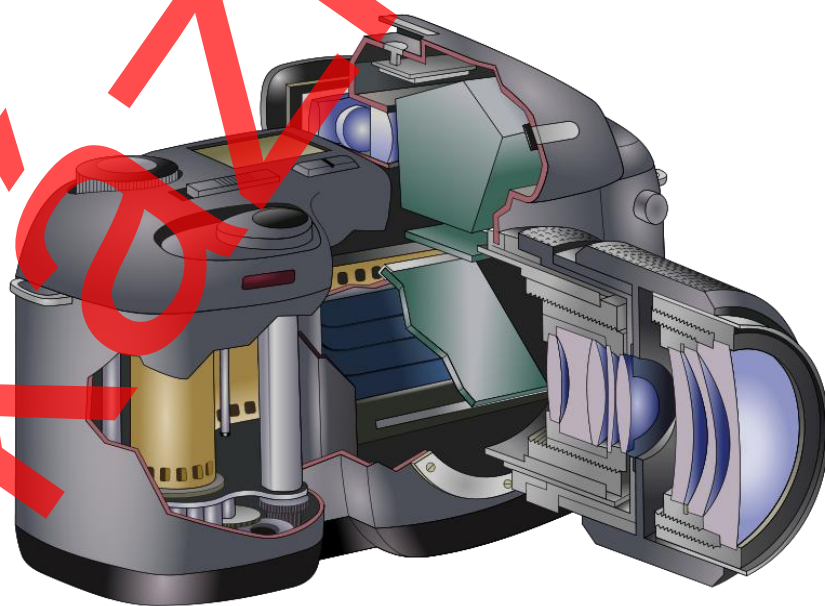
Ostření může být ponecháno na obsluze, moderní přístroje ale disponují možností automatického ostření (tzv. autofokus). To může být dvojího druhu:

- **aktivní** - fotoaparát si sám vzdálenost změří například pomocí odrazu infračerveného záření od objektu a podle zjištěného výsledku zaostří;
- **pasivní** - fotoaparát ostří více méně nahodile - projíždí rozsah zaostření a měří kontrast zachycené scény, nejostřejší scéna má také největší kontrast.

Protože aktivní autofokus má několik nevýhod – má problémy například s fotografováním přes sklo, vylučuje možnost výměny objektivů a použití přísádek objektivu a podobného vybavení. Proto se používá pouze v kompaktních fotoaparátech, zatímco zrcadlovky jsou vybavovány výhradně ostřením pasivním, při kterém všechno měření probíhá přes objektiv a objektivy je tudíž možno měnit.

Pasivní ostření nefunguje při nedostatku světla. V těch případech je pak nutno ostřit manuálně; některé fotoaparáty též pro ten účel mají miniaturní přisvětlovací lampy. Funkci pomocného přisvětlení scény infračerveným zářením pro zaostřování mají vestavěny také některé kvalitní externí blesky.

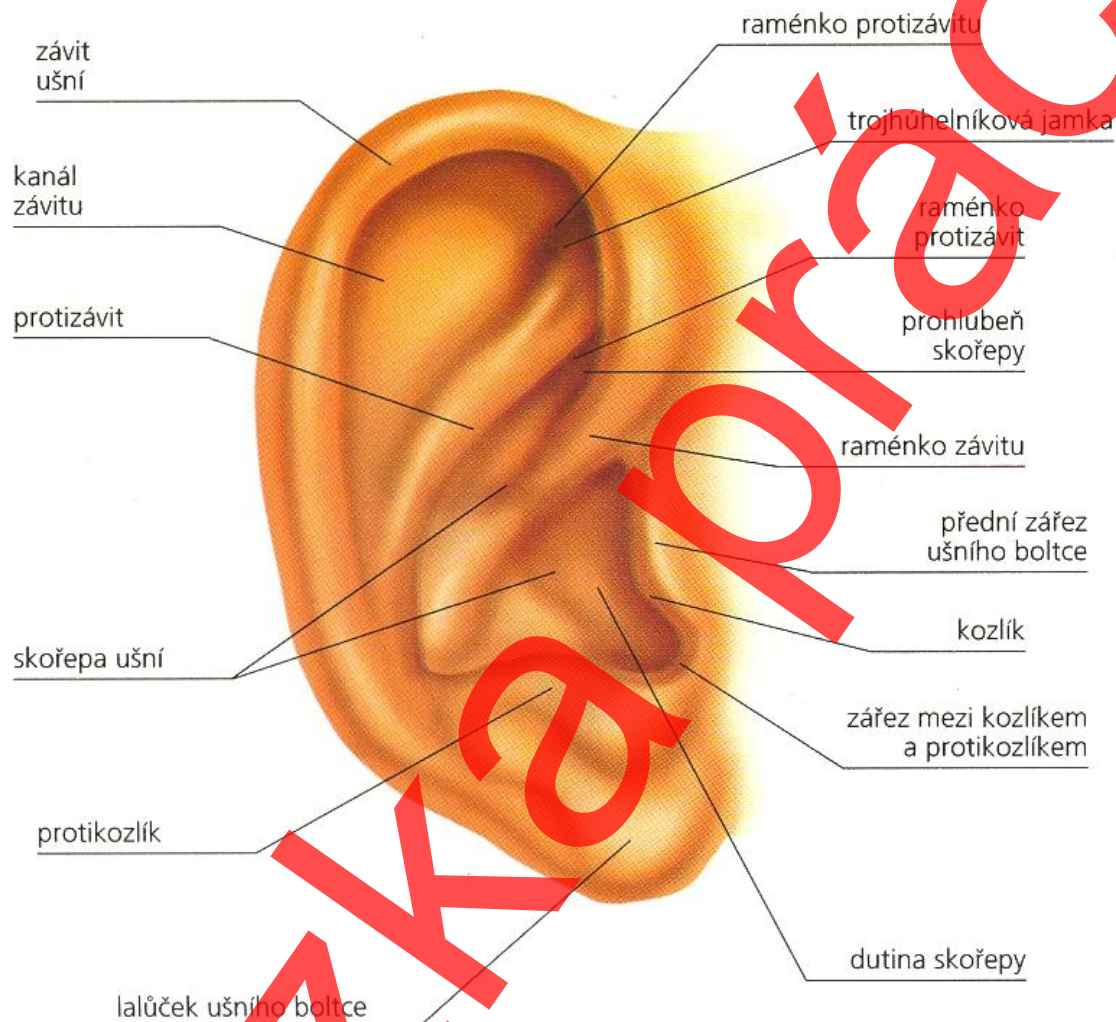
Na obr. 46 je znázorněn průřez zrcadlovkou.



