



Vesmír okolo nás

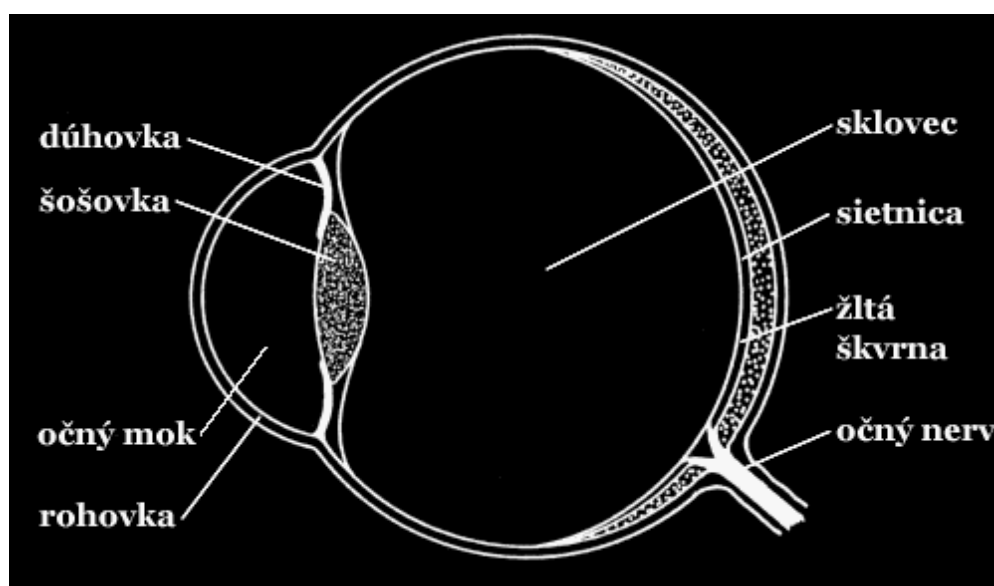
interaktívne zoznámenie s kozmom
Otvorené pri príležitosti 120. rokov od narodenia M. R. Štefánika

Teraz ste tu: **STEFANIK** » Pozorovacia technika » Ľudské oko
home.astroportal.sk

Ľudské oko

Oko bolo pre astronómov celé veky jediným pozorovacím "prístrojom" až do vynájdenia ďalekohľadov v XVII. storočí a aj potom bol teleskop iba pomôckou na sústredenie svetla do oka, ktoré zostávalo jediným detektorom svetla. Až príchod fotografie a súčasných detektorov začal vytláčať vizuálnych pozorovateľov. Miliómy rokov evolúcie vytvorili z ľudského oka takmer dokonalý receptor, ktorý spolu s mozgom umožňuje veľmi kvalitné spracovanie obrazu.

Oko má približne guľový tvar s priemerom 24 mm a hmotnosťou 7 g. Celý vonkajší povrch očnej bulvy je pokrytý nepriehľadným **belmom**. Jediným vstupom pre svetlo je priehľadná **rohovka**. Ďalšou nápadnou časťou oka je **dúhovka**, ktorá určuje farbu nášho oka (hnedá, modrá, zelená). Priestor medzi rohovkou a dúhovkou vyplňa priehľadný očný mok. Uprostred dúhovky je **zornica**, kruhový otvor s premenlivým priemerom, ktorý má podobnú úlohu ako clona na fotoaparáte. Počas slnečného dňa má zornička najmenší priemer, iba 1 až 2 milimetre, v šere sa postupne rozširuje až po svoj najväčší priemer, u detí okolo 9 mm, u starších ľudí len asi 4 mm.



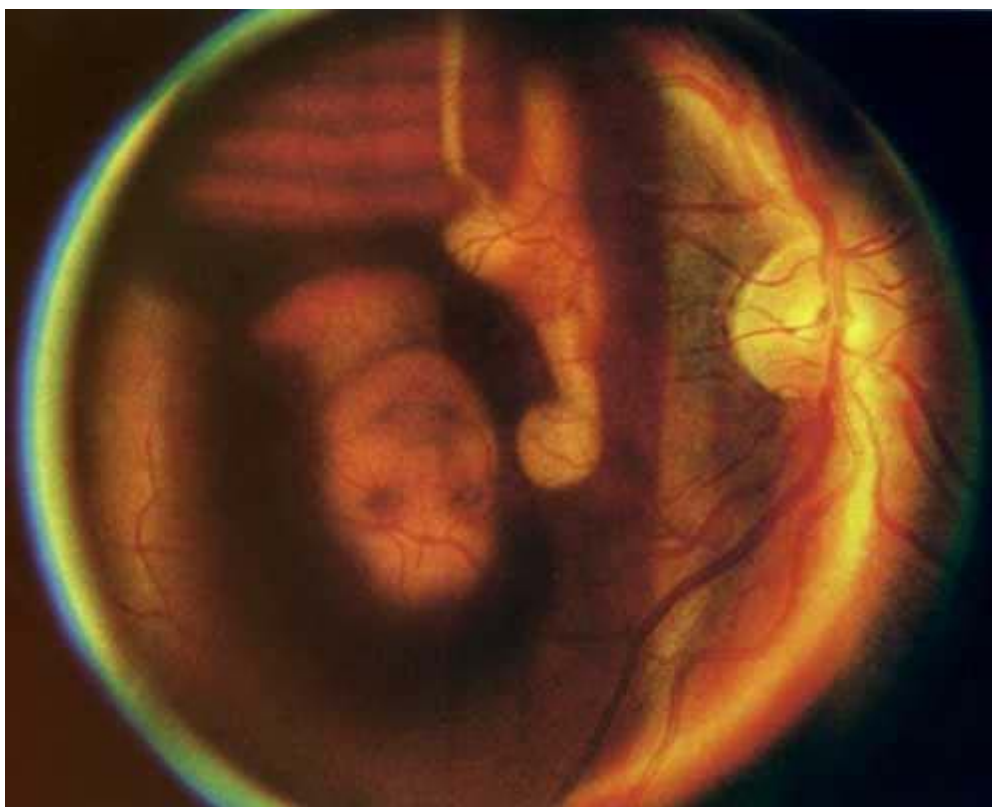
Za zornicou sa nachádza hlavný optický člen oka, **šošovka**. Priemer ľudskej šošovky je 9 až 10 milimetrov, má dvojvypuklý tvar s väčším

