

# **Zrak, sluch, vestibulární systém**

Praktické cvičení z fyziologie (podzimní semestr: 4. – 6. týden)

Studijní materiály byly vytvořeny za podpory projektu MUNI/FR/1474/2018

# Astigmatismus

- Refrakční oční vada, která je ve většině případů vrozená (prakticky každý má alespoň minimální astigmatismus)
- Může se vyskytovat samostatně, ale častěji v kombinaci s krátko- nebo dalekozrakostí. Je to tzv. cylindrická vada. V osách, které jsou na sebe kolmé, má rohovka jinou dioptrickou mohutnost – zakřivení, ztrácí tak tvar „koule“ a nemá pravidelný tvar. V místech s menším zakřivením se světlo lomí jinak než v místě s větším zakřivením, tudíž se paprsky na sítnici nespojují do jednoho ohniska.

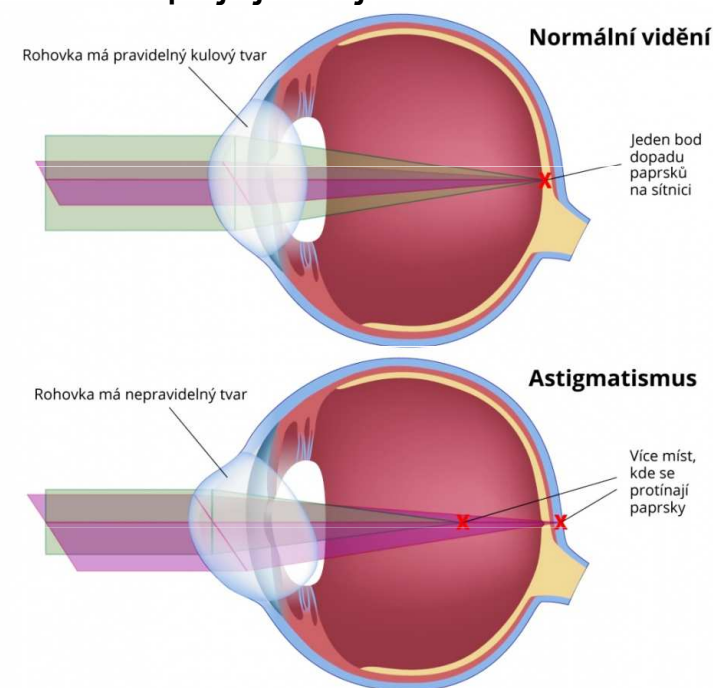
## – Pravidelný astigmatismus

Při tomto typu jsou přítomná dvě ohniska a jim příslušící osy zakřivení jsou na sebe kolmé.

- Astigmatismus jednoduchý – obraz jedné roviny vzniká na sítnici a obraz roviny druhé buď před nebo za sítnicí.
- Astigmatismus složený – obraz obou rovin je buď před nebo za sítnicí.
- Astigmatismus smíšený – jedna rovina obrazu leží před sítnicí a druhá rovina obrazu za ní.

## – Nepravidelný astigmatismus

Nelze najít dvě ohniska zaostření. Rozdílná lomivost nemá pravidelné uspořádání, osy na sebe nejsou kolmé. Tento typ astigmatismu nelze řešit brýlemi.



# Astigmatismus

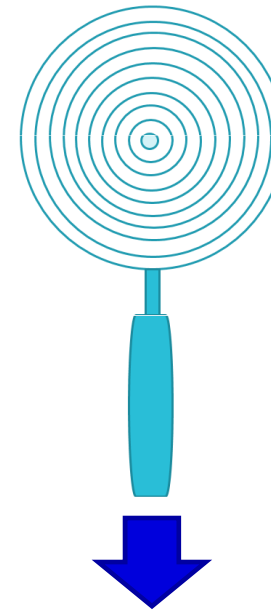
## – Objektivní

- Refraktometr, autorefraktometr
- Placidův keratoskop - Placidův keratoskop se skládá z rukojeti a okrouhlé části s otvorem uprostřed. Otvorem, který je vybaven zvětšovací sklem, hledíme ze vzdálenosti 10 – 15 cm na pacientovu rohovku. Na 200 mm široké kruhové části se nachází střídající se soustředné černé a bílé kruhy. Ty se odrážejí na pacientově rohovce. V případě astigmatismu se v příslušném místě objeví deformace.

- Skiaskopie
- Oftalmometr

## – Subjektivní

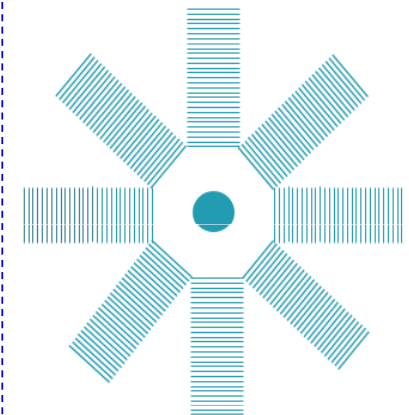
- Fuchsovy obrazce – Vyšetřovací nástroj pro základní hodnocení astigmatismu. Vyšetřovaná osoba se postaví proti obrazci kruhového tvaru (vyplněného mezikružím nebo pruhovými obdélníky) a fixuje jedním otevřeným okem střed. Sám sleduje zda se mu obraz jeví rovnoměrně nebo je místy deformovaný.



Placidův keratoskop

Name: Demo Patient				D.o.B.: 28.02.1983			
Exam: 27.10.2011 06:58:22				Exam: 27.10.2011 06:58:44			
Eye: Right QF: 91%				Eye: Left QF: 89%			
Sph (D) Cyl (D) Axis Q				Sph (D) Cyl (D) Axis Q			
-5.00 -0.50 92° 9				-5.50 -0.25 37° 9			
-5.00 -0.25 97° 9				-5.50 -0.25 39° 9			
-5.00 -0.25 89° 9				-5.50 -0.25 21° 8			
-5.00 -0.25 93° 9				-5.50 -0.25 89° 8			
K1/K2: 43.9D @ 16° / 44.2D				K1/K2: 44.0D @ 172° / 44.6D			
Pupil: 5.0mm Astig: 0.3 D				Pupil: 5.1mm Astig: 0.6 D			
WTW: 11.3mm Q: 9				WTW: 11.3mm Q: 9			
Save to Patient				Back to Exam List			

Oftalmometr

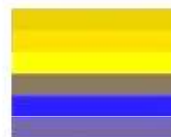


Fuchsovy obrazce

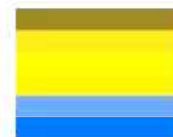
# Poruchy barvocitu



Trichromát



Protanop



Deuteranop



Tritanop



Monochromát

- Souhrnný název pro neschopnost rozeznávat správně barvy se nazývá barvoslepost
- Monochromázie – barvoslepost
  - Tyčinková (Achromatopsie) – absence všech čípků.
  - Čípková – absence 2 druhů čípků, nejčastěji červené a zelené.
- Dichromázie (Daltonismus)
  - Protanopie - absence čípků citlivých na červené barevné spektrum.
  - Deuteranopie – absence čípků citlivých na zelené barevné spektrum.
  - Tritanopie – absence čípků citlivých na modré barevné spektrum.
- Anomální trichromázie - neadekvátní reakce čípků příslušné barevné citlivosti.
  - Protanomálie – čípky mají nesprávné vnímání na dlouhých vlnových délkách (červená). Postižený tak nevnímá správně smíšená světla a kontrasty.
  - Deuternomálie – čípky mají nesprávné vnímání vlnové délky zelené barvy. Zelená vlnová délka se posune směrem k červené části spektra, což vede ke snížení citlivosti na zelené oblasti spektra.
  - Tritanomálie – čípky vnímají nesprávně krátké vlnové délky (modrý). Krátká vlnová délka se posune směrem k zelené oblasti spektra, což vede ke snížení modré oblasti spektra.

# Poruchy barvocitu - typy testů

- Anomální trichromázie, poruchy citlivosti jednotlivých barev:
  - Farnsworth – Munsell 100 hue test - sleduje kromě barvocitu i citlivost na odstín. Postupným zakládáním barev za sebe lze odhalit sníženou citlivost nebo poruchy čípků.
- Monochomázie, Dichromázie, Anomální trichromázie
  - Nagel anomaloskop - přístroj pro zkoušení barvosleposti, většinou s nastavitelnou směsí zeleného a červeného světla míchanou vyšetřovanou osobou, umožňující odhalení i anomálních reakce čípků.
- Dichromázie, Monochromázie
  - Ishihara tabulky – optické obrazce jsou tvořeny barevnými tečkami, které tvoří obraz. V závislosti na postižení buď není vidět žádný obrazec nebo je vidět jiný než typický pro zdravého jedince.
  - Holgrem test – v množství barev musí vyšetřovaný vyhledat stejnou barvu, jaká mu byla ukázána.



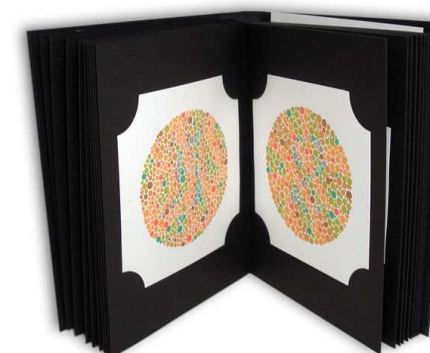
Farnsworth- Munsell hue test



Anomaloskop



Holgrem test



Ishihara test



# Vyšetření barvocitu

## – Číselné tabulky

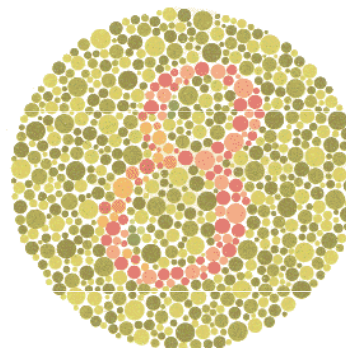
- Vhodným mixováním barev lze pomocí jednoduchého testu odhalit, zda měřený vidí správné číslo nebo zda vůbec vidí nějaký obrazec.

