Refrakční vady oka a jejich korekce

Michalcová L., Trnková V., Vlková, E.

Oftalmologická klinika FN Brno Bohunice
Přednosta: Prof. MUDr. Eva Vlková, CSc.

Refrakce oka

- **Poměr mezi délkou oka v optické ose a optickou mohutností lomivých prostředí**

- Emetropie: stav, kdy se paralelní paprsky sbíhají přesně na sítnici

- Ametropie: paprsky se sbíhají mimo sítnici

Optický systém oka

- Přední plocha rohovky
- Rohovková tkáň
- Zadní plocha rohovky
- Komorová voda
- Přední plocha čočky
- Nitročočkové struktury
- Zadní plocha čočky
- Sklivec

Hlavní optické struktury oka

- Přední plocha rohovky (40 – 45 D)
- Čočka (20 D)

Vyšetření zrakové ostrosti

- **Vizus do dálky** /vyšetřovací vzdálenost - nejčastěji 5m/

  testovací optotypové tabule

  optoptypy - písmena, číslice, obrázky, Pflugerovy háky, Landoltovy kruhy

- **Vizus do blízka**

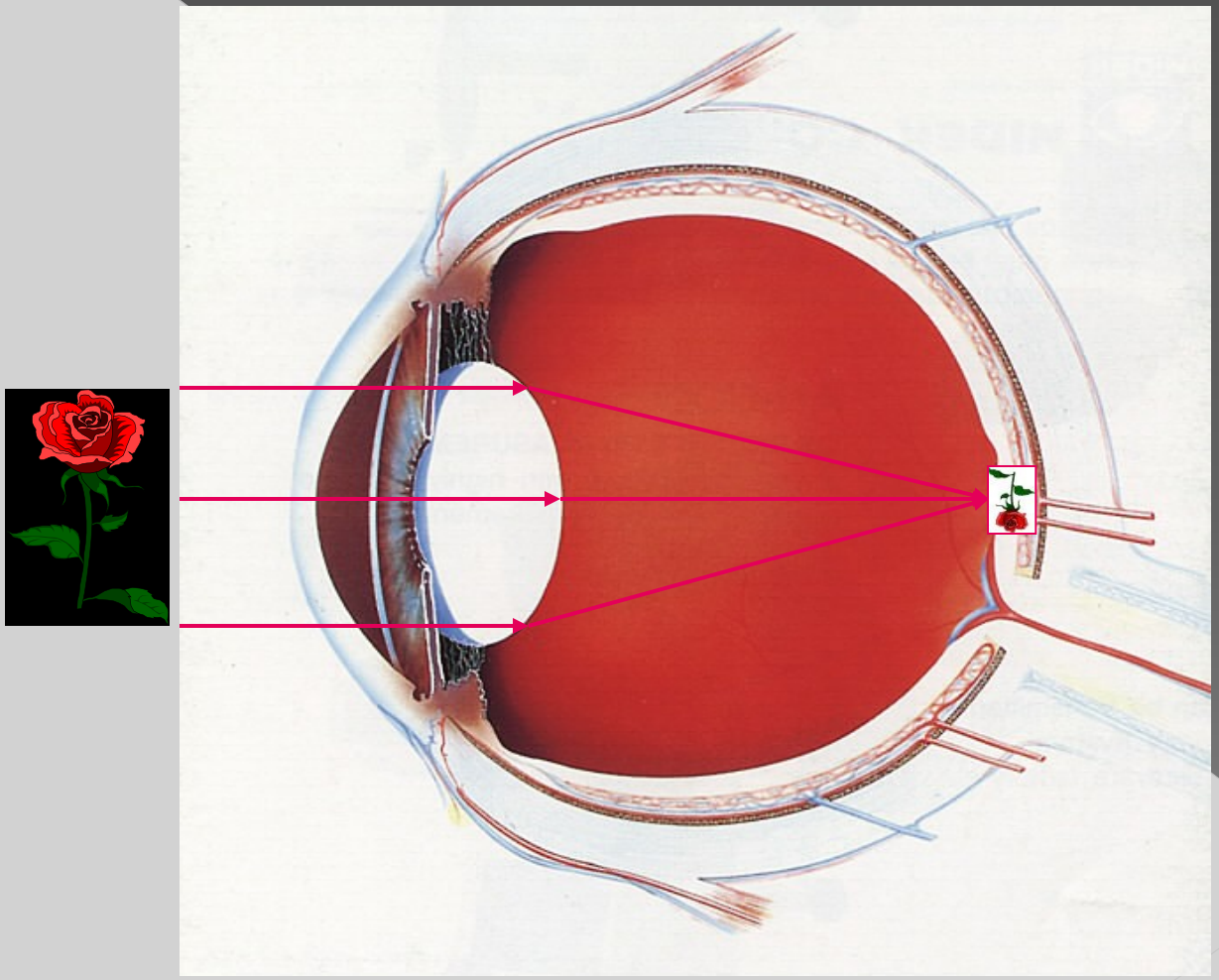
  Jaegerovy tabulky

  Priegel test - zraková kapacita pro jemné detaily

Vyšetření refrakce oka

- Skiaskopie
- Retinoskopie
- Koincidenční refraktometrie
- Autorefraktometrie
- Keratometrie /měření zakřivení př. plochy rohovky/

Normální oko



Typy refrakčních vad

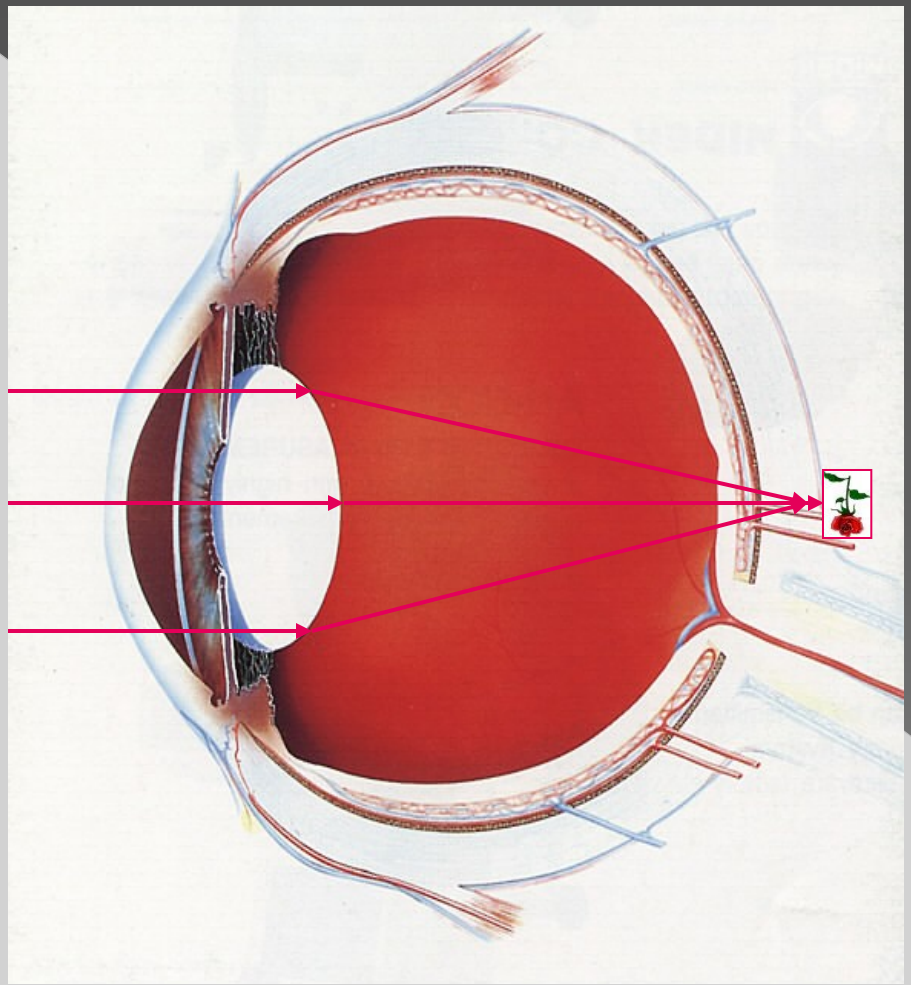
- **Hypermetropie** – paprsky se sbíhají za sítnicí
- **Myopie** – paprsky se sbíhají před sítnicí
- **Astigmatismus** – optický systém oka nemá ve všech meridiánech stejnou optickou mohutnost

Etiologie hypermetropie

- **Axiální (osová):** menší předozadní průměr oka (1mm = 3D)
- **Kurvatorní**: nedostatečné zakřivení některého z lomivých rozhraní (cornea plana, plochá čočka)
- **Indexová**: snížení indexu lomu čočkové tkáně (presbyopie, nově zaléčený DM)

- **Afakie**: chybění lomivé síly celé čočky (+10 až + 12D)

Dalekozraké oko



Optický stav hypermetropického oka

- Paralelní paprsky se sbíhají za sítnicí
- Sítnicový obraz hyperopického oka je menší než u emetropie
- Hyperopické oko musí konvergovat do dálky i do blízka
- Konvergentní optická síla:
  - vlastní = akomodace
  - zevní = plusová korekční skla

Akomodace u hypermetropie

- **Totální hypermetropie = latentní hypermetropie + manifestní hypermetropie**

- **Totální h.** - skutečná míra akomodace
- **Latentní h.** – fyziologický tonus ciliárního svalu (blokáda atropinem)
- **Manifestní h.** - **fakultativní h.** - aktivní kontrakce ciliárního svalu (akomodace)
  - **absolutní h.-** nekorigovaný zbytek vady

