

6.1 Zrak

Orgánem zraku je oko, které zajišťuje převod světelného signálu na nervový. Tento proces se odehrává na světločivné vrstvě oka - sítnici - a všechny ostatní struktury jsou přizpůsobeny zajištění této funkce.

Stavba oka

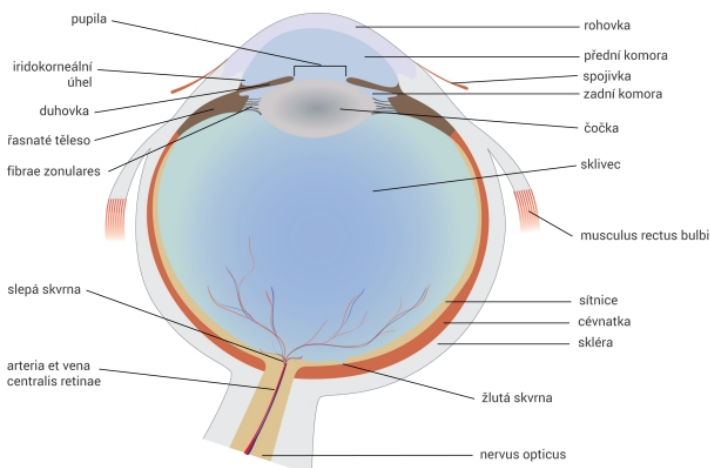
Vnější vrstva - **skléra**. Jedná se o tuhou vazivovou obálku oka, v přední části oka přechází v průhlednou rohovku (cornea); střední vrstva - **řivnatka** (uvea). Je tvořena **cévnatkou** (choroidea), bohatě vaskularizovanou tkání, v přední části přechází v **řasnaté těleso** (corpus ciliare) a **duhovku** (iris). Duhovka je pigmentem různě zbarvená část oka viditelná skrze rohovku, uprostřed má otvor označovaný jako panenka (pupila); vnitřní vrstva - **sítnice** (retina). Zde jsou uloženy světločivné buňky.

Uvnitř oka, zavěšena pomocí zonulárních vláken na řasnatém tělese, se nachází **řočka** (lens). Vnitřní prostor oka je rozdělen na tři části:

- přední komora** - mezi rohovkou a duhovkou
- zadní komora** - mezi duhovkou a řočkou
- sklivcová komora** - mezi řočkou a sítnicí

Přední a zadní komora jsou vyplněny **nitrooční tekutinou**, který je tvořena v řasnatém tělese a resorbována v iridokorneálním úhlu. Ve sklivcové komoře se nachází **sklivec** - průsvitná gelovitá hmota.

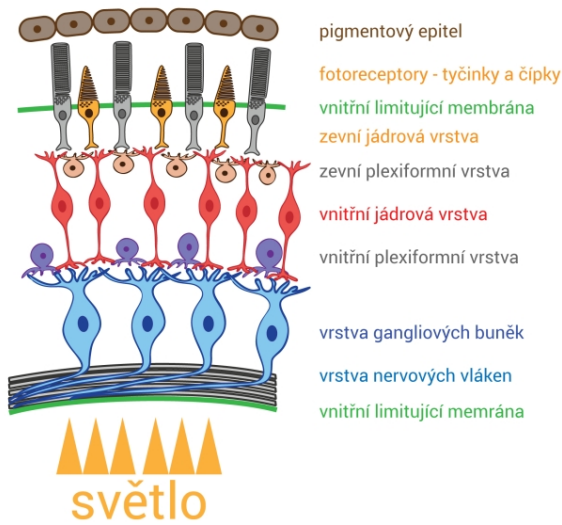
Nitrooční tekutina je vytvářena v řasnatém tělese a vstřebávána v **iridokorneálním úhlu**.



Oko

Stavba sítnice

Sítnice je tvořena vrstvou pigmentového epitelu a dále vrstvou nervových buněk. Světlořivná část sítnice pokrývá vřtřinu vnitřního povrchu oční koule.