## – Obrázkové tabulky

- Další možností jsou obrazce a čísla v jednom obraze. Zpravidla zdravý jedinec nevidí nic a patologický vidí číslo, či obrazec trochu pozměněný.

## – Obrazce cesty

- Úkolem testu je ukázat začátek a konec cesty. Patologický jedinec nevidí cestu vůbec nebo ji vidí změněně.



“8”

Trichromie

Porucha červeného a zeleného spektra:

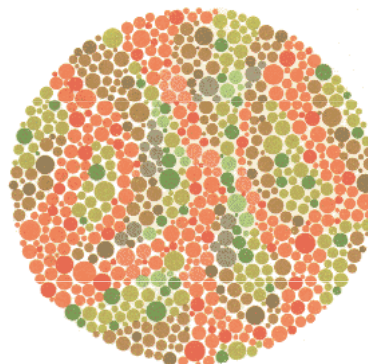
“3”

Protanopie, deuteranopie,

protanomálie

Nic

Monochromie



Nic

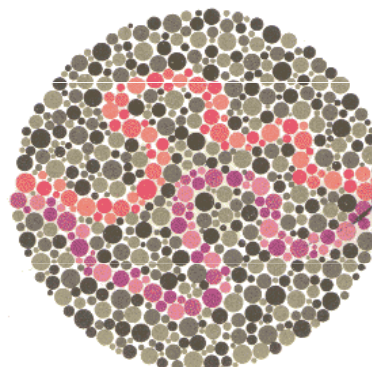
Trichromie

Porucha červeného a zeleného spektra:

“5”

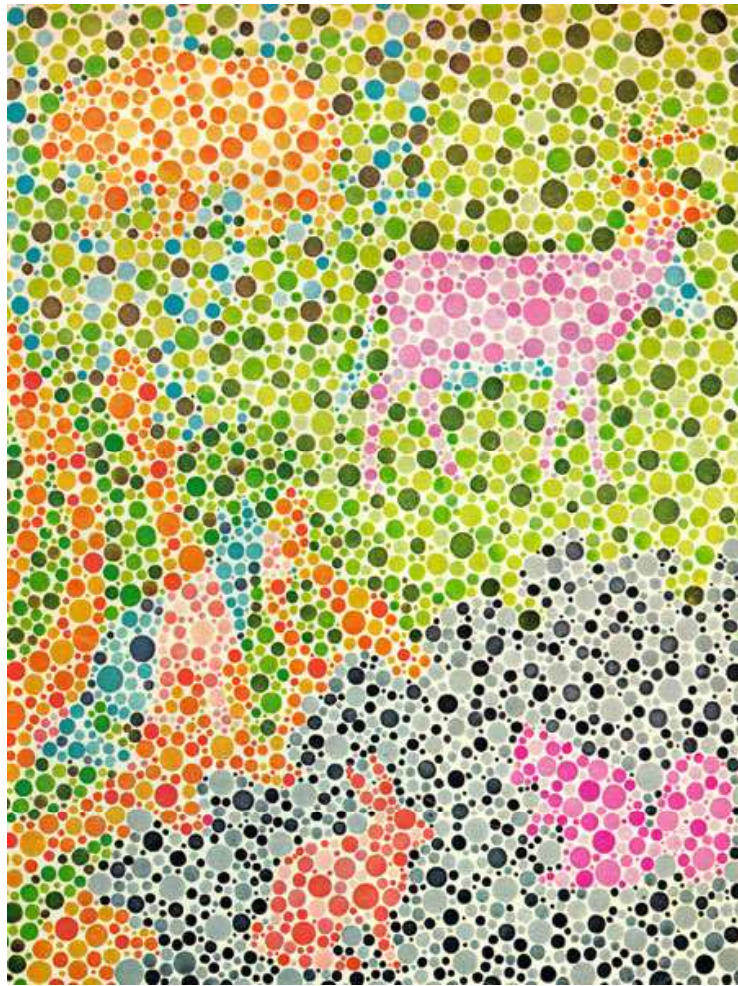
Protanopie, deuteranopie,

protanomálie



- Trichromát vidí obě cesty.
- Protanop vidí fialovou cestu
- Protanomalop vidí červenou cestu, ale s potíží
- Deuteranop vidí červenou cestu
- Deuteranomalop vidí fialovou cestu, ale s obtíží

# Vyšetření barvocitu – dětské pseudoizochromatické tabulky



# Akomodace

je proces, který umožňuje optickému aparátu lomit paprsky přicházející do oka tak, aby se setkávaly na sítnici. Proces probíhá zvětšováním a zmenšováním optické mohutnosti čočky (tj. zvyšuje nebo snižuje svoji lomivost pro procházející světlo).

- Účinnost akomodace je ovlivněna dvěma faktory:
  - schopností čočky měnit svůj tvar a silou ciliárního svalu.
  - Aktuální fyzikální deformaci čočky, kterou měříme v dioptriích, nazýváme fyzikální akomodace. Zvětší-li se lomivá schopnost oka o 1D, mluvíme o výkonu 1D akomodace. Fyziologická akomodace vyjadřuje kontrakční sílu ciliárního svalu, která je nutná ke změně refrakčního stavu oka o 1D.
- Akomodace na blízko:
  - při procesu akomodace na blízko dochází ke stahu cirkulárních vláken ciliárního svalu (Müllerův sval) a k uvolnění čočkového závěsu. Čočka po uvolnění stahu závěsu změnila poloměr zakřivení jak přední, tak i zadní lámavé plochy díky své vysoké elasticitě.
  - Inervaci ciliárního svalu na akomodaci na blízko zajišťuje parasymptická dráha.
- Akomodace na dálku:
  - akomodace na dálku je také považována za aktivní pochod, uskutečňovaný stahem meridionálních vláken ciliárního svalu, Brückeova svalu. Vlákna jsou uspořádána tak, že tahem za čočku směrem do periferie čočku zplošťují.
  - Inervaci meridionálních vláken při akomodaci na dálku zajišťuje sympatická dráha.



# Daleký a blízký bod

## – Daleký bod R

- Punctum remotum je bod ležící na optické ose, který se zobrazí na sítnici oka při minimální akomodaci.
- Daleký bod emetropa leží v nekonečnu.
- Hypermetrop má daleký bod v konečné vzdálenosti za okem. Čím větší je hypermetropie, tím více je tento daleký bod vzdálen z nekonečna a je posunut do konečné bližší vzdálenosti k očnímu bulbu.
- U myopie je daleký bod v konečné vzdálenosti před okem. Vzdálenost dalekého bodu od předmětové hlavní roviny oka označujeme  $a_R$  a měříme ji v metrech. Převrácenou hodnotu této vzdálenosti nazýváme axiální refrakce  $AR$ . Pomocí tohoto údaje definujeme momentální refrakční stav oka.

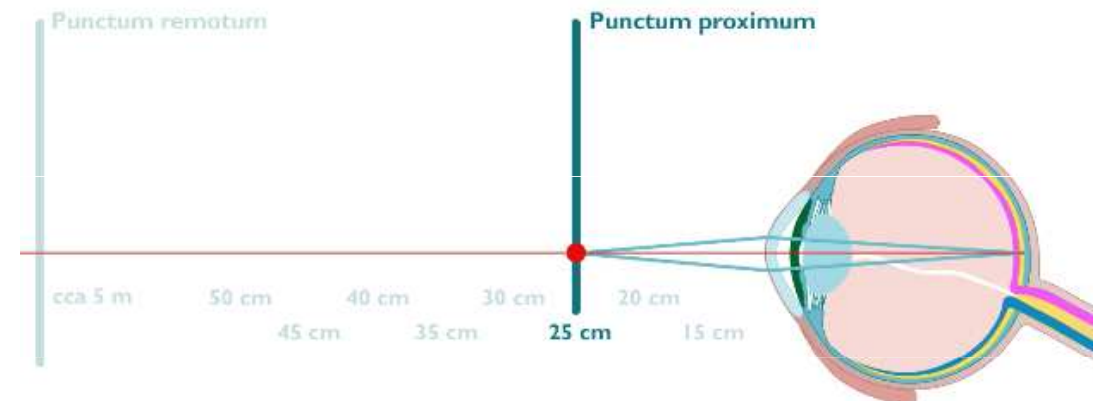
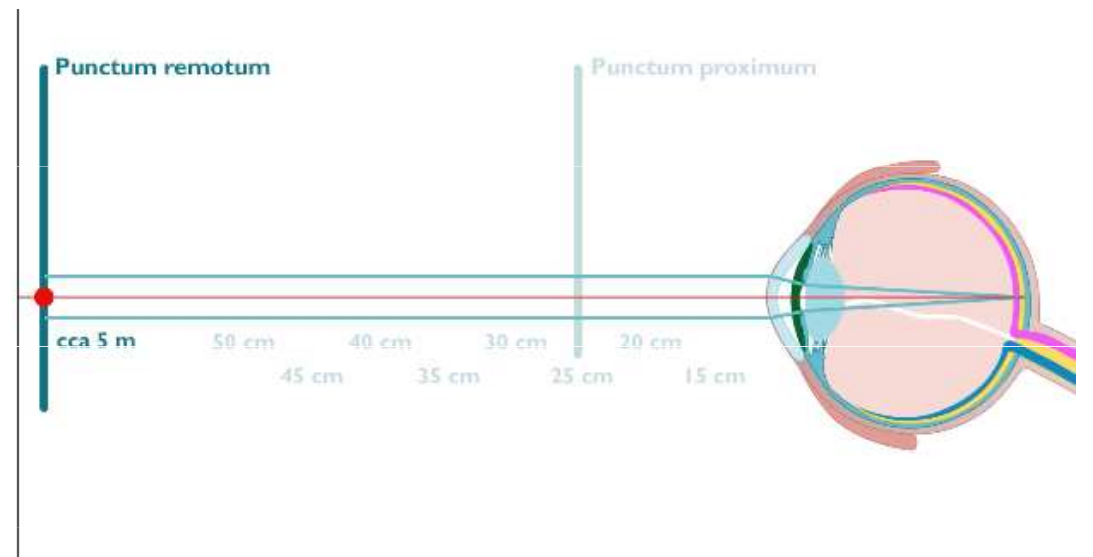
## – Blízký bod P

