

Fyziologia zraku

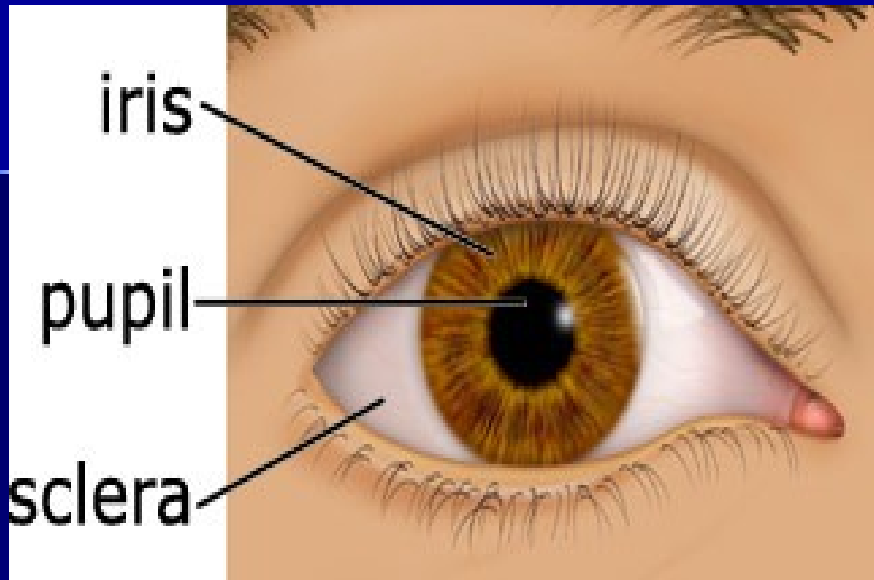
Ján Jakuš

Zrak - je najdôležitejší ľudský zmysel, ktorý zabezpečuje príjem viac než 80% informácií z okolia.

Adekvátny zrakový podnet je elektromagnetické vlnenie fotónov (pre **Viditeľné svetlo** je $\lambda = 380 - 780$ nm). Pre **Ultrafialové svetlo** λ je pod 380 nm, pre **Infračervené svetlo** je λ viac než 780 nm.

Rýchlosť svetla vo vákuu je cca 300 000 km/s.
(186 000 míl/s)

Anatómia oka zvonka: dúhovka, zrenica, bielko, spojivka



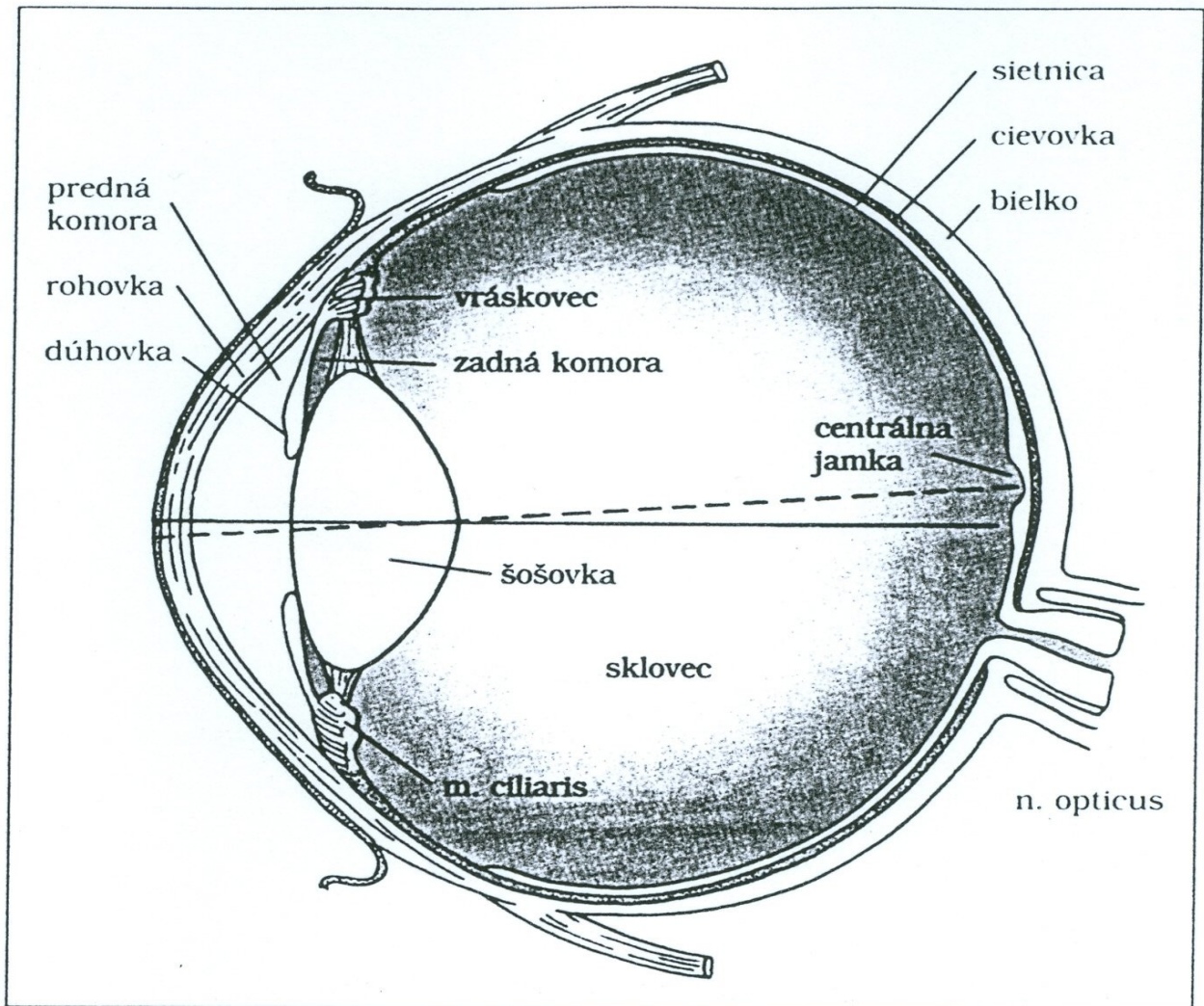
Schopnosť vidieť zabezpečuje systém tzv. **Optického analyzátoru**, ktorý pozostáva z 3 častí: **Očná guľa**, **Optické nervy** (a nervové dráhy), **zrakový kortex** v **záhlavovom laloku mozgu**.

