

# Akomodace, akomodační šíře a její vyšetřování

Optika a optometrie I

LF MU Brno

# Akomodace

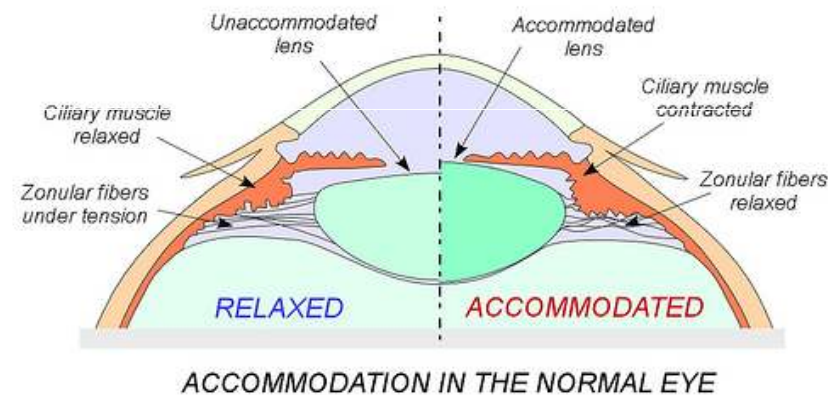
- Schopnost oka vidět ostře předměty, které se nacházejí v různé vzdálenosti před okem v závislosti na změnách optické mohutnosti systému oka
- Mechanismus akomodace
  - Ryby
  - Ptáci
  - Člověk

# Vývoj akomodačních teorií

- **1801** – **Young** vyvrátil myšlenku, že akomodace je umožněna změnou zakřivení rohovky
- **1853** – **Fick** se domníval, že ciliární těleso se při akomodaci naplní krví a vytlačí sklivec, který způsobuje deformaci čočky
- **1855** – **Helmholtz** předpokládal, že aktivním akomodačním orgánem je ciliární těleso

# Hlavní anatomické komponenty akomodace

- Řasnaté tělísko
  - Ciliární sval
    - Müllerův sval – parasymptikus - akomodace
    - Brückeův sval – sympatikus - desakomodace
- Závěsný aparát čočky
  - Zonulární vlákna
- Oční čočka



# Teorie akomodace

- Helmholtz
- Gullstrand
- Schachar a Tscherning
- Coleman

# Helmoltzova teorie akomodace

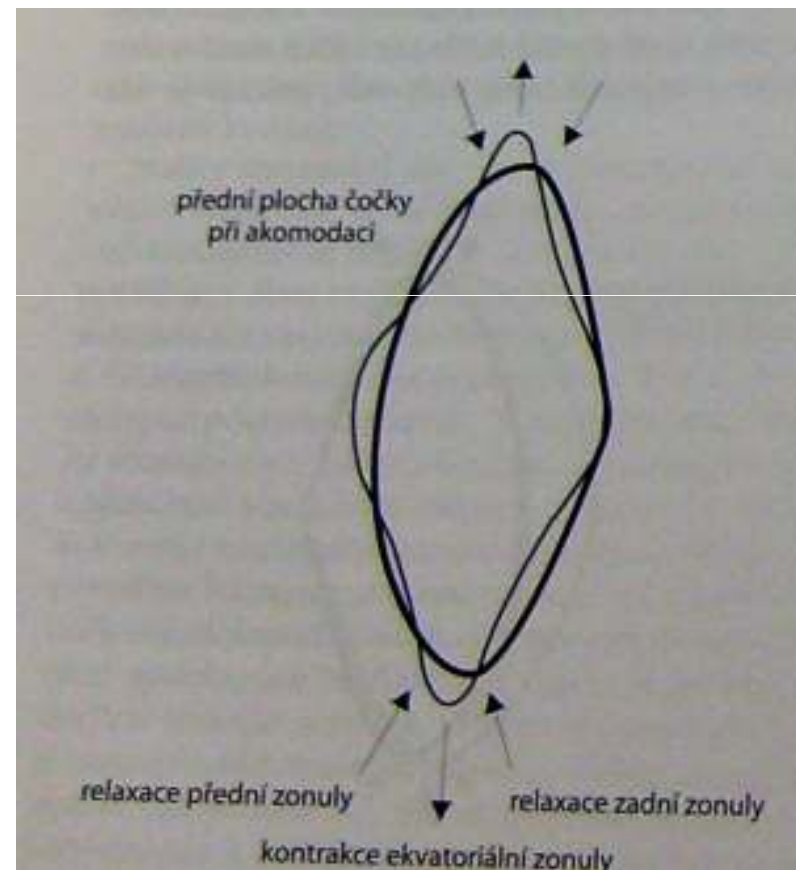
- **Herman Helmholtz** (1821-1894)
- Tzv. **vnější akomodační mechanismus**
  - **Aktivní akomodace**
    - Stah cirkulárních vláken ciliárního svalu (Müllerův sval)
    - Uvolnění vláken závěsného aparátu čočky
  - **Pasivní akomodace**
    - Změna zakřivení přední plochy čočky

# Gullstrandova teorie akomodace

- Tzv. **vnitřní akomodační mechanismus**
  - Přesun části čočkových hmot o vyšším indexu do optické osy

# Schacharova a Tscherningova teorie akomodace

- **Schachar** navrhl v roce **1993**, podobně jako **Tscherning** v roce **1904**, mechanismus akomodace založený na jiném mechanismu
- Ekvatoriální část zonuly se upíná do nejpřednějších částí ciliárního svalu
- Tscherning předpokládal ještě působení sklivce na deformaci čočky

