

 **Projekt: Inovace oboru Mechatronik pro Zlínský kraj Registrační číslo:**

 **CZ.1.07/1.1.08/03.0009**

 **Lidské oko**

**Optickou soustavou** nazýváme soustavu optických prostředí a jejich rozhraní, která mění chod světelných paprsků. Může vytvářet skutečný obraz nebo neskutečný obraz.

Z hlediska optiky můžeme **lidské oko** považovat za spojnou optickou soustavu s měnitelnou ohniskovou vzdáleností. Vytváří skutečný obraz, který vzniká na sítnici. Obraz je vždy zmenšený a převrácený (v mozku se převrací zpět na přímý).

 

Zrak je jedním z nejdůležitějších smyslů, kterým člověk vnímá svět okolo sebe. Asi 80% všech informací z okolí získáváme prostřednictvím zraku jako elektromagnetické záření, které se transformuje na nervové signály. O přijímání a zpracování vizuálních informací se v každém oku stará více než 100 milionů receptorových buněk (tyčinek a čípků) v sítnici a asi 1,6 milionu nervových vláken spojujících sítnici s mozkem.

Světlo dopadající do oka prochází nejprve rohovkou a přední komorou vyplněnou očním mokem, následně prochází otvorem – zornicí (její průměr reguluje množství světla dopadajícího do oka –

čím je její průměr větší, tím do oka dopadá více světla; změna průměru zornice je dobře vidět třeba u očí koček), duhovkou (její barva určuje barvu oka) a dopadá na oční čočku. Čočka má ze všech částí oka největší index lomu (ve střední části čočky je jeho hodnota 1,406). Paprsky dále procházejí sklivcem a dopadají na sítnici, kde se nacházejí dva druhy světlocitlivých buněk: tyčinky (citlivé na množství dopadajícího světla, nejvíce se vyskytují na okraji sítnice) a čípky (citlivé na barvu světla, největší jsou soustředěny ve střední části sítnice v okolí tzv. žluté skvrny; podle teorie trojbarevného vidění existují tři typy čípků citlivých na barvu červenou, zelenou a modrou – výsledný barevný vjem vzniká v mozku složením podnětů přicházejících z jednotlivých čípků).

Sítnice nemá ve všech místech stejnou citlivost. Nejcitlivější je v průsečíku optické osy oka a sítnice – v tzv. žluté skvrně, což je v podstatě místo nejostřejšího vidění. Naproti tomu v místě, kde do oka vstupuje oční nerv, žádný obraz nevzniká (v tomto místě nejsou žádné čípky ani tyčinky) – toto místo označujeme jako slepou skvrnu. Lidské oko je nejcitlivější na žlutozelenou oblast viditelného záření – proto označení žlutá skvrna.

Na rozdíl od klasických skleněných čoček, které mají přesně určenou ohniskovou vzdálenost (a tím také optickou mohutnost) a které nejsou schopny vytvářet obraz libovolně vzdálených předmětů v konstantní vzdálenosti, umí oční čočka „zaostřovat“ – je schopna měnit svou tloušťku a tím pádem také ohniskovou vzdálenost. Čočka zaostřená na vzdálené předměty je uprostřed tenčí než čočka zaostřená na blízko (u blízkých předmětů je třeba velký předmět zobrazit na malou sítnici – čočka musí mít velkou optickou mohutnost). Optickou mohutnost oční čočky mění tzv. ciliární sval, který čočku „natahuje“ nebo „stlačuje“. Schopnost oka měnit ohniskovou vzdálenost označujeme jako akomodaci oka.

Rozsah vzdáleností, na které je oko schopné zaostřovat, určují dva významné body:

-        blízký bod – nejbližší bod, který se ostře zobrazí na sítnici, jeho poloha se může měnit v závislosti např. na věku člověka; čočka zde má největší optickou mohutnost;

-        daleký bod (někdy též vzdálený bod) – nejvzdálenější bod ostře zobrazený na sítnici; u zdravého oka se nachází v nekonečnu; čočka zde má nejmenší optickou mohutnost.

**Vliv záření různých vlnových délek**

Lidské oko je schopno vnímat pouze viditelné světlo, tj. záření o vlnové délce přibližně 400-700 nm. Působí na něj však i záření jiných vlnových délek:

100-315 nm – absorbuje se převážně v rohovce, zbytek se rozptýlí v komorové vodě

315-400 nm – absorbuje se převážně v čočce za pomoci přeměny proteinů

400-1400 nm – prochází skrz čočku a dopadá na sítnici, kde při velké intenzitě může způsobit i vážné poškození. Viditelné světlo 400-700 nm je oko schopné během 0,25 s zredukovat pomocí panenky na snesitelné množství, ale na kratší vlnové délky již nedokáže tak rychle zareagovat

více než 1400 nm – je absorbováno v rohovce a způsobuje silné slzení a zvyšování teploty a tlaku komorové vody.