Klinická patologie hypermetropie

- Hypermetropické oko kratší v optické ose
- Mělká přední komora
- Predispozice ke vzniku glaukomu s úzkým úhlem
- Pseudopapilitis hypermetropica
- Makula ve větší vzdálenosti od terče
- Zvýšená tortuozita cév

Klinické příznaky hypermetropie

- První příznak – astenopické obtíže při delším čtení
- Zýšená akomodace – akomodační exces – spasmus ciliárního svalu

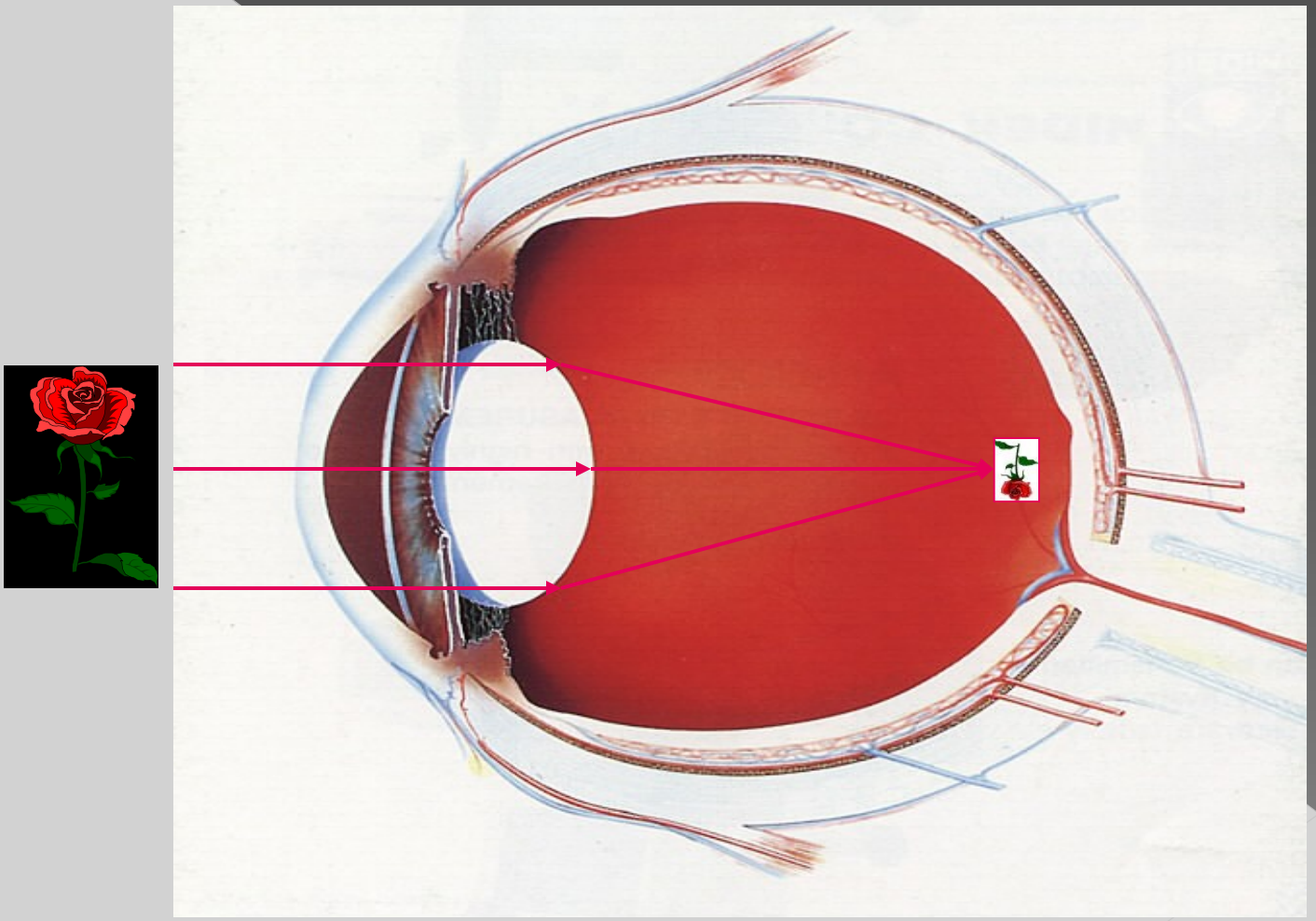
Hypermetropie - korekce brýlemi

- **U předškolních dětí** – jen u vysoké vady a strabismu
- **U školních dětí** – u vady nad +3 D
- **U dospělých** – u vady nad +3 D předpis brýlové korekce do dálky i do blízka

Etiologie myopie

- **Axiální myopie** - větší předozadní průměr oka
- **Kurvatorní myopie** - zvýšené zakřivení rohovky nebo čočky (keratokonus, lenticonus anterior, posterior, zbobtnání čočky u hyperglykemie aj.)
- **Indexová myopie** – počínající nukleární katarakta

Krátkozraké oko



Klasifikace myopie

- **Dle počtu dioptrií:**
- **Myopia simplex** – do –3 D
- **Myopia modica** – od –3,25D do –6 D
- **Myopia gravis**- nad –6 D

- **- m. degenerativa** – při patologických změnách na očním pozadí

Optický stav myopického oka

- Paralelní paprsky se sbíhají před sítnicí
- Rozostřený sítnicový obraz vzdáleného objektu
- Bod umístěný před p.remotum – jen při zapojení akomodace
- Bod umístěný za p.remotum – jen s předřazením minusové čočky

Klinická patologie myopického oka

- Prodloužení zadního pólu oka
- Hlubší přední komora
- Skléra ztenčená
- Atrofický ciliární sval
- Vyklenutí makulární oblasti skléry- zadní stafylom
- Chorioretinální degenerativní změny - zadní pól a periferie sítnice

Klinické příznaky myopie

- Zamlžené vidění do dálky
- Mhouření očí při pohledu do dálky

- **Výhoda** - dobré naturální vidění do blízka v presbyopickém věku u nižší a střední myopie

Komplikace myopie

- Degenerativní změny v oblasti zadního pólu
- Skotomy – ztráta centrálního vidění
- Degenerace, kolikvace až ablace sklivce
- Periferní chorioretinální degenerace – vznik regmatogenní amoce
- Vysoká myopie a glaukom (ve 25%)

Myopie - korekce brýlemi

- Nízká a střední myopie – plná korekce, trvalé nošení brýlí (akceschopnost ciliárního svalu při pohledu do blízka)
- Vysoká myopie – mírné podkorigování (1-3D)
- U dětí vždy plná korekce (kontrola refrakce po 6 měsících)

Prevence a léčba myopie

- Chirurgická prevence – zadní skleroplastika
- Profylaktická laserová baráž periferních chorioretinálních degenerací

Astigmatismus

- Optický aparát oka nemá ve všech meridiánech stejnou optickou mohutnost

Etiologie astigmatismu

- **Kurvatorní a.** – rohovkový (čočkový)
  fyziologický (+0,25D)
  větší hodnoty a. - **vrozený**
  - **získaný** – ektatická onemocnění rohovky, zánět, trauma, chirurgický zákrok
- Čočkový a. – nevýznamného stupně

Etiologie astigmatismu

- **Z decentrace** - traumatická subluxace čočky
- Fyziologicky: asymetrické vyklenutí čočkového pouzdra
- Decentrace nitroočních čočkových implantátů

- **Indexový a.** – počínající katarakta – monokulární diplopie či polyplopie

Klasifikace astigmatismu

- **A. regularis** – meridiány s největší a nejmenší lomivostí jsou kolmé
- **A. obliquus** – hlavní meridiány se odchylují od horizontály či vertikály o více než 20st.
- **A. biobliquus** – hlavní meridiány jsou symetrické, ale nejsou kolmé
- **A. irregularis** – nelze najít symetrii

Klasifikace astigmatismu

- **A. regularis** (přímý a nepřímý)
- **A. simplex -** v jedné ose emetropické
  - v kolmé ose ametropické
    - a.simplex hypermetropicus
    - a.simplex myopicus
- **A.compositus** – obě osy ametropické
    - a.compositus hypermetropicus
    - a.compositus myopicus
- **A.mixtus** – jedno ohnisko za a druhé před sítnicí

Optický stav oka u astigmatismu

- Paralelní paprsky se promítají do dvou fokálních linií – fokální interval
- Délka fokálního intervalu – měřítko stupně astigmatismu
- Cíl korekce a. – přiblížení obou linií

Klinické příznaky astigmatismu

- Posun refrakce akomodací do roviny jedné nebo druhé fokální linie
- Změna sklonu hlavy – torticollis, skoliosis
- Astenopické obtíže u nižších a středních vad (akomodační úsilí)

Astigmatismus – korekce brýlemi

- Do + 0,5 D individuální korekce
- Vyšší hodnoty – prostorová distorze obrazu
- U dětí vždy plná korekce
- U dospělých individuální binokulární snášenlivost

Afakie a pseudofakie

- **Fakie -** stav přítomnosti čočky v oku
- **Afakie** - stav chybění čočky v oku (mimo pupilární oblast)
- **Pseudofakie** – operativní náhrada arteficiální nitrooční čočkou

Korekce afakie

- **Brýle** – zvětšení a distorze obrazu, omezení zorného pole, váha korekce
  (plastová, vysokoindexová skla,lentikulární čočky)
- **Afakické kontaktní čočky**- snižují zvětšení obrazu pod 10%, minimální omezení zorného pole
- **Sekundární implantace IOL** – dle anatomického stavu oka

Pseudofakie

= afakie je trvale korigována nitrooční čočkou (výpočet optické mohutnosti IOL – plánovaná refrakce 1D v 95%)

