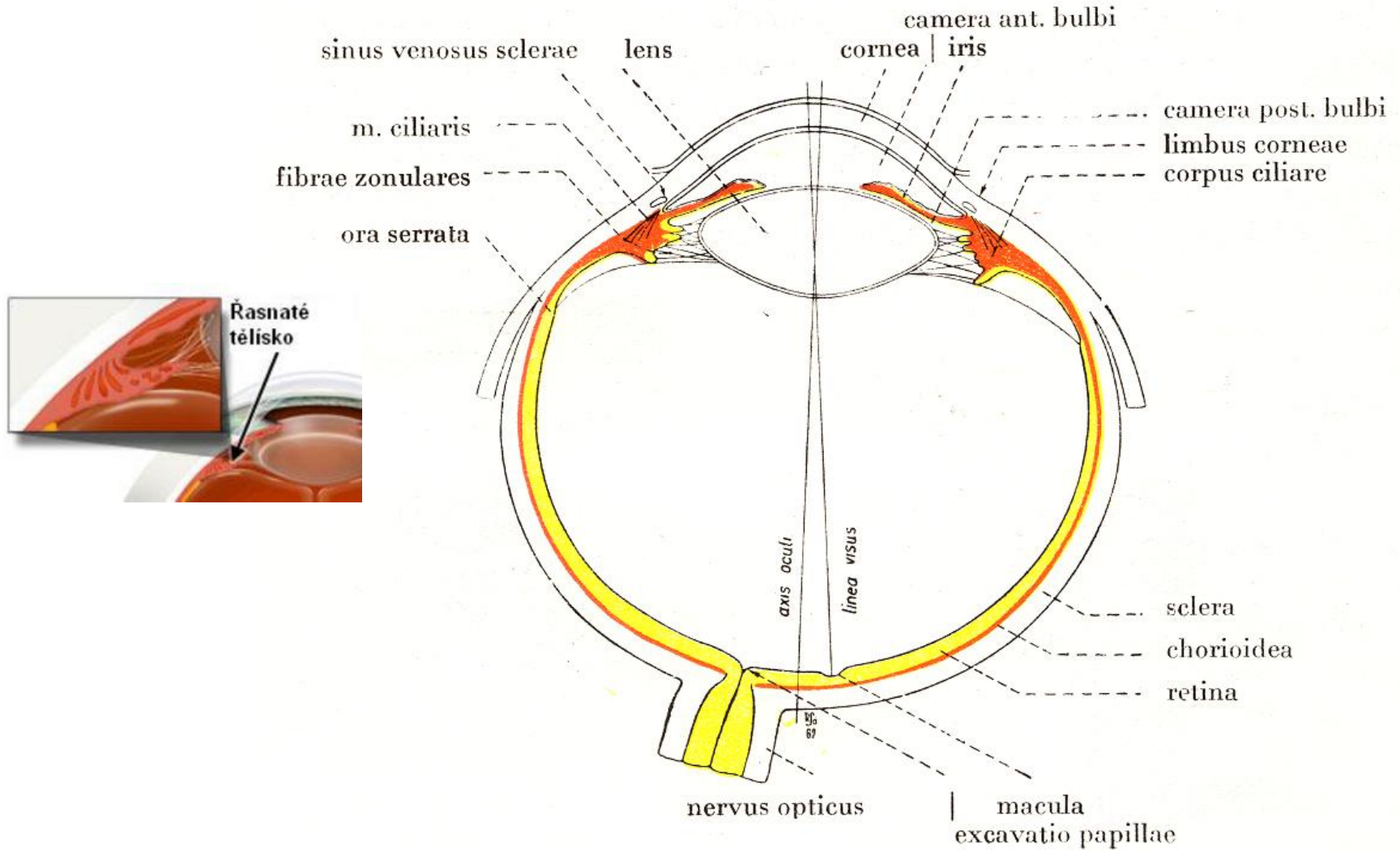
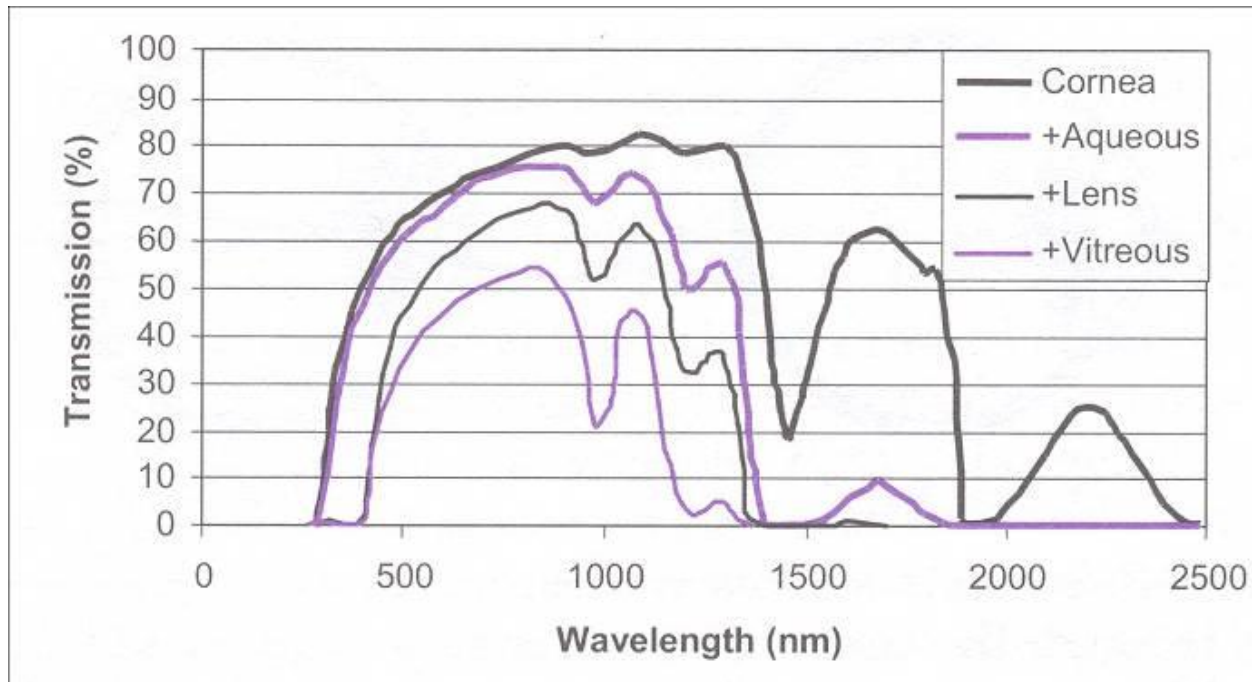