Obr. 46: Průřez zrcadlovkou

Ucho, sluch

Ucho (Obr. 47) je hned po zraku druhý nejdůležitější senzorický orgán. Ucho je složeno z vnějšího ucha, ze středního ucha se třemi kůstkami a vnitřního ucha.



Obr. 47: Ucho

Vnější ucho - skládá se z boltce, zvukovodu a bubínku

Boltec - tvořen chrupavkou a směřuje akustické vlny do zvukovodu, velikost a tvar boltce nemá vliv na sluch.

Vnější zvukovod (sluchový kanálek) - je trubice, která má část chrupavčitou a kostěnou, na jeho konci se nachází bubínek. Zvuková vlna, která projde zvukovodem, narazí do bubínku a vzruch poputuje dál do nitra ucha, délka zvukovodu dospělého člověka je asi 3 cm.

Bubínek - vazivová blanka na konci zvukovodu, asi 0,1 mm silná, zvuková vlna jej rozechvěje a vzruch předá do středního ucha. Zdravý bubínek je lesklý a má šedavou barvu.

Výstelka zvukovodu obsahuje mazové žlázy, které produkují ušní maz. Zvukovod má samočisticí schopnost - nečistoty jsou z něj vypuzovány směrem ven.

Střední ucho - systém vzduchem vyplněných dutin, vystlaných sliznicí. Střední ucho začíná bubínkem, na nějž jsou napojeny tři sluchové kůstky :

Kladívko - kůstka, která je připojena k vnitřnímu povrchu bubínku, přenáší zvukové vibrace bubínku na kovadlinku. Je specifické pro savce.

Kovadlinka - tvarem připomíná kovadlinu nebo třenový zub se dvěma divergujícími kořeny. Její objemnější tělo je zaoblené, zploštělé, vpředu má sedlovitou kloubní plošku, která koresponduje s podobnou ploškou na kladívku. Směrem dozadu se tělo kovadlinky plynule zužuje do kónického výběžku – krátkého vodorovného ramene kovadlinky, které se vazem upíná na zadní stěnu bubínkové dutiny. Druhý výběžek – dlouhé rameno kovadlinky – je tenký a směřuje téměř paralelně s rukojetí kladívka dolů a mírně dopředu; na konci se mediálně ohýbá a končí malým hrbolem nazývaným chrupavčitý výběžek, který má okrouhlou rovnou plošku pro třmínek.