- Optimální způsob korekce
- Zvětšení sítnicového obrazu je max.4%
- Minimální periferní distroze
- **Problém** – chybějící akomodace (pseudoakomodace- schopnost použitelného vidění do blízka bez další adice)

Presbyopie

Fyziologický pokles akomodační šíře v průběhu stárnutí

- snížení elasticity a plasticity čočky
- snížená schopnost ciliárního svalu

- **Po 40. roce věku**
- Astenopické obtíže (posun blízkého bodu směrem od oka)

Příznaky presbyopie

- Prodloužení čtecí vzdálenosti
- Pokles vizu do blízka při nedokonalém osvětlení
- Neschopnost zaostřit na krátkou vzdálenost
- Zhoršování obtíží v průběhu dne
- Pocit únavy očí, bolesti hlavy, unavený vzhled očí

Korekce presbyopie

- **Cíl:** posílení refrakční soustavy oka tak, aby při pohledu na pracovní vzdálenost zůstala polovina akomodační šíře zachována jako akomodační rezerva

- **Adice** – rozdíl mezi korekcí do dálky a do blízka

Obvyklé hodnoty adice

Věk	Adice (D)
40 let	0 – 0,5
45 let	1,0 – 1,5
50 let	1,5 – 2,0
55 let	2,0 – 2,5
60 let	2,5 – 3,5

Anizometropie

- **Binokulární refrakční anomálie**

  = stav, kdy refrakce obou očí není shodná (diference 5% = 2,5D hranicí BV)

- Příčiny:
- Nestejný vývoj refrakční vady
- Trauma
- Chirurgický zákrok (afakie, pseudofakie)

Anizeikonie

= nestejná velikost sítnicových obrazů v obou očích

- **Anizeikonie nad 5% znemožňuje binokulární vidění**
- **Redukce anizeikonie:**

  redukce anisometropické korekce

  snížení vrcholové vzdálenosti korekčních skel

  kontaktní čočky

Korekce refrakčních vad

= úprava lomivosti optických prostředí vzhledem k délce oka

- **Brýle**
- **Kontaktní čočky**
- **Chirurgické zákroky**

Brýle

- **myopie** – rozptylky (- skla)
- **hypermetropie** – spojky (+ skla)

- barevné tónování skel (tralé zabarení skla)
- fototropní skla (Heliovar) – změna zbarvení skla dle intenzity světla a teploty
- antireflexní úprava skla – zvyšuje propustnost a kontrast světla

Brýle

- **Brýle na více vzdáleností:**
  - **bifokální** (dolní polovina pro vidění do blízka)
  - **trifokální**
  - **multifokální** – ostré vidění na všechny vzdálenosti při plynulém pohledu dolů

  - Plastová, vysokoindexová skla

Kontaktní čočky

Optické korekční prostředky ležící přímo na rohovce

- Dle materiálu:
  - **Tvrdé** (PMMA, obsah vody do 2%, Ø 8 – 9mm)
  - **Měkké** (HEMA, obsah vody 25-85%,ø 12-**15mm)**
  - **Tvrdé propustné pro plyny** (CAB,silikon, fluoropolymer,ø 9-10mm, 90% propustnost pro kyslík)

Režimy použití kontaktních čoček

- **Režim denního nošení** – tvrdé a měkké s nižším obsahem vody – 3 -16 hod denně
- **Režim prodlouženého nošení** – měkké s [illegible]é a polotvrdé – nad 24 hod (max. 14 dní)

Výhody, nevýhody a komplikace nošení kontaktních čoček

- **Výhody**

- kosmetické důvody
- neomezené zorné pole
- chybění periferní distorze obrazu
- minimální aniseikonie při anisometropii
- nezamlžování ve vlhku

Výhody, nevýhody a komplikace nošení kontaktních čoček

- **Nevýhody**

- cena
- snadnost poškození, nutná péče
- omezená doba nošení
- nutnost adaptace
- riziko infekčních a neinfekčních komplikací

Metody refraktivní chirurgie

- **Rohovkové zákroky**
  - laserové
  - chirurgické
- Nitrooční zákroky
- **Kombinované zákroky**

Rohovkové refraktivní zákroky

- **Laserové**

- PRK- fotorefraktivní keratectomie
- PARK – fotoastigmatická keratectomie
- Lasik – laser in situ keratomileusis
- Lasek- laser subepithelial keratomileusis
- LTK – laserová termální keratoplastika

Laserové refraktivní zákroky

- Ag –F excimer laser -193 nm – fenomén fotoablace

- **Změna zakřivení povrchu rohovky= oploštění**
  - v centru u krátkozrakosti
  - v periferii u dalekozrakosti
  - v ose astigmatismu u astigmatismu

Vyšetření před refrakčním zákrokem

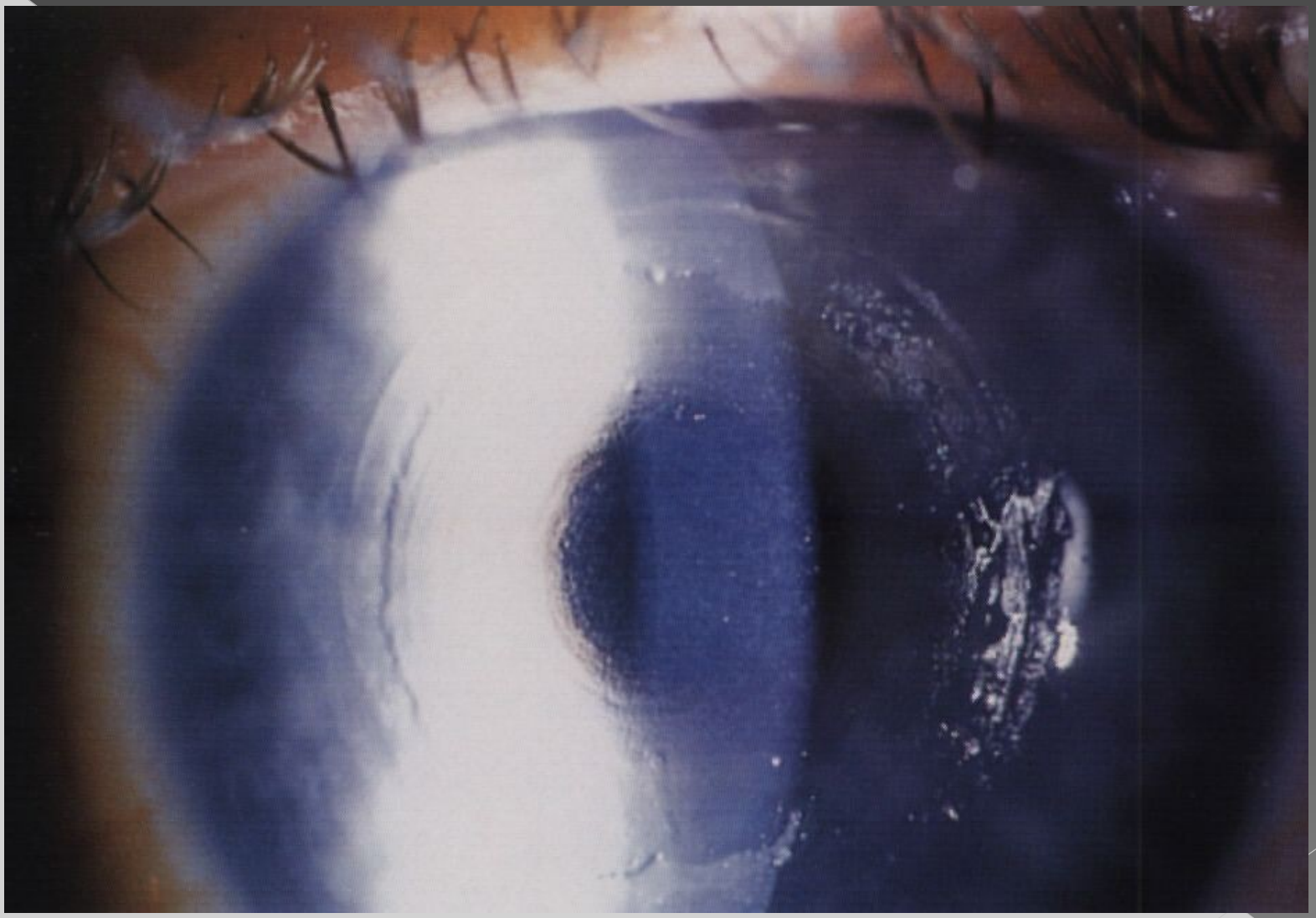
- UCVA, BCVA, vč. cykloplegie
- KC
- slzivost – Schirmer, BUT
- NOT
- přední segment – stav víček, sekrece slz, rohovka (neovaskularizace – KČ, transparence), KÚ, zornice
- rohovková topografie (vyloučení ektázie, vyhodnocení astigmatismu, keratometrie)
- pachymetrie – UZV či optická
- endoteliální mikroskopie
- biometrie – AL, ACD
- v mydriáze – transparence čočky, stav sítnice – myop. degenerace
- wavefront analýza
- ev. strabologické vyšetření

Laserové refraktivní zákroky

- **PRK – fotorefraktivní keratectomie**
- (r.1986- Seiler, McDonaldová)

- Mechanická abraze epitelu rohovky
- Fotoablace excimer laserem (poškození Bowmanovy membrány)

- Indikace : nižší refrakční vady



PRK – bezprostředně po laserové fotoablaci

Fotorefrakční keratektomie (PRK)