Anatomie oka
Zraková ostrost
Ametropie

Oční koule

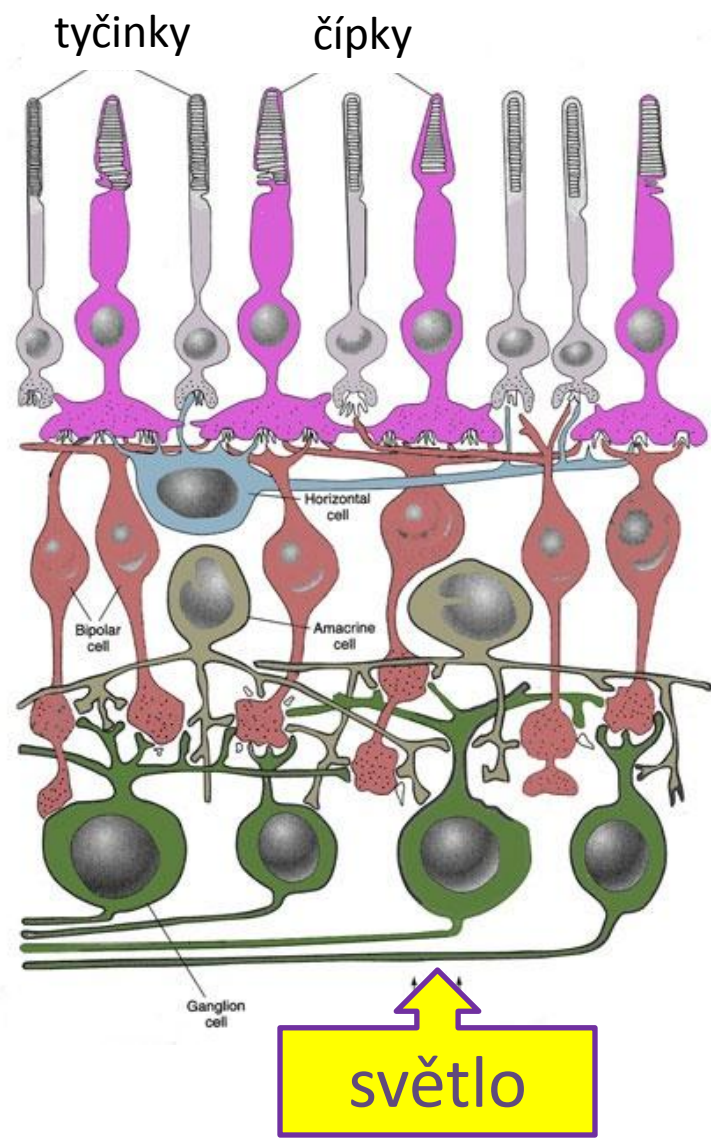
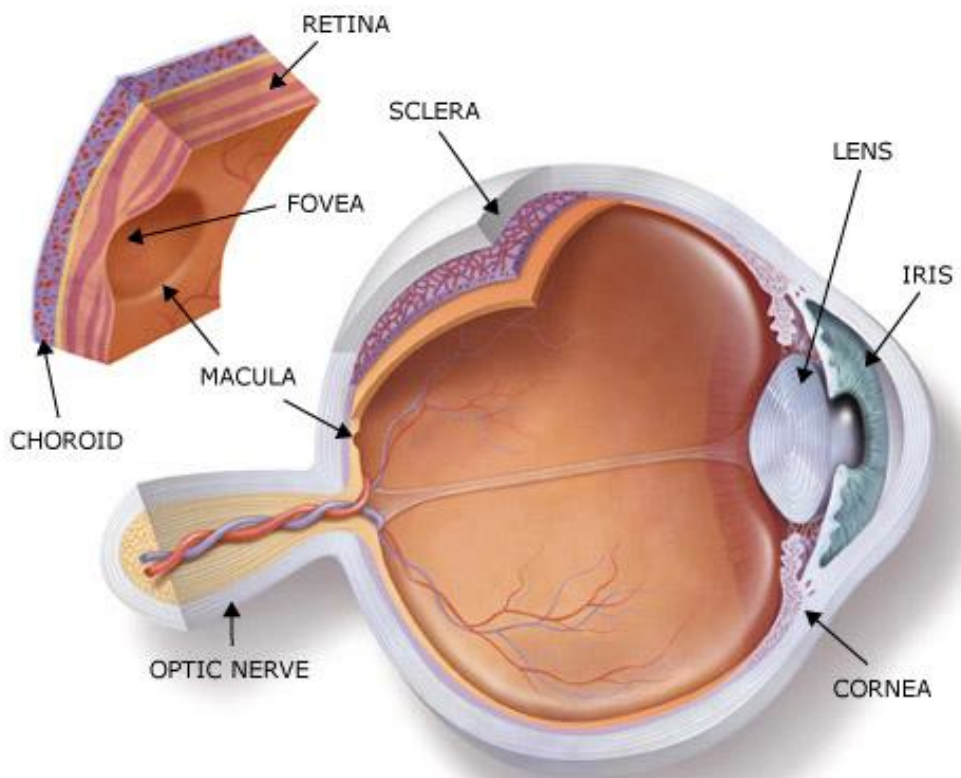