zakrivením zadnej plochy. Šošovka je zavesená na svalových vláknach, ktoré podľa potreby menia zakrivenie jej prednej plochy, čo vnímame ako zaostrovanie zraku (**akomodácia oka**).

Šošovka nie je tvorená rovnorodou hmotou, skladá sa z vlákien, ktoré vytvárajú šesťhrannú štruktúru. Preto bodové zdroje svetla (hviezdy, vzdialené žiarovky, ale aj Slnko) vidíme s lúčmi.

Vnútorňý priestor oka je vyplnený **sklovcom**, priehľadnou rôsolovitou hmotou. Zadná stena oka je bohato zásobovaná živinami z krvných vlásočníc a je pokrytá **sietnicou**. Na sietnici sa nachádzajú bunky citlivé na svetlo: **tyčinky** a **čapíky**.

Tyčinky vynikajú citlivosťou na svetlo, ale neumožňujú rozoznávanie farieb. V oku je asi 120 miliónov tyčínok a aktivujú sa pri nízkej úrovni osvetlenia, tzv. nočné (**skotopické**) videnie. Čapíkov je na sietnici 5 až 7 miliónov a sú trojakého druhu (citlivé na červenú, zelenú a modrú farbu), čím umožňujú farebné videnie. Čapíky využívame pri dennom (**fotopickom**) videní.



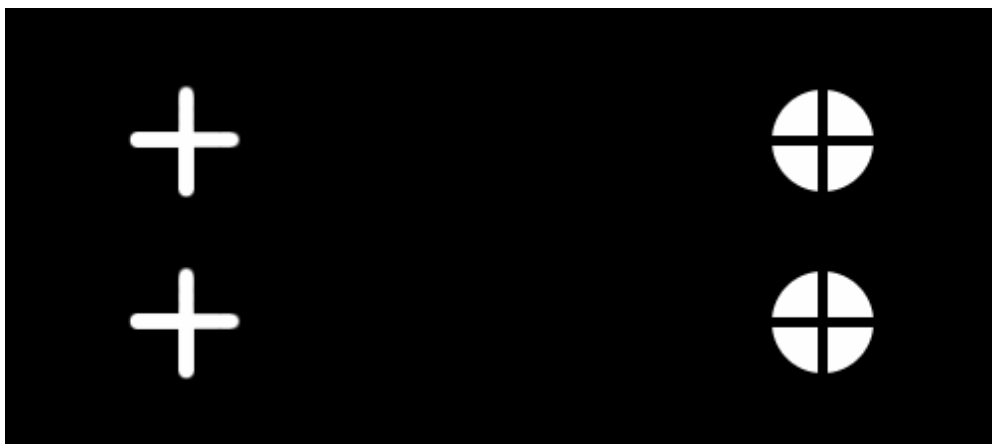
Takto vyzerá obraz na sietnici oka. Prevrátenie obrazu a korekcia väd prebieha až v mozgu. Vpravo vidíme slepú škvŕnu, kde ústi očný nerv. Dívajúci sa zaostril svoj pohľad na bradu osoby s telefónom, preto sa táto oblasť premieta do centrálnej jamky (trochu tmavšie miesto). Snímka bola zhotovená mikrokamerou nasmerovanou cez zreničku na sietnicu.

Reprodukcia z knihy Lenarda Nilssona Ako sa nepoznáme

Rozloženie tyčiniek a čapíkov na sietnici je veľmi nerovnomerné. Uprostred optickej osi oka sa na sietnici nachádza **žltá škvrna**, oblasť s najhustejšou koncentráciou čapíkov a malým počtom tyčiniek. Všetkými smermi od žltej škvrny počet čapíkov prudko klesá, takže oblasť farebného denného videnia s dobrým rozlíšením je obmedzená iba na priamy smer.