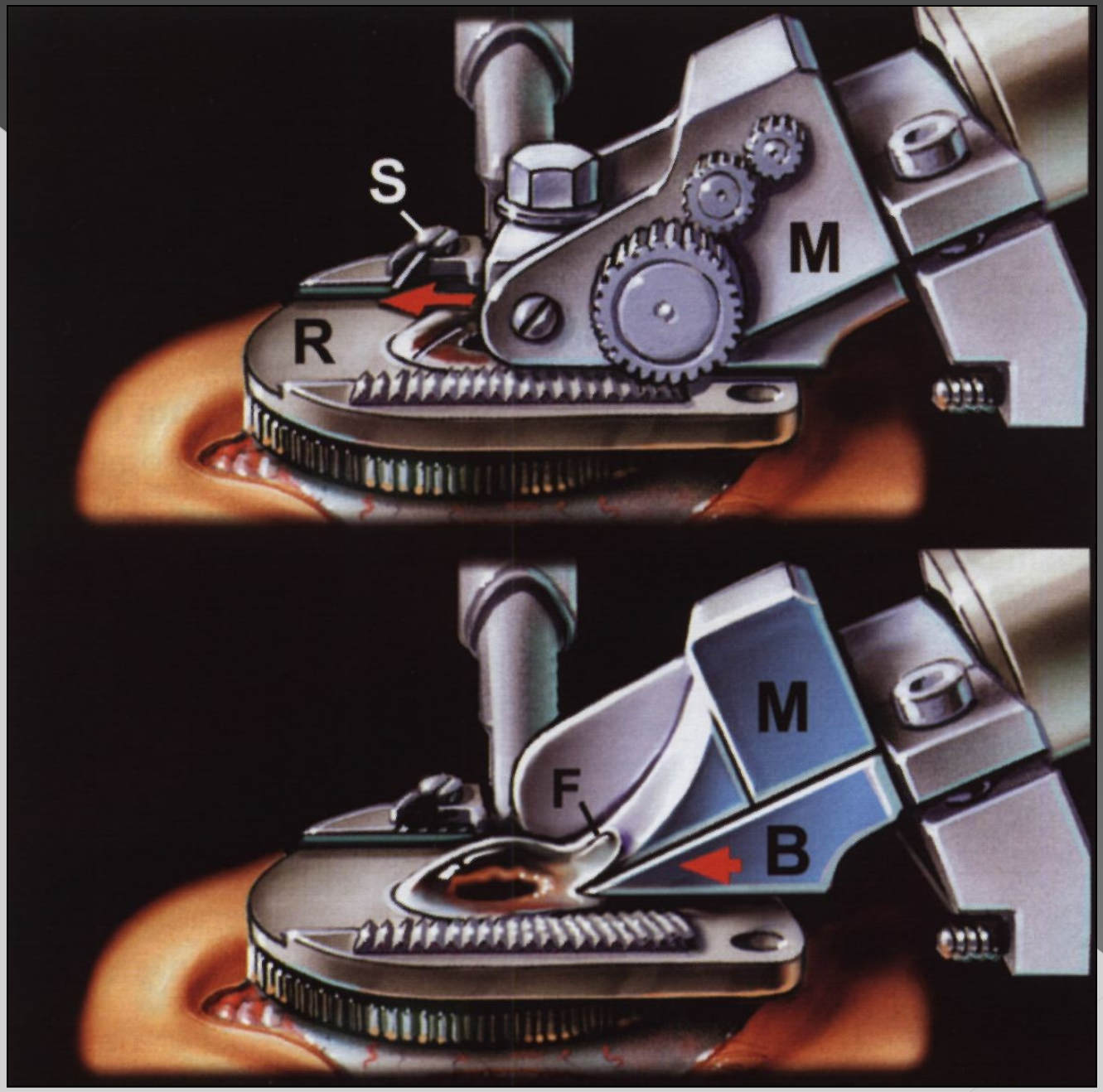
- **Výhody:** minimální zátěž pacienta
- **Nevýhody:** pooperační dyskomfort
  riziko tvorby haze až scar
  riziko regrese
  dlouhodobá lok. aplikace steroidů

Laserové refraktivní zákroky

- **Lasik – laser in situ keratomileusis**
  - (r.1987 – Pallikaris)

  - Lamelární keratectomie keratomem (100 - 160 mikrometrů) – vytvoření lamely rohovky
  - Fotoablace excimer laserem stromálně
  - Zpětná repozice lamely

  - Indikace : střední a vyšší refrakční vady


S
M
R
M
F
B

LASIK

- Výhody:

  intaktní epitel rohovky a Bowmanova membrána → vysoký komfort
  nebolestivost
  rychlá rehabilitace
  minimální riziko haze

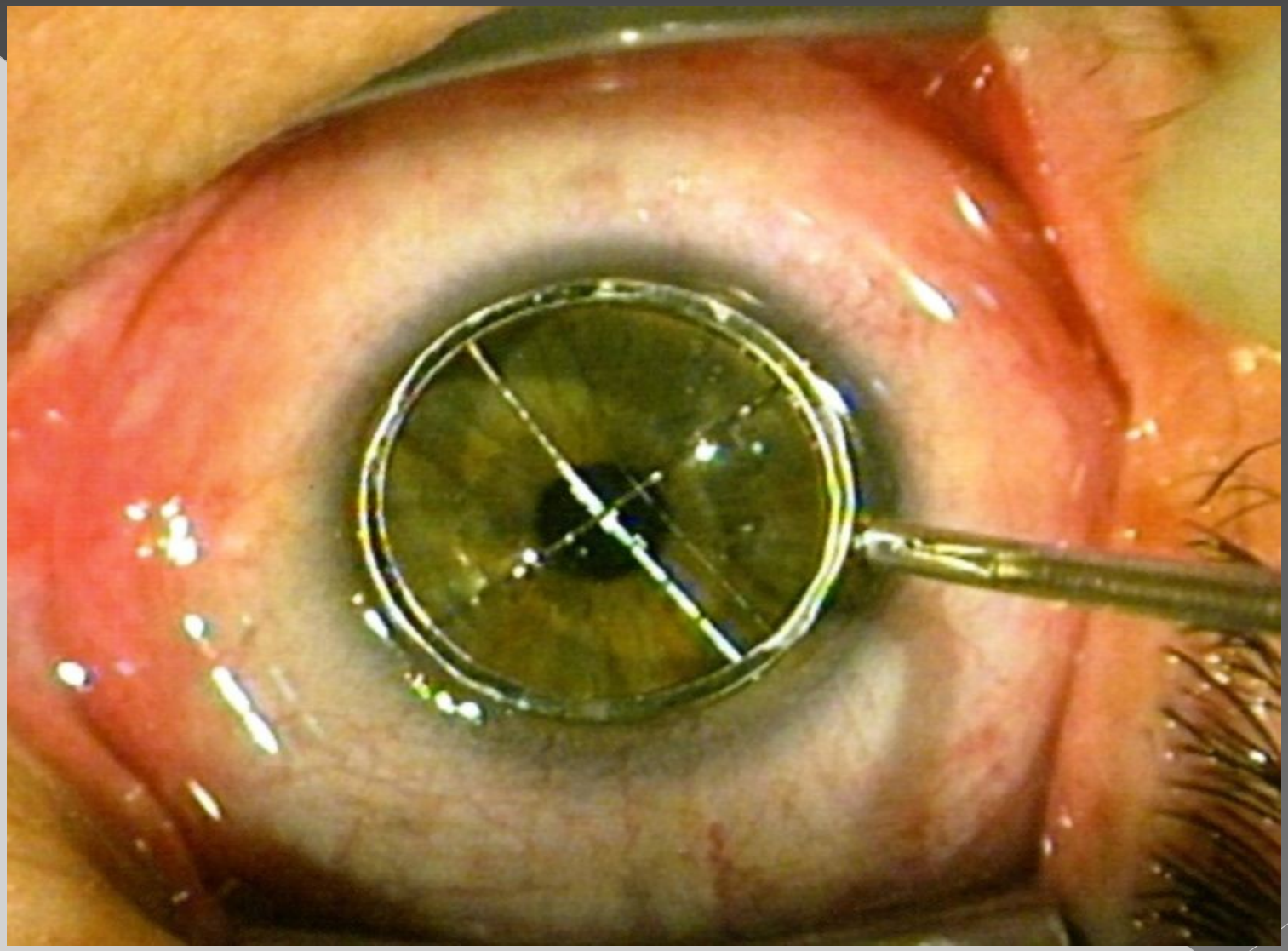
- Nevýhody: vyšší riziko peroperačních komplikací při tvorbě flapu