Časti oka



natom y .sw

STAVBA OKA- schéma

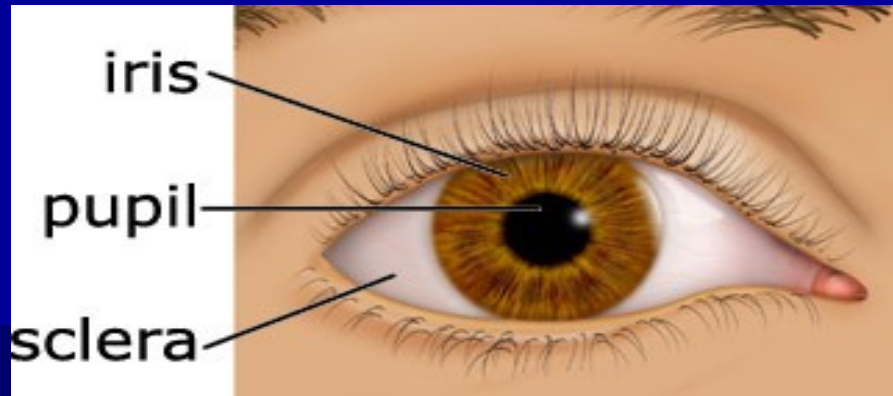


Obr. 16. 17 Anatomické štruktúry oka

Očná guľa (okrúhly tvar s $d = 2.5$ cm). *Pozostáva z 3 častí (zvonka dovnútra):*

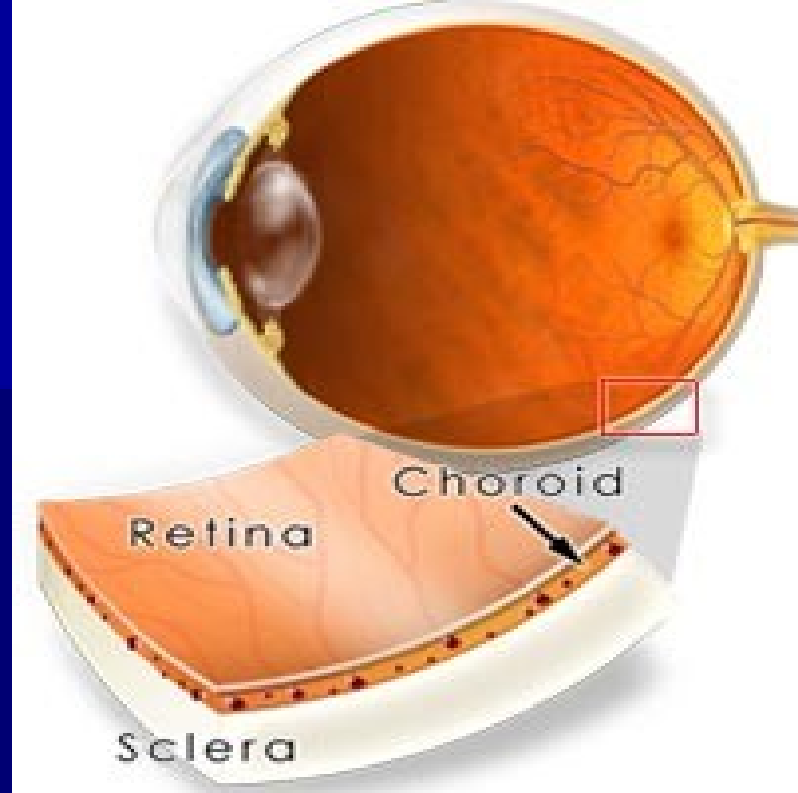
1. bielko (skléra), 2. ciefovka (chorioidea), 3. sietnica (retina),
a z 2 druhov tekutín:

komorový mok - humor aquens,
vyplňuje prednú očnú komoru a
sklovcová tekutina - vitreus humor,
vyplňuje zadnú očnú komoru.



