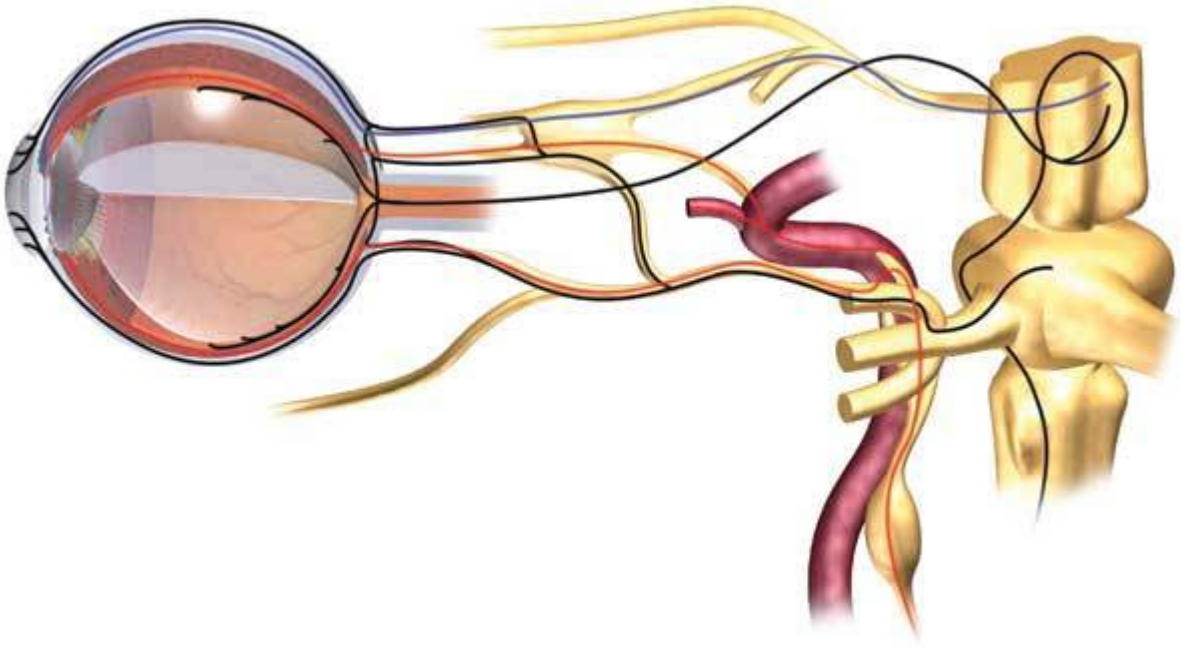
# PRAKTICKÁ CVIČENÍ „VYŠETŘENÍ ZRAKU“

# pro studenty zubního lékařství

**Autoři: MUDr. Kateřina Jandová, Ph.D.**

**Doc. MUDr. Dana Marešová, CSc.**



**OBSAH** **str.:**

**1. 1. STANOVENÍ VZDÁLENÉHO A BLÍZKÉHO BODU. AKOMODAČNÍ ŠÍŘE. ZRAKOVÉ VADY (AMETROPIE)** **3**

**1.2. VYŠETŘENÍ ZORNÉHO POLE (PERIMETRIE)** **8**

**1.3. FOTOREAKCE (REAKCE ZORNIC NA OSVIT, PUPILÁRNÍ NEBOLI ZORNICOVÝ REFLEX)** **11**

**1.4. STANOVENÍ ZRAKOVÉ OSTROSTI (VYŠETŘENÍ VISU)** **11**

**1.5. OFTALMOSKOPIE** **13**

**1.6. VYŠETŘENÍ STEREOPSE (PROSTOROVÉHO VIDĚNÍ)** **15**

**1.7. VYŠETŘENÍ BARVOCITU** **18**

## 1. 1. STANOVENÍ VZDÁLENÉHO A BLÍZKÉHO BODU. AKOMODAČNÍ ŠÍŘE. ZRAKOVÉ VADY (AMETROPIE)

**Vzdálený bod (punctum remotum - R)** je dán největší vzdáleností předmětu od oka, který je vidět bez akomodace ještě ostře. Hodnota vzdáleného bodu udává **druh zrakové vady a je její mírou.**

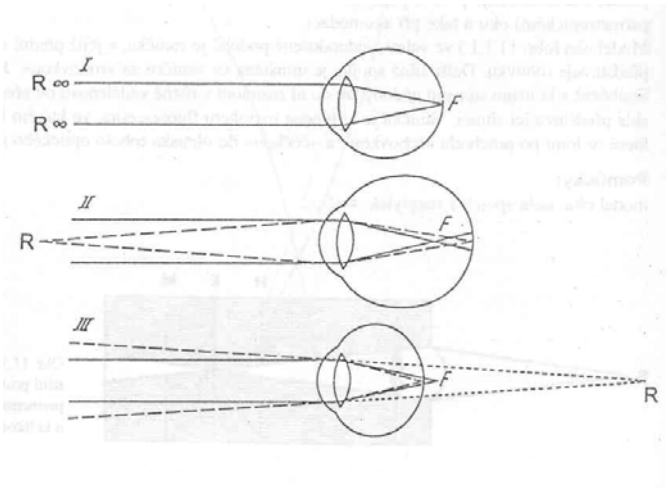
Při normální lomivosti oka (cca 59 D) a normální délce bulbu (vzdálenost přední plochy rohovky od fovea centralis retinae cca 24 mm) se vzdálený bod zobrazuje přímo na sítnici jako bod a je vidět ostře. Punctum remotum leží v nekonečnu a jeho převrácená hodnota v dioptriích (1/∞) je rovna nule. Takové oko je **emetropické**.

V případě, že je bod zobrazen před nebo za sítnicí, jedná se o **zrakovou vadu (ametropii) sférickou**, kdy jsou světlolomné plochy představovány částmi koule, jak je tomu u *myopie a hypermetropie.* Sférické ametropie mohou být buď ***osové***, kdy osa bulbu je příliš dlouhá či krátká, anebo ***refrakční (lomivé)***, kdy lomivost optického aparátu je vyšší či nižší.

Pokud je bod na sítnici zobrazen nikoli jako bod, ale jako čára, hovoříme o *astigmatismu*, jenž reprezentuje **asférické ametropie**. Světlolomné plochy tu nejsou částmi povrchu koule.

*U myopického oka (krátkozrakého),* které je příliš dlouhé nebo příliš lomivé a paprsky se protínají „před sítnicí“, vzdálený bod leží v konečné vzdálenosti před okem.

*Při hypermetropii (dalekozrakosti)*, kdy je oko příliš krátké nebo málo lomivé a paprsky se protínají „za sítnicí“, leží punctum remotum za okem (má zápornou hodnotu)(**viz Obr. 1.1.1.**).




**Obr. 1.1.1.**
Refrakční vady a punctum remotum.
Při vyloučení akomodace se rovnoběžné paprsky z nekonečné vzdálenosti (plné čáry) protínají v zadním ohnisku oka (F) u oka emetropického (I) právě na sítnici, u oka myopického (II) před sítnicí a u hypermetropického oka (III) za sítnicí. Punctum remotum (R), jehož polohu v myopickém a hypermetropickém oku znázorňují přerušované čáry, leží u normálního oka v nekonečnu, u oka krátkozrakého v konečné vzdálenosti před okem a u dalekozrakého za okem.

**Blízký bod (punctum proximum – P)** je určen nejmenší vzdáleností předmětu od oka, který je vidět ostře při maximální akomodaci. Jeho hodnota je závislá na akomodační schopnosti čočky. S přibývajícím věkem čočka postupně ztrácí svou elasticitu a nemůže již tolik měnit při akomodaci své zakřivení a vzdálenost blízkého bodu od oka se zvětšuje (**viz Tab. 1**).

| **Věk:** | 10 let | 20 let | 30 let | 40 let | 50 let | 60 let | 70 let | 75 let |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Punctum proximum (cm):** | 7 | 10 | 14 | 22 | 40 | 100 | 400 | ∞ |

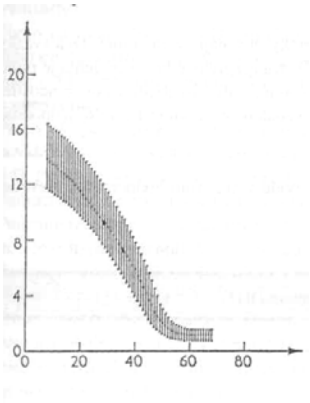
**Tab. 1.**

V porovnání se stejně starým emetropem, u myopa leží punctum proximum v kratší vzdálenosti před okem a u hypermetropa ve vzdálenosti delší.

