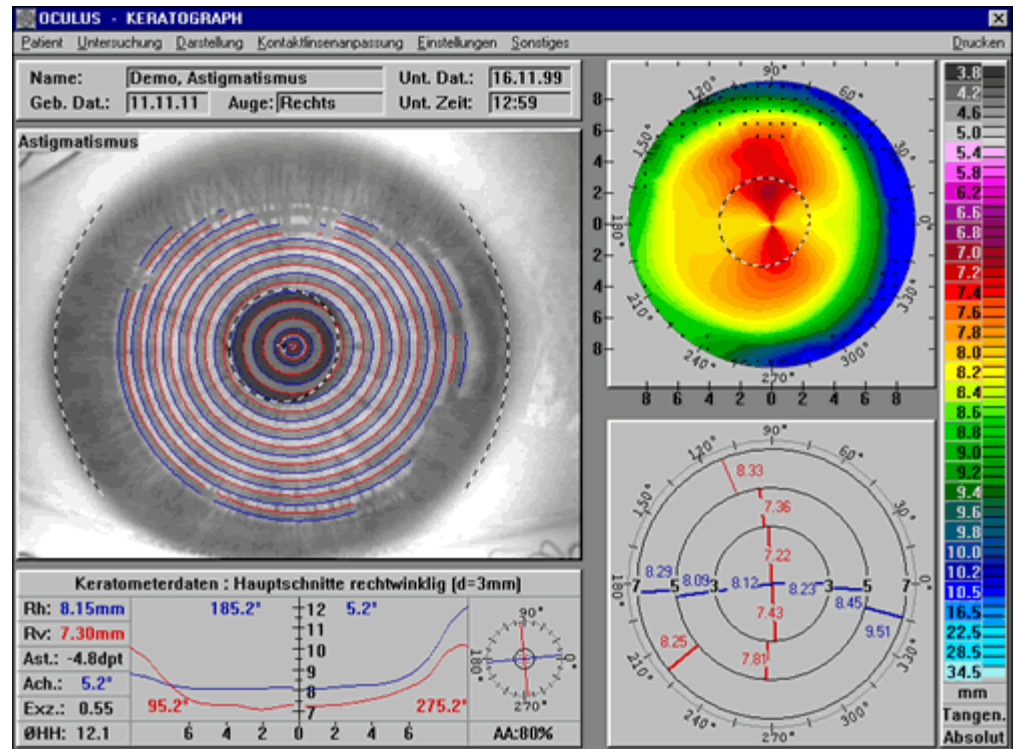


# Topografie

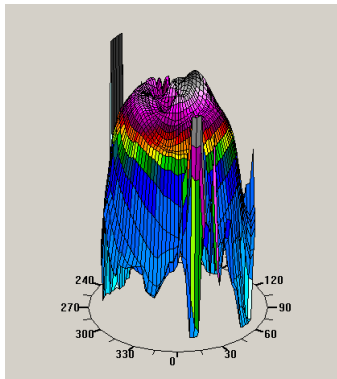
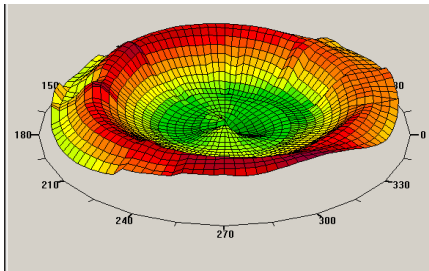
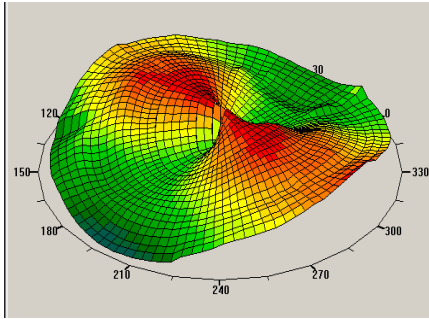


← přehledné zobrazení, projekce Placido disku na rohovku, mapa poloměru křivosti v mm, orientační převedení hodnot do grafu