Bielko- Skléra: tenká väzivová vrstva, ktorá vpredu prechádza v priehľadnú Rohovku (**CORNEA**). Má najvyššiu schopnosť ohýbať svetelné lúče- **optickú lomivosť**, obsahuje receptory bolesti, neobsahuje cievy . Za rohovkou je **Predná očná komora** vyplnená vodnatým komorovým mokom (**humor aquens**). Tento vytvára **vnútroočný tlak**,s hodnotou cca 2,66 kPa

Cievovka

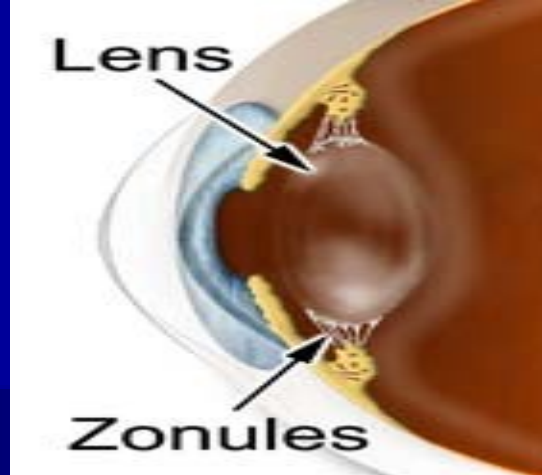


Cievovka- **chorioidea** je medzi sklérrou a retinou. Obsahuje početné cievy s funkciou vyživovacou. Vpredu prechádza cievovka do **Vráskovcového telesa**.

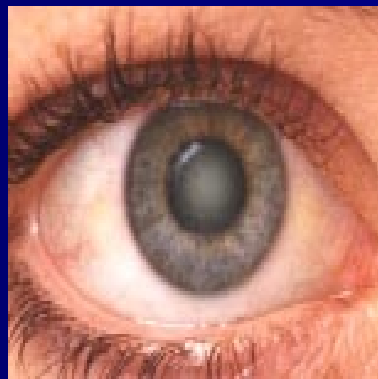


Vráskovcové teleso - **Corpus ciliare** obsahuje akomodačný SVAL - **m. ciliaris**, a podporové **LIGAMENTÁ (Zonuli)**, ktoré fixujú **ŠOŠOVKU - LENS**. Obe štruktúry su významné pre **AKOMODÁCIU oka** t.j. schopnosť oka zaostrit' na blízke predmety.

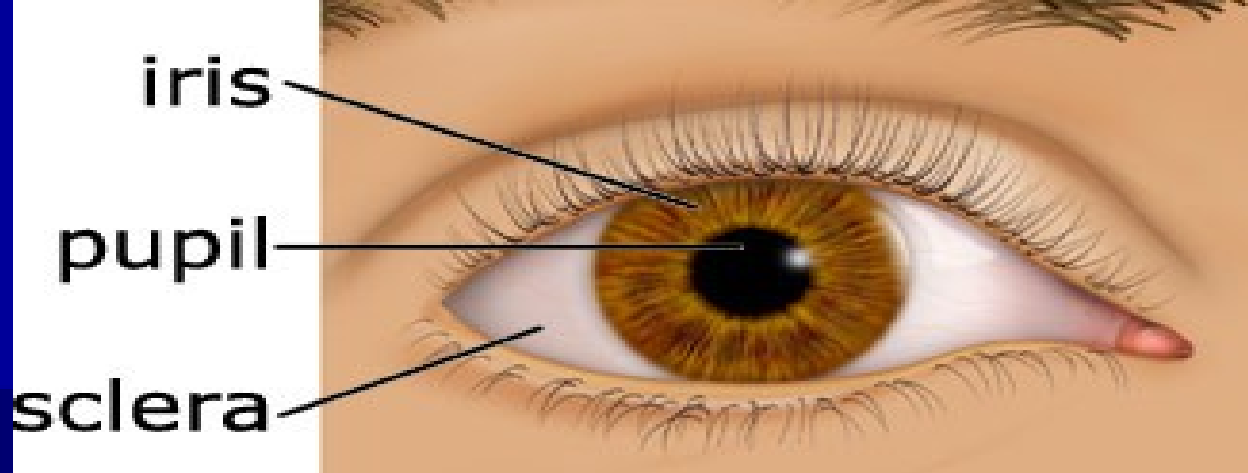
Šošovka



ŠOŠOVKA – LENS je priehľadná a uložená za dúhovkou - **IRIS** . Má úlohu ohýbať svetelné lúče do jedného miesta na sietnici . U ochorení oka spôsobených teplom alebo UV žiarením, vzniká **ZÁKAL** Šošovky - **Katarakta**