Hodnoty vzdáleného a blízkého bodu uvádíme buď v délkových mírách, anebo lépe v **dioptriích (D)**, tedy v jednotkách optické mohutnosti (lomivosti) optického systému, jehož ohnisko leží v naměřené vzdálenosti. Optická mohutnost v dioptriích se rovná převrácené hodnotě ohniskové vzdálenosti vyjádřené v metrech. Čočka s ohniskovou vzdáleností 1 m má tedy lomivost 1 D (= 1/1 m). Je-li ohnisková vzdálenost čočky 50 cm (0,5 m), její lomivost je 2 D (= 1/0,5 m), při 33 cm (0,33 m) 3 D (= 1/0,33 m), při 25 cm (0,25 m) 4 D (= 1/0,25 m), při 20 cm (0,2 m) 5 D (= 1/0,2 m), při 10 cm (0,1 m) 10 D (= 1/0,1 m) apod.

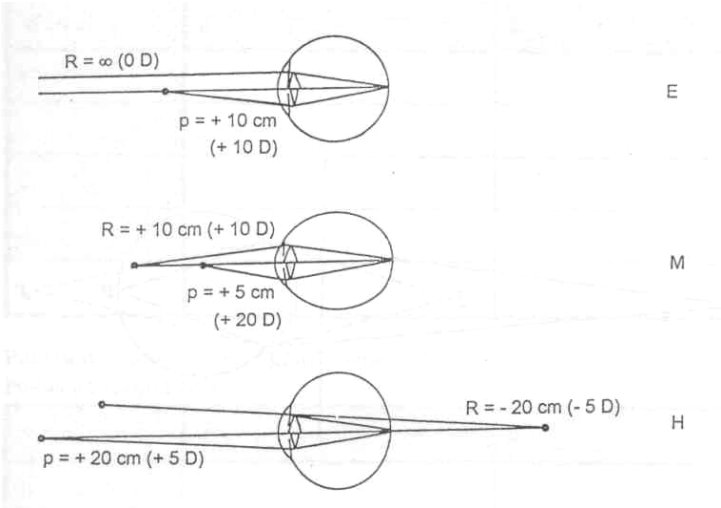
**Punctum remotum** emetropického oka leží v nekonečnu. Jeho dioptrická hodnota je tedy 0 D. Emetropické oko nepotřebuje k ostrému vidění do dálky žádnou doplňující refrakci. U *myopického oka*, jehož punctum remotum leží před okem a má tedy kladnou dioptrickou hodnotu, je k jeho ostrému vidění na dálku nutná *záporná korekce (rozptylky*). U *hypermetropického oka* leží punctum remotum za okem (má zápornou dioptrickou hodnotu) a k ostrému vidění do dálky je nutná *kladná dioptrická korekce (spojky).*

**Akomodační šíře (A)** je rozdíl mezi dioptrickou hodnotou blízkého (P) a vzdáleného bodu (R), tj. A = P – R. **Je mírou akomodační schopnosti oka.** Akomodační šíře ubývá s věkem z původních až 16 D v dětství k prakticky zanedbatelným hodnotám ve vysokém věku (**viz Obr. 1.1.2.**). Čočka přitom tuhne a punctum proximum se vzdaluje od oka **(= vetchozrakost** neboli **presbyopie)**. Činnost m. ciliaris je ovšem nezměněna.




**Obr. 1.1.2.**
Akomodační šíře a její pokles s věkem
(vodorovná osa – stáří,
svislá osa – akomodační šíře)

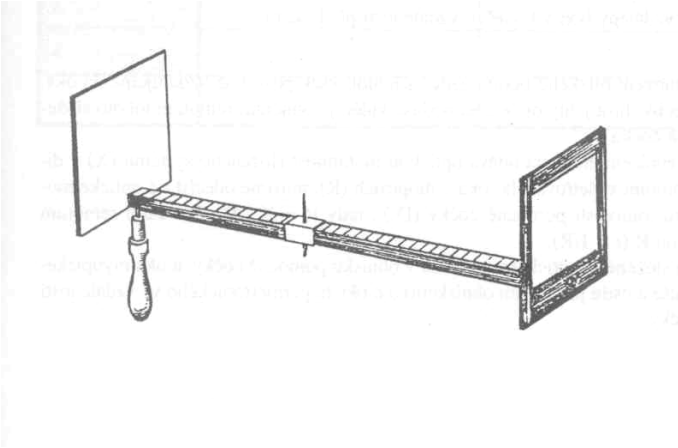
U emetropa se akomodační šíře rovná dioptrické hodnotě blízkého bodu (P). U stejně starého myopa a hypermetropa je akomodační šíře stejná jako u emetropa, i když metrická vzdálenost mezi blízkým a vzdáleným bodem je různá.
Tak např. u 20letého emetropa leží P ve vzdálenosti 10 cm (= 10 D) a R v nekonečnu (= 0 D). Akomodační šíře (A = P - R) je 10 D.
U stejně starého myopa, jehož R = 10 cm (= 10 D) leží P ve vzdálenosti 5 cm od oka (= 20 D). Akomodační šíře je opět 10 D (= 20 D - 10 D).
Hypermetrop stejného stáří, jehož R leží 20 cm za okem (tj. -5 D), má P 20 cm před okem (= +5 D), má akomodační šíři také 10 D, neboť +5 D - (-5 D) = 10 D (**viz Obr. 1.1.3.**).




**Obr. 1.1.3.**
Akomodační šíře u emetropa (E), myopa (M) a hypermetropa (H) stejného stáří 20 let je totožná, i když vzdálenost P a R je různá

**POMŮCKY K ÚLOZE:**

Scheinerův–Dondersův optometr (**viz Obr. 1.1.4.**),
pomocná čočka cca 4–10 D (ohnisková vzdálenost 25 –10 cm).



**Obr. 1.1.4.**
Scheiner-Dondersův optometr
Optometr je v podstatě kovová tyč dlouhá obvykle 40 –50 cm, na níž je posuvný jezdec opatřený jehlou. Na jednom konci je deska, do níž jsou uprostřed v horizontální rovině vyvrtány dva jemné otvory, jejichž vzájemná vzdálenost je menší než šíře zornice. Na druhém konci tyče je bílý karton, který tvoří pozadí, proti němuž pozorujeme posuvnou jehlu otvůrky v desce. Na tyči je vyryta stupnice v cm.

**PROVEDENÍ:**

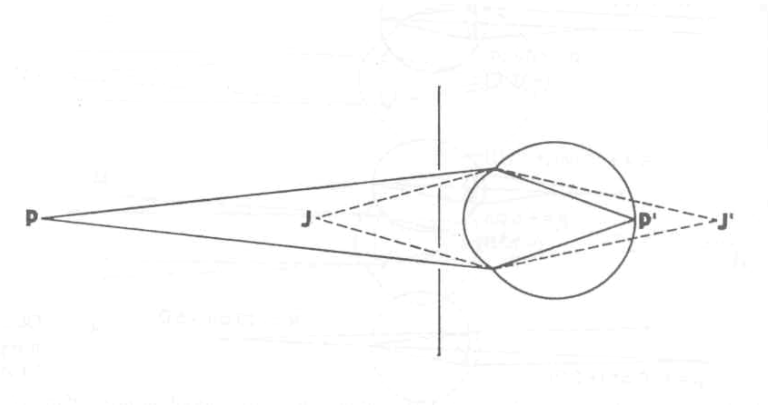
**a) Stanovení blízkého bodu**
1. Optometr přiložíme k oku a hledíme oběma otvory v desce na hrot jehly, která je na vzdálenějším konci tyče.
2. Pak pomalu posunujeme jezdcem k oku, dokud nezačneme při maximální usilovné akomodaci vidět hrot jehly dvojitě. V takovém případě se paprsky zobrazující pozorovaný předmět a procházející oběma otvory v desce protínají na sítnici.
3. Je-li jehla v kratší vzdálenosti od oka než punctum proximum, pak se paprsky protínají až za sítnicí. Dva svazky paprsků, které procházejí otvory v desce, vytvářejí na sítnici v tomto případě dva rozptylové kroužky. Jehla je proto vidět neostře a dvojitě (**viz Obr. 1.1.5.**). Nejkratší vzdálenost, ze které lze ještě jednoduše a ostře vidět jehlu, odečteme na stupnici optometru.