- Punctum proximum je bod ležící na optické ose, který se zobrazí na sítnici při maximální akomodaci. Vzdálenost blízkého bodu od předmětové hlavní roviny oka označujeme  $a_P$  a měříme ji též v metrech.
- Blízký bod má základní význam při posuzování momentálního akomodačního výkonu oka a spolu s dalekým bodem ohraničuje akomodační oblast.

## – Akomodační oblast (šíře)

- je oblast mezi dalekým a blízkým bodem; udává tedy rozmezí, ve kterém vidíme jednotlivé body ostře. Měříme ji v metrech.

# Daleký a blízký bod



# Poruchy akomodace

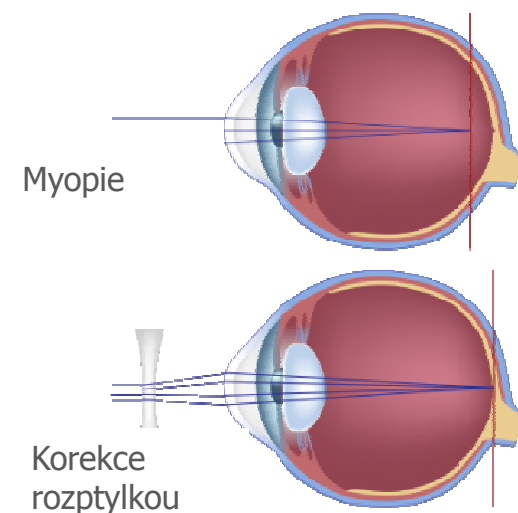
## – Myopie

### – Příčina:

bulbus je příliš dlouhý vzhledem k optické mohutnosti oka  
čočka má přílišnou mohutnost

– Projev: Rovnoběžné paprsky, dopadající do oka ze vzdáleného objektu, se protínají v ohniskové rovině ležící před sítnicí a obraz objektu na retině je rozostřen. Aby mohl vzniknout ostrý obraz, musí být paprsky dopadající do oka nikoli rovnoběžné, ale rozbíhavé (divergentní). Tyto paprsky vyzařují nebo odrážejí předměty ležící blíže jak 6 m od pozorovatele. Vzdálený bod u oka myopického neleží v nekonečnu, ale ve vzdálenosti bližší jak 6 m. U myopického oka je akomodační systém z výše uvedených důvodů relaxovaný. U krátkozrakého oka je proto blízký bod uložen blíže ve srovnání s okem emetropickým.

– Korekce: Korekce myopie se provádí předsazením rozptylných čoček před oko. Tím se docílí rozbíhavosti paprsků dopadajících do oka i z objektů vzdálenějších než 6 m. Optický systém oka je pak schopný tyto paprsky soustředit právě na sítnici.



# Poruchy akomodace

## – Hypermetropie

### – Příčina:

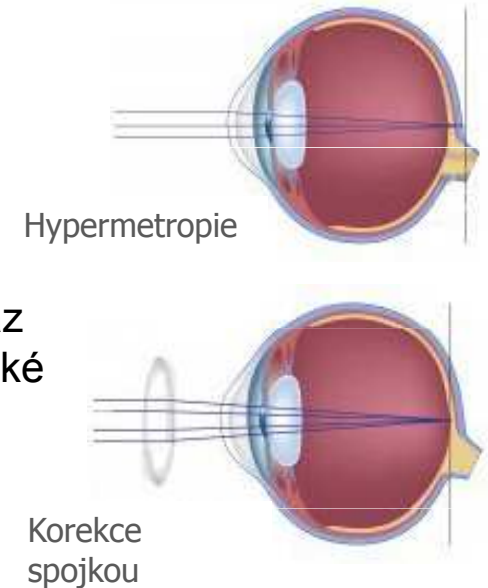
- oční bulbus je příliš krátký vzhledem k optické mohutnosti čočky
- čočka je nevhodně zakřivena
- čočka nemá odpovídající schopnost měnit mohutnost

- Projev: Rovnoběžné paprsky, dopadající do oka ze vzdáleného objektu, se bez akomodačního úsilí protínají v ohniskové rovině, která teoreticky leží za sítnicí. Obraz vzdáleného bodu je u oka hypermetropického neskutečný a leží za sítnicí. Dalekozraké oko může vadu částečně kompenzovat tím, že akomoduje i při pohledu na předměty vzdálenější než 6 m. Blízký bod je proto u hypermetropa více vzdálen ve srovnání s emetropem.

- Korekce: Provádí se předsazením spojné čočky s takovou optickou mohutností, aby předměty ležící ve vzdálenosti větší než 6 m byly viděny ostře bez akomodačního úsilí.

## – Presbyopie

- Projev: tzv. stařecké vidění nebo vetchozrakost, které je způsobeno ztrátou elasticity čočky a zmenšením schopnosti akomodace oka. Vzdálený bod zůstává nezměněn, ale blízký bod se vzdaluje. Postižený tak vidí rozostřeně blízké předměty, typicky vadu poznává u čtení (musí oddalovat text od sebe)
- Korekce: Presbyopie se provádí předsazením spojné čočky popř. bifokální čočkou.





# Poruchy akomodace

## – Myopie

### – Příčina:

bulbus je příliš dlouhý vzhledem k optické mohutnosti oka  
čočka má přílišnou mohutnost

- Projev: Rovnoběžné paprsky, dopadající do oka ze vzdáleného objektu, se protínají v ohniskové rovině ležící před sítnicí a obraz objektu na retině je rozostřen. Aby mohl vzniknout ostrý obraz, musí být paprsky dopadající do oka nikoli rovnoběžné, ale rozbíhavé (divergentní). Tyto paprsky vyzařují nebo odrážejí předměty ležící blíže jak 6 m od pozorovatele. Vzdálený bod u oka myopického neleží v nekonečnu, ale ve vzdálenosti bližší jak 6 m. U myopického oka je akomodační systém z výše uvedených důvodů relaxovaný. U krátkozrakého oka je proto blízký bod uložen blíže ve srovnání s okem emetropickým.
- Korekce: Korekce myopie se provádí předsazením rozptylných čoček před oko. Tím se docílí rozbíhavosti paprsků dopadajících do oka i z objektů vzdálenějších než 6 m. Optický systém oka je pak schopný tyto paprsky soustředit právě na sítnici.

## – Hypermetropie

### – Příčina:

oční bulbus je příliš krátký vzhledem k optické mohutnosti čočky  
čočka je nevhodně zakřivena  
čočka nemá odpovídající schopnost měnit mohutnost

- Projev: Rovnoběžné paprsky, dopadající do oka ze vzdáleného objektu, se bez akomodačního úsilí protínají v ohniskové rovině, která teoreticky leží za sítnicí. Obraz vzdáleného bodu je u oka hypermetropického neskutečný a leží za sítnicí. Dalekozraké oko může vadu částečně kompenzovat tím, že akomoduje i při pohledu na předměty vzdálenější než 6 m. Blízký bod je proto u hypermetropa více vzdálen ve srovnání s emetropem.
- Korekce: Provádí se předsazením spojné čočky s takovou optickou mohutností, aby předměty ležící ve vzdálenosti větší než 6 m byly viděny ostře bez akomodačního úsilí.

# Akomodace v praktiku

1. Vyšetřovaný hledí přes tenký průhled na špendlík. V maximální vzdálenosti metru hlásí, zda vidí nebo nevidí špendlík rozdvojeně. U zdravého oka je punktum remotum cca 5 metrů, rozdvojeně vidí pouze myop.