Třmínek - má typickou podobu jezdeckého třmene. Z hlavičky třmínku vybíhají dvě krátká, vodorovně uložená ramínka třmínku: přední a zadní. Obě ramínka končí v tenké plotýnce – bázi třmínku, která má ledvinovitý tvar. Báze třmínku má horní okraj konvexní, dolní lehce konkávní nebo rovný a zapadá do okénka předsíně, kde jej upevňuje poddajný prstencovitý vaz třmínku. Otvor mezi oběma ramínky třmínku je zbytkem z vývojového období. Materiál hyoidního oblouku, ze kterého se vyvíjí třmínek, se koncentruje okolo tepny třmínku, která později zaniká, ale otvor v třmínku se zachová; výjimečně může tepna třmínku přetrvat (perzistovat). Otvor třmínku je během života uzavřený membránou – blánou třmínku, která je často fenestrována; tuto membránu ovládá třmínkový sval

Tyto kůstky přenášejí zvuk od bubínku do vnitřního ucha - ploténka třmínku se dotýká oválného okénka ve vnitřním uchu. Střední ucho je odděleno od vnitřního ucha membránami, která uzavírají oválné předsíňové okénko (vestibulární) a kruhové hlemýžďové (kochleární) okénko. Zesílení zvuku se uskutečňuje pákovou funkcí sluchových kůstek, které přenášejí zvukové vlny z většího povrchu bubínku na menší plochu povrchu membrány předsíňového okénka. Nadměrné silné zvuky se tlumí pomocí dvou malých kosterních svalů ve středním uchu (napínač bubínku a třmínkový sval). Svalová vřeténka uvnitř těchto svalů reagují na protažení svalu tím, že spouští tzv. **akustický reflex**, který způsobuje smrštění těchto svalů. Stupeň protažení je dán intenzitou zvuku (hlasitostí). Hlasité zvuky se tlumí proto, že natažení svalů a jejich následná reflexní kontrakce zabraňuje nadměrnému pohybu sluchových kůstek. Ze středního ucha do nosohltanu vyúsťuje Eustachovou trubicí (sluchová středoušní trubice), která vyrovnává tlak ve středním uchu s tlakem v okolním prostředí. Pomáhá také čistit středoušní dutinu.

Vnitřní ucho leží v kostěném labyrintu kosti skalní, přičemž kostěný labyrint částečně kopíruje blanitý labyrint vyplněný endolymfou. Části kostěného labyrintu, který kopíruje blanitý labyrint jsou: tři polokruhové kanálky, vejčitý váček a kulovitý váček, hlemýžď.

Hlemýžď - stočená trubička naplněná tekutinou (endolymfou). Vibrace oválného okénka endolymfu rozvlní, vlnění endolymfy rozechvěje krycí membránu Cortiho orgánu obsahující vláskové buňky (receptory sluchu). Každá buňka má vlásky zapuštěné do krycí membrány a zjišťuje její chvění, o kterém vysílá signály do mozku sluchovým nervem, a ty jsou vnímány jako zvuk.

Nos, čich

Nos je nepárový lidský smyslový orgán, který vnímá pachy a vůně z okolí člověka. Zajišťuje jeden z pěti lidských smyslů, a to čich. Nos je nejen orgánem čichu, ale tvoří také přirozenou cestu, kterou vzduch vchází do těla při normálním průběhu dýchání. Navíc také chrání dolní cesty dýchací před dráždivými látkami, jako je např. prach, které jsou odstraněny kýcháním, a tak nemají příležitost poškodit plíce. Vnější nos je vyztužen částečně kostí a částečně chrupavkou. Kosterním podkladem zevního nosu jsou dvě nosní kůstky a přední okraj horní čelisti. Vnější část zevního nosu je chrupavčitá. Nosní chrupavky dávají nosu tvar a pružnost. Nosní dutina je prostor uložený v zevním nosu. Vnější část dutiny je ohraničena kostí. Nosní dutina je rozdělena na nespolečnou velkou pravou a levou polovinu. Obě poloviny jsou od sebe odděleny nosní přepážkou, která je tvořena kostí a chrupavkou. Přepážka je pokryta měkkou, jemnou membránou zvanou slizniční membrána, která souvisí s výstelkou nosních dírek. Sliznice nosních dírek má tuhé chloupky, rostoucí směrem dolů, které ochraňují vnikání nečistot do dýchací trubice; proto je lepší dýchat nosem než pusou.

Ve stropu nosní dutiny v oblasti čichové kosti je vlastní orgán čichu - tzv. **čichová zóna** obsahující velké množství malých čichových buněk, zprostředkovávajících vjemy. Výběžky těchto buněk procházejí kanálky v čichové kosti a tvoří párový čichový nerv. Při nachlazení je čichová sliznice pokryta silně hlenem, což snižuje naše vnímání čichu.

Nosní průchody

Nosní dutina je v zadní části rozdělena třemi nosními skořepami - horní, střední a dolní skořepou - na menší prostory uvnitř nosní dutiny zvané nosní průchody. Skořepy jsou dlouhé a tenké, jsou orientovány podélně a sklánějí se vzadu směrem dolů. Průchod je vystlán silnou sliznicí, která má velmi bohaté krevní zásobení, a tak zvlhčuje a ohřívá vzduch, který je vdechován. Tato sliznice vylučuje 0,5 litru hlenu denně a je pokryta tisíci drobnými chloupky zvanými řasinky. Hlen a chloupky zachycují prachové částice, které jsou posunovány řasinkami a obvykle spolknuty.