# Dystrofie x degenerace x ektázie

- **Dystrofie** – primární onemocnění oka, nejsou ovlivněny věkem, celkovými chorobami nebo jiným onemocněním. Jejich výskyt je vzácný s pozvolnou progresí. (dystrofie epitelu, Bowmannovy membr., stromální a endoteliální dystr. - Fuchsova)
- **Degenerace** – sekundárně vzniklé onemocnění. Na jejich vzniku se podílí jednak věkem podmíněné změny rohovkové tkáně a další, zpravidla systémová onemocnění.
  - keratokonus, keratoglobus, pellucidní marginální degenerace
  - dalšími jsou např.: sféroidní degen., degenerace krokodýlí kůže – Salzmannova nodulární degenerace, zonulární keratopatie
- **Ektázie** jsou projevy ztenčení rohovkového stromatu

# Tvar přední plochy rohovky



Je důležitý

- z hlediska stanovení hodnot, případných irregularit a astigmatismu přední plochy rohovky

Je rozhodující

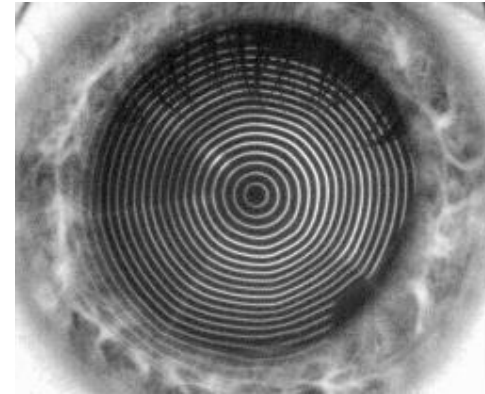
- pro volbu typu a základních poloměrů křivosti, resp. excentricit kontaktních čoček

Další využití

- při detekci ektatických onemocnění rohovky
- jako součást biometrického měření oka pro získání optimální cílové korekce nové nitrooční čočky
- v oblasti rohovkové refrakční chirurgie
- topography guided laserové výkony řízené přímým přenosem dat
- sledování pooperačních změn
- sledování stavů po transplantaci, adjustace stehů, vkládání keraringů...



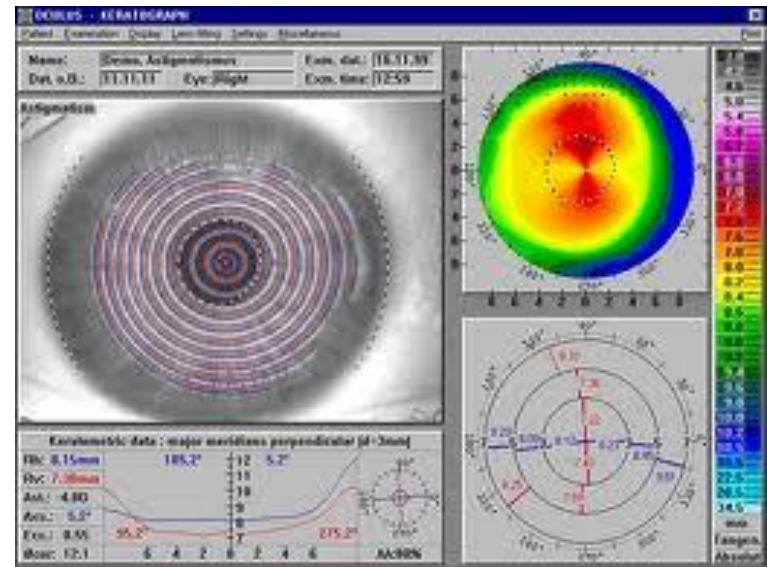
Ruční Placido disk



Placido kruhy  
zobrazené na  
přední ploše  
rohovky



Keratograf (Oculus)

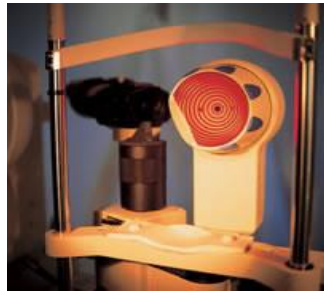


Software – uživatelská verze Keratografu



Automatický topograf  
(Tomey)

