

Vyšetření kontrastní citlivosti

LF MU Brno

Optika a optometrie I



Definice kontrastu

- Kontrast charakterizuje zrakový vjem, který závisí na rozdílu jasů světlých a tmavých předmětů
- Při zjišťování kontrastní citlivosti (KC), zjišťujeme, na rozdíl od zjišťování vize, informace o zrakových funkcích za **suboptimálních podmínkách**
- Definice kontrastu:
 - **Weberův kontrast**
 - **Michelsonův kontrast**

Weberův kontrast

- Rozdíl jasu mezi pozadím a objektem dělený jasem pozadí

- $K = (L_p - L_o) / L_p$

Michelsonův kontrast

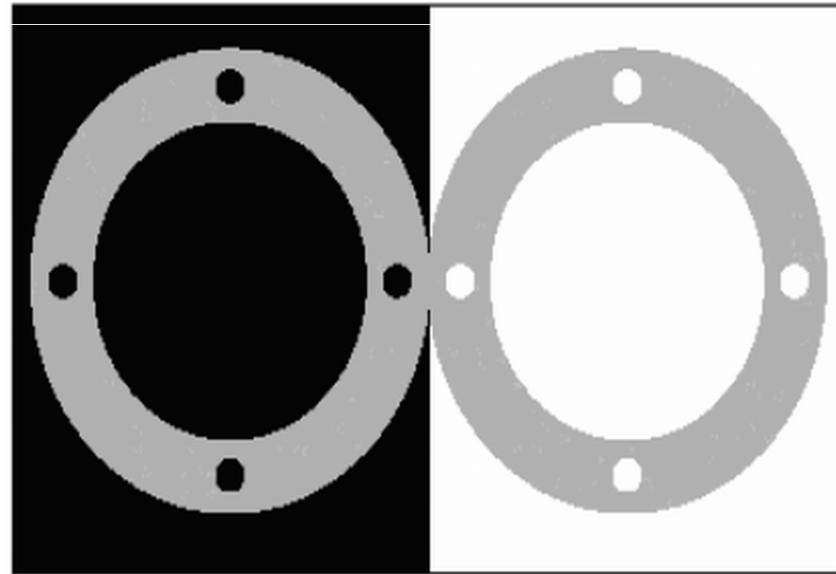
- Rozdíl mezi největším a nejmenším kontrastem dělený jejich součtem
- **$K = (L_{\max} - L_{\min}) / (L_{\max} + L_{\min})$**