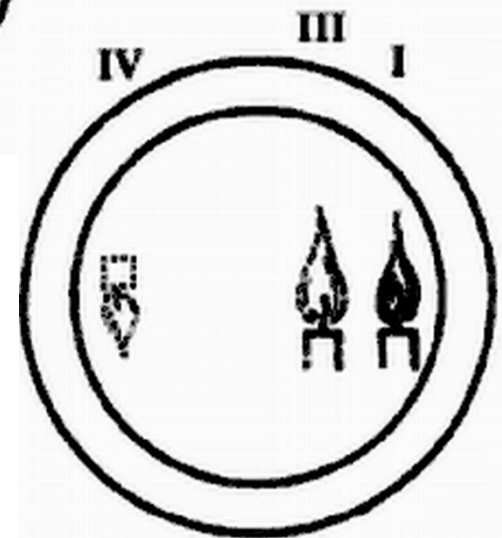
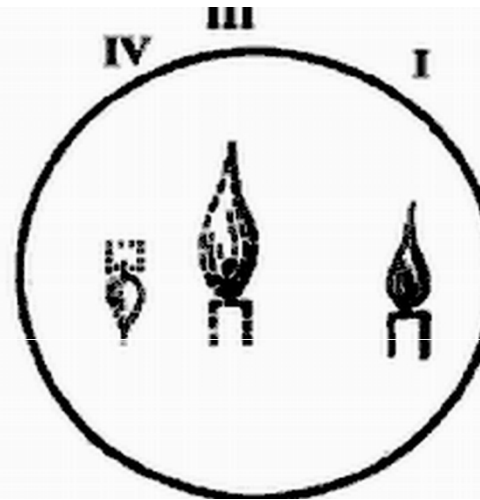
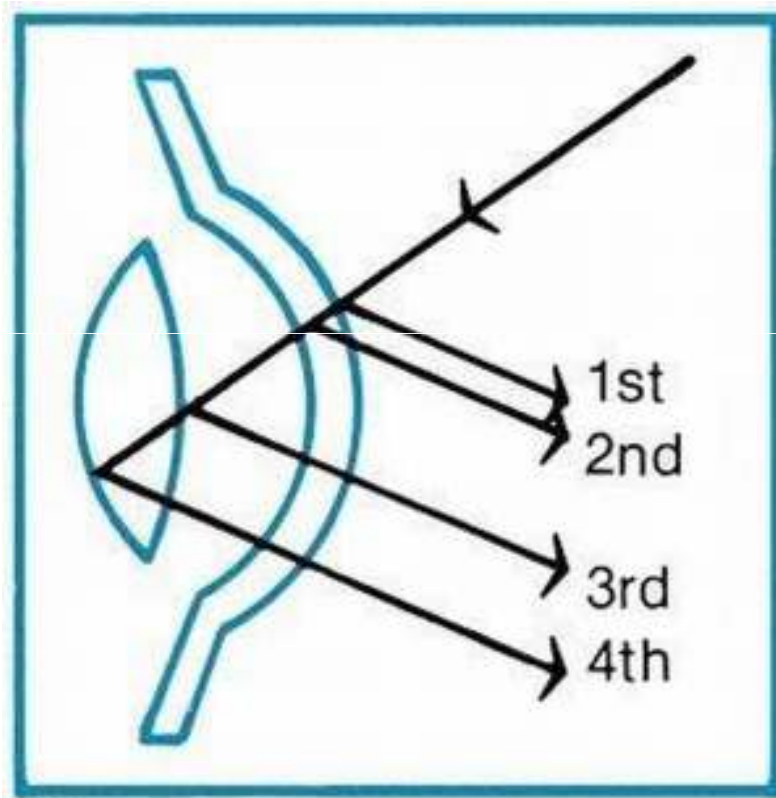