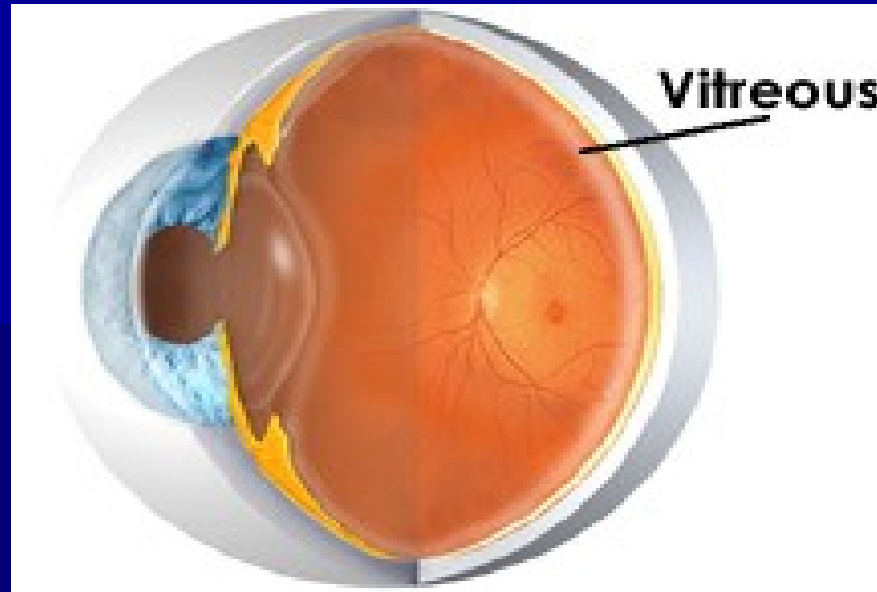


Dúhovka



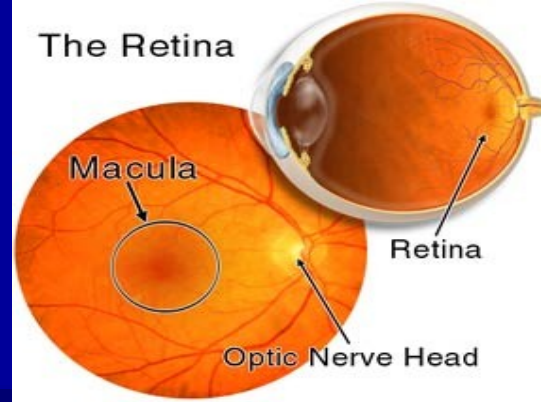
Dúhovka - **IRIS** obsahuje dva svaly- zvieráč a dilatátor, reagujúce na osvit: silné svetlo vedie ku zmenšovaniu **zrenice**- pupily (mióza), slabé svetlo ku jej rozširovaniu (mydriáza). Tento tzv. **pupilárny reflex** sa využíva v anesteziológii a v neurológii na zisťovanie hĺbky anestézie a stavu bdelosti. Dúhovka obsahuje aj **cievy** a **pigment**, ktorý podmieňuje farbu očí. Veľa pigmentu = tmavohnedé oči, žiadny pigment = modré oči

Sklovec



Sklovec - Corpus vitreum - je uložený za šošovkou v zadnej očnej komore. Je tvorený priehľadnou huspeninovou sklovcovou tekutinou - **humor vitreus**, ktorá má viskózne-elastické vlastnosti a podmieňuje okrúhly tvar a elasticitu očnej gule.