4. Pokus 3x zopakujeme stejným způsobem.
5. Z naměřených hodnot vypočteme průměr, který udává vzdálenost blízkého bodu v cm. Tuto hodnotu pak převedeme na dioptrie.

**HODNOCENÍ:**

| Měření | Vzdálenost v cm | Punctum proximum (D) |
|---|---|---|
| **1.** | | |
| **2.** | | |
| **3.** | | |
| **4.** | | |
| **Průměr** | | **66** |

**ZÁVĚR:**




**Obr. 1.1.5.**
Stanovení blízkého bodu.
Je-li hrot jehly při maximální akomodaci v takové vzdálenosti od oka, která odpovídá blízkému bodu (P), pak se svazky paprsků, které procházejí otvory v desce optometru a zobrazují hrot jehly, protínají na sítnici (P´). Posuneme-li jehlu (J) jezdcem ještě blíže k oku, protínají se paprsky až za sítnicí (J´). Hrot jehly je tu již vidět neostře a dvojitě.

**b) Stanovení vzdáleného bodu**
Dalo by se zásadně provést stejným způsobem jako stanovení blízkého bodu, museli bychom mít ovšem optometr dlouhý nejméně pět metrů. Abychom mohli měření provést na běžném přístroji, vložíme před oko spojnou čočku, čímž vytvoříme uměle krátkozraké oko, které má vzdálený bod v konečné vzdálenosti před okem.

**PROVEDENÍ:**

1. Měření provedeme obdobně jako při stanovení blízkého bodu, jezdce s jehlou však postupně vzdalujeme od oka. Změřená vzdálenost, ve které již přestává být hrot jehly ostře a jednoduše vidět, je punctum remotum tohoto složeného optického systému (oko + pomocná čočka).
2. Vzdálenost vyjádříme v metrech. Její převrácená hodnota udává optickou mohutnost složeného systému (X) v dioptriích. Abychom vyjádřili punctum remotum vyšetřovaného oka v dioptriích (R), musíme odečíst od optické mohutnosti složeného systému (X) hodnotu lomivosti pomocné čočky, tedy $R = X - D_1$. Punctum remotum v metrech (r) je pak převrácenou hodnotou R ($r = 1/R$).

U oka emetropického leží punctum remotum složeného optického systému v ohnisku pomocné čočky, u oka myopického v kratší vzdálenosti (jehla je vidět jednoduše a ostře před jejím ohniskem) a u oka hypermetropického ve vzdálenosti delší než ohnisková vzdálenost pomocné čočky.

**Příklady:**
Pomocná spojná čočka + 4 D (její ohnisková vzdálenost je tedy 25 cm, tj. 0,25 m). Punctum remotum složeného optického systému (oko + pomocná čočka) zjištěno ve vzdálenosti 25 cm, což odpovídá ohniskové vzdálenosti čočky s lomivostí + 4 D. Punctum remotum oka v dioptriích (R) = + 4 D - 4 D = 0 D. Punctum remotum v metrech (r) = 1/0 = ∞. Jde o **emetropii**.

Pomocná spojná čočka + 4 D. Punctum remotum složeného optického systému zjištěno ve vzdálenosti 10 cm, což odpovídá ohniskové vzdálenosti čočky s lomivostí 10 D (= X). Punctum remotum oka v dioptriích (R) = + 10 D - 4 D = + 6 D. Punctum remotum oka v metrech (r) = 1/6 = 0,17 m. Jde o **myopii**, kterou korigujeme rozptylkou - 6 D.

Pomocná spojná čočka + 4 D. Punctum složeného optického systému zjištěno ve vzdálenosti 40 cm (= + 2,5 D, = X). Punctum remotum oka v dioptriích (R) = + 2,5 D - 4 D = - 1,5 D. Punctum remotum oka v metrech (r) = 1/-1,5 = - 0,67 m. Jde o **hypermetropii**, kterou korigujeme spojkou + 1,5 D.

**HODNOCENÍ:**

**Pomocná spojná čočka: ……D**

| **Měření** | **X** | **R** | **r** |
|---|---|---|---|
| **1.** | | | |
| **2.** | | | |
| **3.** | | | |
| **4.** | | | |
| | | | |

**ZÁVĚR:**

**c) stanovení akomodační šíře (A = P – R)**

**HODNOCENÍ:**

| **Měření** | **A = P - R** |
|---|---|
| **1.** | |
| **2.** | |
| **3.** | |
| **4.** | |
| | |

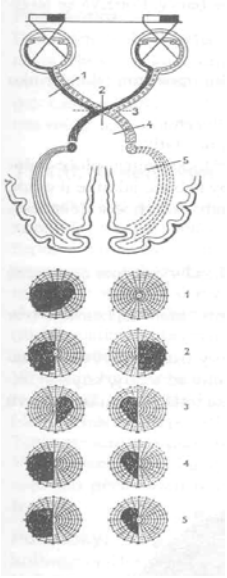
**ZÁVĚR:**

**Poznámky k astigmatismu**

Rohovka obvykle není pravidelná kulová úseč, nýbrž úseč rotačního elipsoidu. Proto paprsky, které vstupují do oka, se lámou nestejně, takže bod se na sítnici nezobrazí jako bod (stigma), ale jako čárka. Mluvíme proto o astigmatismu. Jsou-li nestejně zakřiveny lomné plochy v rovinách na sebe kolmých, jde o **pravidelný** astigmatismus, při nepravidelné deformaci povrchu rohovky (např. zánětem) pak hovoříme o **astigmatismu nepravidelném**. Roviny nejmenšího a největšího zakřivení označujeme jako osy astigmatismu. Astigmatismus je tedy **asférickou refrakční vadou**.
Zakřivení, a tedy i lomivost ve svislé rovině, je obvykle větší než v rovině horizontální (tzv. **astigmatismus podle pravidla**). Většinou tento rozdíl lomivosti činí asi 0,5 D, a mluvíme pak o **fyziologickém astigmatismu rohovky**. Tato vada bývá obvykle kompenzována čočkovým astigmatismem, který je inverzní. V případě, že je lomivost rohovky větší v horizontální rovině než ve vertikální, označuje se to jako **astigmatismus proti pravidlu**. Snižuje-li astigmatismus zrakovou ostrost, korigujeme jej cylindrickými skly.
V praxi je astigmatismus vyšetřován **oftalmometrem**.