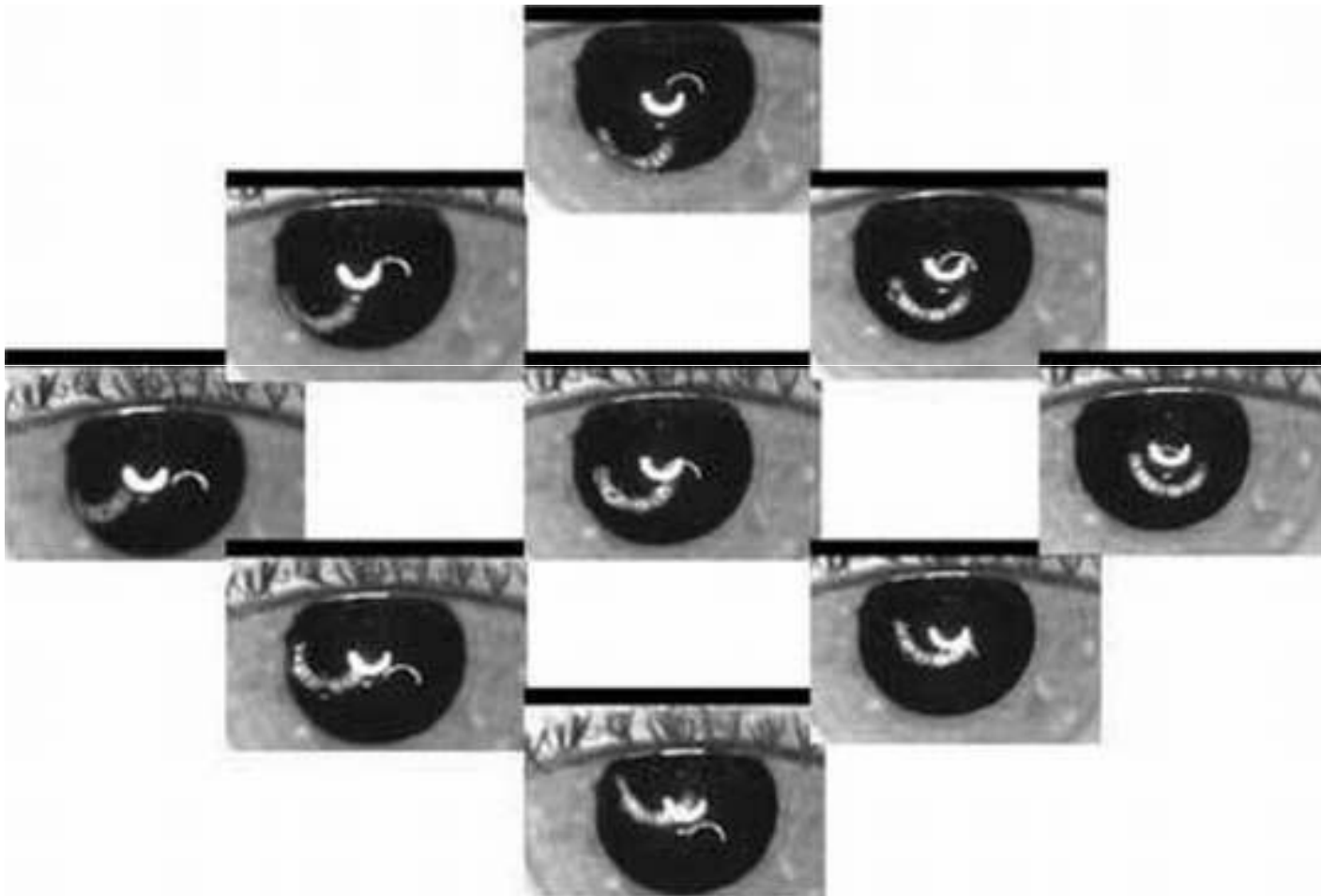


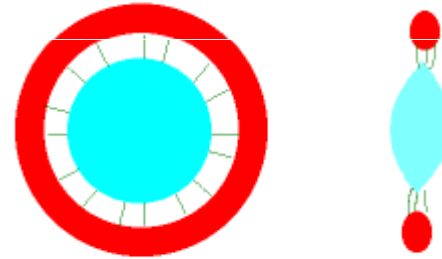
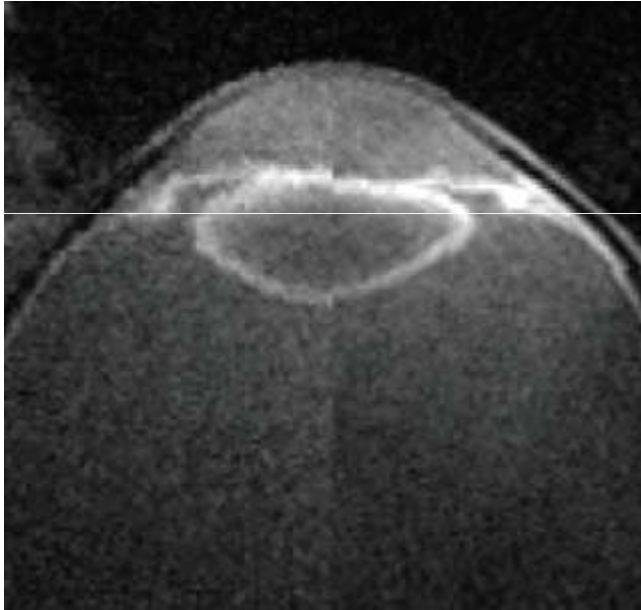
# Colemanova teorie akomodace

- Čočka a závěsný aparát a přední část sklivce tvoří diafragmu
- Ciliární sval při konstrikci vytvoří tlakový gradient mezi předním sklivcem a přední komorou
- Tlak sklivce směrem na čočkové pouzdro způsobí vyklenutí přední plochy čočky do přední komory

# Purkyňovy obrázky







# Fyzikální a fyziologická akomodace

- Fyzikální akomodace je schopnost fyzikální deformace čočky, která se měří v **dioptriích**
- Fyziologická akomodace vyjadřuje kontrakční sílu ciliárního svalu, která je nutná ke změně refrakčního stavu oka o 1 dioptrii. Měří se v **myodioptriích**

# Akomodační oblast a akomodační šíře

- **Akomodační oblast**

- Je oblast mezi dalekým a blízkým bodem
- Měříme jí v **metrech**

$$\Delta a = a_R - a_P \quad \text{resp.} \quad \Delta a = \frac{1}{A_R} - \frac{1}{A_P} \quad [\text{mm}]$$

- **Akomodační šíře**

- Rozdíl mezi optickou mohutností soustavy oka při uvolněné a maximální akomodaci
- Vyjadřuje se v **dioptriích**

$$A\check{s} = A_R - A_P \quad \text{resp.} \quad A\check{s} = \frac{1}{a_R} - \frac{1}{a_P} \quad [\text{D}]$$