# Od keratometrie k topografii a dál ...



Easygraf

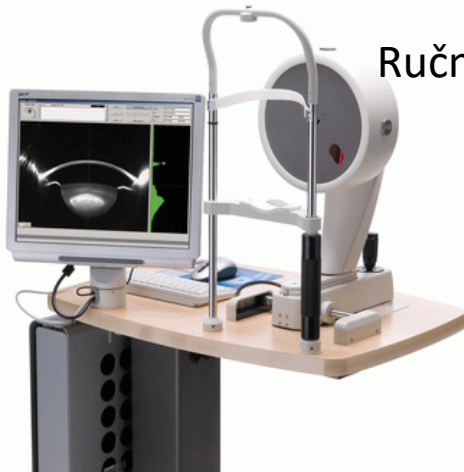


Galilei (duální  
Scheimpflugův  
analyzátor



Ruční autokeratometr

Keratograf



Pentacam

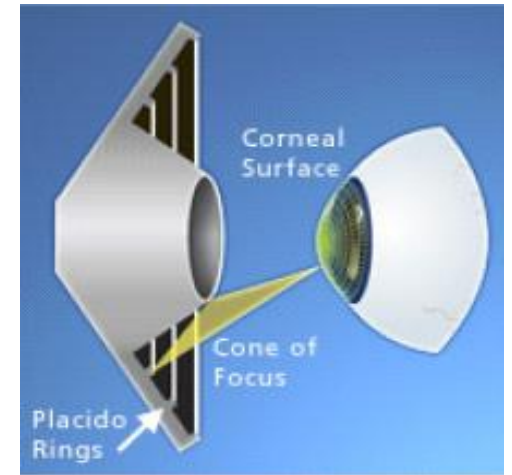
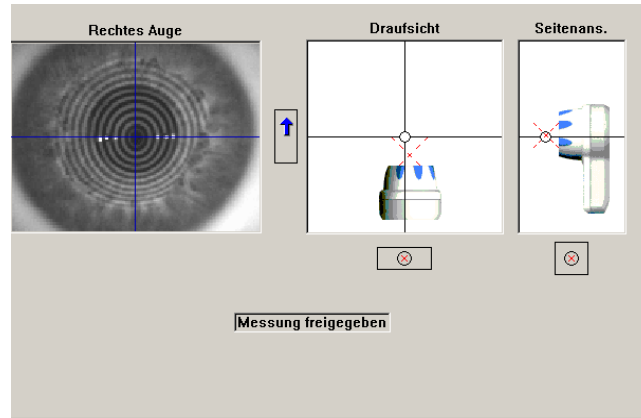