Jistě sami víte, že pokud se dlouho díváte na velmi blízké předměty, začnou vás bolet oči – oko se velmi rychle unaví (resp. ciliární sval, který „tvaruje“ oční čočku, se unaví). Oko je nejméně namáhané při pozorování předmětů vzdálených přibližně 25 cm od oka. Protože každý z nás má oko jiné, je i tato vzdálenost pro různé lidi různá. Proto se pro výpočty zavádí tzv. konvenční zraková vzdálenost *d*, jejíž velikost byla stanovená dohodou (= konvencí) na 25 cm.

Z každodenní praxe víte, že někteří lidé musí nosit brýle na čtení, jiní zase na sledování televize.

Tzn., že se vyskytují určité vady oka, které je ale možno nějakým způsobem korigovat. Mezi nejčastější vady oka patří krátkozrakost, dalekozrakost a astigmatismus.

Krátkozrakost (myopie) je taková vada oka, kdy se daleký bod oka nachází v konečné vzdálenosti od oka (např. 10 m). Současně je ale blízký bod posunutý blíže k oku. Zjednodušeně můžeme říct, je krátkozrakost je vidění na „blízko“. Svazek rovnoběžných paprsků dopadajících do oka se bude protínat před sítnicí – viz obrázek.

 

Další vadou oka je dalekozrakost (= presbyopie). Je charakteristická tím, že blízký bod oka je posunutý do větší vzdálenosti od oka (např. 30 cm). Opět můžeme zjednodušeně říct, že dalekozrakost je vidění „na dálku“ – dalekozraké oko vidí výborně do dálky, ale blízké předměty zobrazí rozostřeně. Rovnoběžné paprsky dopadající do oka se protínají za sítnicí – viz obrázek.

 

 Možná jste si u svých dědečků nebo babiček všimli, že si dávají noviny při čtení dále od oka. Je to důsledek stárnutí oka a únavy okohybných svalů. Blízký bod se postupně s věkem vzdaluje od oka a oko se stává dalekozrakým. Také jste si asi všimli, že někteří lidé nosí tzv. bifokální brýle, které mají dvě čočky – „spodní“ čočka je určená na čtení a pozorování na blízko, „horní“ čočka ulehčuje dívání do dálky.

 Mezi další vady oka, s nimiž se můžete setkat a které nemusí být patrné na první pohled, patří:

        **astigmatismus** – jedná se o jednu z nejběžnějších očních vad, většinou je však poměrně malá; je způsobena nepravidelností čočky, lze odstranit cylindrickými čočkami

        **barevná vada** – paprsky různých barev se nesbíhají všechny v jednom bodě; tato vada obvykle uniká pozornosti, protože citlivost sítnice je pro barvy z okraje spektra mnohem menší než pro světlo žlutozelené

        **otvorová vada** – se projevuje hlavně při pozorování jasně svítících bodů: jasná plocha se zdá větší než stejná plocha méně osvětlená

        **barvoslepost** – daltonismus – je porucha vnímání barev, kterou nelze léčit, většinou nezpůsobuje vážnější problémy

        **zelený zákal** – glaukom – bolestivý tlak očního moku vede k neostrému vidění, při operačním léčení se dnes používá laser; při neléčení může vést k oslepnutí

        **šedý zákal** – katarakta – čočka se zakalí a člověk vidí, jako by se díval přes pomalu zamrzající okno; nemoc se dnes léčí nahrazením poškozené čočky tenkou umělou čočkou.

Oko je pro nás naprosto jedinečný zdroj informací o okolním světě, a proto je třeba jej chránit před poškozením. Kromě mechanických poranění může dojít k poškození také při dívání se do intenzivního zdroje světla (např. Slunce, elektrický oblouk při svařování), před nímž je třeba oči chránit použitím vhodných pomůcek – např. tmavých svářečských skel nebo slunečních brýlí. Při koupi slunečních brýlí je vhodné vybírat brýle s kvalitním UV filtrem (oko je za brýlemi v šeru, proto se zornice rozšíří a na sítnici dopadá více škodlivého ultrafialového záření).

Zajímavosti:

|  |
| --- |
| * lidské oko vnímá jen 3 barvy stejně jako dig. foťák
* lidské oko je nejcitlivější na modrou
* člověk mrkne asi 25 000x za den
* člověk, který má oči ve výšce dvou metrů, může teoreticky vidět do vzdálenost 5,4km
* každý třicátý člověk je barvoslepý, přičemž více tato vada zraku postihuje muže
* Lidské oko dokáže rozlišit 10 milionů různých barevných odstínů
* Zdravé oči jsou tak citlivé na světlo, že jsou schopny zahlédnout hořící svíčku ve vzdálenosti 1,6 kilometru
 |

.

 