Schéma optometru – z pohledu oka sledujícího optometr skrz štěrbinu (dvojité vidění)

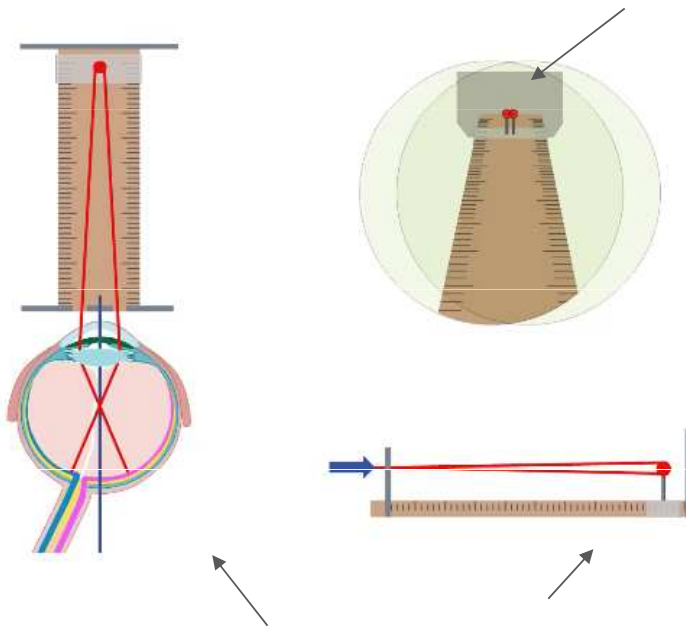


Schéma optometru- pohled seshora

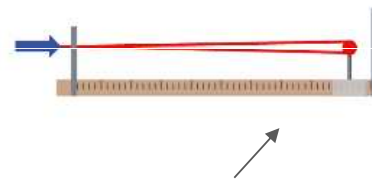
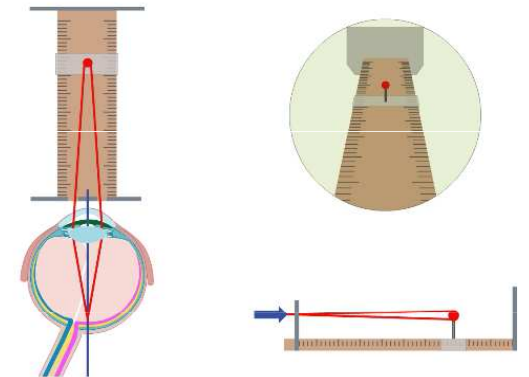
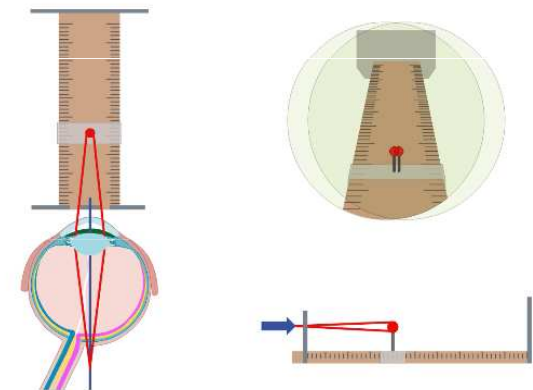


Schéma optometru - pohled z boku ( šipka znázorňuje oko

2. Vyšetřující posouvá postupně špendlík blíže k vyšetřovanému a ten hlásí zda vidí špendlík ostře či ne až k hranici blízkého bodu.



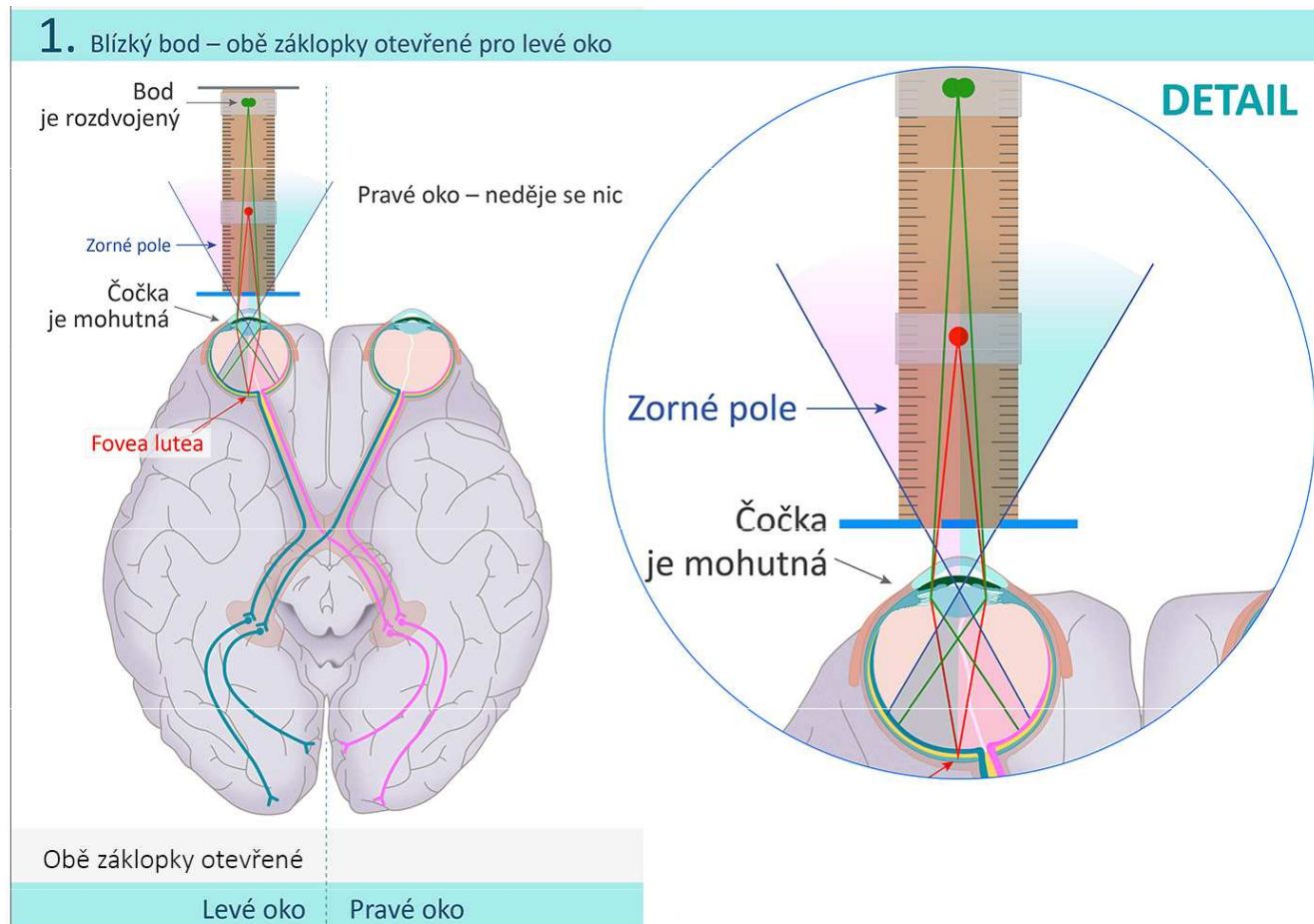
3. Punktum proximum je u emetropa asi 25 cm. V tomto místě by zdravé oko nemělo být schopno již vidět ostrý obraz. U hypermetropa je tento bod v závislosti velikosti vady blíže asi na 30-35 cm a myop má naopak v závislosti na vadě posunuté punktum proximum blíže k oku na 10-15 cm.



# Scheinerův pokus

- Cílem Scheinerova pokusu je pochopit spojení mezi lomem paprsků na rozhraní dvou prostředí (záleží jakou mohutnost má čočka) a způsobu vnímání obrazu. Tj. záleží na čočce, jaká strana retiny bude zpracovávat paprsek a jak se bude výsledný obraz jevit.
- Scheinerův pokus je základní součástí refraktometrů a slouží mimo jiné k určení astigmatismu, ale také k odhalení hypermetropie a myopie.
- Výchozí teorie:
  - Při sledování dvou objektů v různé prostorové hloubce (červený a zelený špendlík), přes záklapku, která umožní sledovat omezený počet dopadajících paprsků, bude pozorující vidět při pohledu na bližší špendlík vzdálený špendlík rozdvojeně - oko akomoduje na blízký bod tak, aby se paprsky sbíhaly na fovea centralis.
  - Paprsky jdoucí ze vzdáleného bodu už ostré být nemohou. Rozdvojeně se zobrazí kvůli zpracování obrazu ze zorného pole - pravá strana retiny zpracovává levou stranu zorného pole a naopak (bez ohledu na levé a pravé oko). To také znamená, že dopadne-li jeden paprsek z jednoho místa na pravou stranu a druhý na druhou stranu retiny, výsledný obraz je složený z obou stran retiny – rozdvojený.