Laserové refraktivní zákroky

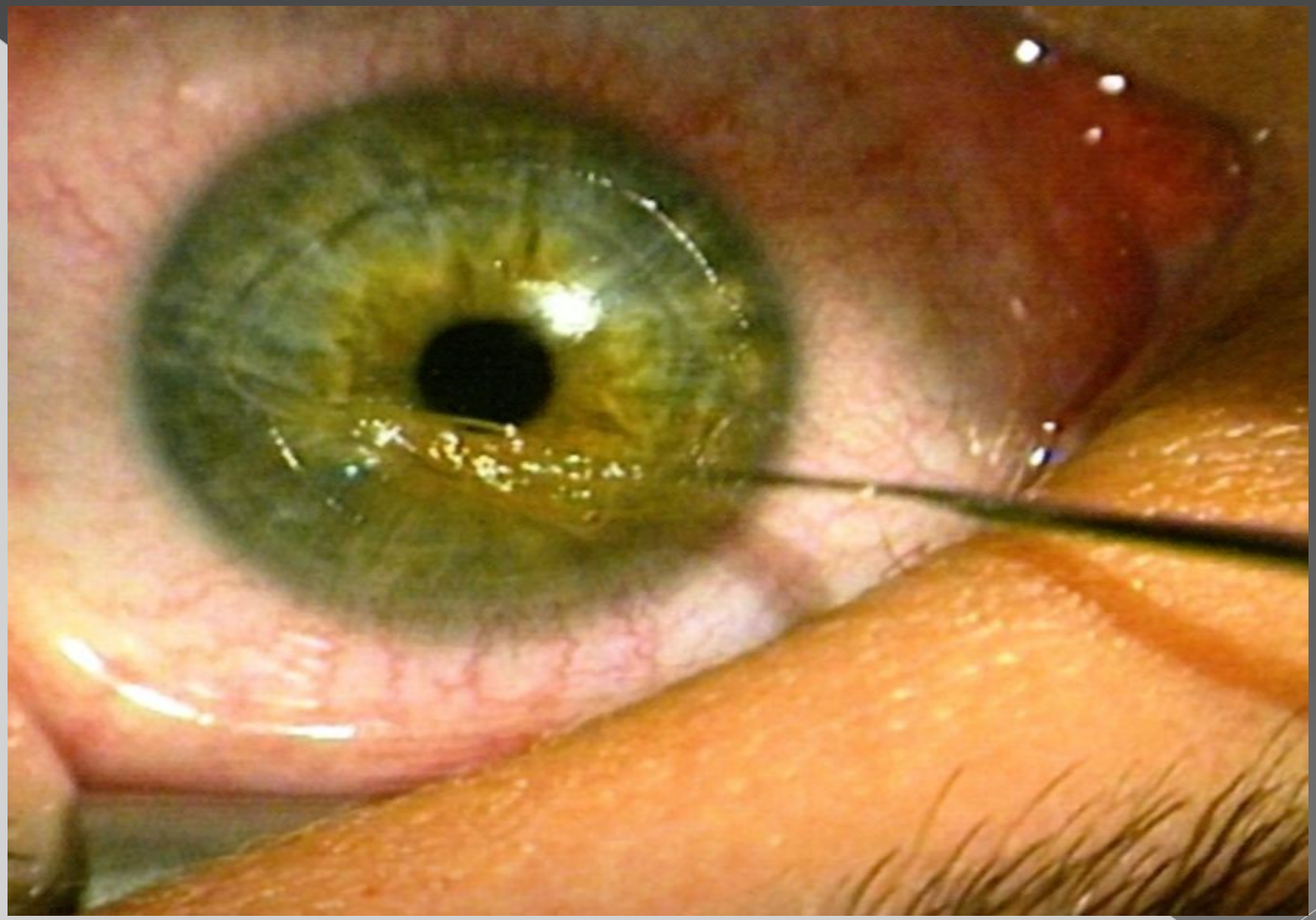
- **Lasek – laser subepithelialis keratomileusis**

- Trepanace epiteliální lamely
- Aplikace alkoholového roztoku,odklopení lamely
- Laserová fotoablace, repozice lamely

- Indikace: nižší a střední refrakční vady



LASEK – trepanace epiteliální lamely



LASEK – odklopení epiteliální lamely

LASEK

- **Výhody:**
- Nižší pooperační dyskomfort oproti PRK
- Rychlá obnova epitelu
- Nižší riziko komplikací při tvorbě flapu oproti LASIKu
- **Nevýhody:**
- Toxické působení alkoholu na epitel. buňky
- Separace Bowmanovy membrány – riziko vzniku haze

Epi-LASIK

- **Vytvoření epiteliální lamely pomocí mikrokeratomu jako u LASIKu**

- **Výhoda**: intaktní bazální membrána

- **Indikace:** nižší a střední stupně refrakčních vad

Epi-LASIK

- **Vytvoření epiteliální lamely pomocí mikrokeratomu jako u LASIKu**

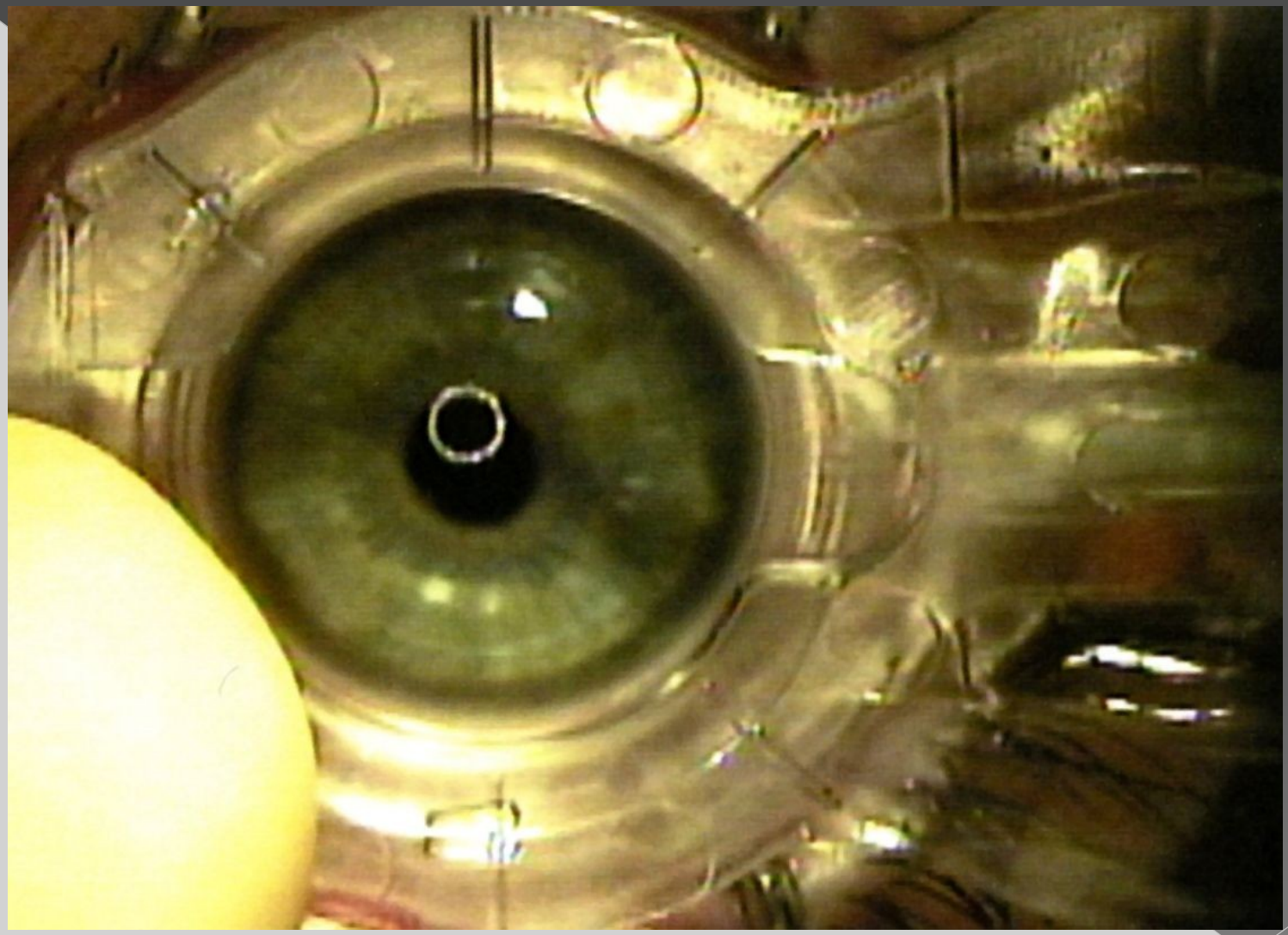
- **Výhoda**: intaktní bazální membrána

- **Indikace:** nižší a střední stupně refrakčních vad

Intra-LASIK

- **Vytvoření lamely femtosekundovým laserem**

- Náhrada dosavadního mechanického keratomu
- **Výhody:** vyšší kvalita řezu
  precizní centrace flapu
  nižší riziko komplikací při tvorbě flapu



IntraLASIK –fixace bulbu před vytvořením lamely

Komplikace laserových zákroků

- Decentrace fotoablace
- Překorigování a podkorigování primárního výkonu
- Infekce oka, DLK
- Regrese vady
- Kvalitativní poruchy vizu (glare, halo)
- Snížení citlivosti na kontrast
- Syndrom suchého oka

Chirurgické rohovkové zákroky

1. keratomileusis, epikeratofakie
2. radiální a arkuátní keratotomie
3. intrastromální rohovkový ring
4. intrakorneální čočka