Orbscan s aberometrem

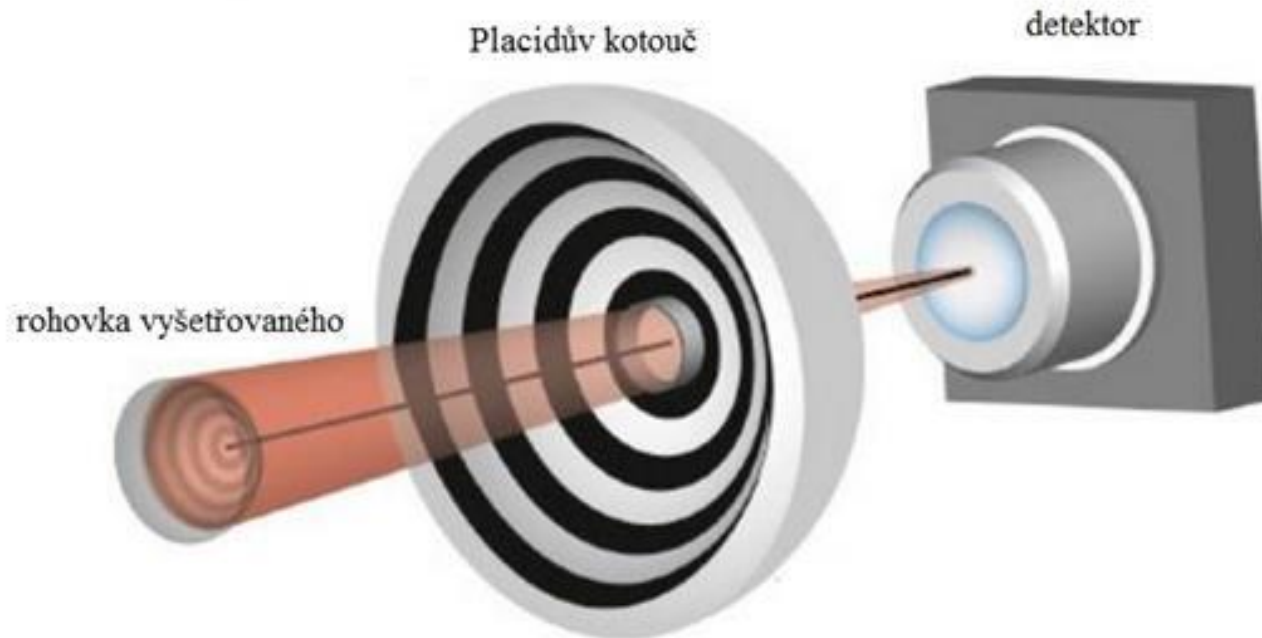


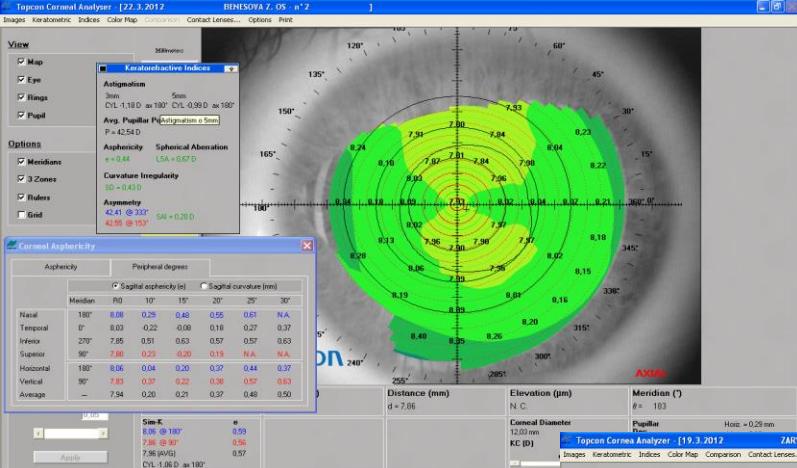
Autorefraktokeratometr



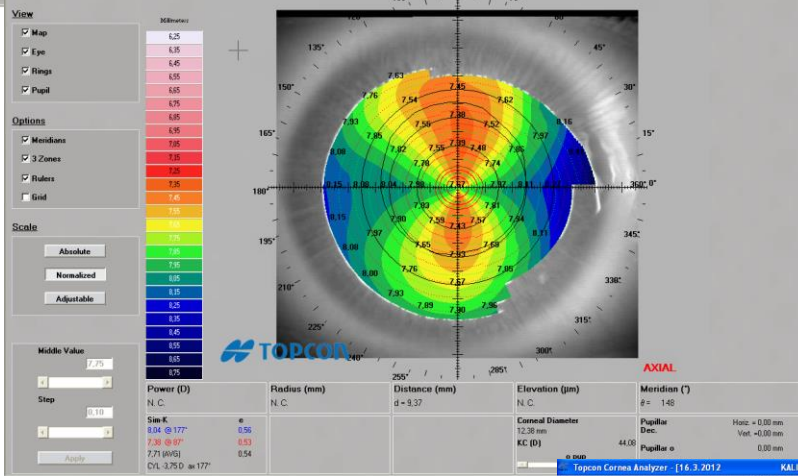