# Scheinerův pokus



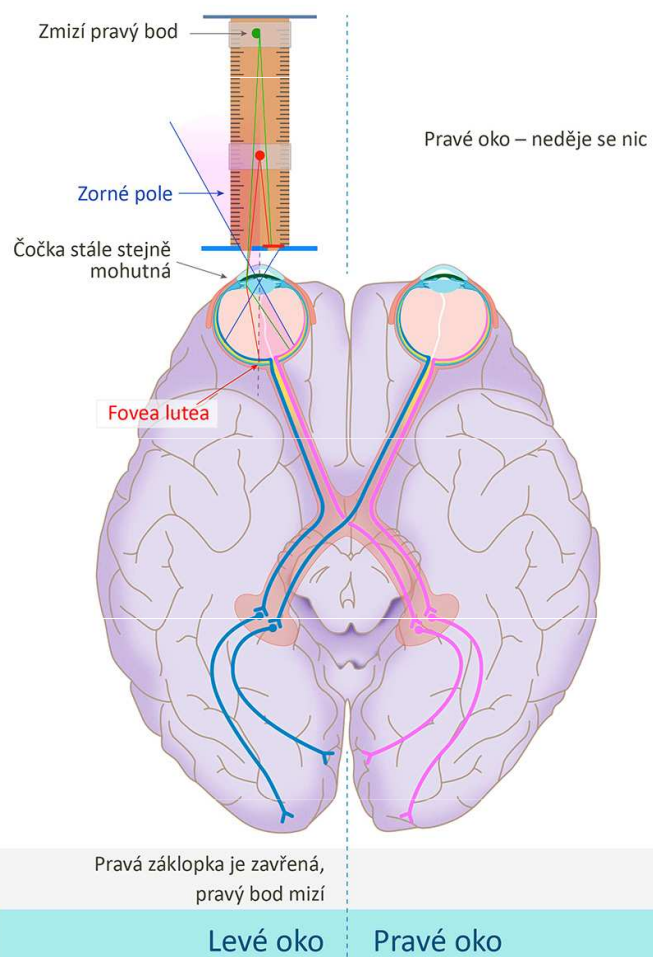


# Scheinerův pokus

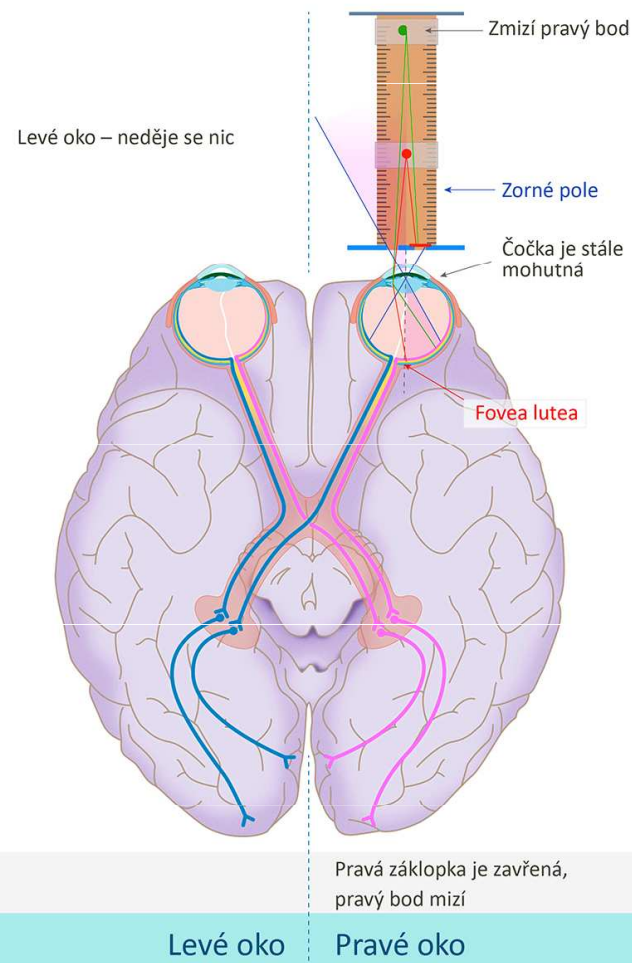
- První pozice pokusu je uzavírání záklopký a sledování změn v obraze. Pokud při sledování blízkého bodu bude zamezeno průchodu paprsku z jedné strany, dojde k vymizení pravého rozdvojení na vzdáleném bodu.
- Důvody jsou tyto:
  - **Zorné pole**  
pravá strana retiny zpracovává levou stranu zorného pole a naopak (bez ohledu na levé a pravé oko). To také znamená, že pokud zamezíme paprsku z jedné strany průchodu k oku, nebude v závislosti na bodech 2 a 3 zpracovávat daná retina obraz a ten nám v zorném poli „zmizí“.
  - **Lom paprsků na rozhraní dvou prostředí**  
při přechodu z prostředí s nižším indexem lomu do prostředí s vyšším indexem lomu dochází k lomu ke kolmici – paprsky mají tendenci se sbíhat výrazněji k sobě.
  - **Mohutnost čočky**  
při akomodaci čočky na blízko bude její mohutnost výrazně vyšší než při její relaxaci. Paprsky se tak lámou mnohem více než při pohledu na dálku, protože index lomu v čočce je výrazně vyšší než na vzduchu (nebo rohovkovém prostoru).

# Scheinerův pokus

## 2. Blízký bod – pravá záklopka – levé oko



## 4. Blízký bod – pravá záklopka zavřená, pravé oko



# Scheinerův pokus

V případě sledování vzdáleného bodu, bude blízký bod rozdvojený. Důvody jsou stejné jako v případě sledování blízkého bodu. Výsledky při zavření záklopký však budou odlišné. Při uzavření pravé záklopký vymizí levý rozdvojený bod na blízkém špendlíku, a to z následujících důvodů:

- **Zorné pole**

pravá strana retiny zpracovává levou stranu zorného pole a naopak (bez ohledu na levé a pravé oko). To také znamená, že pokud zamezíme paprsku z jedné strany průchod k oku, nebude v závislosti na bodech 2 a 3 zpracovávat daná retina obraz a ten nám v zorném poli „zmizí“.

- **Lom paprsků na rozhraní dvou prostředí**

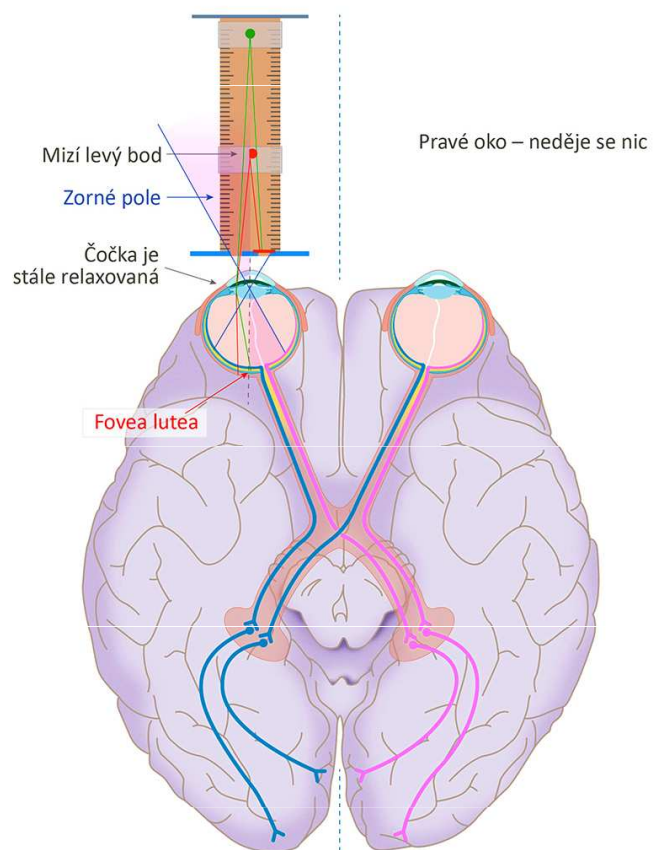
při přechodu z prostředí s nižším indexem lomu do prostředí s vyšším indexem lomu dochází k lomu ke kolmici – paprsky mají tendenci se sbíhat výrazněji k sobě. V případě sledování obrazu, který je vzdálený, je čočka uvolněná a má nižší mohutnost než případě akomodace na blízko, paprsky se tedy sbíhají mnohem méně než u akomodované čočky nebo běží téměř rovnoběžně.

- **Mohutnost čočky**

při akomodaci čočky na dálku bude její mohutnost výrazně nižší než při akomodaci na blízko. Paprsky se tak lámou mnohem méně než při pohledu na blízko, protože index lomu v čočce se blíží indexu lomu na vzduchu.

# Scheinerův pokus

6. Vzdálený bod – zavřená pravá záklopka, levé oko

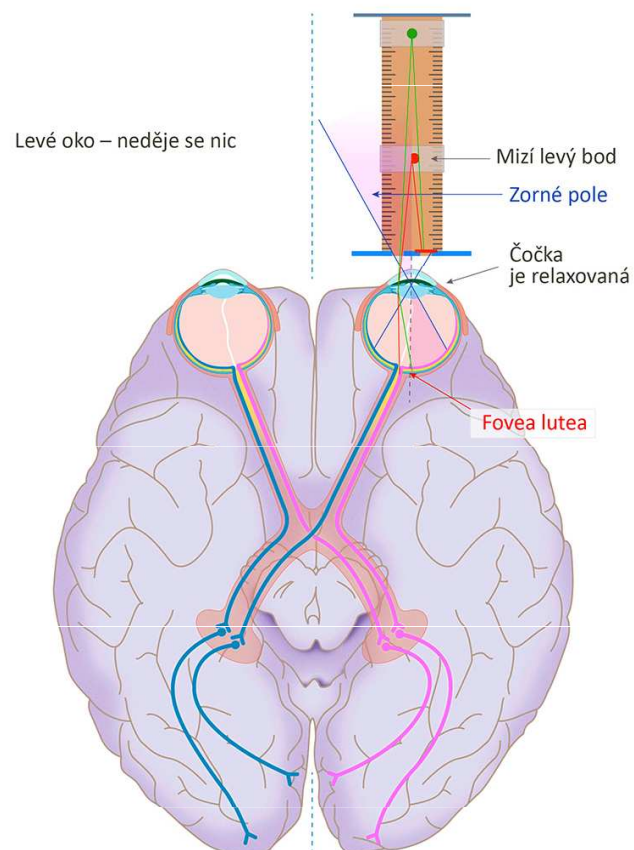


Pravá záklopka je zavřená,  
levý bod mizí

Levé oko

Pravé oko

8. Vzdálený bod – zavřená pravá záklopka



Pravá záklopka je zavřená,  
levý obraz mizí

Levé oko

Pravé oko



# Scheinerův pokus

- Udělejte si tabulku a doplňte na základě pozorování, vysvětlete

Akomoduju na	Dívám se okem	Zavřu otvor	Zmizí obraz
Blízký bod	Pravým	Pravý	
		Levý	
	Levým	Pravý	
		Levý	
Daleký bod	Pravým	Pravý	
		Levý	
	Levým	Pravý	
		Levý	

# Vyšetření zorného pole - perimetrie

## – Kinetická perimetrie:

- Vyšetření probíhá na otáčivém perimetru s pohyblivými terčičky. Úkolem měřeného je hlásit změny ve viditelnosti terčičku či jeho barevnosti.
- Metoda je méně přesná než statická perimetrie.