Chirurgické rohovkové zákroky

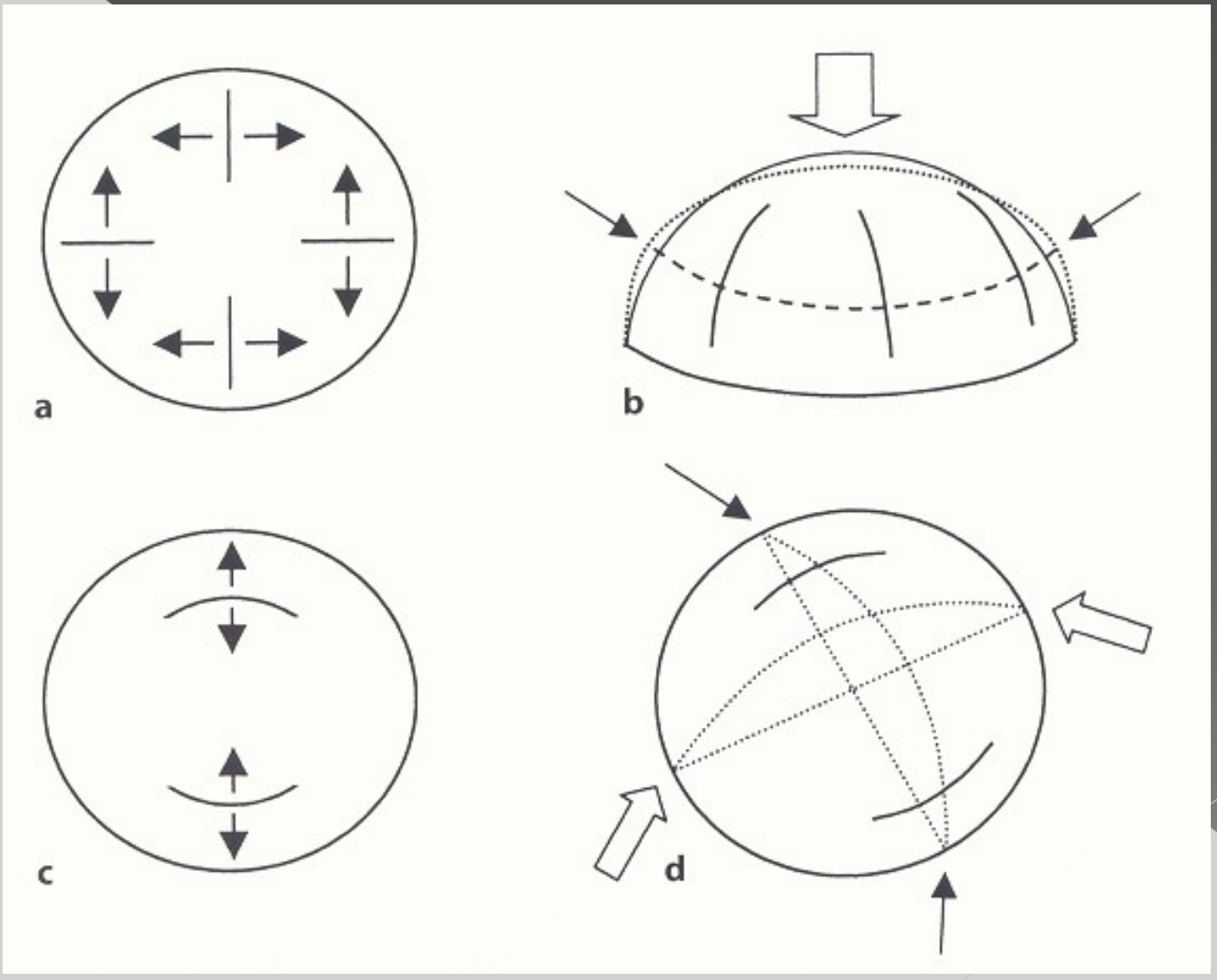
PŘEDNÍ KERATOTOMIE

= nářezy z epitelové strany rohovky

- 70. léta 20. stol. - Fjodorov a Durnev, SSSR
- 1978 – 1. RK v USA, Bores
- 1980-1990 – rozvoj metodiky, nomogramy

- radiální (RK, myopie 1,5 – 6 D, věk>21 let)
- arkuátní, transverzální (AK – astigmatické keratotomie, LRI– limbální relaxační incize, astigmatismus 0,5-4,0 D)

Princip keratotomie:



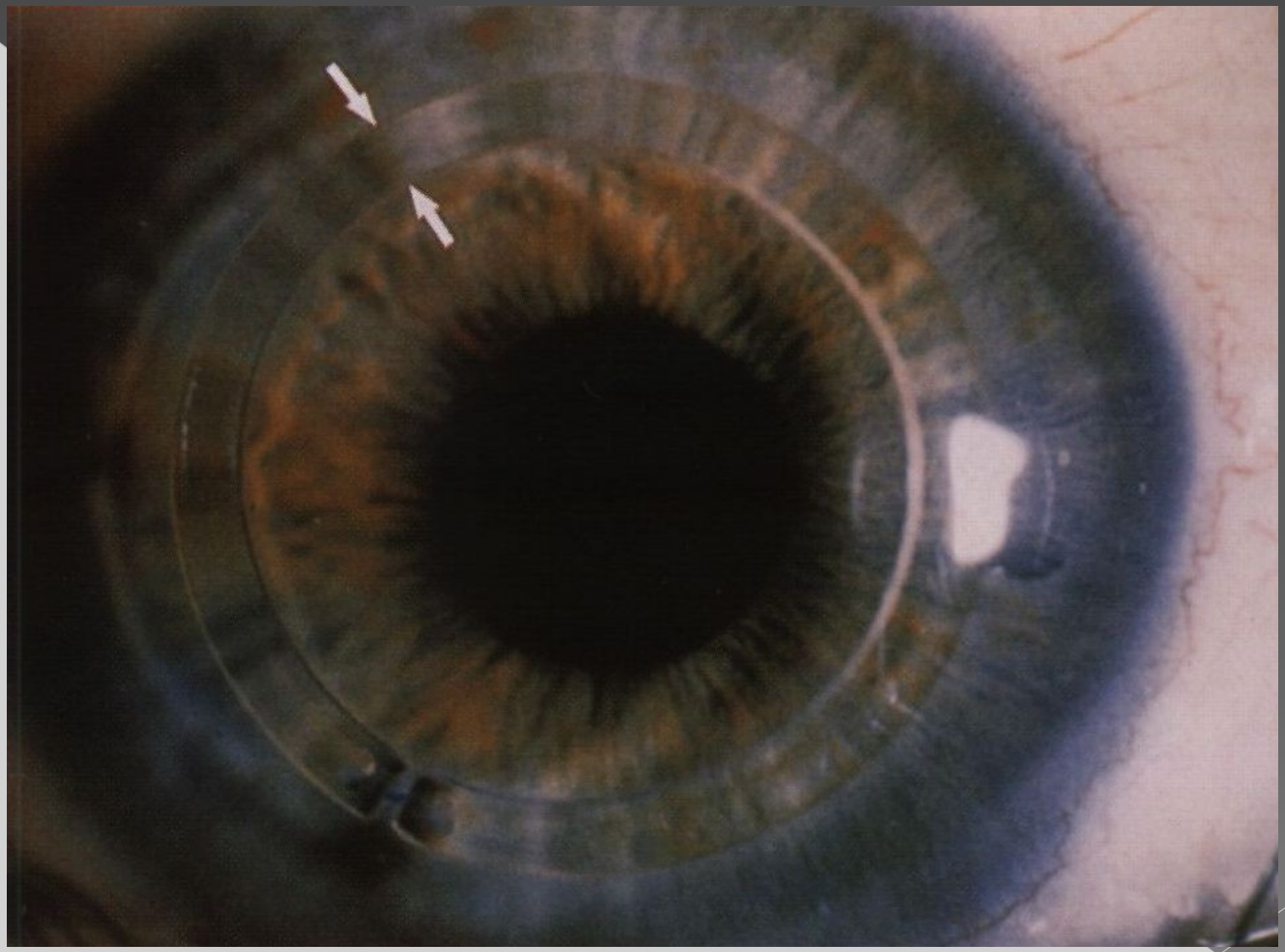
Chirurgické rohovkové zákroky

INTRASTROMÁLNÍ ROHOVKOVÝ RING

- r. 1978
- PMMA prstenec, implantace do intrastromálního tunelu v hloubce 2/3 ve střední periferii rohovky
- nižší až střední myopie, střední a vyšší astigmatismus, keratokonus

Výhoda: možnost explantace

Nevýhoda: vysoký rozptyl výsledného efektu
vysoký výskyt komplikací (glare, intrastromální depozita, halo efekt)



Intrastromální rohovkový ring

Chirurgické rohovkové zákroky

4. INTRAKORNEÁLNÍ ČOČKA

- = Corneal Inlay
- biokompatibilní hydrogel, silikon, estery celulózy, polymery
- uložení čočky do stromální lůžka po vytvoření lamely mikrokeratomem
- dokonalá adheze rohovkové lamely (78% obsah vody)

Výhody: reverzibilita, regulovatelnost, stabilita
Nevýhody: depozita v mezistyčných plochách, haze, glare