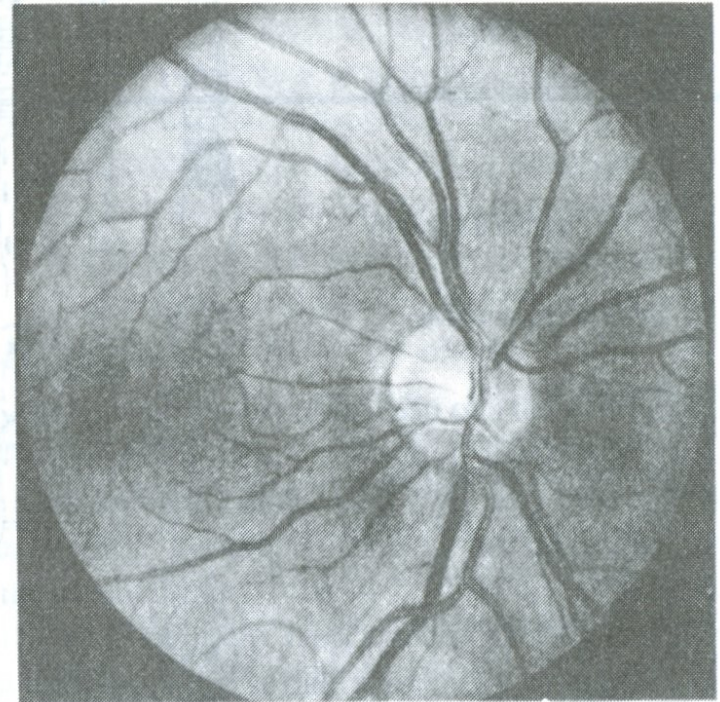
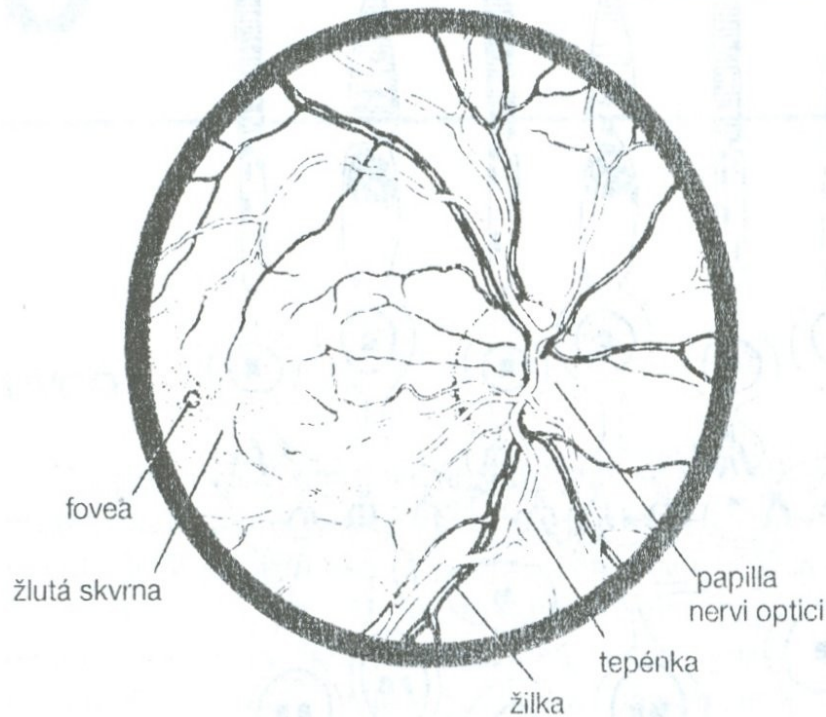
Sietnica



SIETNICA - RETINA obsahuje 2 druhy fotoreceptotorov: **TYČINKY** (120 miliónov/1 oko) a **ČAPÍKY** (6 mil. / 1 oko), a po dve vrstvy **BIPOLARNÝCH** a **GANGLIONARNÝCH** buniek.

Tyčinky sú citlivejšie na svetlo než Čapíky. **Tyčinky** sú zodpovedné za nočné a čiernobiele videnie (**Skotopické**). **Čapíky** za videnie farebné a videnie počas dňa (**Fotopické**). **Žltá škrvna - Macula lutea** je miesto najostrejšieho videnia s obsahom len čapíkov. **Slepá škrvna** - optický disk - tu vychádza z očnej gule optický nerv a vstupujú a vystupujú cievy. Nie sú tu žiadne receptory.

Očné pozadie (zist'ované oftalmoskopicky)



Obr. 8-3. Oftalmoskopický pohľad na normálnu ľudskú sítnicu. Na schémate vľavo sú vyznačené orientačné body na fotografii vpravo. (Se svolením reprodukováno z knihy Vaghan D, Asbury T a Tabbara KF: *General Ophthalmology*. 12th ed. Appleton&Lange, 1989.)

Pri prechode lúčov okom tieto na sietnici prechádzajú najskôr cez vrstvy ganglionárnych a bipolárnych buniek a až nakoniec sa dostávajú k tyčinkám a k čapíkom.

Fotopigmenty uložené v tyčinkách a v čapíkoch podliehajú vplyvom svetla **chemickému rozpadu** pri ktorom sa uvoľňujú **elektróny**. Tieto elektróny sú zodpovedné za vznik **GP vo vnútri Ganglionárnych buniek** a **AP na axónoch opúšťajúcich Ganglionárne bunky**. Teda GP a AP nevznikajú v tyčinkách a v čapíkoch (tieto sú hyperpolarizované)

Rozpad fotopigmentov

Tyčinky obsahujú fotopigment *rodopsin* (*11 cis - retinal-opsine*), purpurovej farby. **Svetlo** ho rozkladá na *Opsín* (*all-trans- retinal opsine*) + **1 elektrón**, a pigment bledne . V noci alebo pri zavretých očiach, sa 11 cis forma pigmentu obnovuje za katalytického účinku Vitamínu A. **VITAMÍN A** je potrebný pre resyntézu rodopsínu. Ak Vit. A chýba v potrave vzniká Šerosleposť' - **HEMERALOPIA**

Tri druhy Čapíkov obsahujú fotopigmenty:
Erytrolab(červená farba), **Chlorolab** (zelená)
Cyanolab,(modrá)

Farebné videnie

(**HELMHOLTZOVA-YAUNGOVA TEÓRIA**).