Druhy kontrastu

- Simultánní kontrast
- Simultánní barevný kontrast
- Sukcesivní kontrast

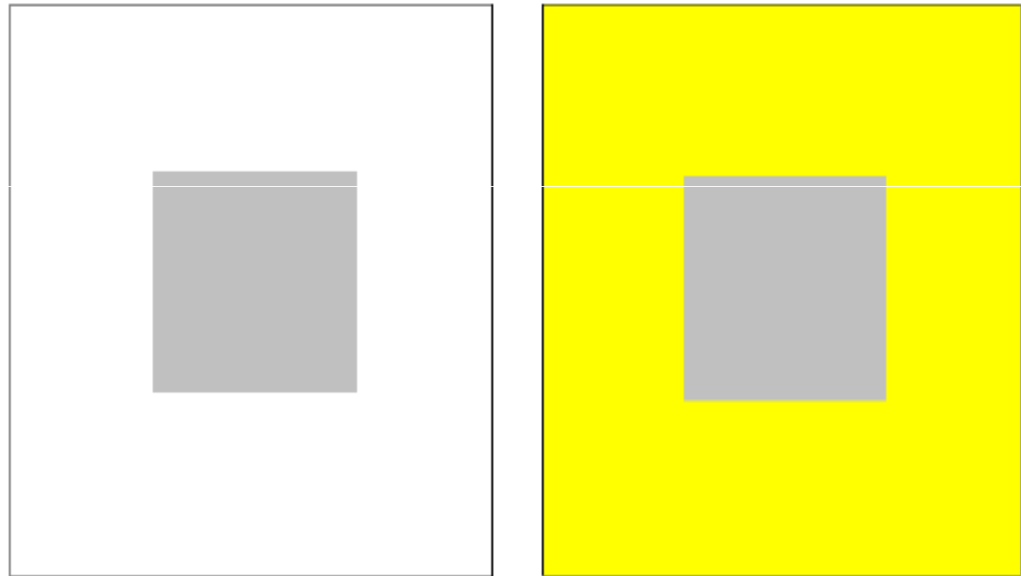
Simultánní kontrast

- Šedý kruh na tmavé ploše se jeví světlejší než šedý kruh na světlé ploše



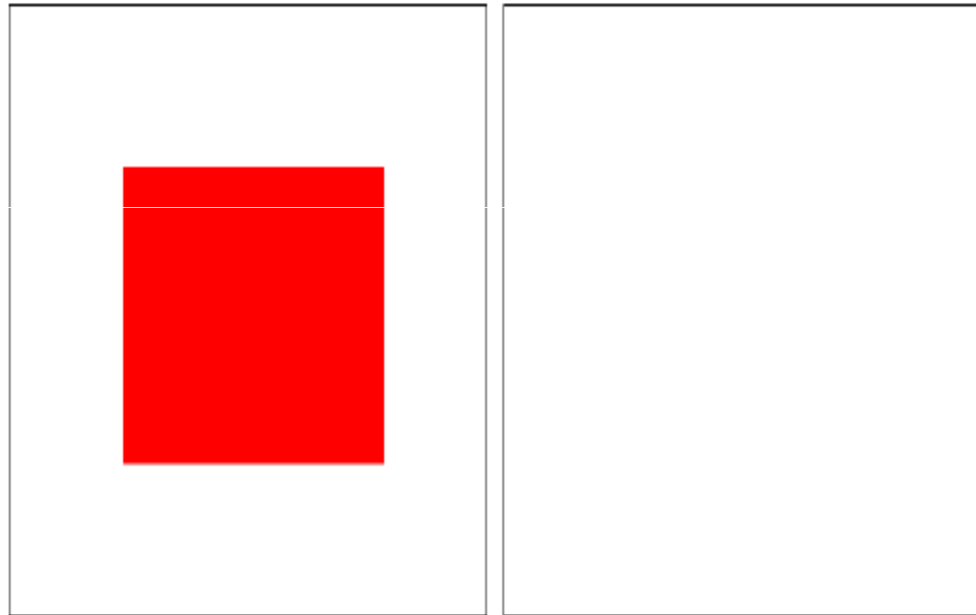
Simultánní barevný kontrast

- Šedý čtverec se zdá na žluté ploše namodralý



Sukcesivní kontrast

- Zrakový vjem závisí na tom, jaké světlo dopadalo na sítnici oka před pozorováním předmětu