Vedlejší nosní dutiny jsou prostory v kostech kolem nosní dutiny, tedy v přední části lebky sousedící s nosní dutinou. Jsou umístěny v čelní kosti (za obočím), v horní čelisti (za tvářemi), v čichové kosti a klínové kosti. Paranasální dutiny mají individuálně velmi rozmanitý tvar. Enormním způsobem zvětšují povrch nosní dutiny. Do dolního nosního průchodu ústí vývod slzných cest.

Ztráta čichu se nazývá **anosmie**.

Kdo má nejlepší čich?

Člověk to rozhodně není, patří totiž k živočichům s nejméně vyvinutým čichem; například velrybám čichový orgán dokonce úplně chybí. Na druhém konci žebříčku s jedním z nejlepších a nejcitlivějších čichů mezi živočichy jsou psi. Plocha jejich čichové sliznice je totiž až 150 cm², kdežto u člověka jsou to 4 cm². Výborný čich mají i jiné šelmy, motýli nebo žraloci.

Ústa, chuť

Chuť je smysl, který dovoluje vnímat chemické látky rozpuštěné ve slinách nebo ve vodě. Začíná se vytvářet již ve čtrnáctém týdnu vývoje embrya. Orgánem chuti je jazyk. U člověka existují chuťové receptory vnímající hořké, sladké, slané, kyselé, umami, a podle nových výzkumů i "vápníkové" a tučné. Tyto receptory jsou nerovnoměrně rozmístěny v chuťových pohárcích, které se nacházejí především na jazyku, ale také na patře a v krku. Chuťové pohárky jsou chemoreceptory, jejichž prostřednictvím chuť vnímáme. Většina obratlovců je má v ústní dutině a hltanu, někteří vodní obratlovci je ale mají například i na ploutvích. Chuťových pohárků má člověk 500 - 10000. V důsledku tohoto poměrně velkého rozptýlu je citlivost chuti u jednotlivých lidí značně rozdílná. Děti mají chuťových pohárků průměrně více než dospělí. Chuť je smysl, který člověku poskytuje asi největší slast. Rozvíjí se již ve velmi raném věku, s lety slábne a někdy i mizí.

Vnímání chuti

Centrum vnímání chuti se nachází v temenním laloku mozkové kůry, kde se kombinací základních složek tvoří výsledná chuť. Ta je ovlivněna nejen složením jídla, ale také jeho teplotou (např. teplá limonáda), konzistencí (např. mokrá chleba), vzhledem, předchozím vjemem (např. aperitiv), ale především vůní. Chuť je totiž velmi úzce spjata s čichem.

Chuťové pohárky všech typů jsou rozloženy po celém jazyku, i když se často uvádí, že různé chutě jsou spojené s jednou konkrétní částí jazyka.

Pro chuťový vjem je potřeba určité prahové koncentrace chuťově aktivní látky v pohárcích. Chuťové pohárky jsou omývány sekretem specializovaných slinných žláz (tzv. Ebnerovy žlázy), ve kterém jsou rozpuštěné molekuly látek vnímaných jako chuť.

Kyselost je zprostředkována protony (H^+), slaná ionty anorganických solí, sladkost převážně organickými látkami (z anorganických např. solemi olova), stejně tak i hořkost, která je kromě organických látek vyvolána solemi hořčiku a vápníku.

Pro jednotlivé chutě je odlišný prah citlivosti, který je závislý na koncentraci a době expozice látky, stejně jako na počtu aktivovaných čidel.

Ostrost či pálivost (např. u některých druhů paprik) je sice pocíťována jako chuťový vjem, ve skutečnosti se ale jedná o nervový signál bolesti, vyvolaný alkaloidem kapsaicinem.

U chuťových vjemů rozlišujeme chuťový kontrast a chuťovou kompenzaci. Kompenzace je např. zprostředkována cukrem u hořké chuti kávy. Naopak po požití sladkého jídla je např. účinek kyselosti citronové šťávy výraznější, což se označuje za kontrast.

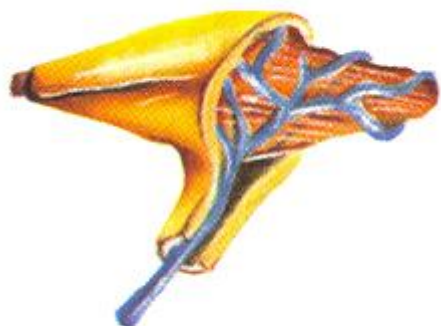
Zatímco u ostatních smyslů je rozlišen vjem a smysl, který jej vnímá (zvuk-sluch, pach-čich), u chuti v češtině tento rozdíl nenastává. Výrazem chuť se tedy označuje nejen smysl, ale i vnímaný podnět (mluvíme o chuti jídla či nápoje). Pokud je chuť jídla vnímána negativně, označujeme ji jako pachůť. V případě, že je v jídle obsažena nepatrná příměs, mluvíme o příchuti.