## – Statická perimetrie:

- Vyšetřovaný se soustředí na bod umístěný uprostřed obrazovky přístroje, jakmile se na jiném místě objeví světelný bod a vyšetřovaný jej zaregistruje, vše potvrdí stiskem tlačítka. Tak se nejprve vyšetřuje jedno a pak druhé oko. Výsledky přístroj po skončení vyšetření vyhodnotí.
- Statické perimetry jsou citlivější než kinetické.

Kromě změn v barevném poli odchylky ve vnímání červené a zelené barvy signalizují onemocnění optického nervu. Poruchy sítnice poznáme podle zhoršeného vnímání modré barvy. Barevný počítačový perimetr je tak schopen rozpoznat i zdánlivě počítačově neodhalitelná onemocnění.



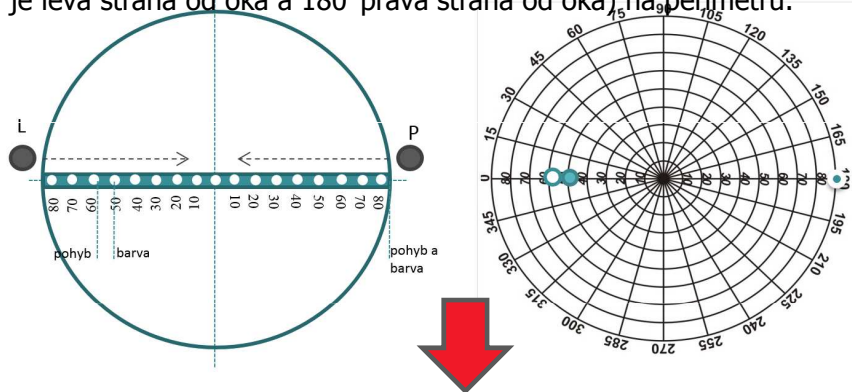
Kinetický perimetr



Statický perimetr

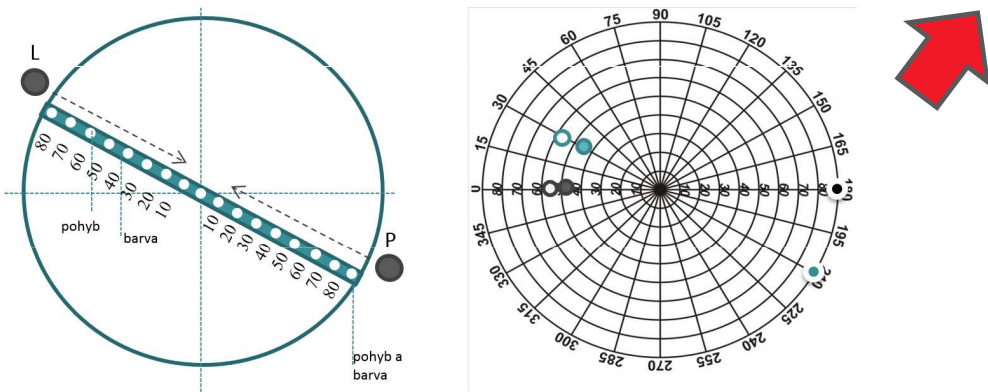
### 1. 0° natočení

Vlevo - Schematický náčrt perimetru, tak jak leží proti tváři vyšetřovaného, který hledí jedním okem na bílý bod na středu (perimetr může být kruhový nebo jenom plochý v podobě lišty s úhly). Vyšetřující pohybuje barevným terčíkem po zelené liště nejdříve z jedné strany ke středu a poté i z druhé strany. Vpravo - Výsledek pohybu i barvy se zaneše na protilehlé úhlové strany (zde 0 a 180°, kde 0° je levá strana od oka a 180° pravá strana od oka) na perimetru.



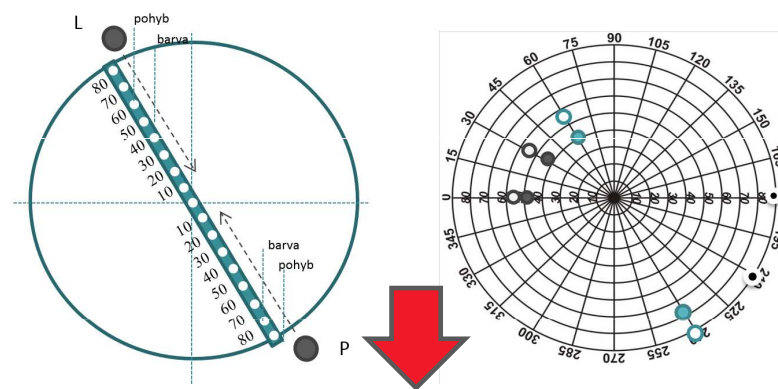
### 2. 30° natočení

Vlevo - poté co se natočí perimetr o 30 stupňů se zopakuje test jako v předešlém kroku. Na temporální straně daného oka se může běžně pohyb i zaznamenání barvy ukazovat vyšetřovanému ve stejnou chvíli. Vpravo - zaznamenejte opět na 30° záznam z levé strany oka na 210° na pravé straně od oka.



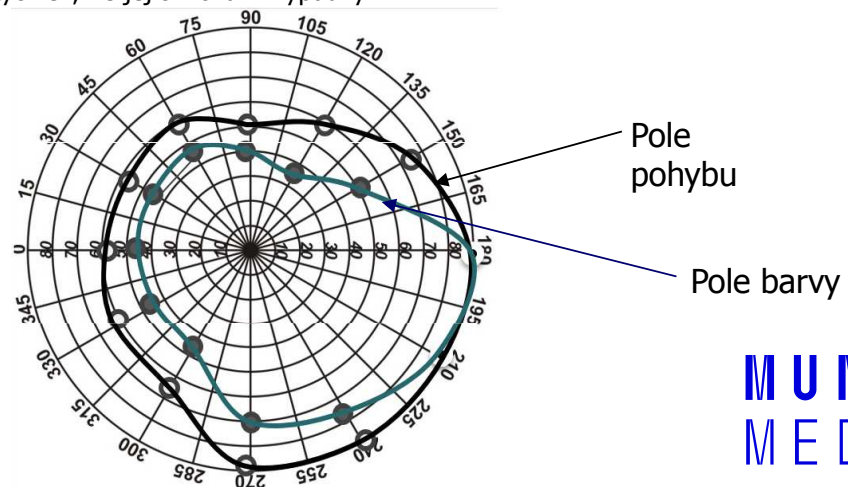
### 3. 60° natočení

Postupně se takto prošetří každých 15° na perimetru.



### 4. Výsledek

Po vynesení bodů zvlášť pro pohyb i barvu pro každou část oka vznikne paprskový graf, který ukazuje zastoupení čípků a částečně tyčinek pro každou část oka. Vyšetření takto provedené pouze ukazuje, kam sahají jednotlivé typy čípků a tyčinek, ne jejich lokální výpadky.



# Slepá skvrna

## – Slepá skvrna

- malá plocha na sítnici oka, z níž vystupuje n. opticus (optický disk). Neobsahuje citlivé buňky, tj. tyčinky nebo čípky umožňující vidění.

## Způsoby vyšetření:

### – Oftalmoskopické vyšetření:

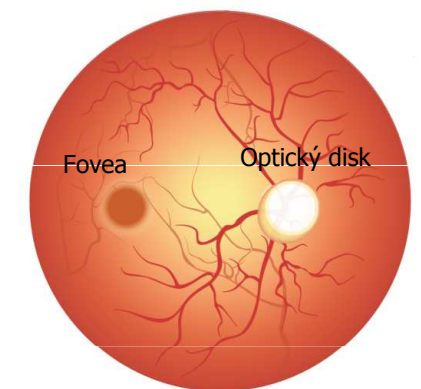
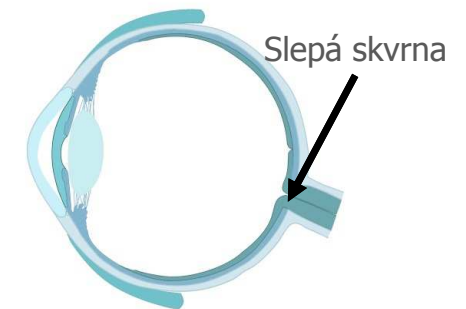
- Objektivní vyšetření očního pozadí s přesným rozměření velikosti a změn na pozadí sítnice

### – Perimetrie:

- Při vyšetření perimetrem lze zachytit v oblasti 18-20° fyziologický skotom.