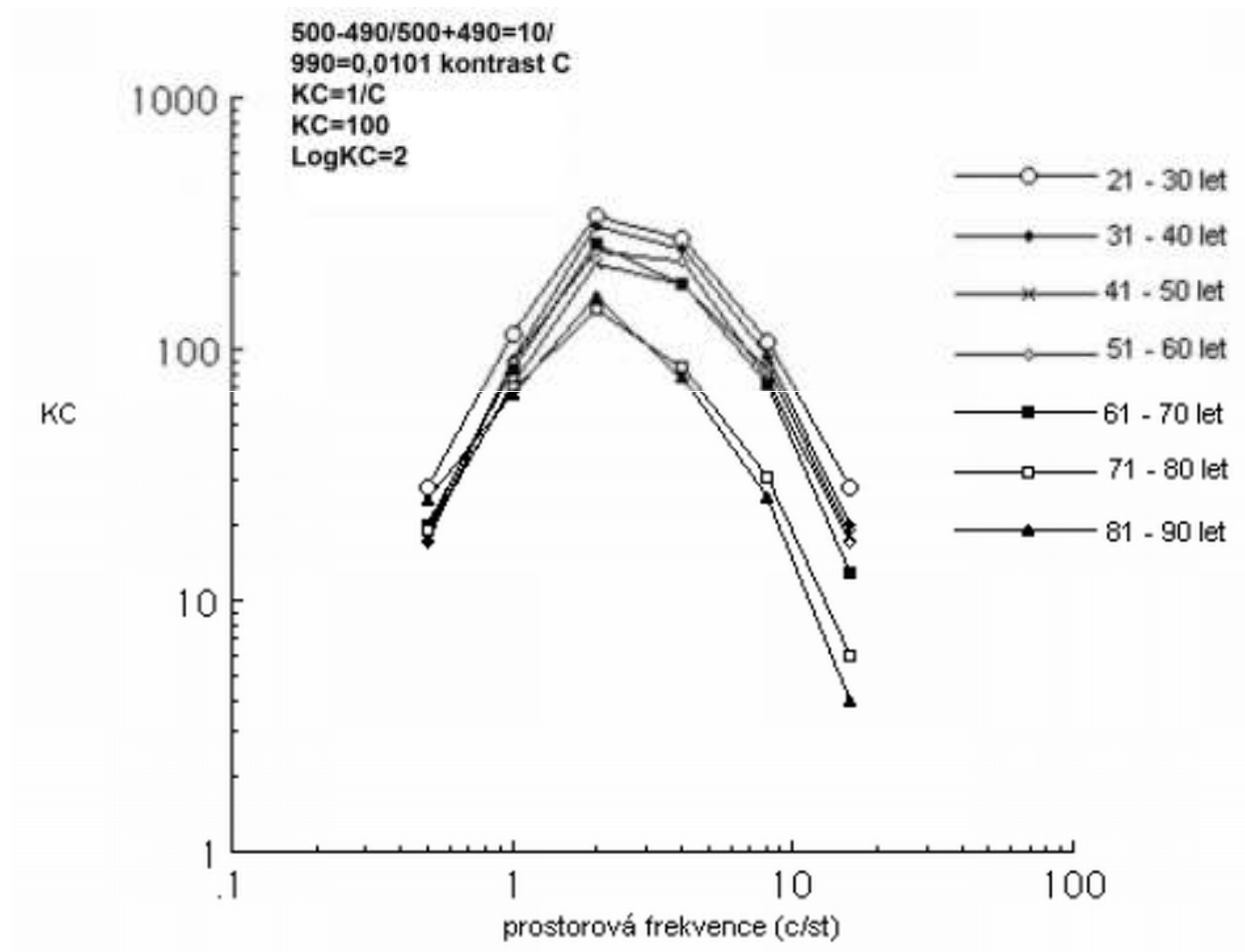
Kontrastní citlivost

- Schopnost analyzovat drobné prostorové detaily závisí na dvou parametrech – **kontrastní citlivosti (KC) a prostorové frekvenci**
- KC je definována jako reciproká hodnota kontrastního prahu (KP)
- KP je nejmenší viditelný kontrast, minimální kontrast potřebný k rozlišení dvou různě světelných objektů (u zdravých očí 0,01)

Prostorová frekvence

- Udává počet cyklů na úhlový stupeň (c/st.)
- **Cyklus** je úhlová šířka jednoho tmavého a jednoho světlého sousedního pruhu
- Kontrastní prahy (KP) pro různé prostorové frekvence tvoří funkci – **křivku KC**
- Lidské oko je nejcitlivější pro **prostorové frekvence mezi 3-6 c/st.**, pak KC klesá a vytváří tak zvonovitý tvar

Křivka KC



Fyziologie oka a KC

- Optická stavba oka
- Neuronová stavba sítnice
 - Receptivní pole
 - On-reakce a off-reakce

Optická stavba oka

- Oko propouští dobře **nízké frekvence**, vyšší frekvence jsou filtrovány
- **Při frekvenci 60 c/st. je KC nulová**
- U emetropického oka je hranice 60 c/st. podmíněna rozptylem světla na rohovce a čočce
- Rozptýlené světlo působí jako difúzní zdroj světla a snižuje sítnicový kontrast

Neuronová stavba sítnice

- Na 130 fotoreceptorů připadá 1 gangliová buňka = **receptivní pole (RP)**
- **Velikost RP je rovna 2' v oblasti fovea centralis a 1° v periferii sítnice**
- V periferii sítnice nejintenzivněji vnímány nižší prostorové frekvence
- **AP gangliové buňky** je maximální, pokud tmavý pruh dopadá do centra RP a světlý pruh dopadá do periferie RP