Hmat

Hmat je tradičně řazen mezi pět lidských smyslů. Ve skutečnosti je hmat spíše soubor několika různých smyslů, které pomocí receptorů v kůži umožňují získávat informace z bezprostředního okolí – např. tlaku, bolesti, chladu, tepla, vpichu, vibrací atd. Souhrnně se tyto stimulace nazývají **taktilní kontakt**. Mezilidský kontakt pomocí doteku se nazývá **haptika**. Hmatové receptory jsou v kůži rozprostřeny s různou hustotou - nejcitlivější místo hmatu je na konečcích prstů a na špičce jazyka, naopak nejméně je jich na zádech. Je překvapivé, co všechno se člověk naučí díky hmatu. Při osahávání tvarů a povrchů musí váš mozek zpracovat několikanásobně více přesných informací, než kolik jich můžeme přijmout očima, ušima, nosem či ústy. Ze všech smyslů je právě hmat tím nejlépe vybaveným k chápání a poznávání vnějšího světa. Prakticky je hmat daleko více než jen pouhým jedním smyslem. Vždyť se můžeme spolehnout, že se jeho prostřednictvím přesvědčíme o pravdivosti toho, co nám sdělily ostatní smysly. Orgány pro vnímání hmatu jsou rozmístěny po celém těle. Zatímco ostatní smysly reagují pouze na jeden typ podnětů, hmat je citlivý i na teplotu a bolest. Můžeme ho chápat jako souhrn několika smyslů, z nichž některé mají zvláštní receptory a nervová zakončení v kůži, svalech i všude jinde. Tyto pak reagují na množství nejrozumnějších podnětů a předávají zprávy mozku.

Hmat nám umožňuje získat mnoho poznatků. Díky němu cítíme dotek či náraz, bez pohledu můžeme odhadnout tvar objektů a posoudit jejich hmotnost, poznat, zda je něco tvrdé či měkké, horké či chladné, zda to působí bolest. Hmat rovněž v našem těle funguje jako citlivý poplašný systém: pocit tepla nebo bolesti často varuje náš mozek dříve, než si dokážeme uvědomit, že tělo je možná ohroženo. Tělo bezprostředně zareaguje ochranným reflexem – např. ucukneme rukou dříve, než se stačíte vážně popálit o rozžhavený předmět.

Mnoho vědeckých výzkumů již zjišťovalo, jak lidský hmat funguje. Když bylo poprvé objeveno, že hmat je závislý na informacích dodávaných různými druhy receptorů a nervových zakončení, převládá názor, že každé z těchto nervových zakončení reaguje jen na určitý přesný podnět (např. bolest, tlak, chlad nebo teplo). Tento názor byl později opraven. Existují určitá nervová zakončení, která jsou citlivá jen na jediný druh stimulace. Při příčném řezu kůží je vidět, že většina těchto specializovaných receptorů se nachází ve vrstvě zvané dermis (škára) a v nejvnitřnější vrstvě. Vyskytují se v různých formách: **Ruffiniho tělísko** (Obr. 51) – specializované nervové zakončení v kůži důležité pro vnímání tepla, **Meissnerovo tělísko** (Obr. 52) – druh smyslového hmatového tělíska nacházející se zejména na špičkách prstů; **Krauseho tělísko** – pro vnímání chladu, **Pacinianova tělíska** (Obr. 53) – pro vnímání tlaku. Později byla objevena i jiná, která byla schopna reagovat na více než jeden typ podnětů. Navíc bylo zjištěno, že nejrozumnější pocity, které jsme schopni rozeznat, tvoří jen malou část podnětů, které hmatová ústrojí přijímají. Pozdější průzkum ukázal, že každé nervové zakončení kontroluje své vlastní „vjemové pole“. To je tvořeno určitou oblastí pokožky, která, je-li drážděna, aktivuje určitý nerv. Vjemová pole se však vzájemně prolínají, takže vyvineme-li tlak na určitý bod povrchu pokožky, deaktivuje se několik smyslových nervů ve stejném okamžiku. Navíc každý jednotlivý nerv může být zaktivován zároveň tlakem i změnou teploty v daném vjemovém poli.