## 1.2. VYŠETŘENÍ ZORNÉHO POLE (PERIMETRIE)

Vyšetření zorných polí slouží především k **rozpoznání chorobných poruch ve zrakové dráze**. **Monokulární zorné pole** je část prostoru, kterou vidíme při klidném pohledu vpřed, kdy se ani oko, ani hlava nepohybují. Střed zorného pole je bod, který fixujeme. Odpovídá oblasti sítnice ve fovea centralis. Vertikální a horizontální meridián (poledník), které středem zorného pole procházejí, dělí zorné pole na **kvadranty** (nazální horní a dolní a temporální horní a dolní). Zorné pole tvoří nepravidelnou oválnou plochu. Rozsah zorného pole je samozřejmě vymezen rozlohou sítnice uvnitř oka, a potom také konfigurací obličeje. Je větší temporálně než nazálně.
Defektům v zorném poli říkáme skotomy. O **fyziologickém centrálním skotomu** je zmínka v úloze Vyšetření zrakové ostrosti. Jiný fyziologický skotom, **slepá skvrna**, leží temporálně přibližně mezi 12 - 18° od středu zorného pole v horizontálním meridiánu. Odpovídá papile zrakového nervu, tedy místu odstupu zrakového nervu, kde sítnice zcela chybí. Oblast skotomu může být úplně slepá. V tom případě jde o **absolutní skotom**.
Je-li zraková funkce defektem jen snížena (vyšetřovaný tu vidí bílé značky našedle, špatně rozeznává barvy ap.), označujeme to jako **relativní skotom**. Při poškození sítnice nebo zrakového nervu je skotom vždy **monokulární**. Tvar, velikost, lokalizace a stupeň poruchy určují jeho charakter. Při poškození zrakové dráhy v dalším úseku je pravidelně **jedno ložisko** příčinou charakteristických defektů v **zorných polích obou očí**. Takovým defektům v symetrických (heteronymních) polovinách nebo ve stejnostranných (homonymních: pravých či levých) polovinách zorných polí říkáme **hemianopsie**. Jde-li o poruchu zkřížených vláken v chiazmatu, vznikne **bitemporální heteronymní hemianopsie** (výpad temporálních polovin zorných polí). Symetrické léze nezkřížených vláken se projeví **binazální heteronymní hemianopsií** s výpadem nazálních polovin zorných polí. Jednostranná **léze za chiazmatem vede vždy k homonymním výpadům:** např. levostranná homonymní hemianopsie při poruše pravého optického traktu, kdy pacient nevidí levé části zorných polí. Vždy je nutno mít na paměti, že na temporální části sítnic, odkud vedou nezkřížená vlákna, se promítají obrázky z nazálních částí zorných polí a naopak (**viz Obr. 1.2.1.**).



**Obr. 1.2.1.**
Schéma zrakové dráhy a různých defektů zorného pole.
Podle místa poruchy vzniknou znázorněné defekty v zorných polích. Při poruše před chiazmatem (1) je defekt monokulární, při poruše v oblasti chiazmatu (2 a 3) je heteronymní, a to buď bitemporální (2), anebo binazální (3). Při poruše za chiazmatem (4 a 5) je defekt vždy homonymní.

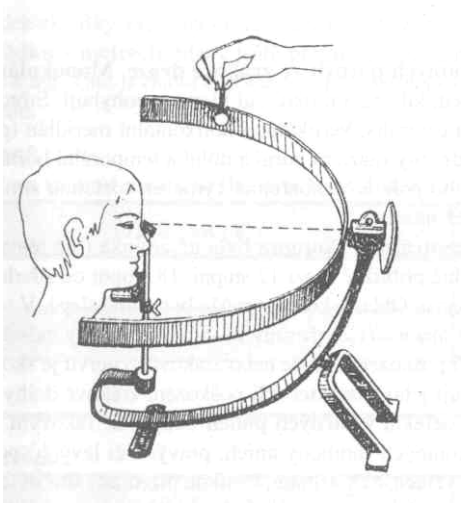
Vyšetřování zorného pole v různých rovinách – nejen tedy v horizontálním a vertikálním meridiánu, jak se tehdy provádělo – poprvé navrhl ve své vratislavské dizertaci v roce 1823 Jan Evangelista Purkyně a stručně popsal k tomu určený přístroj.
Při **barevné perimetrii** pozorujeme, že ubývání barvočivosti sítnice v periférii sítnice, které souvisí s postupným poklesem hustoty čípků, není pro různé barvy stejné. Nejmenší zorné pole má zelená, větší červená, dále pak žlutá a modrá, přičemž lze říci, že hranice zorného pole pro poslední dvě barvy prakticky splývají. Nutno připomenout, že hranice zorného pole pro jednotlivé barvy nejsou dány absolutně, ale že tu záleží na intenzitě osvětlení, při níž se vyšetřuje, a také na sytosti barev a velikosti použitých barevných značek. Jemnými metodami bylo zjištěno, že fovea centralis (její průměr = 5 stupňů: tj. 1, 5 mm na sítnici) je ve svém středu, tj. foveole (průměr = 1,2 stupně): tj. 0,35 mm na sítnici), ve větším či menším rozsahu tritanopická, tj. že tu není vnímána modrá barva. To ovšem při barevné perimetrii neprokážeme. Barevná perimetrie nepatří k metodám vyšetřování barvocitu (!). Její praktické použití je při vyšetřování zejména malých relativních skotomů, kdy se přitom mění barevný tón pozorované značky. Základy barevné perimetrie položil rovněž J. E. Purkyně.

**POMŮCKY K ÚLOZE**

a) Perimetr (**viz Obr. 1.2.2.**) je kovový půlkruh o poloměru 33 cm, upevněný svým středem na stativu tak, že je možno jej sklánět do různých rovin (poledníků, meridiánů). Na vnitřní straně půlkruhu, v místě, kde je upevněn, je bílá fixační značka. Proti ní, rovněž ve vzdálenosti 33 cm, je opěradlo pro bradu vyšetřované osoby.
b) Perimetrické značky jsou kruhovité terčíky o průměru 1 cm, upevněné na delším držadle tmavé barvy. Používá se terčíků bílých, červených, modrých, zelených.

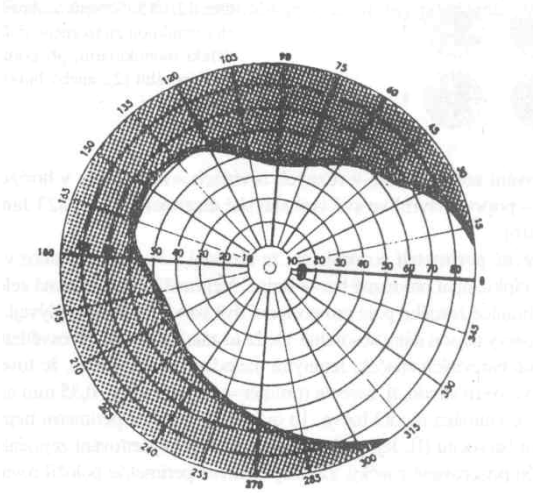
**PROVEDENÍ:**

1. Vyšetřovanou osobu posadíme k perimetru a necháme ji opřít bradu o podložku, jejíž výšku upravíme tak, aby oko bylo ve stejné rovině jako střed perimetru.
2. Jedno oko jí zakryjeme a vyzveme ji, aby volným okem fixovala bílou tečku ve středu půlkruhu.
3. Půlkruh nastavíme do horizontální roviny, což ověříme na kruhovém měřítku upevněném na stativu.
4. Pak vezmeme bílou značku a pohybujeme jí trhavě (jak už doporučil Purkyně v roce 1825), po vnitřní ploše polokruhu směrem od periférie ke středu z temporální strany a vyzveme vyšetřovanou osobu, aby hlásila, jakmile ji uvidí.
5. Na stupnici vyryté na zevní ploše půlkruhu zjistíme vzdálenost značky od středu ve stupních. Tuto hodnotu zaneseme do grafu.
6. Pak stejným způsobem postupujeme ze strany nazální.
7. Nato otočíme půlkruh perimetru o 30° a postupujeme jako shora. Otočíme o dalších 30° atd., až vyšetříme celé zorné pole. Během vyšetřování stále kontrolujeme, zda pokusná osoba fixuje střed půlkruhu



**Obr.1.2.2.**
Perimetr. Vyšetřování zorného pole

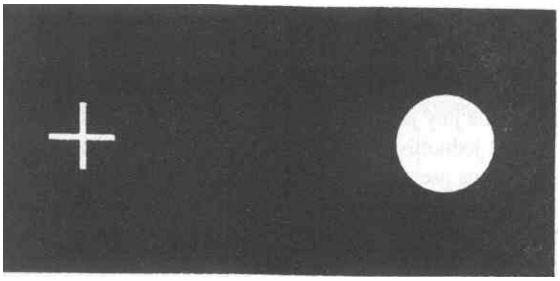
8. Hodnoty zanesené do grafu spojíme úsečkami, takže dostaneme nepravidelný mnohoúhelník, který znázorňuje tvar a velikost zorného pole (**viz br. 1.2.3.**).
9. Když jsme vyšetřili zorné pole pro bílou barvu, vyšetřujeme stejným způsobem i pro barvy ostatní a výsledek zakreslíme do grafu barevnými tužkami. Při barevné perimetrii odečítáme hodnoty na půlkruhu až tehdy, když vyšetřovaný vidí barvu ve skutečném barevném odstínu značky, kterou vyšetřujeme. V periférii se totiž mohou barvy jevit jinak: např. červená jako oranžová, zelená jako nažloutlá apod.