L'udia percipujú 3 základné farby (zelenú, červenú, modrú) a množstvo farebných odtieňov. Je to preto, lebo sietnica obsahuje 3 druhy čapíkov s 3 druhmi fotoreceptorov. Normálne farebné videnie nazývame **TRICHROMÁZIA a ľudí TRICHROMATI.**

Ak chýba jeden z 3 čapíkov, hovoríme o **DICHROMÁZII a Dichromatoch.** Týchto delíme na: **deuteroanopov** (úplná strata citlivosti na zelenú farbu), **protanopov** (strata červenej) , **tritanopov** (strata modrej a žltej), **alebo anomálov** (čiastočná strata citlivosti). **Ak chýbajú všetky čapíky hovoríme MONOCHROMÁZII.**

Farboslepost' je dedičné ochorenie - matky ho prenášajú na svojich synov, dcéry sú zdravé. Najčastejšie - až v 8% sa v populácii stretáme s **deuteranopiou.**

Akomodácia – je proces zaostrenia oka na blízke predmety. Akomodácia umožňuje zaostriť pohľad zo **Vzdialeného bodu** (nad 6 m od oka) do **Blízkeho bodu** (do vzdialenosti niekoľkých cm), tak aby sme videli predmet ostro. Počas akomodácie, **st'ah m. ciliáris vedie k relaxácii ligament , ktoré držia šošovku. Šošovka sa tak vlastnou elasticitou akoby " pohne do strán", zhrubne a nadobudne okrúhly tvar.** Čím bližšie je predmet pri oku, tým väčšia musí byť akomodácia. Tzv. **refrakčná sila oka** (lomivosť) sa meria v jednotkách : **DIOPTRIA**

$$D = 1 / f \text{ (m)}$$

Refrakčná sila celého oka je cca 59 D, z toho na rohovku pripadá 43 D, na šošovku asi 16-20 D !

AKOMODÁCIA 1



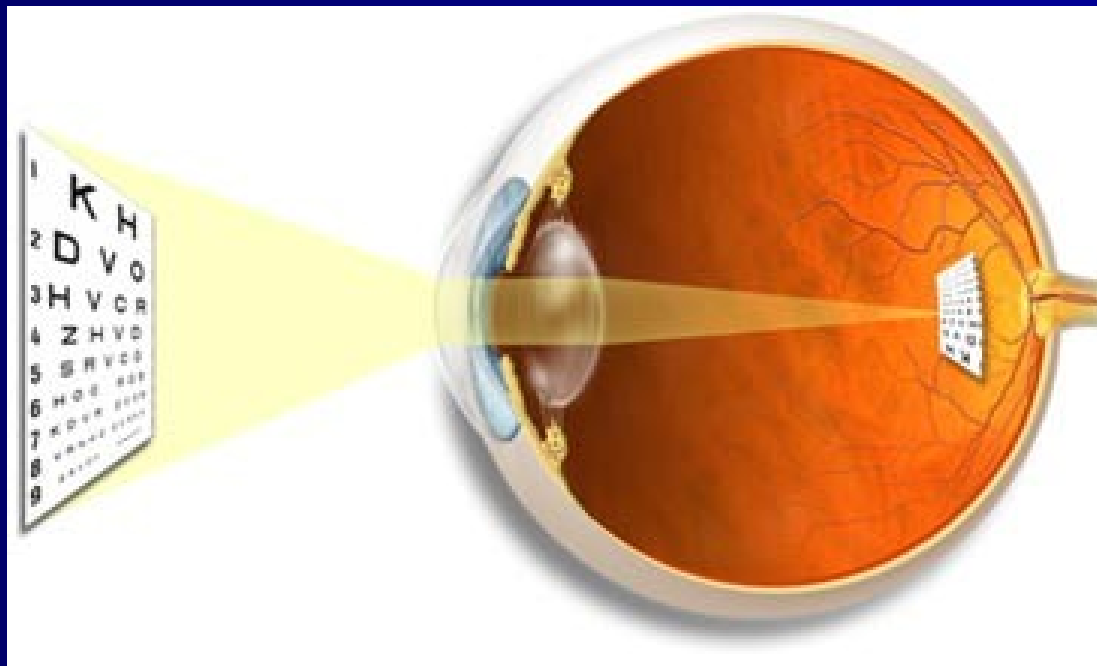
AKOMODÁCIA 2



Refrakčné chyby: Ametropie sférické (MYOPIA, HYPERMETROPIA, PRESBYOPIA). Ametropie asférické (ASTIGMATIZMUS)