Princip měření

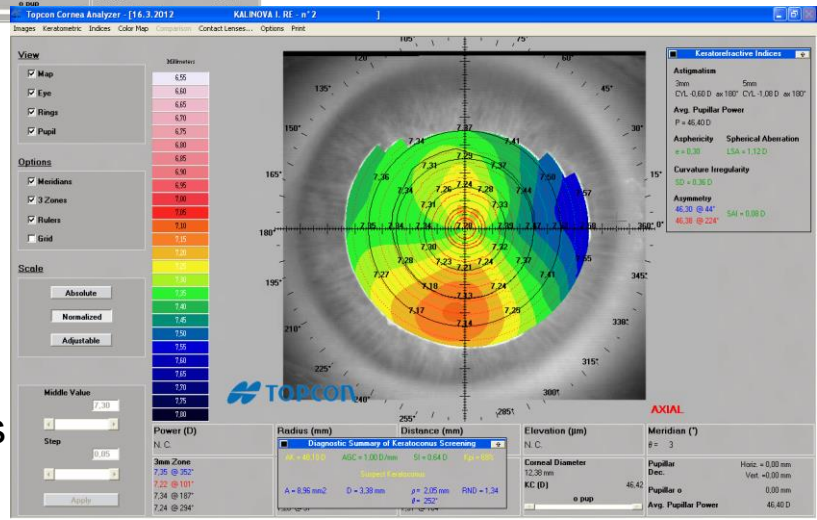




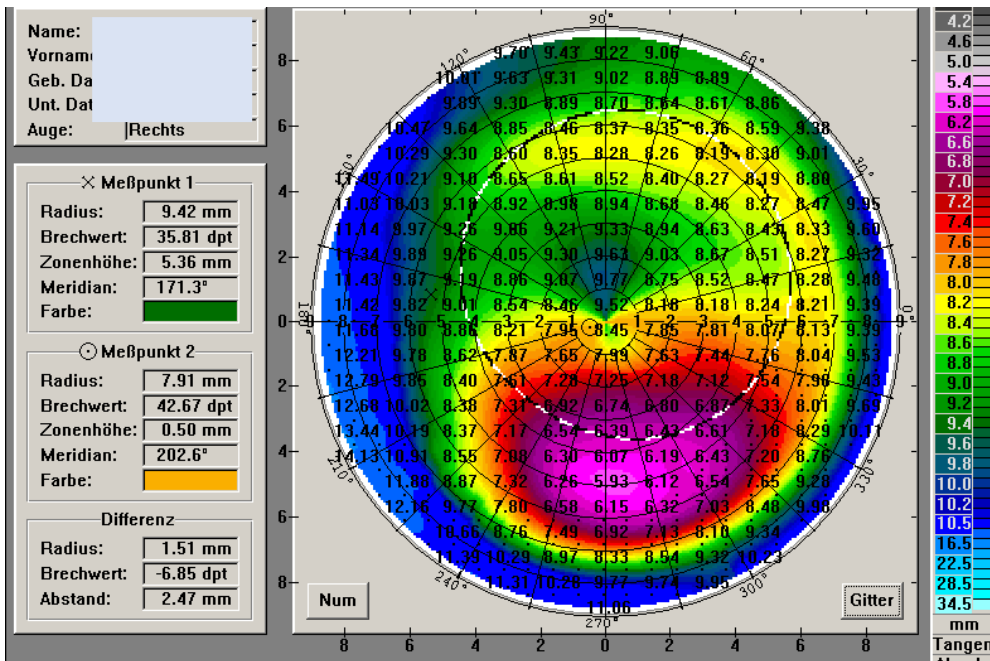
Sférická rohovka (Topcon), včetně keratometrických indexů a hodnot excentricity