**Obr. 1.2.3.**
Zorné pole pravého oka

Posuneme-li některou ze značek z temporální strany ke středu asi mezi 12 až 18° horizontálního poledníku, přestane ji vyšetřovaný vidět, protože se značka promítne na slepé skvrně sítnice (papilla n. optici). Tím se projeví tzv. **fyziologický skotom**.
O existenci slepé skvrny se můžeme přesvědčit Mariottovým pokusem (**viz Obr. 1.2.4.**). Fixujeme-li ze vzdálenosti asi 20 cm v přímém pohledu pravým okem křížek a levé máme zavřené, přestaneme vidět bílý kruh vpravo. Fixujeme-li naopak střed kruhu levým okem, pak při zakrytí oka pravého vymizí křížek vlevo.

Orientačně můžeme vyšetřit perimetr tak, že vyšetřovaný si zakryje jedno oko, dívá se na kořen nosu vyšetřujícího, a vyšetřující pohybuje kmitavě prstem v náležitých meridiánech. Vyšetřovaná osoba ohlásí, kdy začne vidět pohyb prstu.



**Obr. 1.2.4.**
Mariottův pokus

**HODNOCENÍ:**

**Poznámka:**
Perimetrie, neboli vyšetřování zorného pole, má nesmírnou cenu praktickou. Výpad některé jeho části nás totiž upozorní na lézi ve zrakové dráze (viz výše), kterou si pacient, zvláště při zachování normální centrální zrakové ostrosti, nemusí vůbec uvědomovat. Nemluvíme-li o typických defektech zorného pole při zvýšeném nitroočním tlaku (glaukom), pak často příčina zjištěné léze ohrožuje nemocného nejen ztrátou zraku, ale i života (např. mozkové nádory). A na to nás může upozornit i orientační vyšetření.

### 1.3. FOTOREAKCE (REAKCE ZORNIC NA OSVIT, PUPILÁRNÍ NEBOLI ZORNICOVÝ REFLEX)

Fotoreakci vybavujeme osvícením jednoho oka pacienta kapesní svítilnou. Odpovědí je zúžení osvícené zornice, hovoříme tedy **fotoreakci přímé**. Stejně tak sledujeme zúžení zornice neosvícené, **fotoreakce nepřímá** (konsenzuální). Pro zúžení zornic používáme termín mióza, pro jejich rozšíření mydriáza.

**HODNOCENÍ:**

| **Reakce zornic** | **Výbavnost + odpověď** | |
|---|---|---|
| | **Pravé oko** | **Levé oko** |
| **Přímá fotoreakce** | | |
| **Nepřímá fotoreakce** | | |

**ZÁVĚR:**

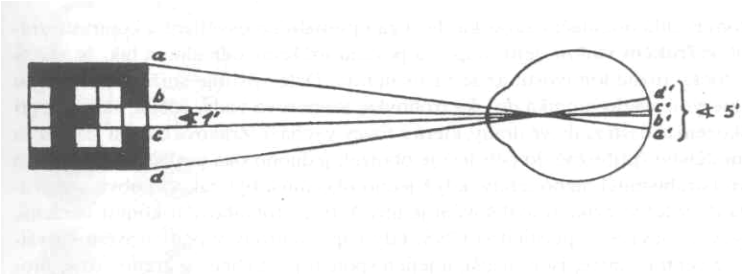
### 1.4. STANOVENÍ ZRAKOVÉ OSTROSTI (VYŠETŘENÍ VISU)

Zrakovou ostrostí rozumíme prostorový práh, tzv. **minimum separabile**, čili nejmenší vzdálenost dvou bodů, které oko ještě rozliší jako dva body. Hlavní faktory, na nichž závisí zraková ostrost, jsou: hustota světločivých

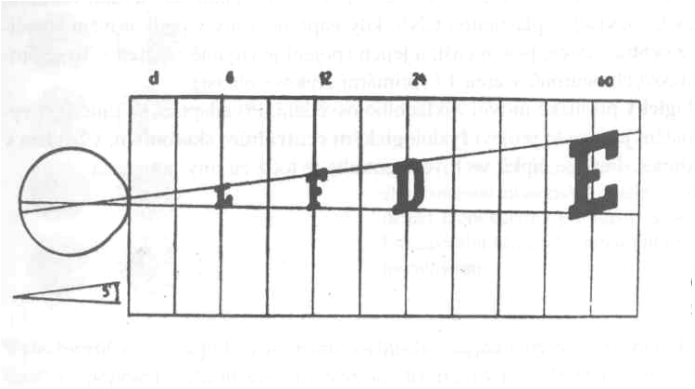
buněk v příslušném místě sítnice a jejich funkční zapojení, intenzita osvětlení, kontrast (černé znaky na bílém podkladě), průhlednost světlolomných prostředí oka a zdatnost dioptrického aparátu oka.
**Největší zraková ostrost je ve fovea centralis**, což souvisí s maximální hustotou čípků v této oblasti a jim příslušejících gangliových buněk, jejichž **receptivní pole** mají nejmenší rozměry (u primátů bylo dosud zaměřeno centrum receptivního pole foveálních gangliových buněk o minimálním rozsahu 2 min). Mluvíme tu o **centrální zrakové ostrosti**. Dva body lze rozlišit jen tehdy, vytvoří-li se jejich obrazy na dvou čípcích, mezi nimiž zůstane alespoň jeden čípek nepodrážděný. Je zřejmé, že vzdálenost obrázků na sítnici závisí jak na vzdálenosti zobrazovaných bodů od sebe, tak na jejich vzdálenosti od oka, čili na úhlu, který svírají paprsky vycházející z pozorovaných bodů při průchodu okem. Z rozměrů čípků vyplývá, že **minimální zorný úhel je asi 50" čili prakticky 1 min**. Směrem do periférie sítnice zraková ostrost rychle klesá, což souvisí s přibývajícím stupněm konvergence fotoreceptorů na další neurony sítnice.

**POMŮCKY:**

**Snellenovy optotypy** jsou písmena, číslice nebo jednoduché obrazce různé velikosti konstruované tak, že úhel, pod nímž se z předepsané vzdálenosti vidí celé písmeno, je 5 min, **úhel, pod nímž se vidí charakteristické detaily nutné k poznání písmene, je 1 min** (**viz Obr. 1.4.1. a 1.4.2.**).
Písmena jsou nakreslena černě na bílém pozadí, obvykle na tabuli z mléčného skla, která je zezadu osvětlena difúzním, dostatečně intenzívním světlem. Písmena jsou uspořádána v řádky tak, že nahoře jsou písmena největší, dole nejmenší. U každé řádky je udána **maximální vzdálenost v metrech (D = distantia), z níž normálně vidící oko ještě písmena přečte**.




**Obr. 1.4.1.**
Snellenův znak




**Obr. 1.4.2.**
Projekce Snellenových optotypů do zorného úhlu

**PROVEDENÍ:**

1. Snellenovy optotypy umístíme **do vzdálenosti 6 m od vyšetřované osoby** tak, aby byly ve výši její hlavy a aby byly dobře osvětleny.
2. Pak vyšetřované osobě zakryjeme jedno oko a vyzveme ji, aby četla jednotlivé řádky od větších k menším. Abychom vyloučili možnost, že vyšetřovaný zná pořadí písmen zpaměti, ukazujeme na přeskáčku postupujíce od větších řádek k menším a sledujeme, zda vyšetřovaný správně rozpozná označená písmena.
3. Když jsme vyšetřili jedno oko, provedeme stejným způsobem vyšetření oka druhého. Osoba s normální zrakovou ostrostí přečte písmena řádky označené vzdáleností, z níž vyšetřujeme. **Je-li zraková ostrost snížena, přečte vyšetřovaná osoba podle stupně poruchy ze 6 m např. řádku, kterou by měl normálně vidící člověk přečíst ze 12 m nebo ještě z větší vzdálenosti.**

4. Výsledek zkoušky vyjadřujeme zlomkem, v jehož čitateli je **vzdálenost, z níž vyšetřovaný čte**, a ve jmenovateli **označení řádku v metrech, který ještě přečte**. U normální osoby je hodnota zlomku 6/6, při snížené zrakové ostrosti 6/12, 6/18 atd. Tuto hodnotu označujeme jako visus (V). Zlomky nekrátíme, aby bylo patrné, z jaké vzdálenosti se vyšetřovalo.