Spektrální propustnost oka



kumulativní spektrální propustnosti
jednotlivých optických vrstev oka

Sítnice



Fotoreceptory sítnice

čípky

denní – fopické barevné vidění

3 skupiny (pro krátké, střední a dlouhé vlnové délky světla)

necitlivé ve tmě

pomalá časová odezva

většinou v centrální jamce (fovea centralis), částečně i na okraji sítnice

vysoká zrková ostrost, v centrální jamce 1 neuron na 1 čípek

průměr cca 2,5 um v centrální jamce, rychle roste až k 10 um na okraji sítnice

v sítnici asi 6,4 milionu, v oblasti žluté skvrny asi 130 tisíc, v centrální jamce

asi 30 tisíc

tyčinky

noční – skotopické monochromatické (jednobarevné) vidění

„vysvěcují se“ v jasném světle

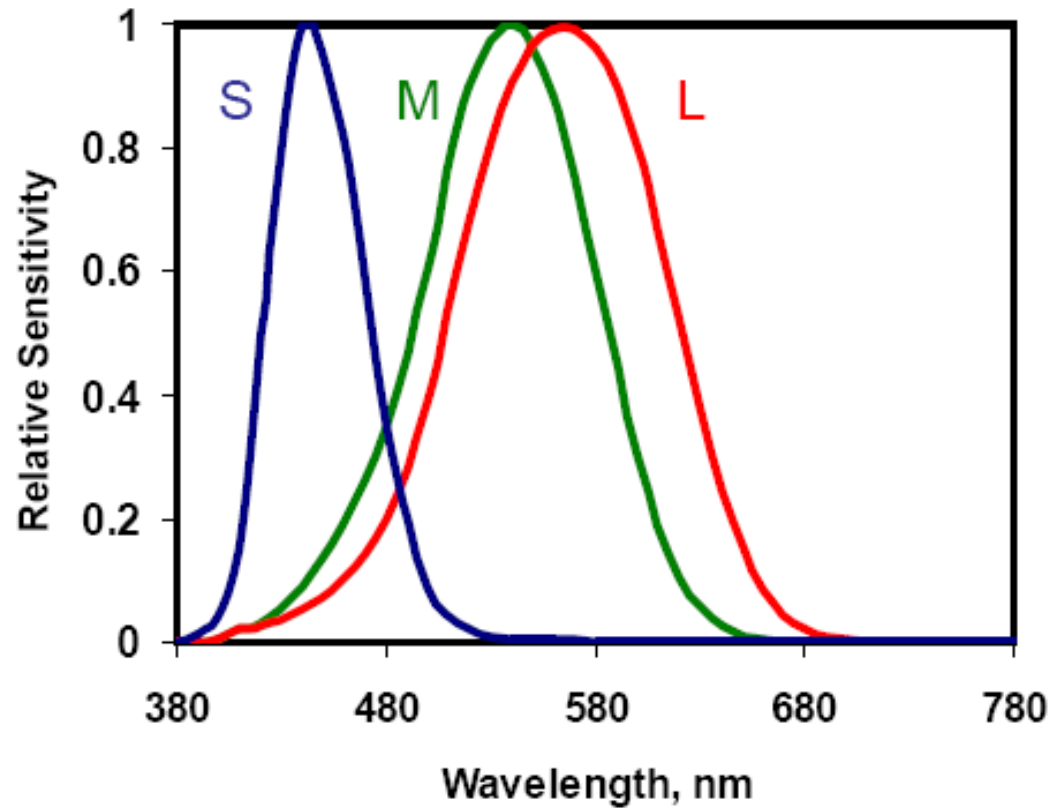
rychlá časová odezva

hlavně v okrajových částech sítnice, nejsou v centrální části (0,2 mm)