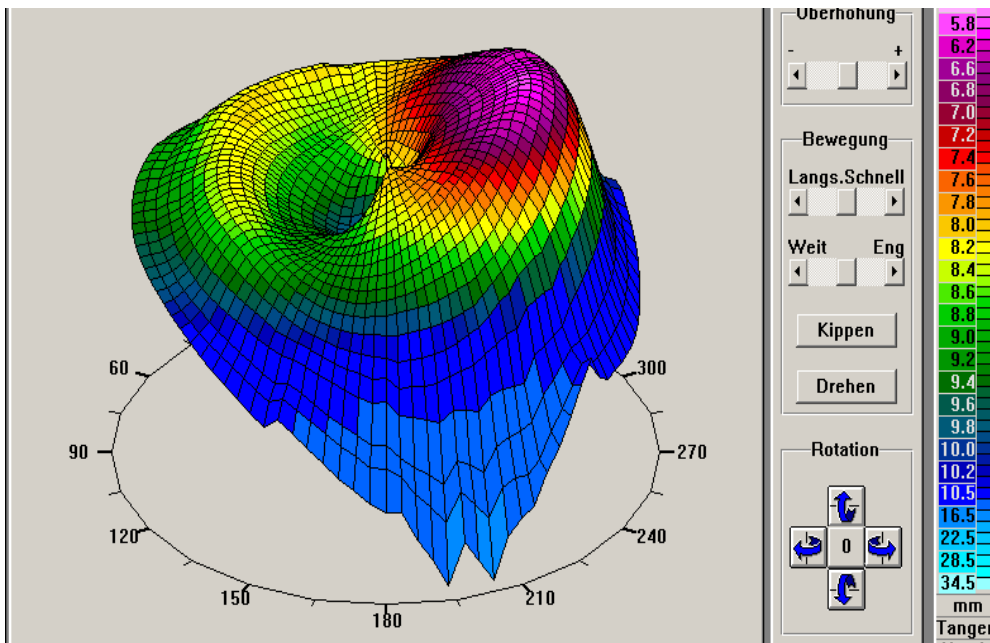
Astigmatismus pravidelný, přímý (podle pravidla)