**HODNOCENÍ:**

Vlastní visus (pokud nosíte brýle, uveďte výsledek i po korekci):

| Pravé oko (V) | Levé oko (V) |
|---|---|
| | |
| **Korekce** | **Korekce** |
| | |

**ZÁVĚR:**

**Poznámka:**

Vyšetření zrakové ostrosti je důležitá a přitom rychlá orientační zkouška. Je-li za optimálního osvětlení a kontrastu zraková ostrost snížena, může to být dáno např. **refrakční vadou**, jejíž stupeň a povahu můžeme odhadnout tak, že vyšetřovanému postupně předkládáme před oko čočky různé lomivosti, až se visus upraví. Dále zjistíme sníženou zrakovou ostrost při **poruše průhlednosti** prostředí, kterými světlo proniká do oka (rohovka, komorová voda, čočka, sklivec), při **lézi sítnice ve foveální oblasti**, resp. při poškození té části zrakové dráhy, která z fovey vychází. Zraková ostrost je snížena i při **tupozrakosti (amblyopii)**, kdy v útlém dětství (přibližně do pěti let) je obrázek jednoho oka potlačován. Může to být podmíněno jeho horší refrakcí, šilháním (strabismus), nebo tehdy, když jedno oko musí být zakryto obvazem. Tupozrakost může být reedukována asi zhruba do 9 let výcvikem rozlišování jemných tvarů (obtahování kontur obrázků, navlékání korálků ap.). Amblyopie i její výcvik souvisejí s plasticitou CNS, kdy např. neurony v corpus geniculatum laterale, ke kterým přicházejí vlákna z centra sítnice, jsou menší, a jejich spojení je chybně utvářeno. To se projeví i v abnormální reakci příslušných korových neuronů v area 17 (primární zraková oblast).
Zraková ostrost může být snížena také **fyziologicky** při nízké úrovni základního osvětlení. Při adaptaci na tmu a při vyšetřování zorného pole testovací značkou o malém jasu se to projeví **fyziologickým centrálním skotomem**, výpadem v zorném poli, který koresponduje s centrem sítnice. Funkce čípků ve fovea centralis je totiž za tmy potlačena.

**1.5. OFTALMOSKOPIE**

Vrhneme-li svazek rovnoběžných paprsků do oka, spojí se, je-li oko emetropické a bez akomodace, na sítnici. Většina paprsků je v očních médiích pohlcena, malá část se však od sítnice odrazí a vystoupí stejnou cestou (tj. jako svazek rovnoběžných paprsků) opět z oka. Užitím vhodného zařízení lze dosáhnout, že odražené paprsky dopadnou do našeho oka, takže můžeme potom opět vidět oční pozadí. Tomuto způsobu vyšetřování říkáme oftalmoskopie a podle způsobu, jímž se provádí, rozlišujeme oftalmoskopii přímou a nepřímou.

**Přímá oftalmoskopie**

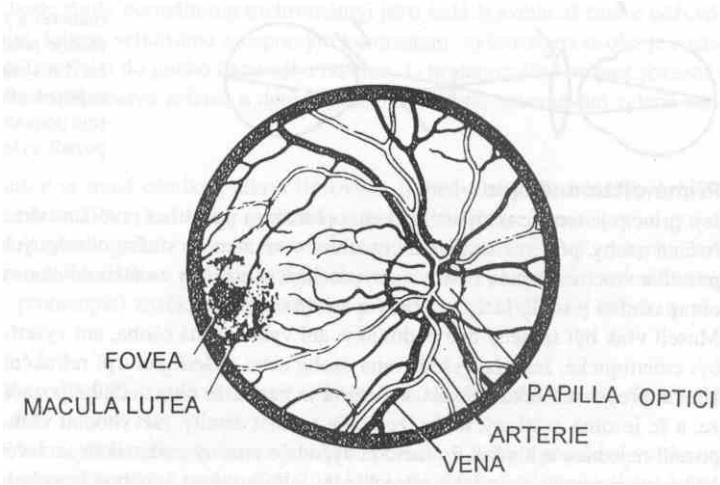
Její princip je ten, že malým zrcátkem opatřeným uprostřed otvorem odrazíme světlo z vhodného zdroje do oka vyšetřované osoby, přičemž se díváme otvorem v zrcátku ve směru odražených paprsků. Světlo, které se odrazí od očního pozadí a vrací se stejnou cestou zpět, prochází otvorem v zrcátku do oka vyšetřujícího. Tímto způsobem je možné vidět obraz očního pozadí, který je přímý a asi 16x zvětšený.

Musí však být splněny dvě podmínky: ani vyšetřovaná osoba, ani vyšetřující nesmějí akomodovat a jejich oči musí být emetropické. Jestliže vyšetřovaná osoba nebo vyšetřující trpí refrakční vadou, je nutno ji korigovat. Hlavní přednost tohoto způsobu vyšetření je v tom, že obraz očního pozadí, tj. jednotlivé části, vidíme ve správné poloze, a že je silně zvětšený, takže lze dobře rozlišit detaily. Nevýhodou však je, že lze přehlédnout jen malou část očního pozadí najednou a hlavně, že metoda vyžaduje značný cvik, takže se začátečníkovi většinou nedaří.
Výhodné je použít elektrický přímohledný oftalmoskop, u něhož je světelný zdroj zamontován přímo v přístroji, čímž odpadají obtíže se zaměřováním paprsků do oka. V očním lékařství se dnes používá výlučně elektrický oftalmoskop (**viz Obr. 1.5.1.**).
Cestu k přímé oftalmoskopii naznačil J. E. Purkyně ve své vratislavské disertaci v roce 1823 tím, že poprvé usměrnil paprsky světla do pozorovaného oka jednoduchým optickým zařízením. Byly to jeho konkávní brýle. Zároveň těmito brýlemi pozoroval záření zornice. Použitím této pomůcky anticipoval Helmholtzův vynález (1851) optického přístroje, oftalmoskopu, k pozorování očního pozadí.

**Obr. 1.5.1.**
Přímý oftalmoskop Heine mini

**PROVEDENÍ:**

**Přímá oftalmoskopie**
1. Vyšetřovanou osobu posadíme v zatemněné místnosti ke stolku.
2. Posadíme se proti ní, zapneme oftalmoskop a přiložíme ho k oku tak, abychom otvorem viděli obličej vyšetřované osoby, kterou vyzveme, aby se dívala do dálky přes naše rameno.
3. Pak zaměříme světlo vycházející z oftalmoskopu do vyšetřovaného oka a aniž akomodujeme, přibližujeme se těsně k oku vyšetřované osoby.
Dodržíme-li výše uvedené podmínky, uvidíme oční pozadí jako matně červenou plochu, na níž se z papily n.opticus hadovitě rozbíhají sítnicové cévy. Artérie jsou tenčí a světlejší než vény. Temporálně od papily je citrónově žlutá oválná skvrna – macula lutea (**viz Obr. 1.5.2.**).




**Obr. 1.5.2.**
Oční pozadí

Jestliže vyšetřující trpí refrakční vadou, musí ji předem zkorigovat. Jestliže oční pozadí je neostré, trpí refrakční vadou vyšetřovaná osoba a je nutno ji korigovat otočným tlačítkem sloužícím k přepínání čoček. V hledáčku jsou viditelné zapnuté hodnoty korektur. Záporné hodnoty (- D) jsou červené, kladné hodnoty (+ D) jsou černé. Jestliže se nám podaří spatřit ostře oční pozadí, pak jemným otáčením zrcátka prohlédneme celou sítnici**.**

**HODNOCENÍ:**

Nakreslete schematicky obraz očního pozadí.