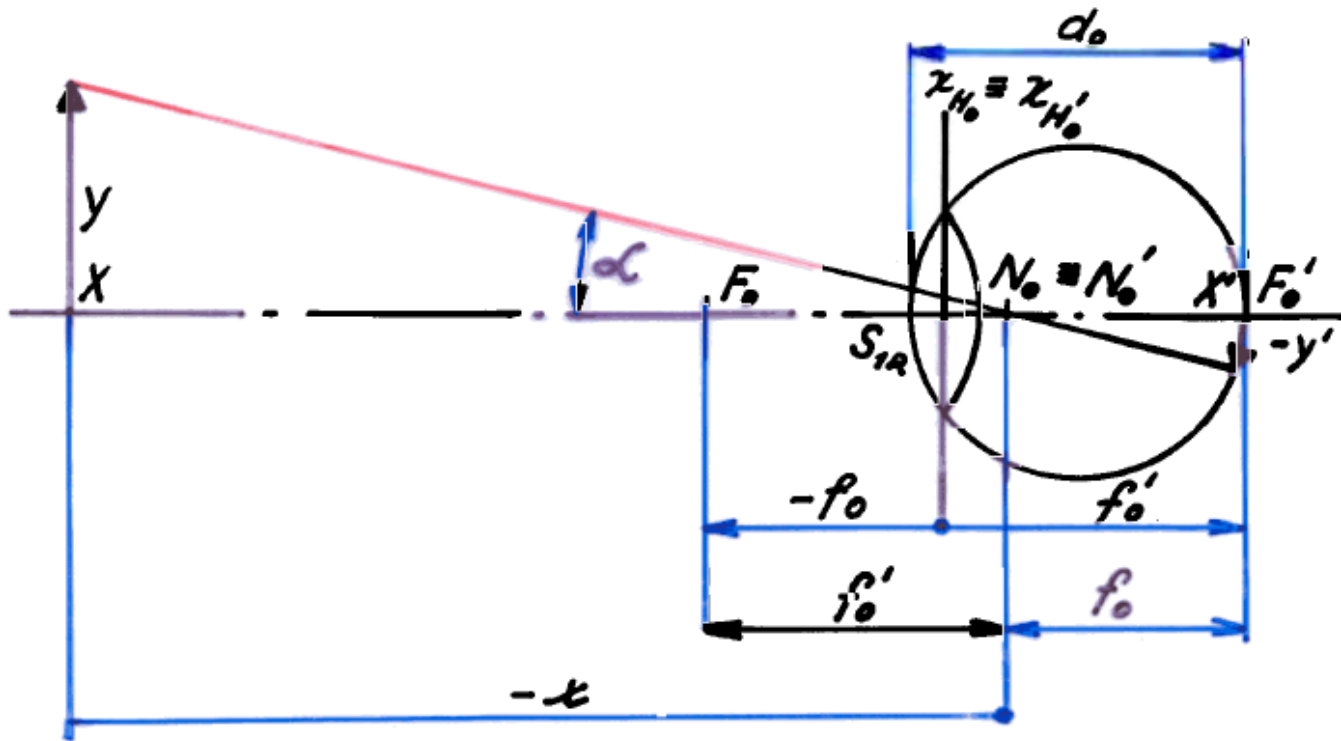
v sítnici asi 125 milionů



Spektrální citlivost čípků

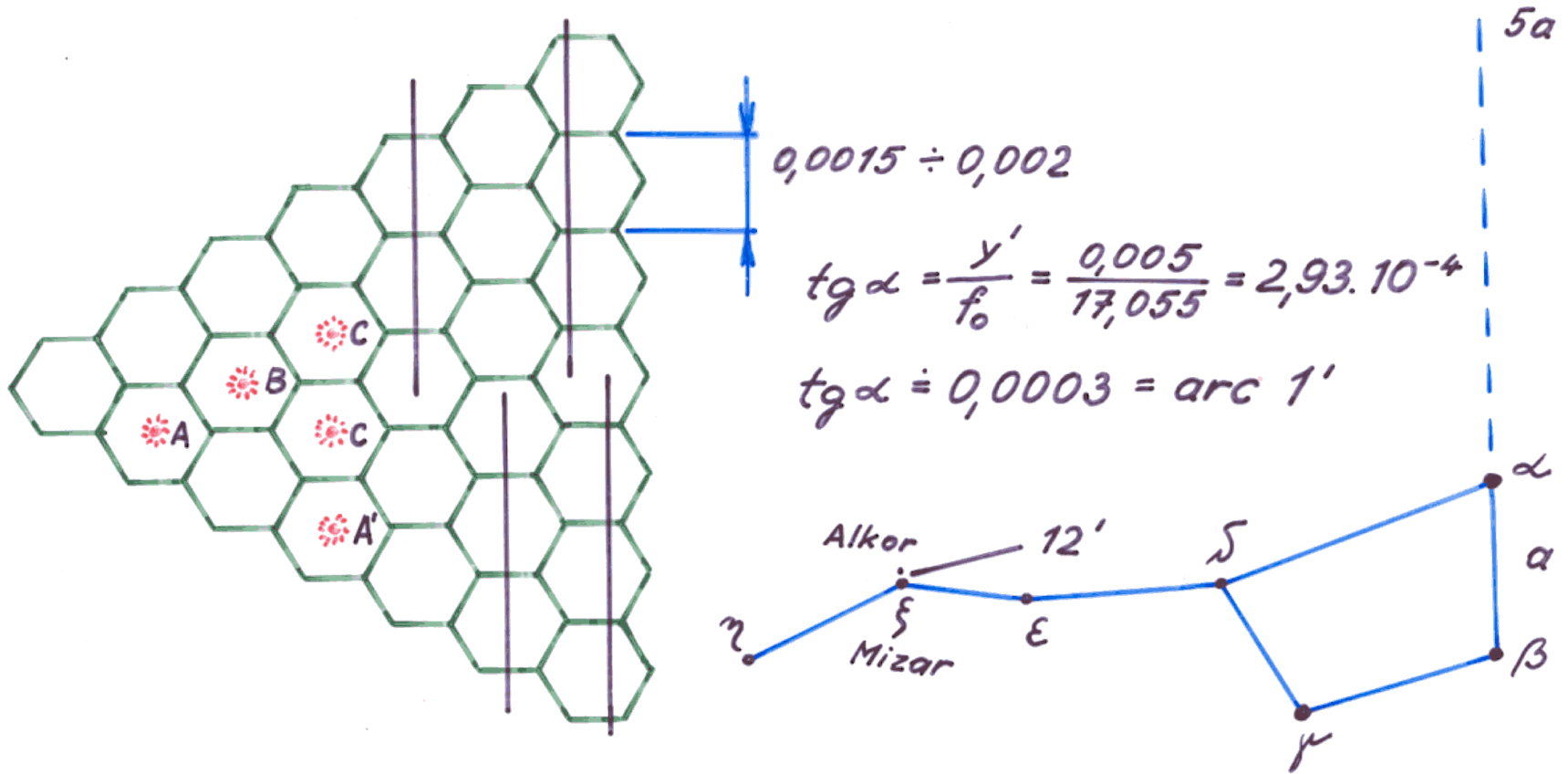


Velikost obrazu na sítnici Gullstrandova oka



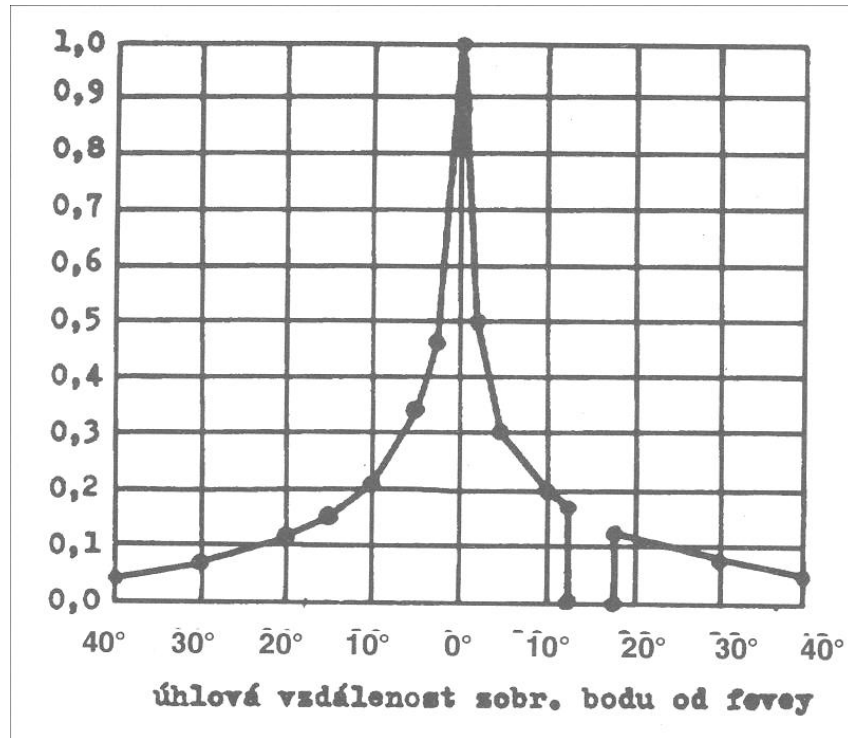
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y}{x} = \frac{y'}{f'_0}$$
$$y' = \frac{y \cdot f'_0}{x}$$

K výkladu zrakové ostrosti



Zdravé oko je schopno rozlišit 2 body, odpovídá-li jejich rozteč v obecné pozorovací vzdálenosti tangente úhlu $1'$... **minimum separabile**

Rozlišovací schopnost oka



Vizus

základní vyšetřovací vzdálenost

$$V = \frac{\text{vzdálenost, z níž se základní kritérium použitého znaku jeví pod úhlem } 1'}{\text{vzdálenost, z níž se základní kritérium použitého znaku jeví pod úhlem } 1'}$$

příklad: $V=5/10$ znamená, že základní vyšetřovací vzdálenost je 5 m a použitý znak (který pacient rozliší) je 2x větší, než odpovídá zdravému oku, tj. jeho kritérium (detail) se jeví pod úhlem $1'$ z dvojnásobné vzdálenosti, tj. z 10 metrů.