Vrstvy sítnice

Sítnice je uspořáána do **10 vrstev**, které jsou zobrazeny na obrázku. Nejdřleřitřními bučkami jsou světlořivné elementy - tyřinky a řípky.

Tyřinky jsou specializované na vnřmání svřtla a tmy, **řípky** jsou třř typř a dovedou rozliřovat barevně odstřny. V nich je svřtelný signál chemickou reakcí přemřnen na akřní potenciál, který následnř excituje **bipolární buřky**. Třetř v řadř jsou buřky **gangliové**, jejichř axony tvořř zrakový nerv.

Přicházejřící svřtlo musí překonat vřechny vrstvy sítnice a teprve po odrazu od pigmentové vrstvy je registrováno svřtlořivnými elementy. Svřtelná propustnost sítnice tedy není dokonalá a z toho dřvodu není ani sítnice na vřech místech uspořáána stejnř.

Speciální oblasti sítnice

slepá skvrna - protože vlákna gangliových buněk tvořící **zrakový nerv** probíhají na povrchu sítnice (nejvíce ve vnitřní části oka), musí být někde otvor, kterým prorazí skrze stěnu oka a zamíří směrem k mozku. V tomto místě tedy nenajdeme žádné světločivné buňky a oko je zde slepé.

žlutá skvrna - přicházející světlo musí nejprve prorazit dvěmi vrstvami sítnice, než se dostane ke světločivným elementům. To samozřejmě zhoršuje kvalitu vidění. Proto je v oku jedno místo - žlutá skvrna - kde se vnitřní vrstvy sítnice rozestoupí do stran a světelné paprsky dopadají přímo na světločivné buňky. To zajišťuje **ostré vidění**.

Světlo přicházející do oka musí projít přes celkem 4 různá prostředí. Podle optických zákonů na každém z přechodů dochází k lomu, součtem těchto lomů je tvořena tzv. **optická mohutnost oka**.

- vnější prostředí - rohovka
- rohovna - nitrooční tekutina přední komory
- nitrooční tekutina - čočka
- čočka - sklivec

Chceme-li **zaostřit** oko je vždy postaveno tak, aby světelný signál z daného bodu dopadal **na žlutou skvrnu**. Zde je nejvyšší koncentrace čípků, což nám umožňuje barevné vidění. Ostatní části sítnice zajišťují periferní vidění, které má horší rozlišení. V noci, kdy je světla výrazně méně, se čípky neuplatní a vidíme pouze pomocí tyčinek.

Rozlišovací schopnost zdravého oka je **1 úhlová minuta** a optická mohutnost zhruba **60 dioptrií**.

Přechodem přes optický aparát oka dochází k převrácení obrazu. Levá polovina sítnice tak snímá pravé zorné pole, pravá polovina sítnice levé zorné pole. Kromě toho je obraz na sítnici zachycen vzhůru nohama, to je však mozkovou kůrou automaticky korigováno.

Svaly oka

Oko obsahuje vnitřní **hladké svaly**, které se aktivně podílejí na jeho funkci.

Hladké svaly oka

musculus dilatator a sphinkter pupillae - tyto svaly regulují šířku pupily a tím množství světla, které vstupuje do oka (fungují jako clona fotoaparátu)

musculus ciliaris v zásadě tělese, který ovlivňuje tvar čočky a tím mění její optickou mohutnost

Musculus sphinkter pupillae a musculus ciliaris je řízen **parasymptickým nervovým systémem**. Při jejich aktivaci dochází ke **zúžení panenky (mióza)** a ochabnutí zonulárních vláken, které udržují čočku napjatou. Ta se vyklene a tím zvýší svou optickou mohutnost, což umožňuje **zaostření oka na blízko** (např. při čtení). Tato schopnost čočky se označuje jako akomodace.

Musculus dilatator pupillae je inervován **sympaticky**. Jeho aktivace způsobí **rozšíření pupily (mydriáza)**, zároveň dojde uvolněním ciliárního svalu k napnutí čočky a jejímu oploštění. Výsledkem je širší periferní vidění a **zaostření na nekonečno**.