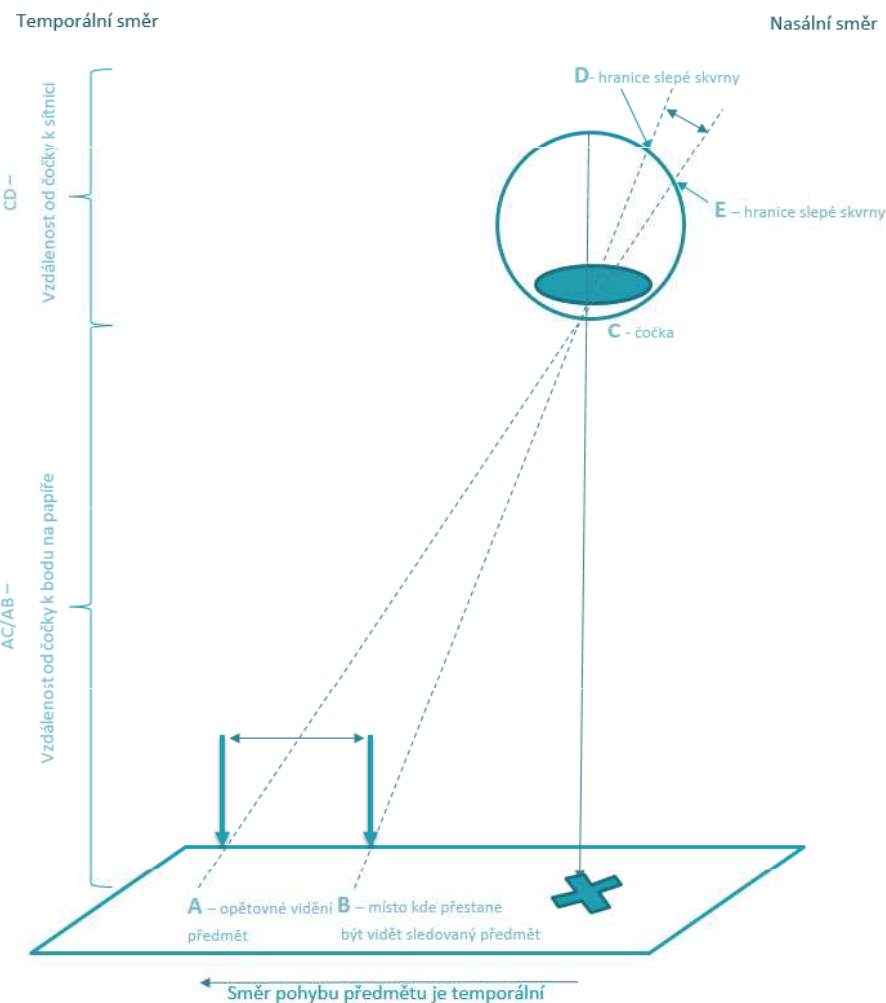
### – Marriotův pokus:

- Důkaz slepé skvrny - základní subjektivní metoda pro důkaz slepé skvrny pomocí Marriotova obrázku (papírek s kolečkem na jedné straně a křížkem na druhé). Fixováním oka na kolečko se zamezí sakádickým pohybům a umožní, že křížek se v určité vzdálenosti dostane do takého úhlu, který míří do slepé skvrny.
- Orientační tvar a velikost slepé skvrny – na principu poměrových trojúhelníků a principu Marriotova pokusu lze orientačně zobrazit především tvar slepé skvrny.





# Výpočet velikosti slepé skvrny



Velkost slépe skvrny: 1,5 mm  
Vzdálenost od fovea centralis: 4 mm

Výsledek měření:



Výpočet:

1. Nechť je pozadí ABC a CDE jsou pravoúhlé trojúhelníky (zanedbáme zakřivení sítnice a sledování bodu)
2. Nechť je vzdálenost od čočky k sítnici 17 mm a vzdálenost čočka- rohovka 30mm

Takto získané trojúhelníky jsou 2 poměrově závislé trojúhelníky kde:

1. U trojúhelníku CDE je strana DE neznámá a strany CD je 17mm
2. U trojúhelníku ABC je strana je strana AB vzdálenost od čočky k oku (v našem případě 30mm) a strana AB je nalezena měřením

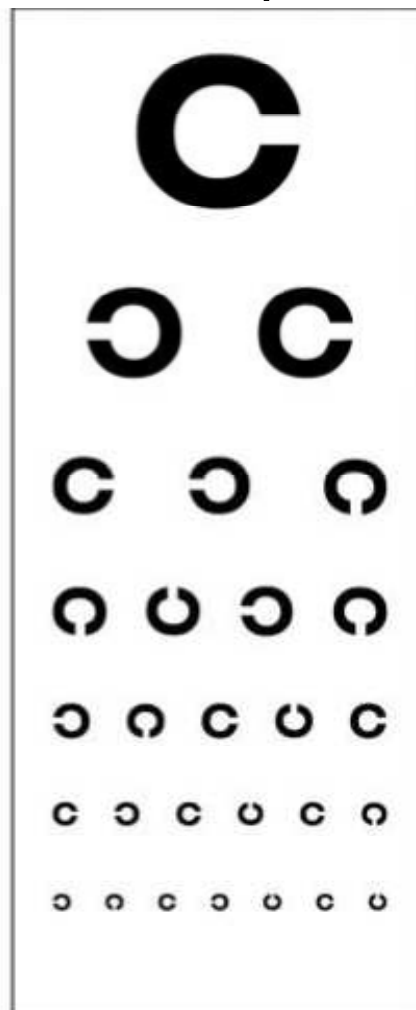
Potom:

$$\frac{CD}{BC} = \frac{DE}{AB}$$

$$DE = AB \frac{CD}{BC} = AB * \frac{17}{30}$$

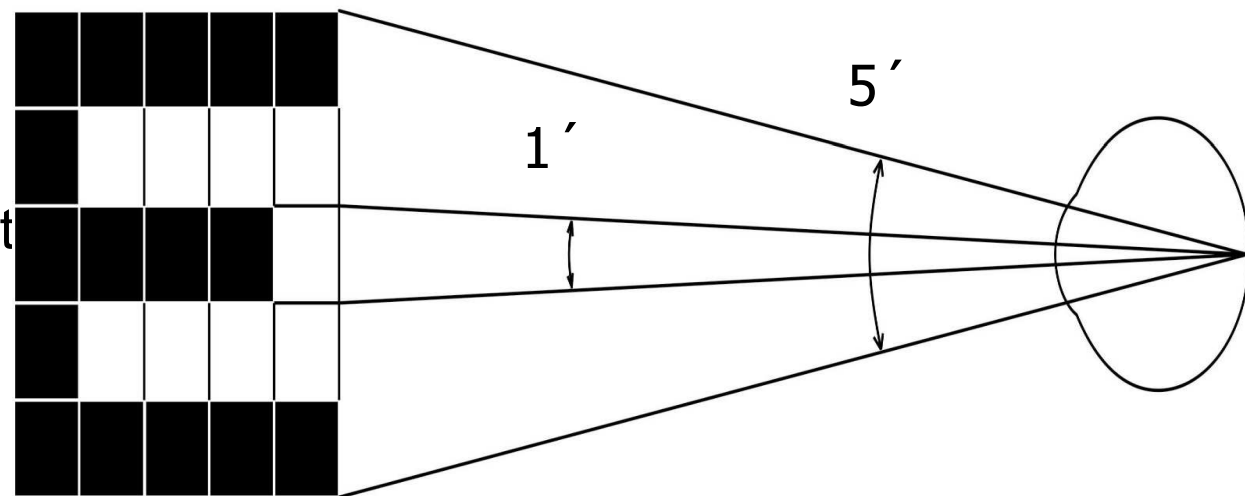
# Vyšetření zrakové ostrosti - optotypy

Snellenovy optotypy   Landoltovy kruhy   Pflügerovy háky



# Vyšetření zrakové ostrosti

- Fyziologický podklad: schopnost oka rozlišit 2 body jako 2 body přichází v okamžiku, kdy paprsky z těchto dvou bodů dopadají na sítnici pod úhlem 1 úhlové minuty
  - Každý řádek optotypů má na boku číslo, které vyjadřuje, z jaké vzdálenosti platí princip fyziologického předpokladu vyšetření (aby paprsky ze 2 bodů - pro jejich rozlišení a správné přečtení znaku – dopadaly na sítnici pod úhlem 1 úhlové minuty)
- Nejčastěji vyšetřovaná vzdálenost: 5 m
- Výsledek vyšetření: Visus – zapisujeme jako zlomek: čítec: vzdálenost ze které vyšetřujeme, jmenovatel: číslo řádku přečteného bez chyby
- pro pravé oko .... $V_{OD} = 5/5$  .....  
zdravé oko, dobrá zraková ostrost
- pro levé oko..... $V_{OS} = 5/10$  .....  
oko se zhoršenou zrakovou ostrostí



# Sluchová zkouška

# Klasifikace sluchových poruch

- Vyšetření ladičkami - důležité k odlišení převodní a percepční nedoslýchavosti. Používáme ladičku s komorním "a" s patkou.

Podle místa poškození sluchového ústrojí rozlišujeme poruchy:

- centrální – poškození je na úrovni II.–IV. neuronu sluchové dráhy; nečastější příčinou je trauma nebo tumor;
- periferní – poškození je na úrovni zevního ucha až jader sluchového nervu;
  - převodní – překážka v zevním nebo středním uchu; může se jednat o mazovou zátku nebo zánět v zevním zvukovodu, perforaci bubínku, akutní či chronický zánět středního ucha, katar Eustachovy trubice, otosklerózu;
  - percepční – poškození vnitřního ucha nebo sluchového nervu;
    - kochleární – poškození hlemýždě;
    - retrokochleární – poškození sluchového nervu a jeho jader; nejčastěji se jedná o zánět, trauma či tumor (vestibulární schwannom)

# Weberova zkouška (W)

- Rozezvučenou ladičku dáme do střední čáry na temeno, ptáme se pacienta, kde ji slyší více.
- Když lateralizuje do ucha hůře slyšícíího → převodní vada tohoto ucha.
- Když lateralizuje do ucha lépe slyšícíího → to druhé má percepční vadu.
- Lateralizaci označujeme (W→),  
normální nález (⟨W⟩)
- Porovnávají se doby slyšitelnosti  
levého a pravého ucha