Snellenův poměr (Dondersova definice):

$$V = \frac{\text{velikost znaků rozlišených normálním pozorovatelem}}{\text{velikost znaků rozlišených pacientem}} = \frac{1}{\text{zvětšení znaku}}$$

Tabule užívaná před r. 1850

1. Kluge	1. Reich	1. Jagd
2. Mainz	2. Bauer	2. Hund
3. Schloß	3. Ruine	3. Gebirg
4. Leeheim	4. Straße	4. Festung
5. Bergstraße	5. Lenzburg	5. Fünfzig
6. Residenzschloß	6. Feldweg	6. Uferland
7. Lindenbaum	7. Eisenbahn	7. Vogelsang
8. Pulvermühle	8. Baumeister	8. Stadtgericht
9. Stenobyl	9. Bauerntand	9. Arbeitshand
10. Steinbockfels	10. Stenjahrstag	10. Augenschwäche
11. Rosenkranz	11. Scherstein	11. Schlingensack
12. Kugelbock	12. Kugelbock	12. Kugelbock

Zraková ostrost – první definice



Franciscus Cornelis Donders
(1818 – 1889)

Definoval „**standardní oko**“ jako oko schopné rozlišit písmena, která jsou vysoká 5' (r. 1861)

Pak posuzoval pacientovo oko podle **zvětšení** znaků, které bylo potřebné k tomu, aby pacient rozlišil totéž, co „standardní oko“.

$$V = \frac{1}{\text{nutné zvětšení znaků}}$$

zvětšení:	2x	zraková ostrost:	1/2	0.5
	4x		1/4	0.25
	10x		1/10	0.1

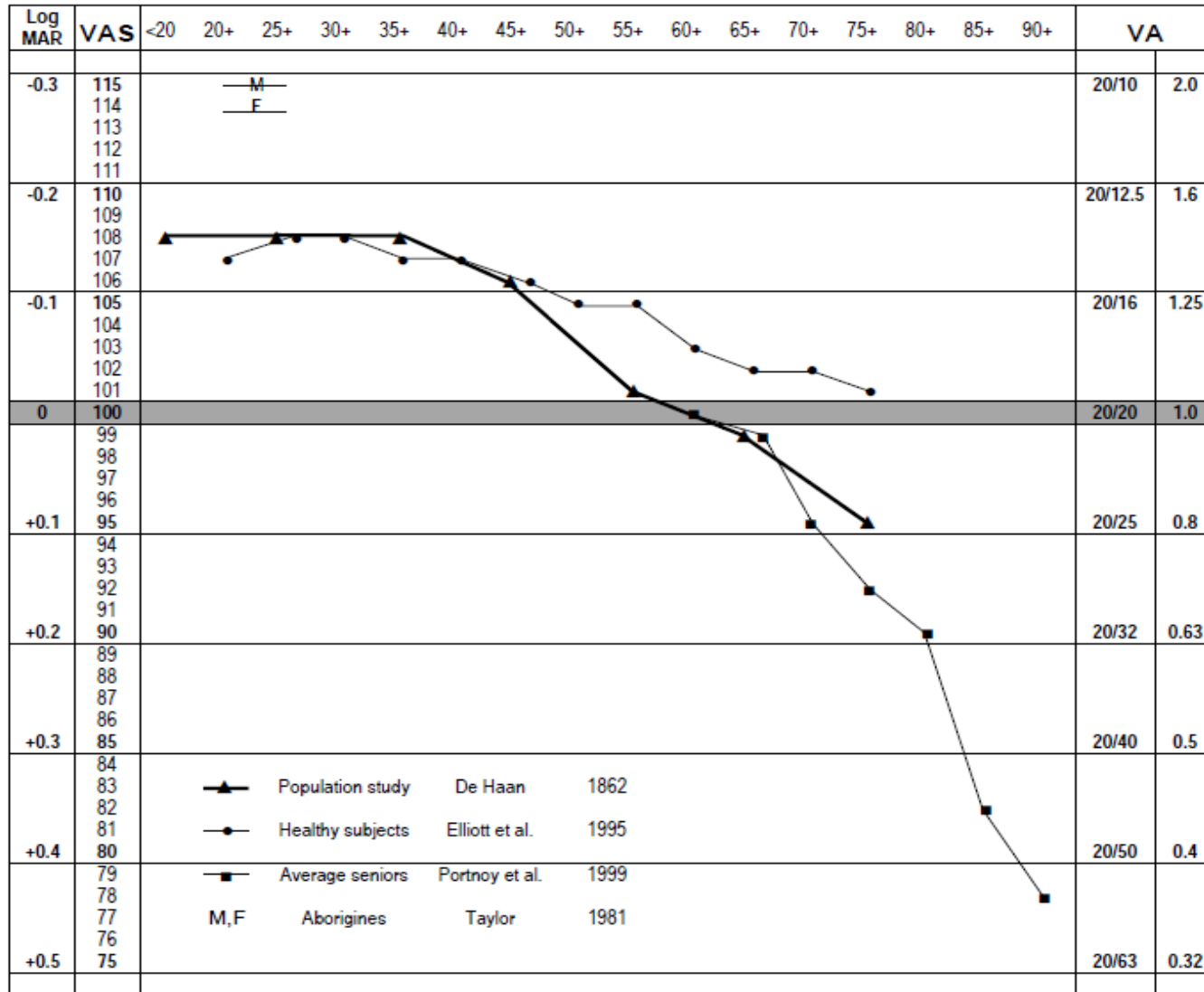
Snellenovy tabule (1862)