Poruchy zraku

S věkem v klesá schopnost akomodace. Tento proces je označován jako **vetchozrakost**. Čočka již není schopna se vyklenout a zaostřit na blízko a lidé tak při čtení čím dál více natahují ruce. Řešením jsou **brýle na čtení** (spojky), které přidáním dioptrií zvýší optickou mohutnost a umožní čtení na běžnou vzdálenost.

Při **krátkozrakosti** je problém zpravidla vývojevě daná nesprávná délka oka. Paprsky jsou tak spojovány před sítnicí a nikoli na ní. **Brýle na dálku** (rozptylky) posunou ohnisko na sítnici a tím zajistí ostré vidění.

Zraková dráha

Zraková dráha má celkem **4 neurony**. První 3 se nachází v sítnici, 4. v thalamu.

Neurony zrakové dráhy

- 1. neuronem** je samotná světločivná buňka - **tyčinka** nebo **šípek**
- 2. neuron** je **bipolární buňka**
- 3. neuron** je **gangliová buňka**. Jeho axony vstupují do lebky a tvoří 2. hlavový nerv, *nervus opticus*.

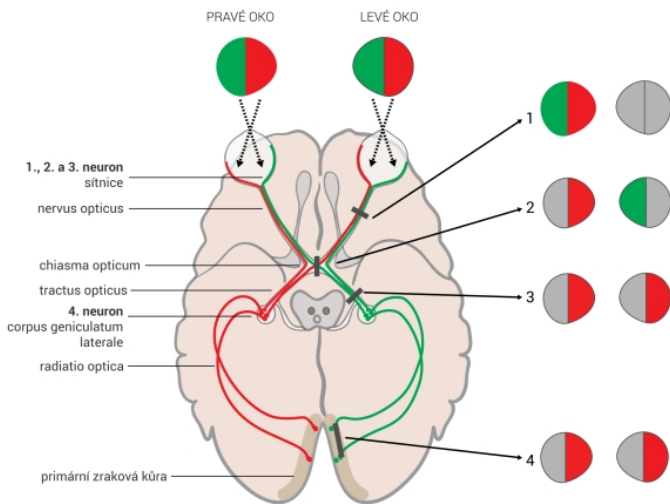
Zrakový nerv se po výstupu z oční štěpny setkává v *chiasma opticum*, dále pokračuje jako *tractus opticus*.

4. neuron je uložen v *corpus geniculatum laterale thalamu*. Z něj pokračuje dráha cestou *radiatio optica* **do zrakové kůry** v okcipitálním laloku.

Protože dochází k překřížení pouze vláken z mediálních polovin sítnice, obsahuje levý *tr. opticus* vlákna z pravých polovin sítnic (a tedy z levých polovin zorného pole), pravý *tr. opticus* nese vlákna z levých polovin sítnic a tím z pravých polovin zorného pole.

Ve výsledku se **levá hemisféra dívá doprava** a **pravá hemisféra doleva**.

Vlákna ze žluté skvrny jsou zkřížena štěpnou a její korová reprezentace je proto oboustranná.



Zraková dráha

Odbožky zrakové dráhy

Ježt? p?ed vstupem do corpus geniculatum laterale (tedy **ze 3. neuronu**) odbožuje ze zrakové dráhy n?kolik vedlej?ích v?tví. Jedná se p?edev?ím o spoje do:

hypotalamu k zajižt?ní synchronizace cirkadiánních rytm?
mozkového kmene:

colliculus superior a dále prost?ednictvím fasciculus longitudinalis medialis k jádr?m **okohybných hlavových nerv? a vestibulárním jádr?m**. Touto cestou je zajižt?na koordinace ožních pohyb? s pohyby hlavy a krku. To nám umož?uje i p?i komplikovaných pohybech celého t?la fixovat zrakem konkrétní objekt.

area pretectalis a dále k parasympatickému **Edingerovu-Westphalovu jádru** a do míchy k jádr?m **sympatického systému**. Tudy je regulována žíe zornice v závislosti na intenzit? sv?tla - tzv. **zornicový reflex**