# Vyšetřování akomodace

- Objektivní metody

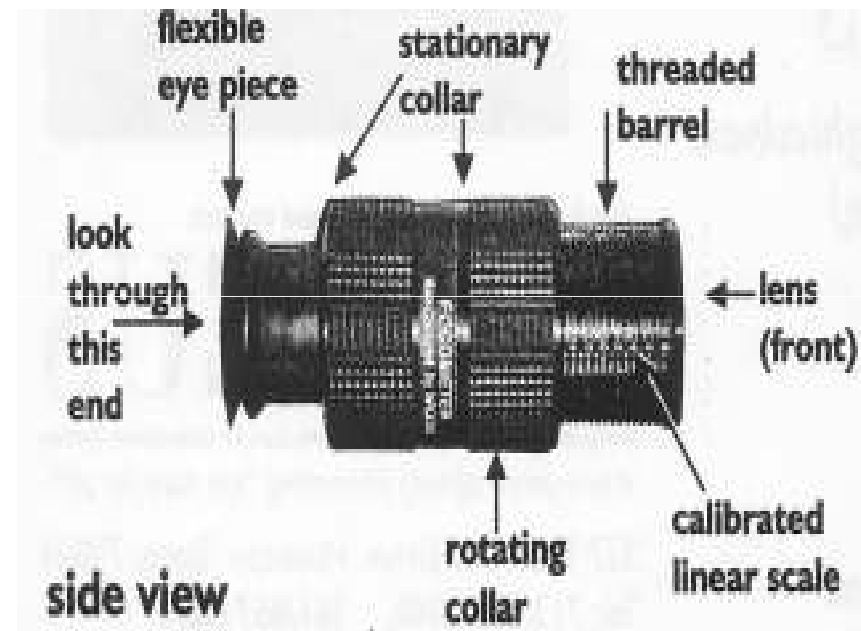
- Fokometr
- Hartingerův koincidenční refraktometr
- PowerRef II

- Subjektivní metody

- Akomodometry
- Push-Up metoda
- Metoda Minus to Blur

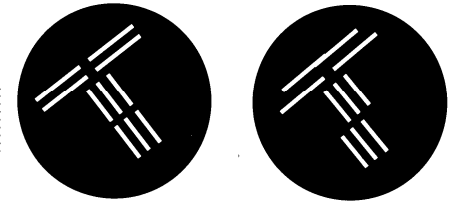
# Měření akomodace pomocí fokometru

- Pacient je vykorigován s maximální plusovou korekcí
- Vyšetření probíhá monokulárně
- Otočným šroubem fokometru měníme optickou mohutnost fokometru a nutíme oko akomodovat až do rozostření optotypových znaků
- Příslušná hodnota na kalibrované stupnici fokometru určuje akomodační šíři





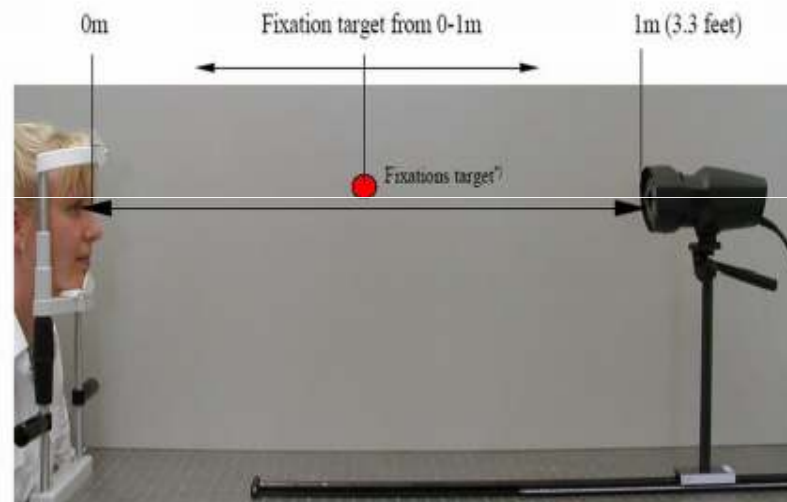
# Hartingerův koincidenční refraktometr



- **Pomocí rozptylných čoček**
  - Pomocí refraktometru měříme refrakční stav oka do dálky a po předložení rozptylných čoček až do rozostření
- **Pomocí pilokarpinu**
  - Měříme refrakční stav oka při cykloplegii (cyklopentanohydrochlorid) a po aplikaci miotik (parasymptomimetikum-pilokarpin)
  - Rozdíl 2 měření určuje akomodační šíři

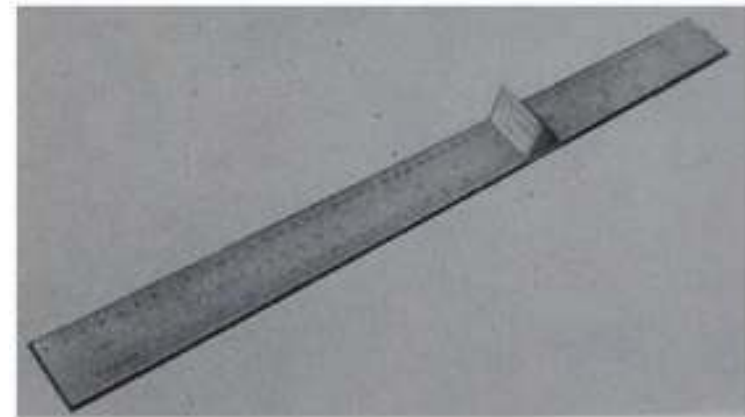
# PowerRef II

- Princip: IR světlo, vyhodnocení světelného kužele odraženého z oka
- Možnosti měření:
  - Dynamika akomodace
  - Dynamika velikosti pupily
  - Měření centra ablace
  - Měření PD



# Vyšetření pomocí akomodometrů

- Při vyšetřování musí mít subjekt dobrou zrakovou ostrost, centrální fixaci a vykorigovanou refrakční vadu
- **Princeovo akomodační pravítko**



*Akomodační pravítko*



CAT. No. 235 The R.A.F. Binocular gauge is used for determining the objective and subjective convergence points, examining the accommodation and determining the master eye.