□
◻ ◻
C U C
= C U n
U C E n n
n n C U C =
n C E n n n

■ ■ ■
■ ■ ■
■ ■ ■
○ ◻
≡ n n ■
n n L ≡ ◻
T U ≡ 7 n
+ ◻ n T ≡ ◻
◻ n T n C +

A
C E
G L N
P R T S
V Z B D 4
F H K O S 3
U Y A C E G L 2

Závislost zrakové ostrosti na věku



← standard

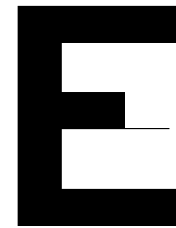
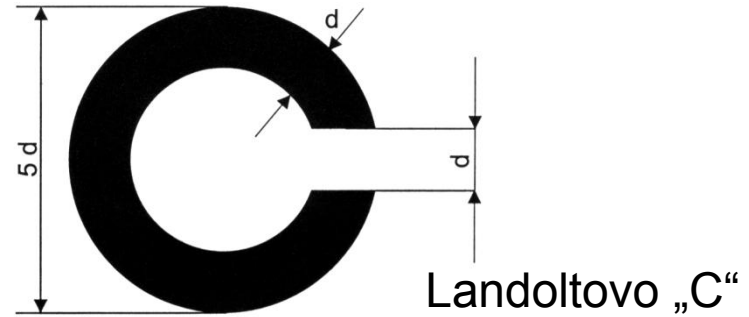
Snellenova optotypová tabule

E
F P
T O Z
L P E D
P E C F D
E D F C Z P

F E L O P Z D
D E F P O T E C

L E F O D P C T
F D P L T C E O
P E Z O L C F T D

- 1 20/200
- 2 20/100
- 3 20/70
- 4 20/50
- 5 20/40
- 6 20/30
- 7 20/25
- 8 20/20
- 9
- 10
- 11



Pflügerův „hák“

$$V = \frac{\text{vyšetřovací vzdálenost}}{\text{vzdálenost, z níž se znak (základní kritérium znaku) jeví pod úhlem 5' (1')}}$$

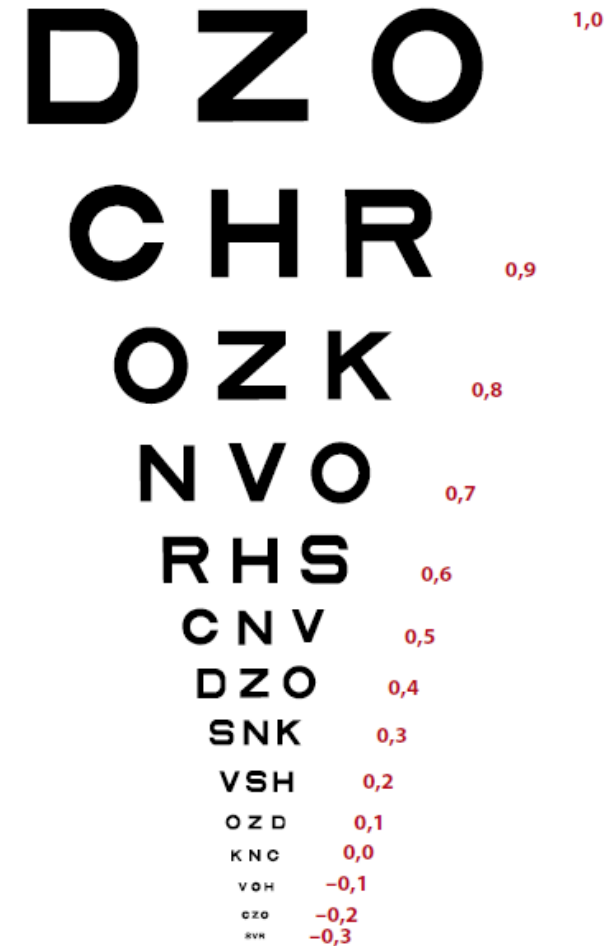
Odstupňování velikosti optotypů

V des. č.	V zlomkem	poměry
0,10	6/60	-
0,20	6/30	2,0
0,25	6/24	1,25
0,33	6/18	1,32
0,40	6/15	1,21
0,50	6/12	1,25
0,67	6/9	1,34
1,00	6/6	1,49
1,50	6/4	1,5
0,10	5/50	-
0,17	5/30	1,7
0,25	5/20	1,47
0,33	5/15	1,32
0,50	5/10	1,51
0,67	5/7,5	1,34
1,00	5/5	1,49
1,25	5/4	1,25