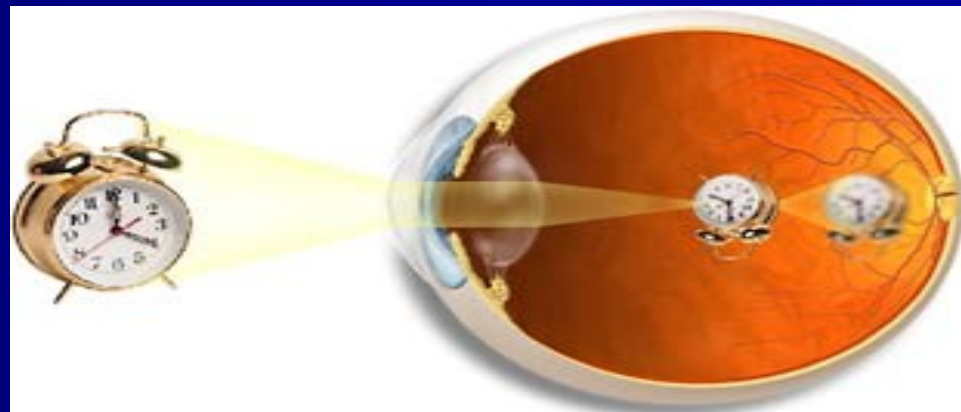
Normálne oko je EMETROPICKÉ – s priemerom

d = 2,5 cm). Svetelné lúče sú ohýbané rohovkou a šošovkou a fokusované do žltej škvrny na sietnici. Tam sa vytvára **skutočný, zmenšený a obrátený obraz** predmetu.



MYOPIA - Krátkozrakost'

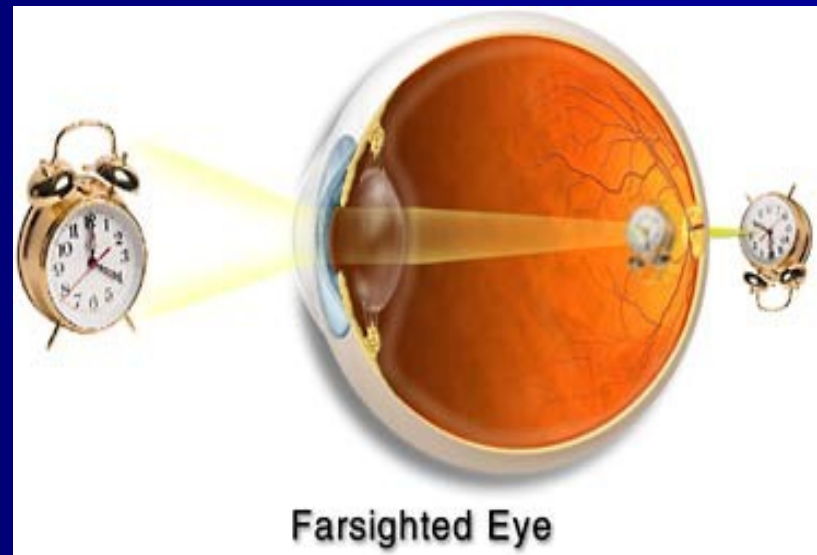
Príčiny: priemer oka je $>2,5$ cm, alebo lomivosť oka (rohovky a/alebo šošovky) je väčšia. Preto sa obraz predmetu vytvára pred sietnicou. Obraz je rozmazaný, človek ma problém vidieť ostro vzdialené predmety. Postihnutí sa snažia korigovať chybu prižmúrením viečok. Plná korekcia je možná použitím šošoviek- rozptyliek, ktoré usmernia svetelné lúče do žltej škvrny na sietnici, alebo laserovou operáciou. S pribúdajúcim vekom sa myopia môže upraviť.



Nearsighted Eye

Hypermetropia - d'alekozrakost'

Príčiny: buď je $d < 2.5$ cm, alebo lomivosť rohovky a /šošovky je malá. Preto sa **obraz predmetu vytvára za sietnicou**. Človek má problém vidieť ostro **blízke predmety**. Často sa počas čítania vyskytuje aj únava očí a bolesti hlavy v záhlaví. Korekcia chyby sa robí nasadením **SPOJNÝCH ŠOŠOVIEK**, ktoré usmernia svetelné lúče do žltej škvrny sietnice.



PRESBYOPIA- Starecké videnie – je druhom d'alekozrakosti - hypermetropie.

Je tiež známa ako Syndróm“ krátkych rúk“. Podstatou chyby je, že **elasticita Šošovky s vekom postupne klesá**. Preto u ľudí nad 45 rokov, klesá akomodačná sila oka, z dôvodu poklesu elasticity šošovky. Takto sa postupne **Blízky bod** vzd'ahuje viac a viac od oka a dosiahne hodnoty 45 - 100 - 400 cm. (vid' praktiká). Chyba sa koriguje **spojnými šošovkami**.