# Metoda Push-up

- Pacient je vykorigován s nejsilnější plusovou korekcí
- Vyšetření probíhá monokulárně i binokulárně
- Pacient fixuje optotyp, který přibližujeme až do vzdálenosti, kde se optotypové znaky rozostří
- **Reciproká hodnota této vzdálenosti vyjadřuje akomodační šíři v dioptriích**

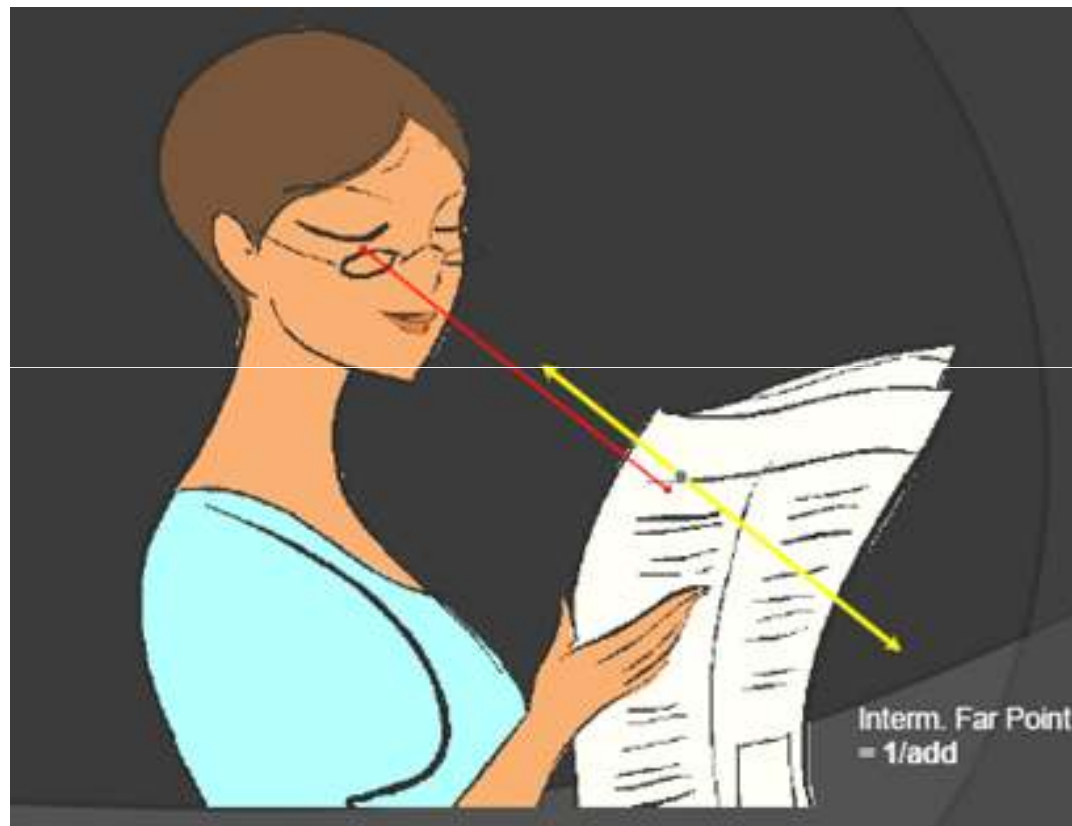
# Metoda Minus to Blur

- Pacient je vykorigován s maximální plusovou korekcí
- Vyšetření probíhá monokulárně
- Pacient fixuje optotyp do dálky
- Předložené rozptylné čočky až do rozostření určují akomodační šíři

# Výpočet presbyopické korekce

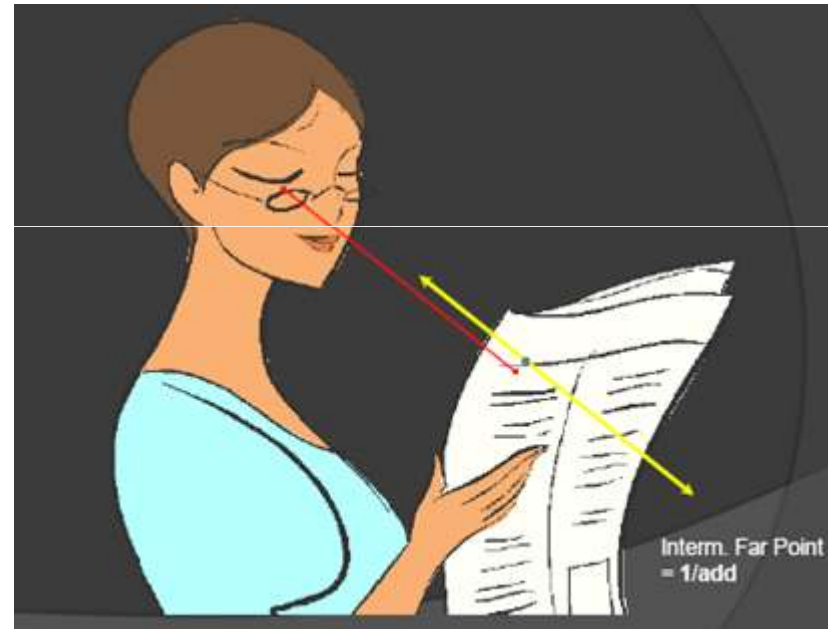
- Hlavní pracovní bod (HPB)
- $2/3$  akomodační šíře (Aš)
- Přídavek do blízka (PB, ADD)
- **$PB = -HPB - 2/3Aš$**
- $PB = -(-4) - 2 \cdot 3/3 = 2 \text{ D}$
- **Hoffsteterovo pravidlo:**  
 $Aš = 18 - 1/4 \text{ věku}$
- **Bussinovo pravidlo:**  
 $ADD = (\text{věk} - 35) / 10$