Tyčinky sú najviac sústredené približne 25° od optickej osi oka, takže ak chceme pri nočnom pozorovaní rozoznať slabé objekty, je potrebné sa dívať mierne stranou od samotného objektu. Je to známe "bočné videnie", ktoré si musí každý astronóm osvojiť.

V mieste, kde vychádza z oka zväzok nervových vlákien do mozgu nie sú žiadne bunky citlivé na svetlo. Tejto oblasti hovoríme **slepá škvrna** a nachádza sa asi 20° od osi smerom k nosu. Existenciu slepej škvrny si neuvedomujeme, pretože náš mozog tento nedostatok koriguje. Môžeme si ju však dokázať jednoduchým testom.

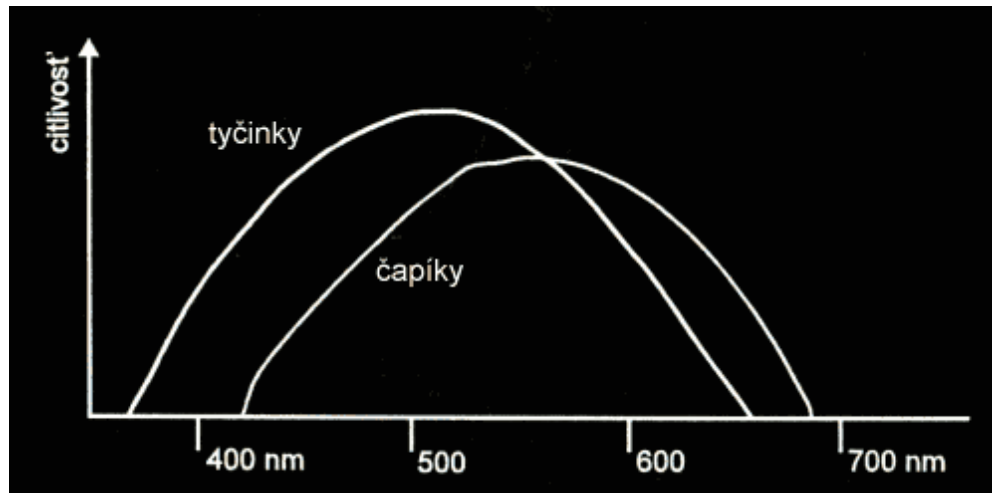


Zavrite ľavé oko a pravým sa dívajte zblízka na kríž vľavo. Postupne vzdiaľujte oko od obrazca, kým vám zrazu kruh s krížom nezmizne, pretože sa premieta do slepej škvrny. Teraz môžete skúsiť prechádzať zrakom medzi horným a spodným krížom a striedavo vám bude miznúť protifaľhý horný a spodný kruh.

Zväzok neurónov z oka sa skladá približne z milióna vlákien, ale tyčiniek a čapíkov je spolu až 130 miliónov. Tento nepomer sa rieši zvláštnym napojením receptorov na neuróny. V okrajových oblastiach oka je na jedno nervové vlákno napojených až 1 000 receptorov, preto má naše periférne videnie malú rozlišovaciu schopnosť, na druhú stranu sa takto podstatne zvyšuje citlivosť (sčítanie signálu z mnohých receptorov). Periférnym videním napríklad ľahko postrehneme blikanie obrazovky. Pre našich predkov bolo iste dôležité spozorovať v predstihu zakrádajúceho sa nepriateľa, alebo šelmu v tráve. V centrálnej časti oka je napojený každý receptor na samostatné vlákno, takže vidíme s maximálnym rozlíšením (až jedna uhlová minúta), ale s menšou citlivosťou.

Pri dennej intenzite osvetlenia sú čapíky citlivé na svetlo s vlnovou dĺžkou asi 430 nm až približne 690 nm s maximom citlivosti približne 555 nm (žltozelená farba). Ako dve rozličné farby rozlíšime svetlo s rozdielom vlnových dĺžok iba 1 až 2 nm.

Postupným znižovaním intenzity osvetlenia prestáva byť fotopické videnie (pomocou čapíkov) účinné a aktivuje sa skotopické videnie (tyčinkami). Pri stmievaní sú najprv vyradené čapíky citlivé na červenú, potom modrú a nakoniec čapíky citlivé na zelenú farbu. Tyčinky sú citlivé na svetlo s vlnovou dĺžkou nad 380 nm až po 650 nm s maximom pri 510 nm (zelenomodrá farba).



Privyknutie na nočné videnie je postupné, **adaptácia na tmu** trvá niekoľko desiatok minút, pričom v priebehu prvých asi troch minút sa výrazne rozšíri zornica a rýchlym tempom sa aktivujú tyčinky. Spätná adaptácia na svetlo prebieha oveľa rýchlejšie, úplné privyknutie na svetlo trvá okolo dvoch až troch minút.

Pozri tiež...

- [Veľké teleskopy XX. storočia](#)
 - [Pozorovacie okná](#)
-