Suspektní keratokonus



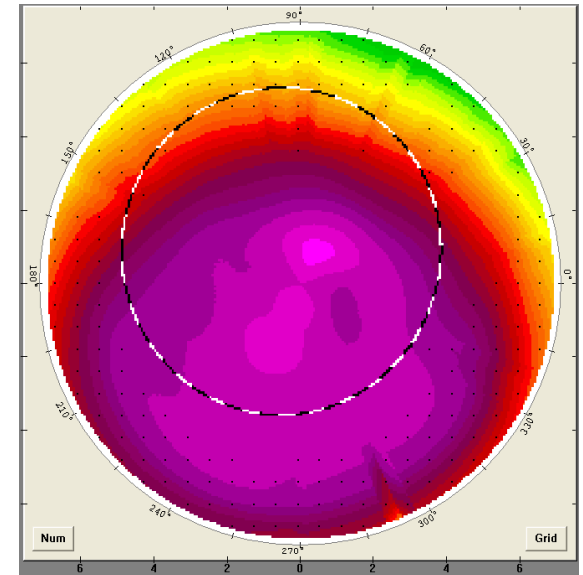
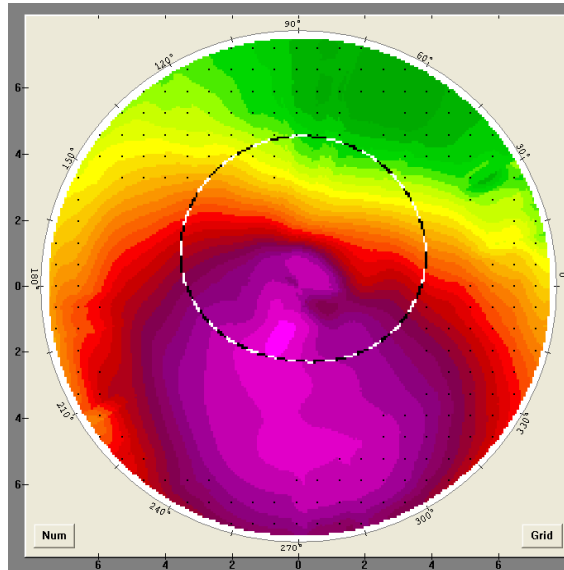
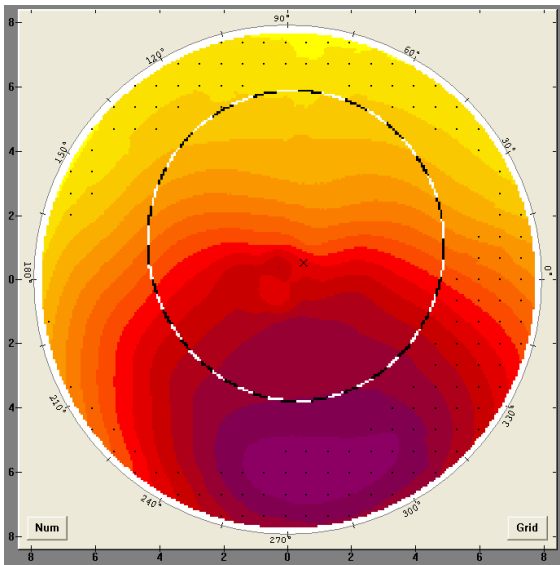
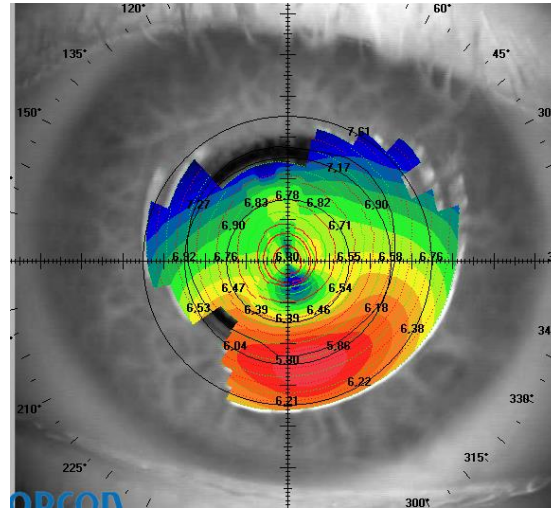
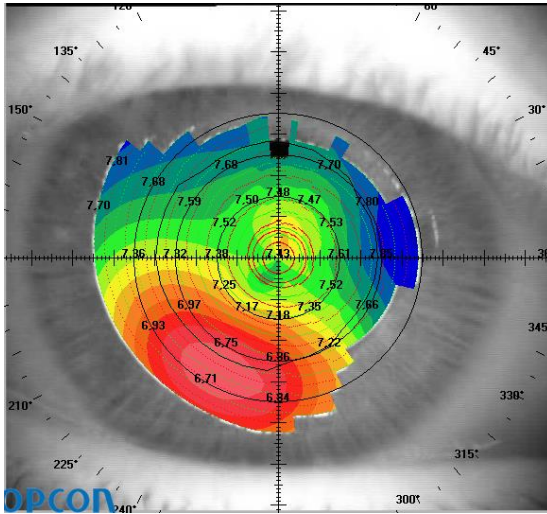
- Numerické vyjádření, porovnání 2 hodnot pro body definované na síti