Astigmatizmus

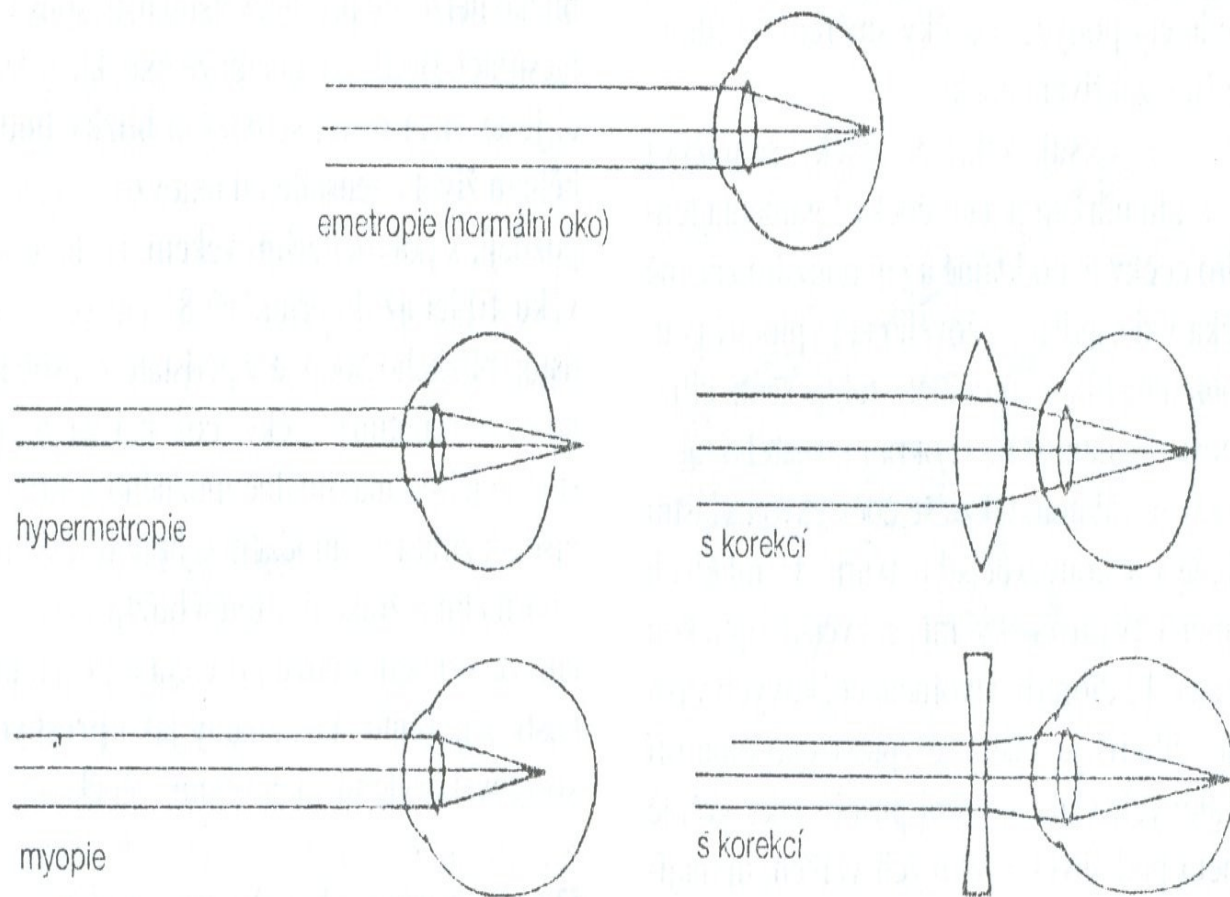
Patrí medzi **Asférické ametropie**.

Príčinou je **nerovný povrch rohovky**, ktorá nie je dokonale hladká, ale „hrboľatá“.

Človek buď nevidí ostro do **diaľky**, alebo na **blízko**.

Chyba sa koriguje **cylindrickými šošovkami**, alebo operačne **excimerovým laserom**.

Refrakčné sférické chyby oka



Obr. 8-13. Běžné vady optického systému oka. Při dalekozrakosti (hypermetropii) je bulbus příliš krátký a světelné paprsky se lámou do ohniska za sítnicí. Tuto vadu korigujeme bikonvexní čočkou, která refrakční sílu oční čočky zvýší. Při krátkozrakosti (myopii) je bulbus příliš dlouhý a paprsky se lámou do ohniska před sítnicí. Umístíme-li před oko bikonkávní čočku, paprsky přicházející do oka se mírně rozbíhají, takže se v oku lámou do ohniska na sítnici.



ision .sw

**Prajem Vám pekný
a úspešný deň !**