Měření KC

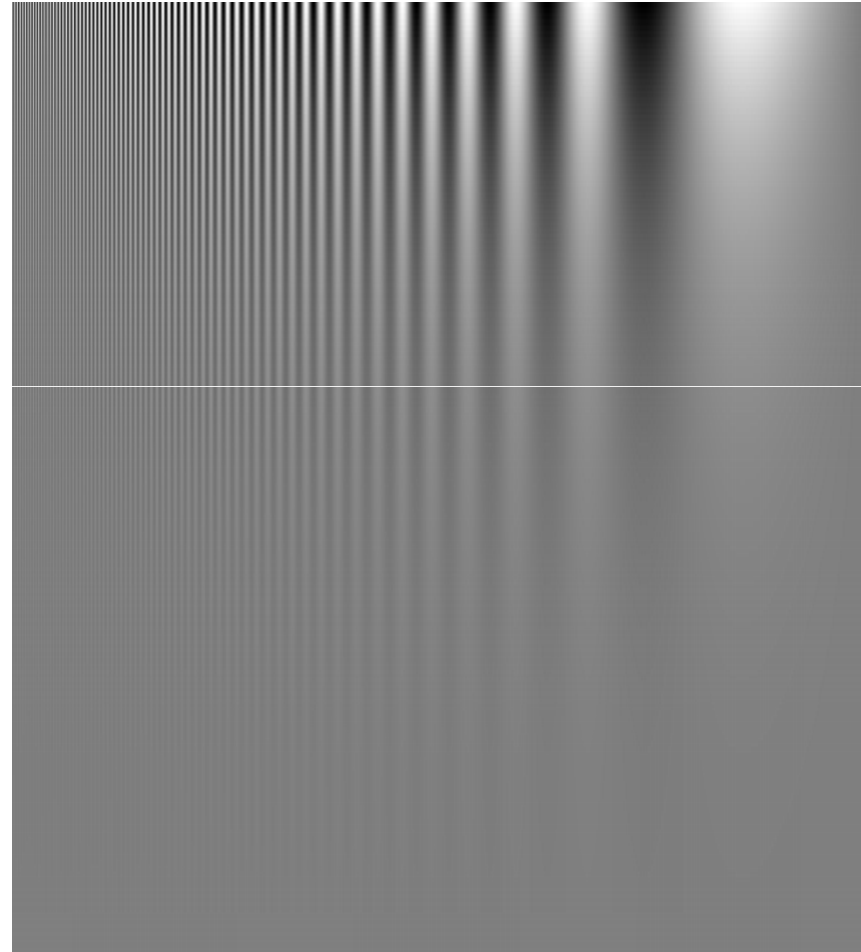
- **Sinusová mřížka**
 - Ardenovy tabule
 - Ginsburgovy tabule
 - Vision Contrast Test System (VCTS 6500)
 - Wave Contrast Test – SWCT
 - Functional Acuity Contrast Test – FACT
 - Cambridge Low Contrast Chart
 - CSV-1000
- **Písmenové testy**
 - Pelli-Robson Contrast Sensitivity Test
 - Hamilton-Veale Contrast Sensitivity Test
 - Mars Letter Contrast Sensitivity Test
 - Reganovy tabule
 - Sloanovy tabule
- **Digitální systémy**
 - SmartChart
 - TCP-2000
- **Možnosti využití měření KC**
 - **Amblyopie**
 - **Cystoidní makulární edém**
 - **Senilní makulární edém**
 - **Glaukom**
 - **Epitelový edém**
 - **Keratitis punctata superficialis**
 - **Keratokonus**
 - **Katarakta**
 - **Dystrofie rohovky**
 - **Diabetes mellitus**

Podmínky pro vyšetřování KC

- **Výsledek KC závisí na optických, anatomických a fyziologických faktorech**
- **Lidské ok za fotonických podmínek vykazuje max. KC kole 5 c/st., hraniční frekvence je mezi 30-60 c/st.**
- **Malý průměr zornice snižuje KC, kvůli menšímu množství světla na sítnici**
- **V centru sítnice jsou vnímány lépe vyšší frekvence než v periferii**
- **Vlivem binokulární sumace je binokulární KC vyšší než monokulární**

Ardenova kontrastní tabulka

- První tabulky na vyšetření KC se objevily k 70. letům 20. století
- **Ardenovy** tabule obsahovaly svislé tmavé a světlé pruhy s omezenou frekvencí, jejichž kontrast se snižoval shora dolů
- Pacient měl za úkol označit místo, kde mřížka přecházela v šed'