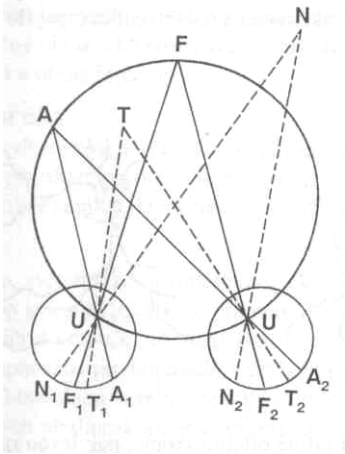
**Poznámka:**
Vyšetření očního pozadí patří k velmi důležitým diagnostickým metodám. Umožňuje jednak určit povahu a stupeň refrakční vady, jednak rozpoznat choroby sítnice a zrakového nervu. Tzv. městnavá papila nás informuje o nitrolební hypertenzi (např. při mozkových nádorech). Tzv. exkavace papily nás upozorňuje na nitrooční hypertenzi (glaukom). Při vyšetřování očního pozadí však nadto můžeme přímo pozorovat cévy, jejichž vzhled se mění při celkových chorobách, jako je např. arterioskleróza nebo arteriální hypertenze apod. Můžeme rovněž dokonce měřit krevní tlak v řečišti a. centralis retinae (tzv. **oftalmodynamometrie**).
Oftalmoskopické nebo skiaskopické vyšetření se značně usnadní, vkápneme-li vyšetřované osobě asi 15 min předtím 1% roztok homatropinu. Tak se zornice rozšíří a zároveň je potlačena akomodace. Homatropinová mydriáza trvá asi 24 h, v praktiku se však nepoužívá, neboť současná neschopnost akomodace poněkud vyšetřovaného obtěžuje.

## 1.6. VYŠETŘENÍ STEREOPSE (PROSTOROVÉHO VIDĚNÍ)

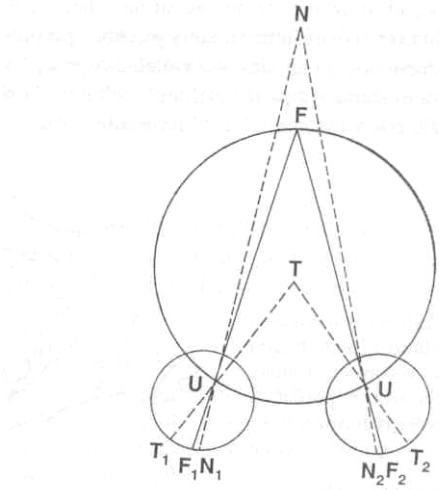
Stereopse je schopnost vytvořit hloubkový vjem spojením obrazů, jejichž jednotlivé části dopadají na sítnici na lehce disparátní místa. Prostorové vidění je tedy možné jen za přítomnosti jednoduchého binokulárního vidění.

Fixujeme-li binokulárně (oběma očima) bod v prostoru (**viz Obr. 1.6.1.**), promítá se tento bod (F) tzv. **hlavními směrovými přímkami**, totožnými se zornými osami, do obou očí. Tyto přímky procházejí uzlovými body (U) v osách zornic a centrálními foveami ($F_1$, $F_2$) obou sítnic. Fixovaný bod (F), který leží v centru binokulárního zorného pole, je vidět **ostře a jednoduše**. Jeho obrázky z obou očí splývají v jediný vjem, jsou fúzovány. Binokulární vidění má význam zejména při pohledu do blízka. Obě oči přitom konvergují – což je sdruženo s akomodací a miózou – a jejich zorné osy se protínají v místě bodu, který je fixován (F). Jednoduše, ačkoli méně ostře jsou viděny všechny ostatní body ležící na horopteru (např. bod A). Jsou tedy také fúzovány. Každý z nich se promítá **vedlejšími směrovými přímkami** (A–$A_1$, A–$A_2$) na tzv. **korespondující (identické) body** obou sítnic. Ty leží **ve stejném směru**, homonymně (tj. vpravo nebo vlevo) a **ve stejné vzdálenosti** od obou foveí. Samozřejmě nejdůležitějšími korespondujícími body jsou místa v oblastech obou foveí ($F_1$, $F_2$), kam se promítá fixovaný bod (F). **Horopter** je tedy **geometrickým místem bodů, které se promítají na korespondující body sítnic**. V horizontálním průřezu je to **kružnice, procházející bodem, který fixujeme (F)** – a na jehož vzdálenost také akomodujeme – **a uzlovými body obou očí (U)** v ose zornic.
Všechny body, které neleží na horopteru (např. T, N), se promítají na tzv. **disparátní** (tj. nekorespondující, neidentické) **body sítnic** (např. $N_1$, $N_2$, $T_1$, $T_2$). Je-li stupeň této disparace velký, tj. leží-li daný bod **ve větší vzdálenosti od horopteru**, je vidět **dvojitě**. Když je **v malé vzdálenosti od horopteru**, totiž **v tzv. Panumově oblasti fúze**, není vidět dvojitě, ale **prostorově, a to před anebo za fixovaným bodem**.

Při **nazální disparaci** obrázky bodu, který leží **ve střední čáře za horopterem** a za fixovaným bodem, se promítají **symetricky nazálně od foveí**, ovšem na disparátní body. Vzniká tak **nezkřížená diplopie** (**viz Obr. 1.6.2.**, body N, $N_1$, $N_2$), kdy při zavření jednoho oka zmizí obrázek na stejné straně. Když je stupeň této disparace malý, diplopie nevznikne, a daný bod je vidět **prostorově za fixovaným bodem**, resp. za horopterem. **Neleží-li tento bod ve střední čáře** (**viz Obr. 1.6.1.**, body N, $N_1$, $N_2$), pak se jeho obrázky promítají homonymně od foveí. **Vzdálenost projikovaného bodu od fovey v nazálním směru** (bod N 2) **v sítnici oka**, **na jehož straně mimohoropterový bod leží, je větší** než vzdálenost jeho obrázku od fovey v temporálním směru v druhém oku (bod $N_1$).
Při **temporální disparaci** je vše opačně. Obrázky **bodu ležícího ve střední čáře před fixovaným bodem** se promítají symetricky **temporálně** od foveí (**viz Obr. 1.6.2**., body T, $T_1$, $T_2$). Tím je dána **zkřížená diplopie**. Když totiž zavřeme jedno oko, uniká nám zdvojený obrázek na protilehlé straně. Při malém stupni temporální disparace diplopie nevzniká a daný bod je vidět prostorově před fixovaným bodem. Když mimohoropterový **bod leží stranou od střední čáry**, projikuje se **v sítnici oka opačné strany v temporálním směru do větší** vzdálenosti od fovey než homonymně v nazálním směru v sítnici druhého oka (**viz Obr. 1.6.1**., body T, $T_1$, $T_2$).