# Rozsah čistého vidění



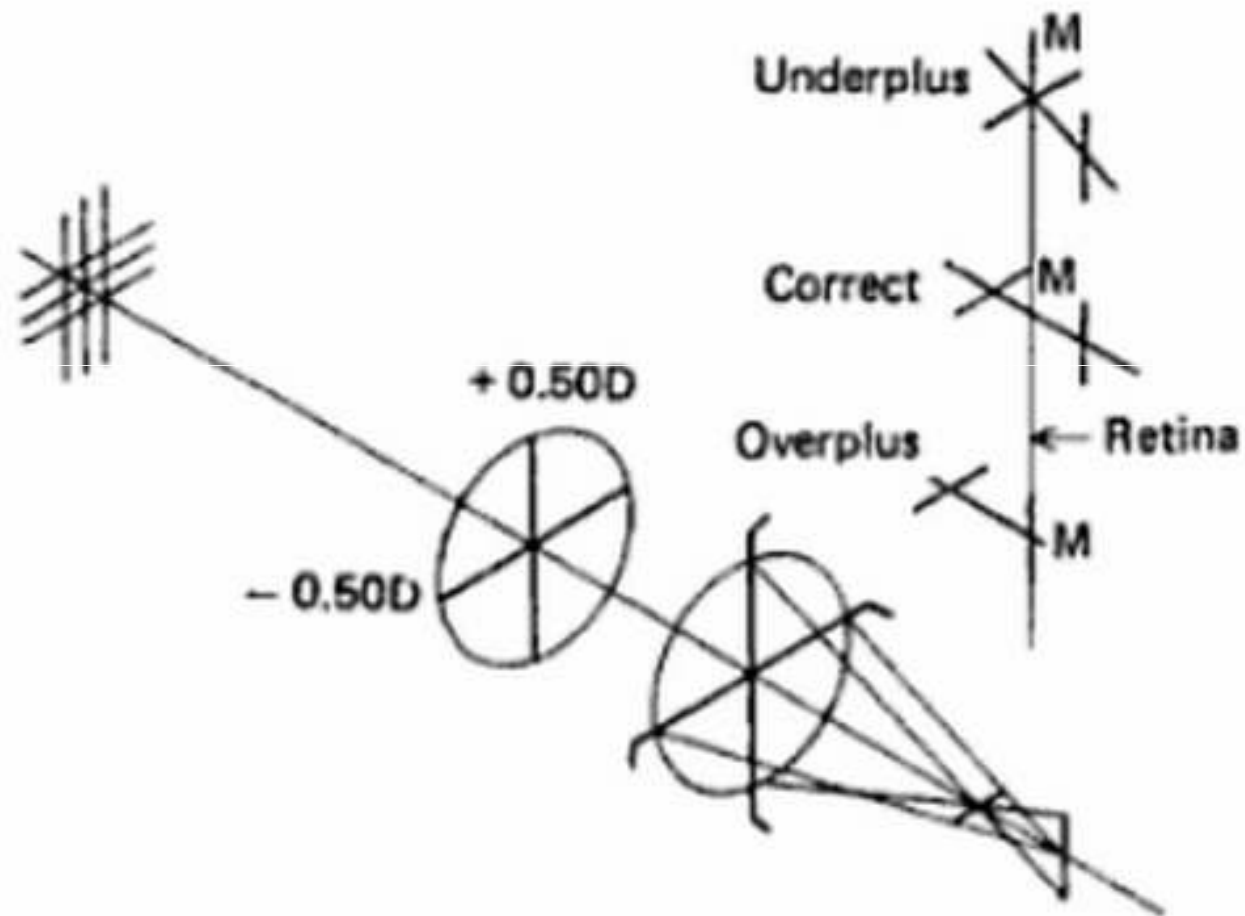
# NRA/PRA

- HPB = 25 cm
- Aš = 3 D
- ADD = 2 D
  
- NRA = +1,25 D
- PRA = -0,75 D
- $(\text{NRA}-\text{PRA})/2 = 0,25 \text{ D}$
- **Úprava ADD = 2,25 D**