Obr. 51: Ruffiniho tělísko



Obr. 52: Meissnerovo tělísko



Obr. 53: Pacinianovo tělísko

Nervová vlákna odpovídají prakticky neustále na nějaké podněty, ale pouze ty podněty, které jsou vyvolány změnami teploty nebo tlaku a jsou dostatečně intenzivní na to, aby je mozek dokázal zachytit. Změna teploty i tlaku vyvolávají v nervových vlákních velkou činnost, takže velikost rychlosti, s jakou se jednotlivé vzruchy pohybují, je velice vysoká. Přitom právě rychlosti pohybu jednotlivých vzruchů do mozku je rozlišovacím znamením, které signalizuje, o jaký vzruch se jedná. Např. hmatová informace cestuje z receptorů nervovými vlákny přes somatické nervy do centrálního nervového systému.

Různá vjemová pole se od sebe vzájemně liší různým stupněm citlivosti, který závisí na koncentraci nervových zakončení v dané části pokožky. Tak například dotek hrotů dvou ostrých tužek, pouhý 1 mm od sebe vzdálených, bude na špičce jazyka vnímán jako dva samostatné vjemy, zatímco na zádech by musely být od sebe víc než 50 mm, aby byli rozlišitelné.

Byla provedena řada experimentů, které měly prokázat, že různá nervová vlákna jsou schopna přenášet jen určité druhy vzruchů. Je jisté, že některé nervy přenášejí zprávy pouze tehdy, je-li kůže nějak poškozená, přehřátá, přiskřípnutá a podobně. Tento přenos však nemohou zajišťovat receptory samy; vzor impulsu je obsažen v nervových vlákních, které vytvoří řetězový přenos hmatové

informace z receptorů do mozku. Ačkoli skutečně některá nervová zakončení mohou být citlivější na některé druhy vnějších podnětů, většina odborníků se dnes přiklání k názoru, že to, co způsobuje, že mozek je schopen některé impulzové vzory rozpoznat jako určité pocity, je právě velikost rychlosti přenosu a způsobu rozdělování jednotlivých impulzů mezi malá a velká nervová vlákna. Díky své vysoké citlivosti může hmat kompenzovat nedostatečnou citlivost ostatních smyslů. Například **Braillovo písmo** (Obr. 54) dává slepým lidem možnost číst speciálně upravené destičky pomocí doteků konečků prstů.

Oblast mozku, která interpretuje pocity hmatu, teploty, tlaku a bolesti, se nazývá smyslová kůra. Vjemy z levé strany těla se registrují na pravé straně smyslové kůry a naopak. Po „zmapování“ smyslové kůry se ukázalo, že každá oblast těla je spojena s přesně určenou částí smyslové kůry. Čím je daná část těla citlivější, tím více buněk je k interpretaci vjemů z ní potřeba.

Bez ohledu na věk člověka je dotyk pro naše vztahy životně důležitý. Pomáhá nám vyjadřovat široké spektrum citů, které bychom třeba jiným způsobem nebyli schopni sdělit. Často se hmat stává smyslem, do něhož vkládáme svou důvěru. Tak se někdy musíme něčeho dotknout, abychom se přesvědčili, zda to vůbec existuje. Hmatová komunikace je důležitá zejména pro dítě, neboť prostřednictvím doteků poznává, že je u něj někdo, kdo ho miluje.



Obr. 54: Braillovo písmo

Pokusy

Zrak

- **Prostorové vidění**

Postup: V každé ruce držte jednu tužku hroty obrácenými proti sobě. Hroty tužek jsou od sebe vzdáleny 60 cm. Snažte se přiblížit hroty tužek k sobě tak, aby se navzájem dotkly. Zkoušku proveďte pětkrát s oběma očima otevřenými, potom pětkrát vždy s jedním okem zavřeným.

Závěr: Pro prostorové vidění a správný odhad vzdáleností je nutné vidění oběma očima. Díváme-li se jen jedním okem, téměř vždy se zmýlíme.

- **Zkoumání zorniček**

Postup: Ve spoře osvětlené místnosti rozsviňte lampičku. Držte si ji vedle hlavy tak, aby bylo světlo lampičky intenzivní, ale aby nezářilo přímo do očí (např. šikmo proti obličejí). V zrcadle pak pozorujte velikost svých zorniček – černého bodu uprostřed svých očí. Lampičku vypněte a znovu pečlivě zkoumejte své zorničky. Pozorujete nějakou změnu? Zorničky regulují množství světla vnikající do oka. Pro správnou funkci našeho oka jsou velmi důležité – příliš světla by totiž mohlo oko poškodit.

Závěr: Zornice se začne zmenšovat, protože se oko chrání proti prudkému světlu a snižuje tím množství pronikajícího světla na sítnici.

- **Pokus na slepou skvrnu č. 1**

Postup: Namalujte si na papír podobný obrázek, který vidíte na následujícím obrázku (Obr. 55).