Ginsburgovy tabule

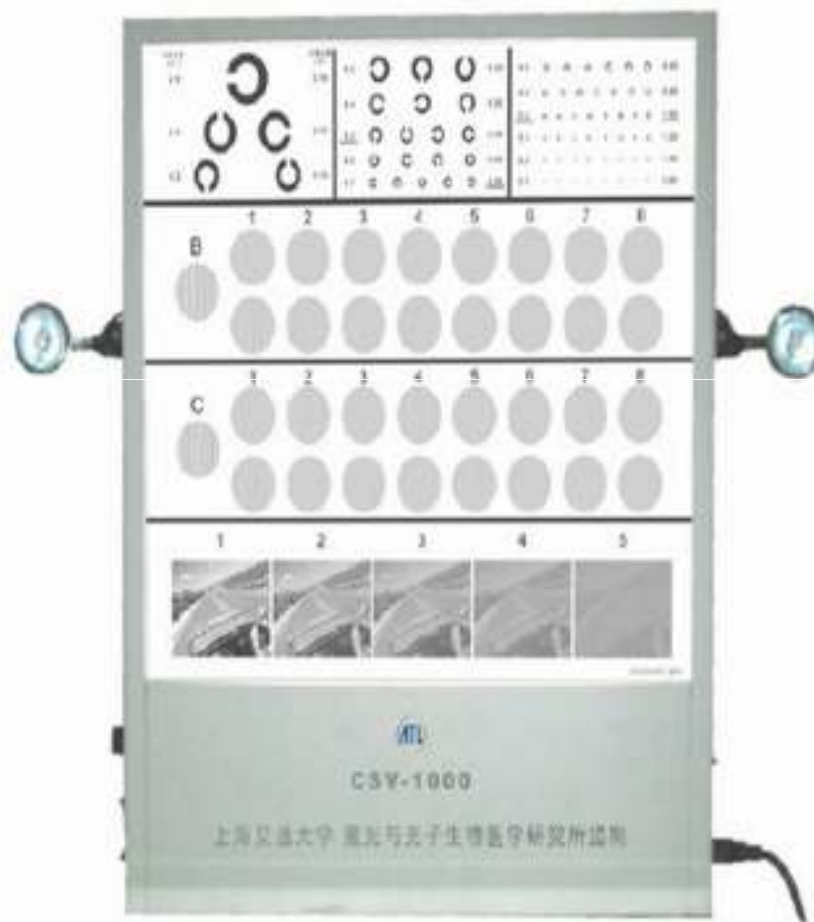
- Původní verze byla vyvinuta **v roce 1984**
- Test je tvořen 45 terči se sinusovými pruhy o **5 prostorových frekvencích v 5 řadách a 9 stupních kontrastu v 9 sloupcích s poklesem kontrastu o 0,25 log jednotek**
- Úkolem pacienta je rozpoznat orientaci mřížky (svisle, doprava, doleva)
- Na Ginsburgově principu byla vyvinuta tabule **VCTS**