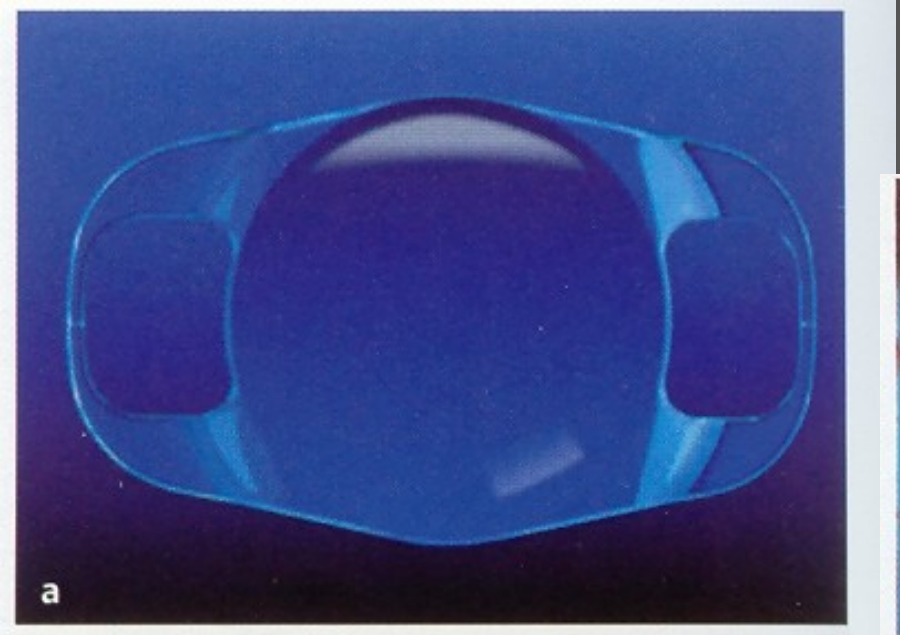
Chirurgické nitrooční zákroky

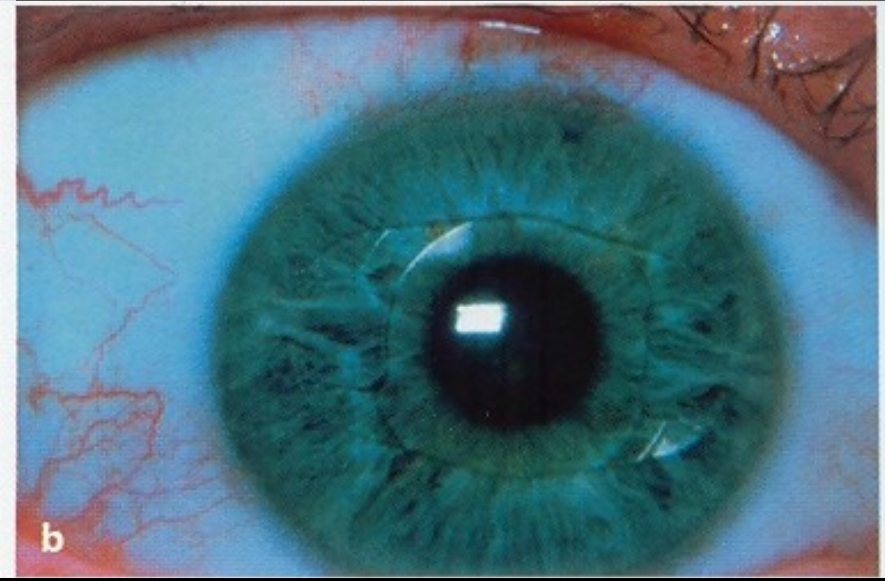
- **se zachováním lens crystallina - fakická nitrooční čočka**
  - předněkomorová
  - zadněkomorová
- **náhrada lens crystallina = CLE** (clear lens extraction)
  = RLE (refractive lens exchange)

Implantace fakické nitrooční čočky

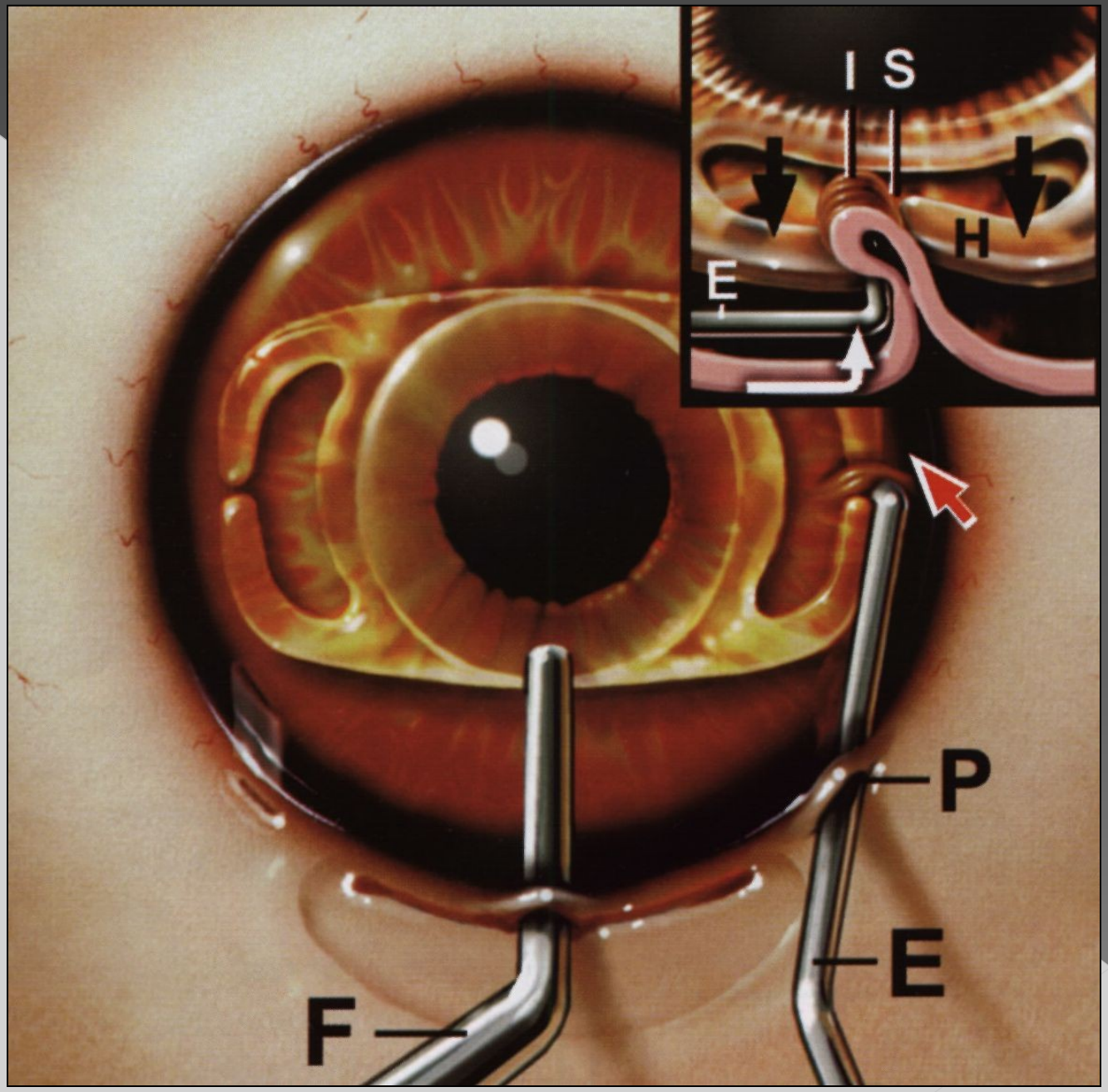
- Indikace u středních a vyšších refrakčních vad
- U pacientů, kteří nemohou podstoupit laserový refrakční zákrok
- Umělá nitrooční čočka je umístěna před vlastní zachovanou čočku
- Zachování akomodace
- Implantace IOL do přední a zadní komory

Předněkomorové fakické nitrooční čočky - fixované na iris, „iris-claw“





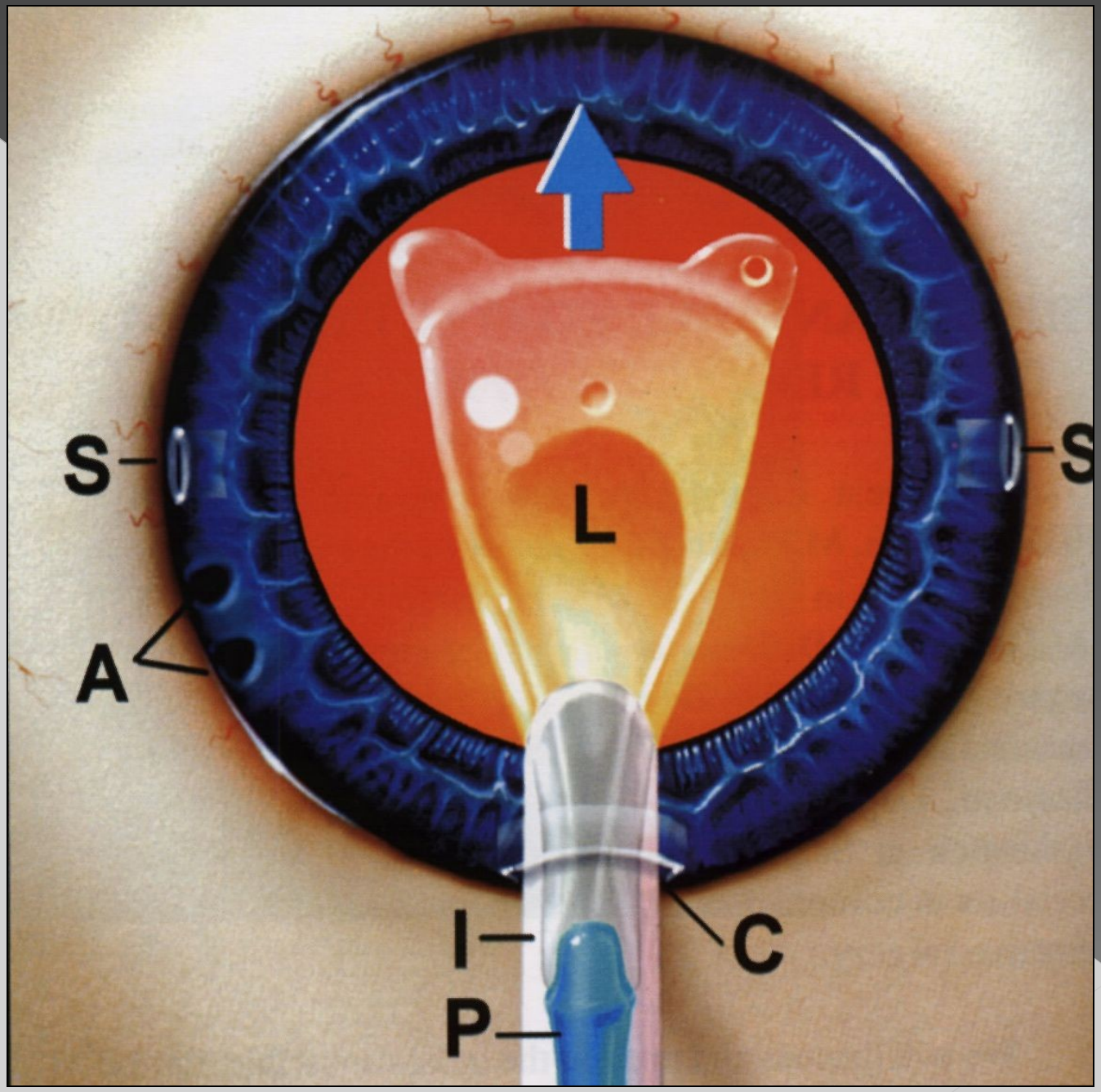
fakická předněkomorová čočka – Artisan, „iris-claw““