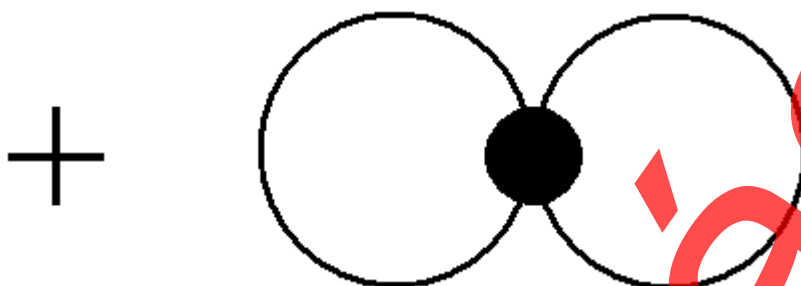
Obr. 55: Pokus na slepou skvrnu č. 1

Pravou rukou si zakryjte levé oko, dívejte se na černý křížek v levé straně obrázku pravým okem a pomalu přibližujte obrázek k oku. V určité vzdálenosti od oka (asi 20 cm), přestane vaše oko vnímat černé kolečko, jako kdyby na tom papíře nebyl (je potřeba se neustále dívat na černý křížek). Jak se na tomto zrakovém vjemu podílí slepá skvrna?

Závěr: Nejostřeji vidíme objekty, jejichž odraz světla dopadne na tzv. žlutou skvrnu. Pokud dopadne odraz světla do místa, kde vychází z oka zrakový nerv – slepá skvrna, pozorovaný objekt nevidíme.

- **Pokus na slepou skvrnu č. 2**

Postup: Druhý experiment na slepou skvrnu je vhodné provést pomocí obrázku 56.



Obr. 56: Pokus na slepou skvrnu 2

I zde se díváme pouze pravým okem na křížek v levé části obrázku. Opět přibližujeme obrázek k oku a v jeho určité vzdálenosti od oka přestaneme kolečko v pravé části vnímat. Jak to bude s kružnicemi v okolí jejich vzájemného průsečíku? Uvidíme je nebo ne?

Závěr: V tomto případě přestaneme vnímat pouze kolečko, zatímco kružnice na místě kolečka budeme stále vnímat. Mozek dokáže část obrazu totiž rekonstruovat na základě informací z okolí „neviditelné“ části.

Sluch

- **Určování směru zdroje zvuku**

Postup: Stoupněte si doprostřed místnosti a mějte zavázané oči. Ostatní osoby (minimálně 4) stojí v kruhu kolem vás ve vzdálenosti 3 m. Další osoba ukazuje střídavě na jednotlivé osoby, které mají vydávat tiché zvuky. Vy ukazujte přesný směr, odkud zvuky přicházejí. Pokus zopakujte pětkrát, poté si ucpěte jedno ucho a pokus opakujte. Obdobně postupujte i s druhým uchem.

Závěr: Při poslechu oběma ušima je určení směru, ze kterého zvuk přichází, velmi přesné. Při poslechu jedním uchem je určení směru velmi nejisté. Mozek nemůže při vyhodnocování směru, odkud zvuk přichází, využít časového rozdílu v dopadu zvukových vln.

Čich

- **Slábnutí čichového vjemu**

Pomůcky: 2 zkumavky se zátkami, odměrný válec, malinový a citrónový sirup

Postup: Do jedné zkumavky dejte asi 1 ml malinového sirupu, do druhé stejné množství citrónového sirupu a zazátkujte. K malinovému sirupu intenzivně čichejte po dobu 2 minut a sledujte vnímání vůně sirupu. Potom čichejte stejnou dobu k citrónovému sirupu. Nakonec opět čichejte k malinovému sirupu.

Závěr: Vůně malin je zpočátku velmi silná, časem slábne a po 2 minutách ji téměř necítíte. Totéž platí o vůni citrónové. Když však na závěr přičichnete k malinovému sirupu, opět silně cítíte jeho vůni. Je to způsobeno velmi dobrou adaptací čichového orgánu. Při trvalém působení jedné vůně (ale

i zápachu) se čichový orgán přizpůsobí a vnímání vůně je oslabeno. Jinou vůni však cítíte opět intenzivně, stejně tak otupení k prvnímu pachu po čase zmizí.

Chuť

- **Spojení čichových a chuťových vjemů**

Pomůcky: miska, ovoce a zelenina nakrájená na malé kostky, párátko, šátek

Postup: Mějte zavázané (zavřené) oči a dvěma prsty si stiskněte nos. Druhý člověk vám do úst postupně vkládá na párátko napíchnuté kousky ovoce a zeleniny. Vy se snažte poznat podle chuti druh ovoce nebo zeleniny. Pokus zopakujte ještě jednou, tentokrát s volným nosem.

Závěr: Nemůžete-li využít infrakci z čichového ústrojí, nejste schopni správně rozlišit chuť. To jistě znáte z vlastní zkušenosti, při rýmě často ztrácíte čich a tím částečně i chuť. Čich se na vnímání chuti totiž významně podílí.