Frekvence 1,5; 3; 6; 12; 18 c/st.,
pokles kontrastu o 0,25 logKC

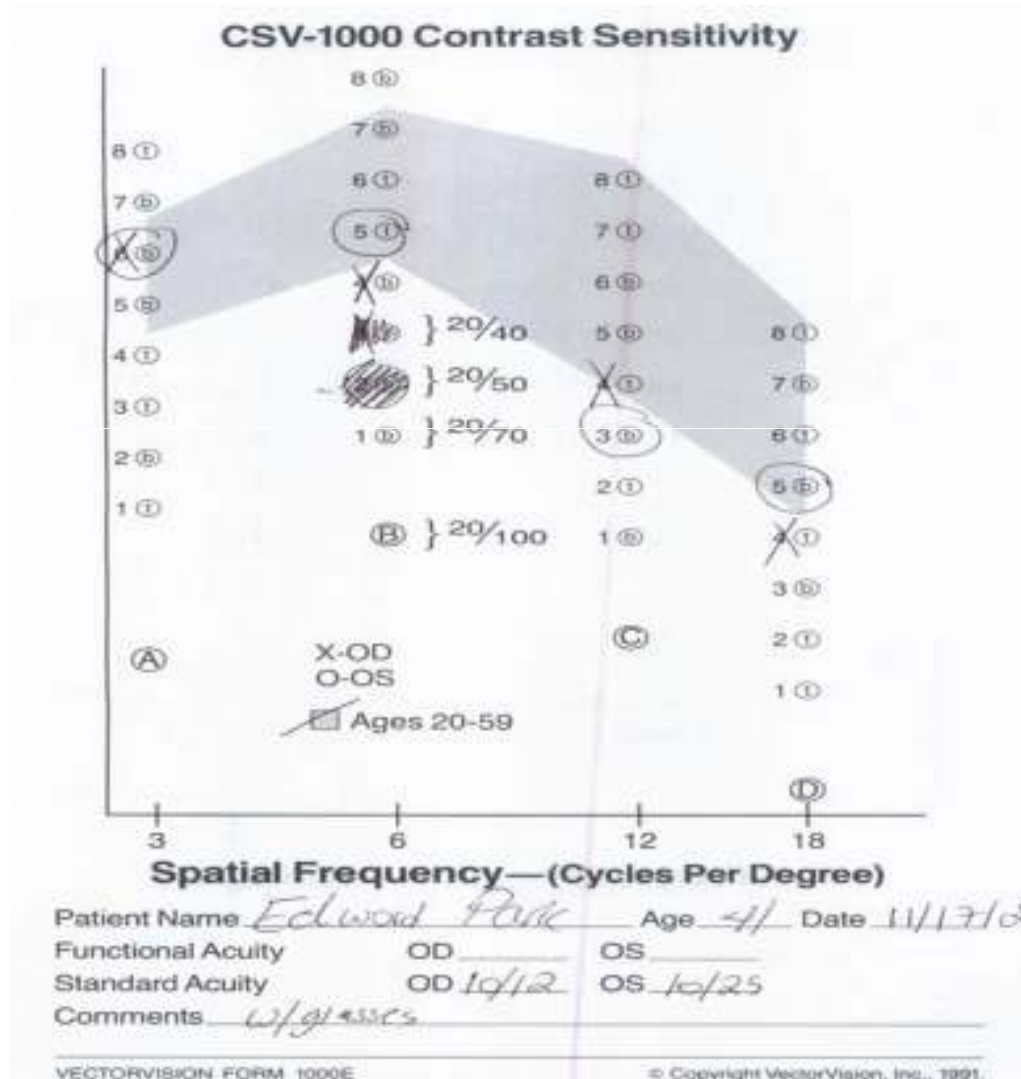


CSV-1000

- Tabule jsou vsazeny do světelného boxu
- Obsahují 4 prostorové frekvence
- Výsledkem je křivka KC
- Hodnoty jsou abnormální pokud se pravé a levé oko liší o více než 1 kontrastní hodnotu ve 2 či více frekvencích
- Nebo pokud se liší pravé a levé oko o více než 2 kontrastní hodnoty v 1 frekvenci



CSV-1000 výsledky



Pelli-Robson Contrast Sensitivity Chart

- U těchto tabulí určujeme Weberův kontrast
- **KC se vyšetřuje v oblasti 1 c/st.**
- Celkem 16 trojic písmen
- **Kontrast se snižuje po 3 písmenech o 0,15 logKC**
- Udávaná hodnota je logaritmem KC, rozsah je 0-2,25 logKC
- **Vyšetřujeme z 1m, akceptujeme trojici, kdy pacient rozpozná 2 ze 3 písmen**

FELLI-FREEMAN CONTRAST SENSITIVITY CHART

Optical Density 0.15

V R S K D R

N H C S O K

S C N O Z V

C N H Z O K

Z O D V H R

C D N Z S V

K C H O D K

R S Z H V R

Studie – měření KC na Pelli- Robson Chart

- 28 subjektů, všichni vizus bino 1,0, 16 emetropů, 12 ametropů, průměrný věk 26 let
- Každá osoba vyšetřena 3krát
- Průměrná KC pravého oka byla 1,75 logKC a levého oka byla 1,74 logKC a binokulárně 1,88 logKC
- U ametropů byly hodnoty o něco nižší (1,74, 1,73 logKC)
- Pro převod logKC na KP platí **$KP = 1/10 \cdot \log KC$**
($KP = 1/10 \cdot 1,88 = 0,053$)

Děkuji za pozornost

- Literatura:

Kuchynka, P.: Oční lékařství, Praha: Grada, 2007

Autrata, R.: Nauka o zrak. Brno: NCONZO, 2006. s. 226

KRAUS, H. a kol.: Kompendium očního lékařství, 1. vydání. Praha: Grada, 1997