Log MAR	V zlomkem	V des. č.
1,0	6/60	0,10
0,9	6/48	0,125
0,8	6/38	0,16
0,7	6/30	0,20
0,6	6/24	0,25
0,5	6/19	0,32
0,4	6/15	0,40
0,3	6/12	0,50
0,2	6/9,5	0,63
0,1	6/7,5	0,80
0,0	6/6	1,00
-0,1	6/4,75	1,25
-0,2	6/3,75	1,60
-0,3	6/3	2,00

$$\text{LogMAR} = \log_{10}(1/V)$$

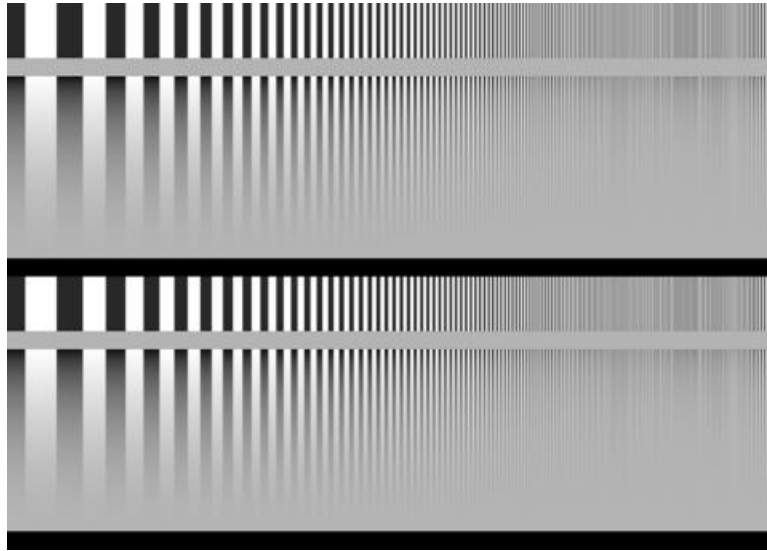
Optotypové tabule ETDRS, cRLM



Stupnice zrakové ostrosti

Log MAR	VAS	VA	
-0.3	115 114 113 112 111	20/10	2.0
-0.2	110 109 108 107 106	20/12.5	1.6
-0.1	105 104 103 102 101	20/16	1.25
0	100	20/20	1.0
+0.1	99 98 97 96 95	20/25	0.8
+0.2	94 93 92 91 90	20/32	0.63
+0.3	89 88 87 86 85	20/40	0.5
+0.4	84 83 82 81 80	20/50	0.4
+0.5	79 78 77 76 75	20/63	0.32

Kontrastní tabulky



Kontrastní tabulka



Optotypový test na
kontrastní citlivost

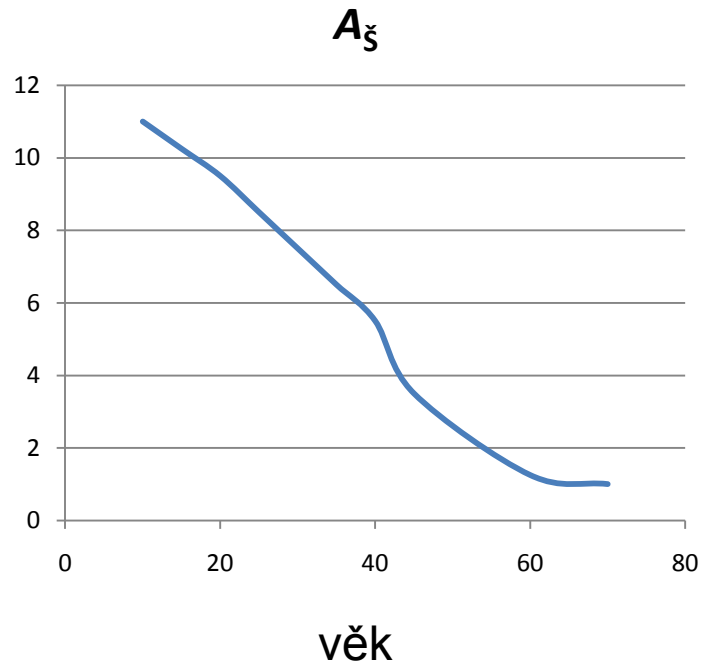
Emetropie a ametropie

- Emetropie ..** při minimální akomodaci je bod v nekonečnu ostře zobrazen na sítnici oka
- Ametropie ..** podmínka není splněna (odchylka lámavosti, délky oka, astigmatismus)
- Sférická ametropie ..** optický systém oka má ve všech směrech (téměř) stejné optické vlastnosti, zejm. lámavost (tj. nejde o astigmatismus); sférickou ametropii lze korigovat sférickými korekčními členy
- Daleký bod ..** (punctum remotum) bod na optické ose, který se zobrazí na sítnici při minimální akomodaci; vzdálenost od předm. hl. roviny značíme a_R
- Blízký bod ..** (punctum proximum) bod na optické ose, který se zobrazí na sítnici při maximální akomodaci vzdálenost od předm. hl. roviny značíme a_P
- Axiální refrakce ..** $A_R = 1/a_R$ převrácená hodnota vzdálenosti dalekého bodu; definuje refrakční stav oka

Akomodační šíře

$$A_{\check{s}} = A_R - A_P = 1/a_R - 1/a_P$$

věk	$A_{\check{s}}$
10	11,00
15	10,25
20	9,50
25	8,50
30	7,50
35	6,5
40	5,50
45	3,5
60	1,25
70	1,00



věk	$A_{\check{s}} < 5 \text{ D}$		
		Myop	Hyperop
38	0 %		17 %
40	23 %		67 %
42	57 %		70 %
44	75 %		92 %
45	82 %		100 %