- **Co se děje v ústech**

Pomůcky: pomerančový džus, zubní pasta, voda

Postup: Vezměte sklenici pomerančového džusu a napijte se. Zapamatujte si, jak chutná – je sladký, trpký, nahořklý? Vypláchněte si ústa čistou vodou a pak si vyčistěte zuby. Znovu se napijte džusu.

Závěr: Nejprve džus chutná znamenitě že? Jazyk rozpozná čtyři základní chutě: sladkou, slanou, trpkou a hořkou. Příjemnou chuť pomerančového džusu způsobuje kyselina citronová v něm obsažená. Většina zubních past obsahuje látku zvanou lauryl síran sodný, který se má v pastě starat o její dostatečnou pěnivost. Kromě toho ale také dokáže ovlivňovat chuťové senzory umístěné na jazyku. Pasta tlumí účinnost senzorů na sladké a posiluje činnost senzorů, registrujících hořkost. Běžná zubní pasta je zhruba ze 75 % tvořena vodou, asi z 20% brusnými prostředky (abrazivy), z 1 % až 4 % pěnicími prostředky a příchutěmi, pojidly, barvivy a fluoridem. Zbytek tvoří různé další látky. Proto džus bezprostředně po vyčištění zubů chutná odporně.

Hmat

- **Tepelné a chladové body**

Pomůcky: 4 pletací jehlice, 2 kádinky, led, rychlovarná konvice, teploměr, šátek, omyvatelná pastelka (tužka na obočí) dvou barev, papírové kapesníky.

Postup: Naplňte vodou dvě kádinky, v první má být voda teplá asi 50 °C, ve druhé voda ochlazená kostky ledu. Do každé kádinky vložte 2 pletací jehlice. Tužkou nakreslete na předloktí žáka obdélník o rozměrech 1 cm a 2 cm. Poté mu zavažte oči. Vyjměte z kádinky s teplou vodou

jehlici, osušte ji papírovým kapesníkem a jemně bez přitlačení ji přikládejte na různá místa v obdélníčku. Vyšetřovaný žák hlásí, kdy vnímá teplo a kdy jen dotyk. Místo, v němž vnímá teplo označte ihned tužkou. Protože jehlice po krátké době vychladnou, občas je vystřídejte, vždy je však po vyjmutí z vody osušte papírovým kapesníkem. Stejným způsobem použijte i jehlic ochlazených ve vodě s ledem, místa v obdélníčku, v nichž žák cítil chlad, označte pastelkou jiné barvy. Nakonec sečtěte zjištěné tepelné a chladové body. Pokus můžete opakovat na jiné části těla, např. na paži, na obličeji.

Závěr

Na počátku jsem netušila, jak náročné bude tuto práci napsat. Prvním problémem bylo sehnat dostatečné množství zdrojů s relevantními informacemi o jednotlivých smyslech. Pak byl zase problém, jak vybrat to nejdůležitější a nejpodstatnější pro tuto práci. Nakonec se mi snad podařilo sepsat základy teoretických poznatků o smyslech na slušné úrovni.

Fakt, že významná část teorie je věnována oku, je dán tím, že většinu informací o okolním světě získáváme právě zrakem. Ostatní smysly, ač jsou také velmi důležité, poskytují pouze menší část informací.

Praktická část práce mě velmi překvapila. Všechny výše popsané experimenty jsem sama vyzkoušela a bylo pro mě velkým překvapením, že všechny skutečně fungují tak, jak bylo ve zdrojích popsáno. Nejen při nich, ale i při psaní teorie jsem se dozvěděla řadu nových poznatků, které jistě dále využiji.

Netvrdím, že jsem téma zcela vyčerpala, snažila jsem se podat základní informace o našich smyslech. Řadu jejich vlastností lze ověřit praktickými experimenty. Ani jejich výčet není úplný! Ale při zkoušení zde popsaných experimentů mě napadaly další jejich obměny. Určitě budou napadat i čtenáře mé práce.

Zdroje, literatura a odkazy

[1] GASCHA H., PFLANZ S. *Kompendium fyziky*. Německo, Euromedia Group, k.s – Universum, 2003

[2] VACEK K., *Vybrané partie z fyziky pro biology*.

http://cs.wikipedia.org/wiki/Hlavn%C3%AD_strana

<http://www.e-kontakti-cocky.cz/vady.htm>

<http://seeactive.by/fragments/bse-glaz.html>

<http://ireferaty.cz/325/3030/Smysly>

<http://fyzika.jreichl.com/>

http://black.window.sweb.cz/sm_or.html

<http://referaty.atlas.sk/prirodne-vedy/biologia-a-geologia/11550/?print=1>

<http://smyslove-organy.nasclovek.cz/>