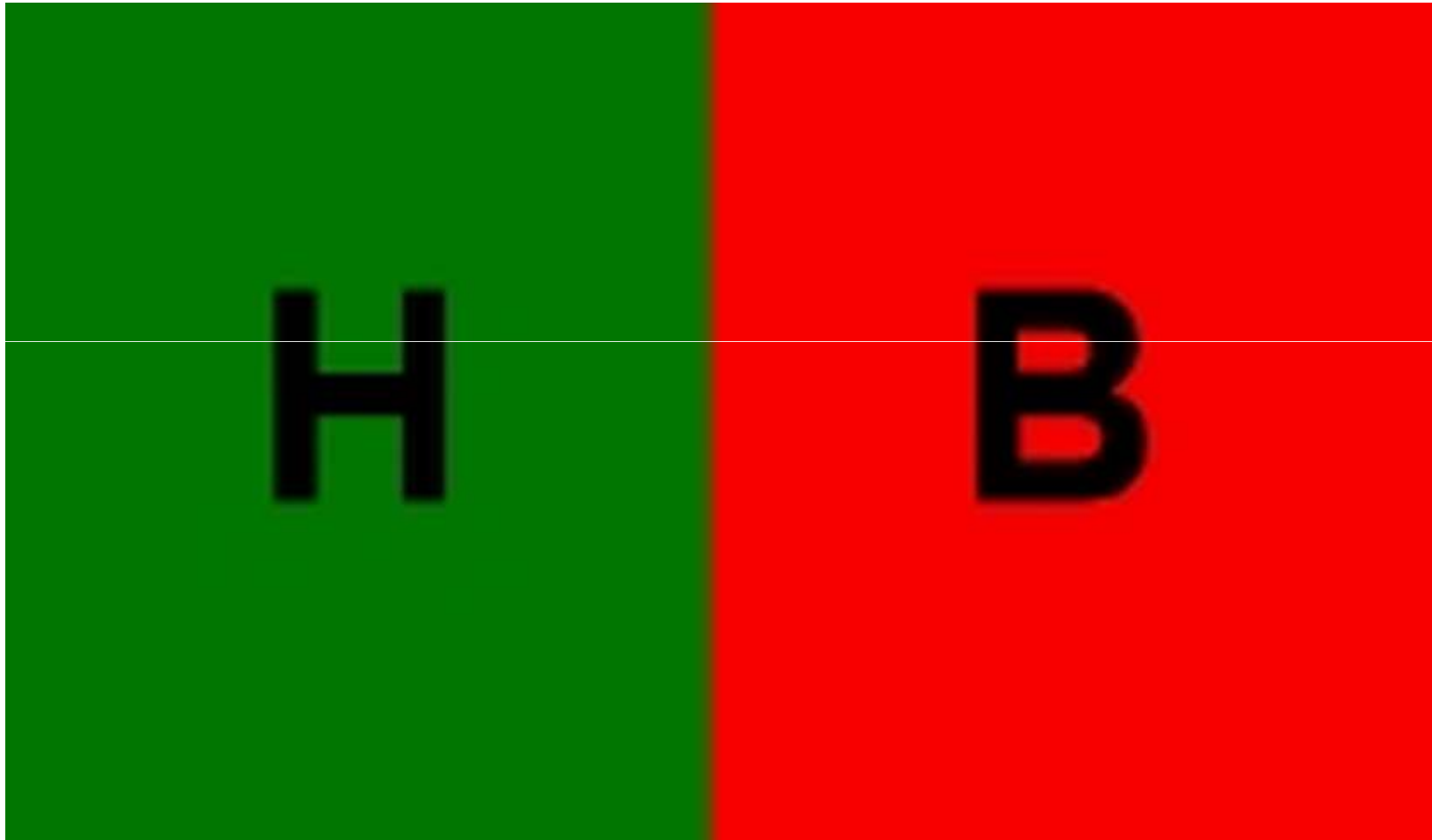




# Zkřížený cylindr

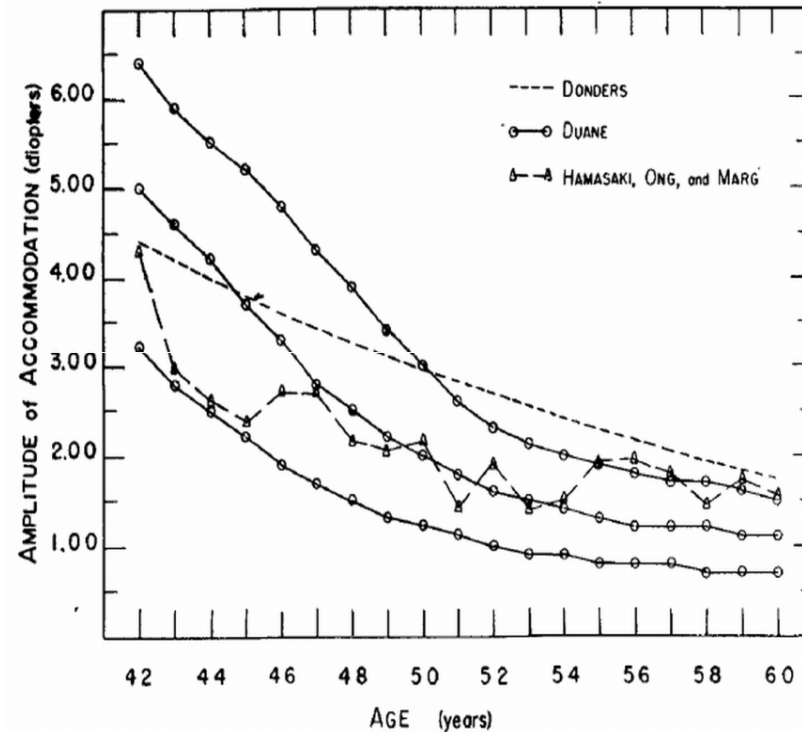


# Červeno-zelený test do blízka



# Klinické studie – měření akomodační šíře

- **Donders (1818-1889)** – holandský oftalmolog – studie z roku 1864
- **Duane (1858-1926)** – americký oftalmolog – studie z roku 1912
- **Hamasaki** – School of Optometry – University of California Berkeley - 1956



# Akomodační šíře ve vztahu k refrakční vadě

- **Abraham a kol.**, Christian Medical College, India – Amplitude of Accommodation and its Relation to Refractive Errors
- 316 pravých očí 316 subjektů ve věku 35-50 let, visus 6/6
- Metoda – měření **push-up method**
- Studie ukázala větší akomodační šíři u myopů (35-44 let) ve srovnání s emetropy a hypermetropy