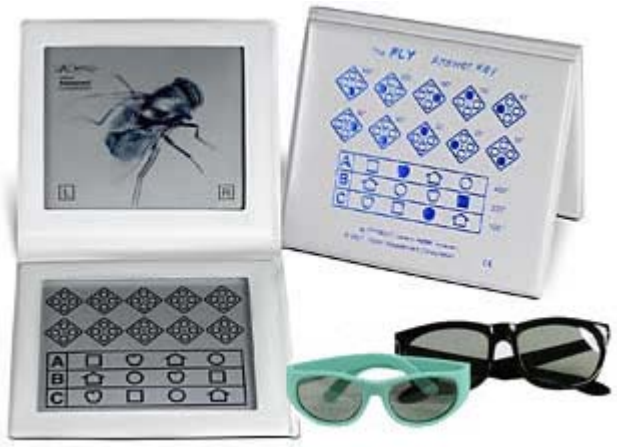

**Obr. 1.6.1.**
Horopter




**Obr. 1.6.2.**
Diplopie nezkřížená a zkřížená

**POMŮCKY:**

Stereotest Moucha, polarizační 3D brýle (**viz Obr. 1.6.3.**)




**Obr. 1.6.3**
Stereotest Moucha a polarizační brýle k vyšetření stereopse

**PROVEDENÍ**

Pacient přes polarizovaná skla brýlí pozoruje jednotlivé části testu.
Jedním z úkolů je pozorování obrazu mouchy, kdy polarizační brýle mají za úkol separovat monokulární vjemy. Vyšetřovaný je vyzván, aby mouchu uchopil mezi palec a ukazováček. Pokud má pacient stereopsi, chytá mouchu nad podložkou, protože z ní moucha vystupuje a pacient vidí mouchu plasticky. Pokud pacient stereopsi nemá, vidí mouchu plošně a snaží se ji uchopit na podložce.
Druhou částí testu jsou políčka s kruhy. Je zde deset polí a každé obsahuje čtyři kruhy, z nichž jen jeden je při pozorování přes polarizovaná skla viděn plasticky. Vyšetřovaného vyzveme, aby v každém poli určil daný vystupující kruh. Pokud však pacient u všech částí testu vidí znaky jen plošně, nemá zřejmě prostorové vidění. Posledním úkolem je určení vystupujícího obrázku na každém ze tří řádků A, B, C.

**HODNOCENÍ**

Na základě vyhodnocovacího klíče na zadní straně stereotestu zaznamenejte výsledky.

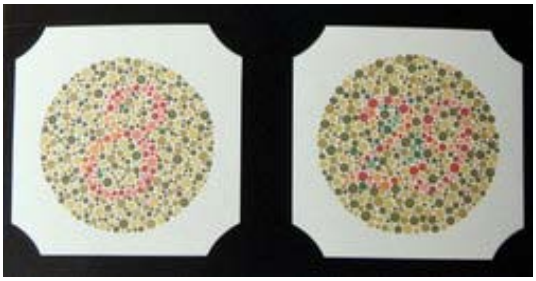
**ZÁVĚR:**

**1.7. VYŠETŘENÍ BARVOCITU**

Normální vidění barev u člověka je **trichromatické** (tříbarevné). Realizuje se především třemi druhy čípků, které maximálně pohlcují světlo v krátkovlnné, středovlnné a dlouhovlnné oblasti spektra. Aditivním mísením modré, zelené a červené barvy lze získat jakýkoli barevný odstín, kdy záleží na tom, v jakém poměru a jakou sytostí barvy jsou tyto fotoreceptory drážděny. Při pouhém oslabení jednoho z těchto barevných mechanismů jde o **anomální trichromacii** (oslabené vnímání červené – **protanomálie**, zelené – **deuteranomálie**, modré – **tritanomálie**). Chybí-li některý mechanismus úplně (barevné vidění v tom případě spočívá na dvou barevných mechanismech), mluvíme o **dichromacii** (dichromatickém barevném vidění) a analogicky o **protanopii**, **deuteranopii** a **tritanopii**. **Monochromát (achromát)** barvy nerozeznává.
Ve zrakovém systému působí vedle toho ještě **oponentní, reciproční**, protikladný mechanismus. Některé neurony tu reagují při osvitu jednou z doplňkových barev (červená – zelená, žlutá – modrá) opačně než při expozici druhé barvy (depolarizace – hyperpolarizace, vznik vzruchové aktivity – její útlum). Tento princip se uplatňuje zejména při vnímání barevného kontrastu.
Vyšetřování barvocitu vychází z toho, že člověk s poruchou barvocitu **nerozezná barevné znaky, které se liší od pozadí jen příslušnou barvou, ne však stupněm jasu, a dále na změněném vnímání barevného simultánního kontrastu**.

**POMŮCKY:**

Ishiharovy barvocitové tabulky



Vyšetřování barvocitu těmito tabulkami používá tří principů:
1. pseudoizochromazie
2. pseudoanizochromazie
3. výběr barev

1. **Pseudoizochromazie** – na pseudoizochromatických tabulkách se číslice liší od pozadí jenom záměnnou barvou, ne však jasem a tvarem jednotlivých skvrn. Vyšetřovaný, který příslušné barvy zaměňuje, znaky nepřečte.

2. **Pseudoanizochromazie** – na některých tabulkách je kombinován princip pseudoizochromazie s opačným principem pseudoanizochromazie. Část znaků má totiž jiný jas než pozadí. Vyšetřovaný s poruchou barvocitu se na těchto tabulkách řídí právě tímto rozdílným jasem jednotlivých skvrn, avšak uniká mu ta část znaků, která se liší od pozadí záměnnou barvou a ne jasem, tj. založená na pseudoizochromatickém principu. Proti tomu se normální trichromát zaměřuje především na barevné rozdíly, kdežto rozdílům v jasu nevěnuje pozornost. Při poruše barvocitu tedy vyšetřovaný přečte na tabulce jiný znak než ten, kdo má barvocit normální.

3. **Výběr barev** – při poruše barvocitu nedovede vyšetřovaný ukázat kroužky stejné barvy, kterou označíme, popř. ukážeme. Lze k tomu použít kteroukoli tabulku.

**PROVEDENÍ:**

1. Vyšetřujeme při dobrém denním osvětlení. Je nejlépe, když se pokusná osoba postaví zády k oknu. Tab. č. 1–17 ukazujeme ze vzdálenosti 75cm povolíme brýle na dálku.

2. Vyzveme vyšetřovaného, aby četl, přičemž se neptáme na barvu znaků. K určení jedné tabulky stačí 3 s.
3. Při expozici tab. č. 20 – 24 povolujeme brýle na čtení a ptáme se na barvu znaků.
Ve sporných případech napomohou bližší diagnóze porušeného barvocitu další vyšetření (např. tabulky Ishiharovy, Farnsworthův-Munsellův test ap.). Kvantitativně lze poruchu vnímání v červené a zelené části spektra stanovit pomocí anomaloskopu (např. ze spektrálního červeného a zeleného světla má vyšetřovaný smísit barvu odpovídající spektrální žluti; protanomal k tomu použije větší podíl červeného, kdežto deuteranomal zeleného světla).
**HODNOCENÍ:**

| **Tabulka číslo:** | **Výsledek studenta** | **Normální nález** | **Osoba s oslabením barevných mechanismů (červená/zelená)** | | | | **Osoba a absolutní barvoslepostí** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | | **12** | **12** | | | | **12** |
| **2** | | **8** | **3** | | | | **X** |
| **3** | | **29** | **70** | | | | **X** |
| **4** | | **5** | **2** | | | | **X** |
| **5** | | **3** | **5** | | | | **X** |
| **6** | | **15** | **17** | | | | **X** |
| **7** | | **74** | **21** | | | | **X** |
| **8** | | **6** | **X** | | | | **X** |
| **9** | | **45** | **X** | | | | **X** |
| **10** | | **5** | **X** | | | | **X** |
| **11** | | **7** | **X** | | | | **X** |
| **12** | | **16** | **X** | | | | **X** |
| **13** | | **73** | **X** | | | | **X** |
| **14** | | **X** | **5** | | | | **X** |
| **15** | | **X** | **45** | | | | **X** |
| | | | **Protanopie** | | **Deutanopie** | | |
| | | | **silná** | **střední** | **silná** | **střední** | |
| **16** | | **26** | **6** | **( 2 ) 6** | **2** | **2 ( 6 )** | |
| **17** | | **42** | **2** | **( 4 ) 2** | **4** | **4 ( 2 )** | |

**ZÁVĚR:**

**Poznámka:**
Poruchy barvocitu jsou jednak vrozené, jednak jsou průvodními projevy některých očních chorob a celkových toxických stavů.
Vyšetření barvocitu je zvláště důležité u osob zaměstnaných v dopravě (řidiči, strojvůdci atd.), protože se při barevné signalizaci používá velmi zhusta červených a zelených světel (záměna těchto barev je právě nejčastější poruchou barvocitu!).

**Jméno:** **Kruh:** **Skupina: A B C D**

**Datum:** **Podpis vyučujícího:**