# Rinneho zkouška (R)

- Srovnává slyšení kostního a vzdušného slyšení téhož ucha.
- Zdravé ucho a percepčně nedoslýchavé slyší déle ladičku vzdušně než přes kost → tedy Rinneho zkouška je pozitivní (R+).
- U převodní nedoslýchavosti – nemocný slyší lépe a déle kostní vedení (R-).
- Srovnává se doba slyšitelnosti ladičky kostním vedením a vzdušným vedením



# Vestibulární systém

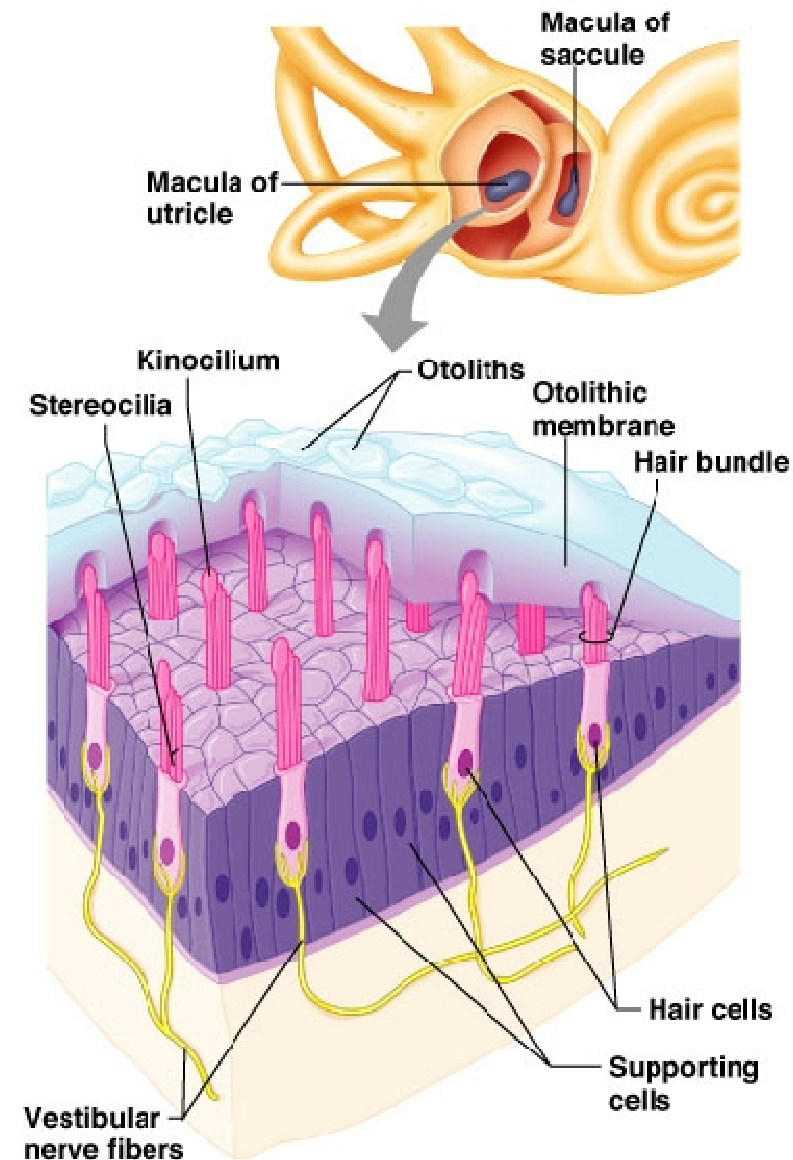
# Nystagmus

- Rytmičtý kmitavý pohyb očních bulbů
- Skládá se z rychlé (sakadické) a pomalé složky, které se pravidelně střídají
- Směr nystagmu se určuje podle směru rychlé složky (sakád)
- Spontánní (nevyprovokovaný) nystagmus je vždy patologický (poškození vestibulárního systému, nervových drah nebo mozkových center)



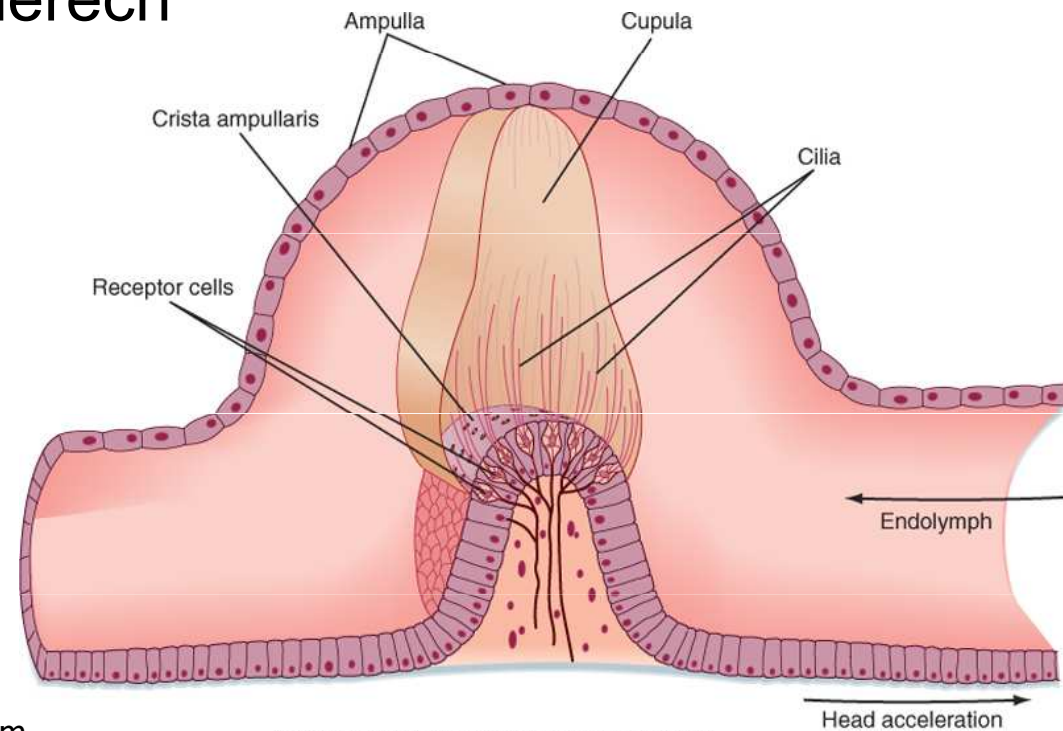
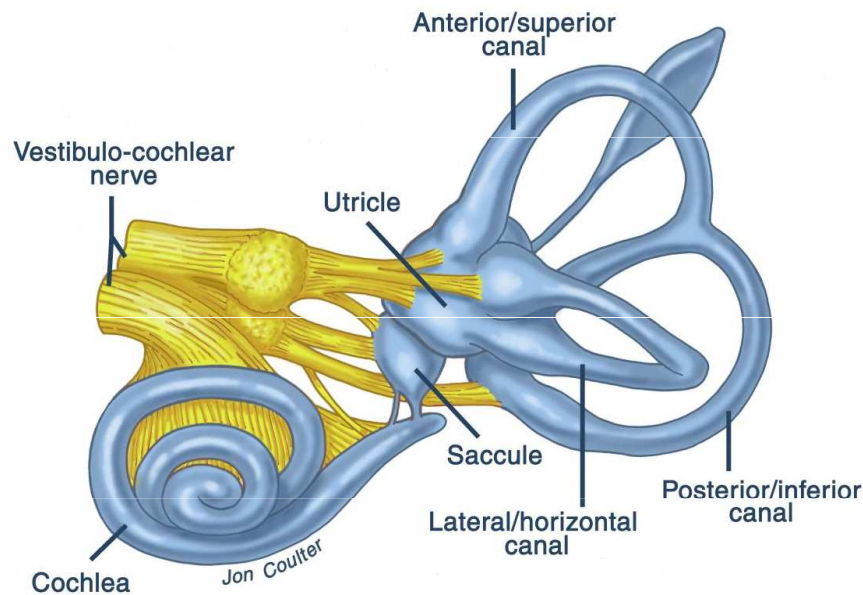
# Vestibulární aparát

- Funkce vzhledem ke zraku:  
**vestibulookulární reflexy** - stabilizace retinálního obrazu a udržení zrakové ostrosti při pohybu
- **Polokruhové kanálky** (kinetické čidlo)  
cristae ampullares, reakce na úhlové zrychlení (rotace hlavy)
- **Utriculus, sacculus** - maculae staticae (statické čidlo)  
lineární akcelerace, poloha hlavy v gravitačním poli (registrace statické polohy hlavy)



# Vestibulární aparát – polokruhové kanálky

- Zrychlený pohyb hlavy vyvolá pohyb endolymfy (tekutiny) v kanálku
- Endolymfa ohne cíle – záznam pohybu hlavy
- Tři polokruhové kanálky jsou na sebe kolmé, takže poskytnou informaci o pohybu hlavy ve všech třech rozměrech



35

Fyziologický ústav, Lékařská fakulta, Masarykova univerzita  
<http://users.atw.hu/blp6/BLP6/HTML/C0089780323045827.htm>

Koepfen & Stanton: Berne and Levy Physiology, 6th Edition.  
Copyright © 2008 by Mosby, an imprint of Elsevier, Inc. All rights reserved



# Vestibulookulární reflex

- Reflex mozkového kmene
- Funkce: stabilizace retinálního obrazu a udržení zrakové ostrosti při pohybu
- Každý kanálek je spojen s tím párem okohybných svalů, které působí spřažení pohybů očí v jeho rovině
  - Např. pokud otočíme hlavu doleva, endolymfa v kanálku setrvačností půjde proti směru rotace – pohyb očí kopíruje pohyb endolymfy - oči tedy budou rotovat doprava, proti směru rotace