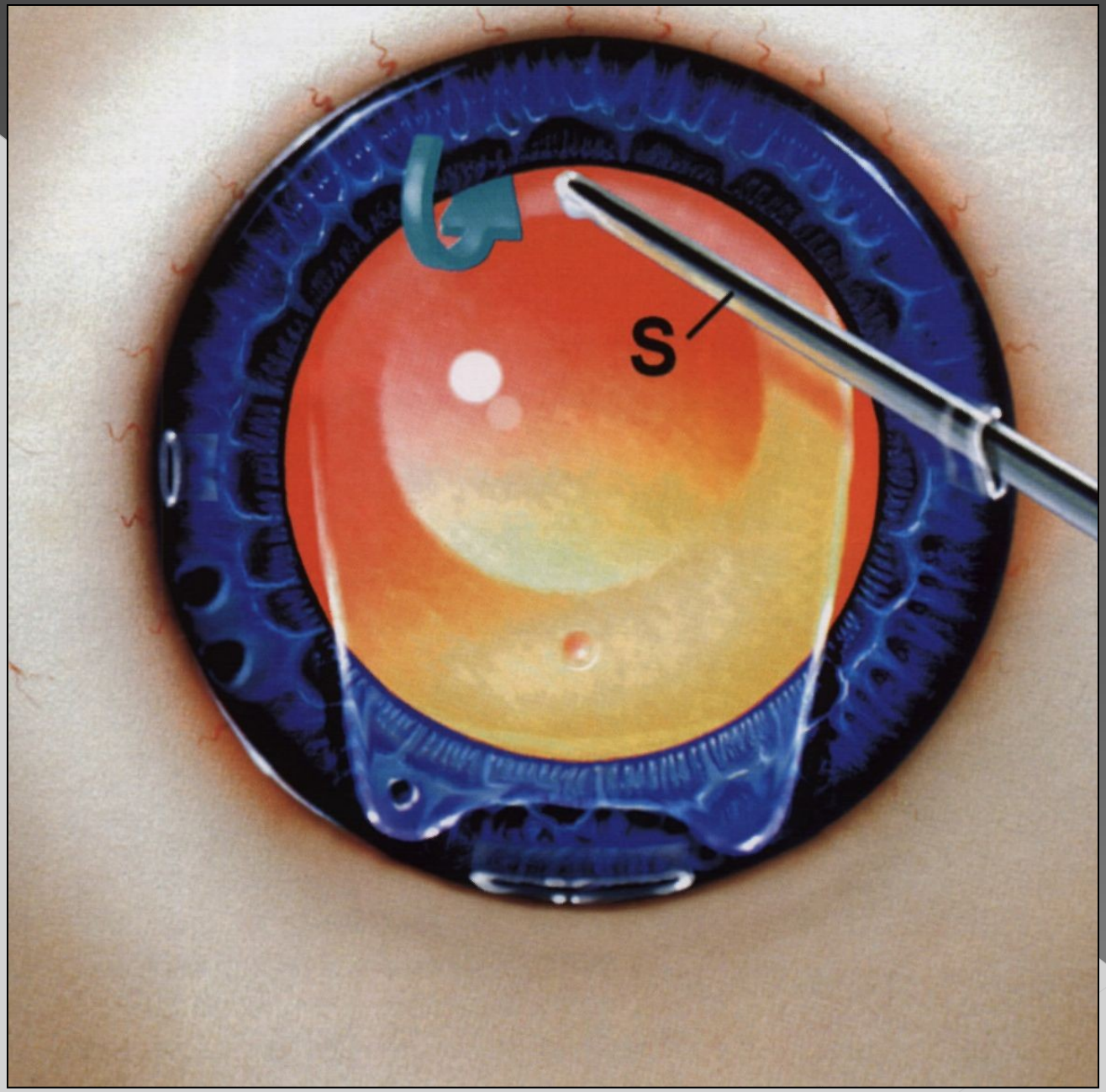

I S
H
E
P
E
F

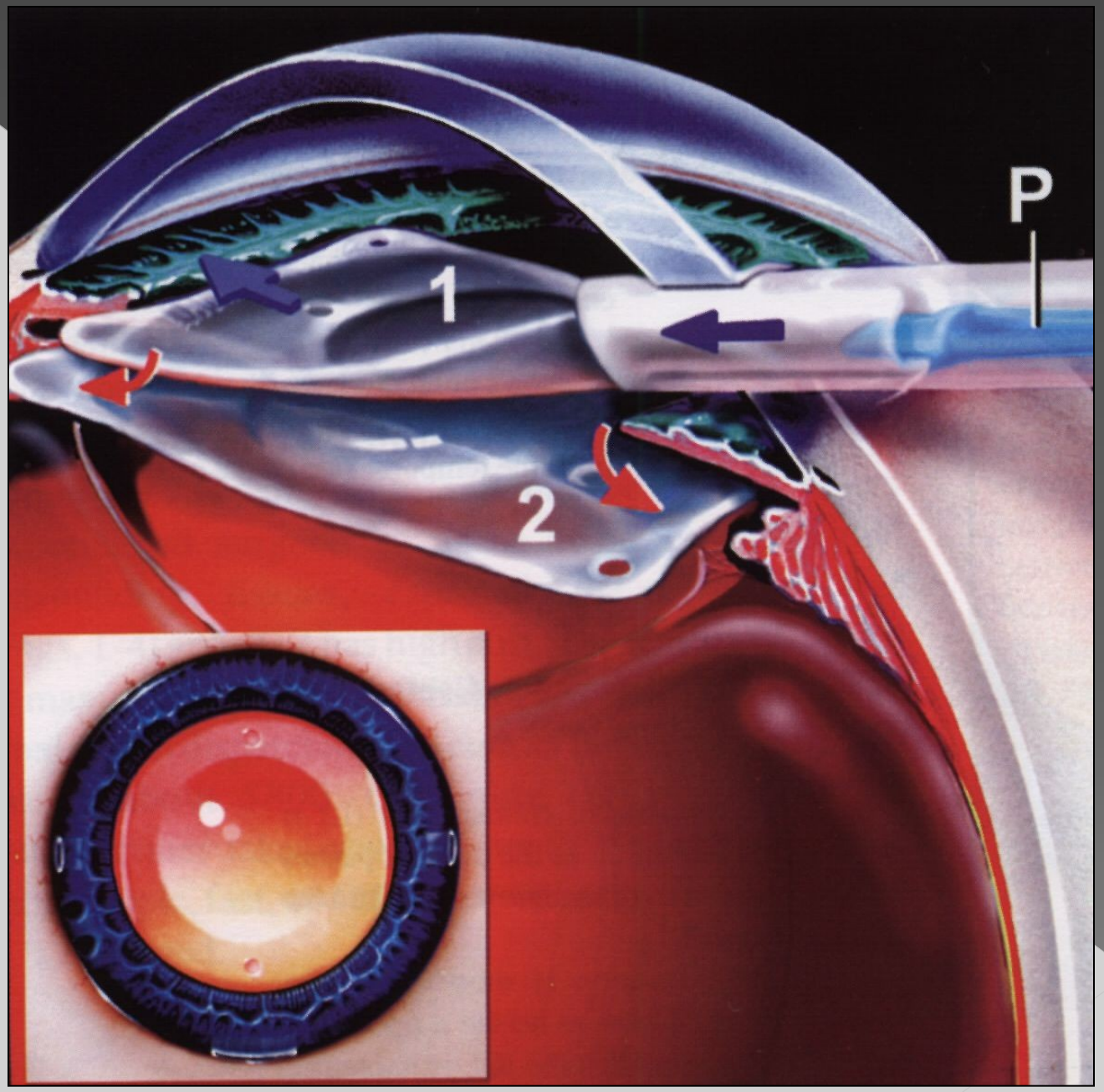
Implantace fakické nitrooční čočky

- **Zadněkomorová čočka pro fakické oko-ICL = nitrooční kontaktní čočka**

- Firma STAAR Surgical
- Collamerová IOL
- Vysoce biokompatibilní
- Složitelná
- Indikace u vyšších refrakčních vad


S
S
L
A
I
C
P


S


P
1
2

Refrakční výměna čočky- RLE

Výhody

- rychlá zraková rehabilitace
- prediktabilita, refrakční stabilita
- možnost explantace implantátu v případě „refrakčního překvapení“
- možnost adjustace rohovkovým refrakčním výkonem
- vyšší kvalita vidění ve srovnání s rohovkovými výkony

ALE: ZTRÁTA AKOMODACE!!!

Korekce presbyopie

- **Laserové rohovkové zákroky**
  - Supracor, Intracor
  - PresbyLasik

Korekce presbyopie

- **Nitrooční chirurgické zákroky**

- Prelex - extrakce čočky s implantací multifokální IOL

Kombinované zákroky

- Rohovkový refraktivní zákrok kombinovaný s metodou nitrooční chirurgie

  = **Bioptics**

- Indikace u extrémních refrakčních vad (př.kombinace Lasik s implantací ICL)