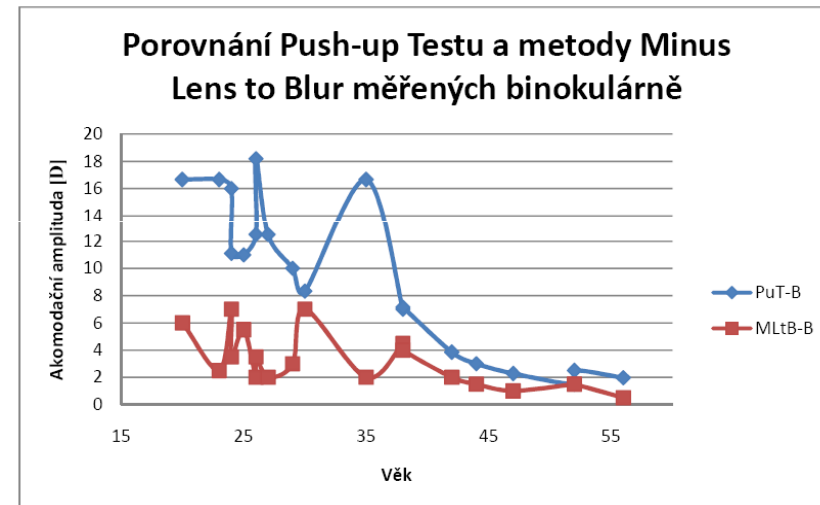
# Rozsah akomodační šíře v různých věkových skupinách Bengálské populace

- **Chattopadhyay, Seal**, Amplitude of accommodation in different age groups and age of onset of presbyopia in Bengalee population, Calcutta Medical College, India
- 800 očí 400 subjektů, zraková ostrost 6/6
- Metoda: **RAF akomodační pravítko, minus to blur**
- Výsledky:
  - studie ukázal rychlejší pokles Aš mezi roky 16-20 a 41-50 let oproti evropské populaci,
  - průměrný věk presbyopie (pokles Aš pod 4D) byl 35 let, tedy nižší než u evropské populace

# Galmusová A. – Možnosti vyšetření akomodace oka (2009)

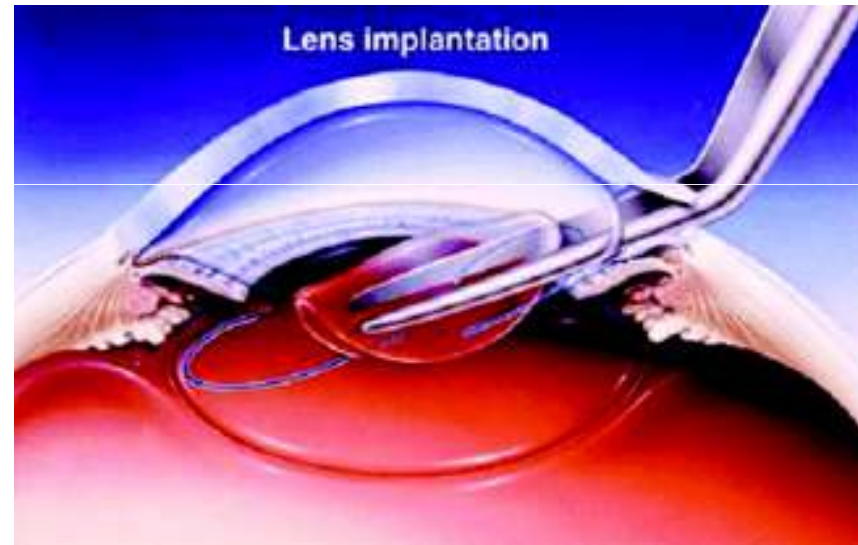
Tabulka 6: Průměrné hodnoty AA ve věkových skupinách u použitých metod

Věkové skupiny	Průměrná hodnota AA Push-up test [D]	Průměrná hodnota AA Minus Lens to Blur [D]
20 až 25	13,03 ± 2,32	6,23 ± 1,85
26 až 30	11,86 ± 3,97	3,87 ± 2,44
31 až 35	13,89 ± 0,00	1,67 ± 0,00
36 až 40	6,29 ± 0,22	4,83 ± 1,65
41 až 45	3,34 ± 0,57	1,88 ± 0,65
46 až 50	2,24 ± 0,00	1,00 ± 0,00
51 až 55	1,90 ± 0,34	1,25 ± 0,12
56 až 60	1,77 ± 0,00	0,42 ± 0,00



# Pseudofakická akomodace versus pseudoakomodace

- **Pseudofakická akomodace** je dynamický proces (vliv zonulárních vláken a ciliárního svalu)
- **Pseudoakomodace** není závislá na činnosti ciliárního svalu
  - Mírný stupeň myopie
  - Astigmatismus proti pravidlu
  - Miósa – zvětšení hloubky ostrosti
  - Pseudoakomodativní IOL



# Děkuji za pozornost

- Literatura:
  - Randulova, J.: Akomodace a konvergence, bakalářská práce, Brno: 2008
  - Chattopadhyay, DN, Seal, GN: Amplitude of accommodation in different age groups and age of onset of presbyopia in Bengalee population, Calcutta Medical College, Indian Journal of Ophthalmology, 1984, vol. 32, page 85-87
  - Abraham, LM a kol.: Amplitude of Accommodation and its Relation to Refractive Errors, Indian Journal of Ophthalmology, 2005, vol. 53, p. 105-108
  - Hamasaki, D: The Amplitude of Accommodation in Presbyopia, 1956, The American Journal of Optometry, no. 192
  - Plusoptix: c2009, datum poslední revize 2009, [cit. 25.2.2009], <<http://www.plusoptix.com>>
  - Bennett A, Rabbett R: Bennett and Rabbetts' clinical visual optics