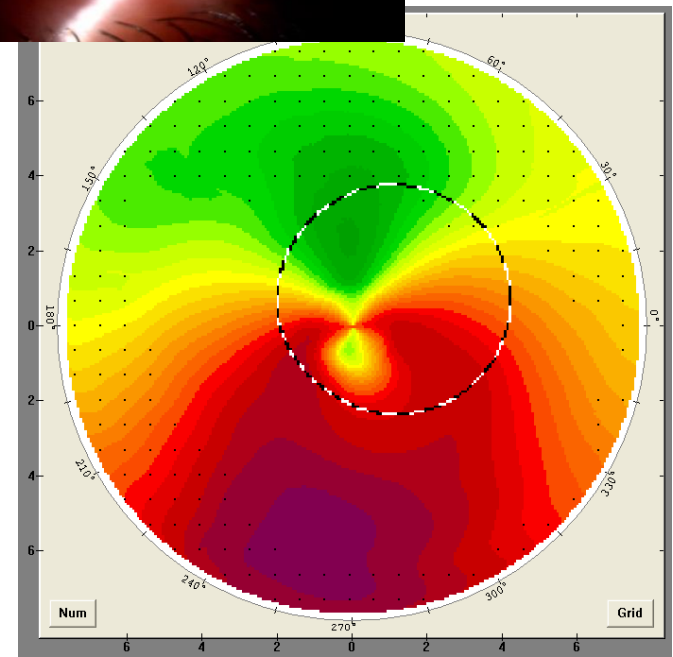
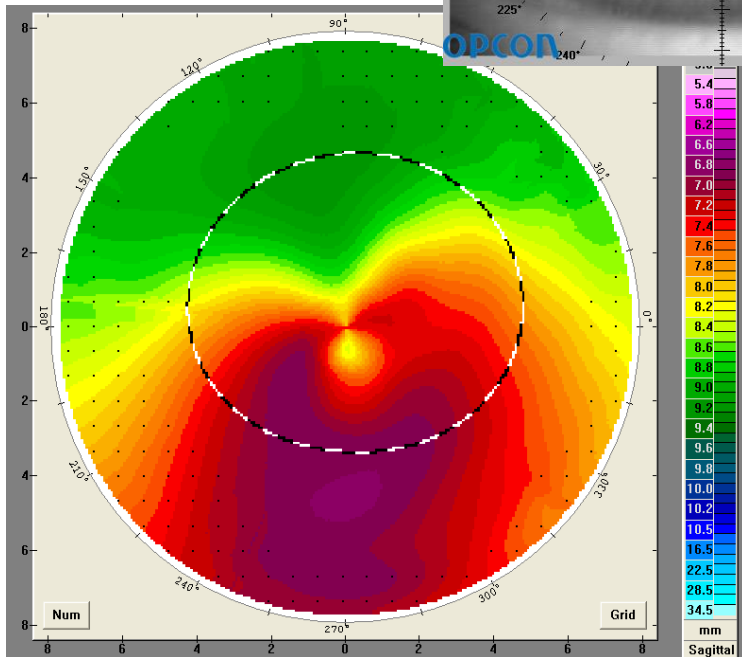
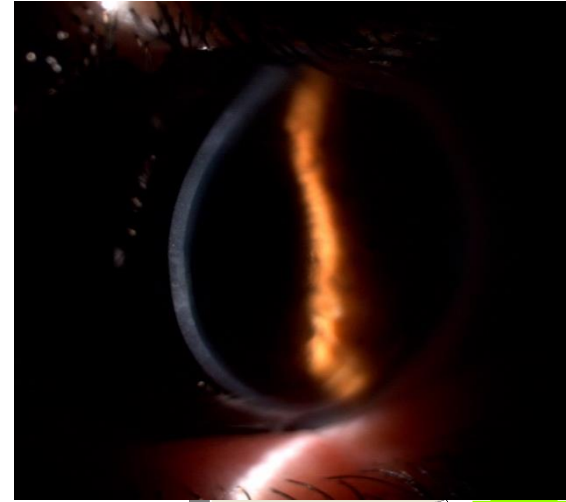
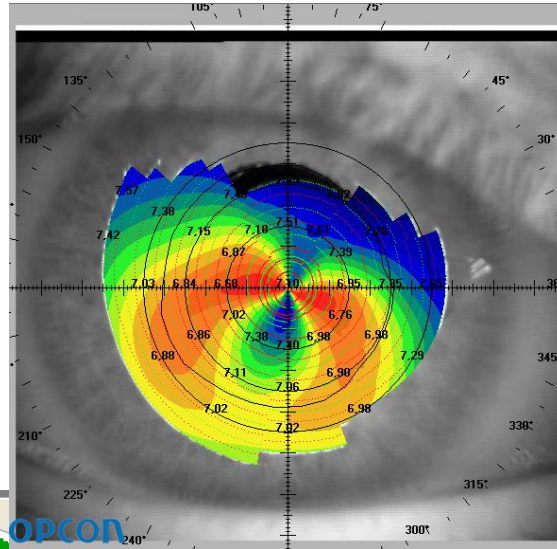
- 3D zobrazení



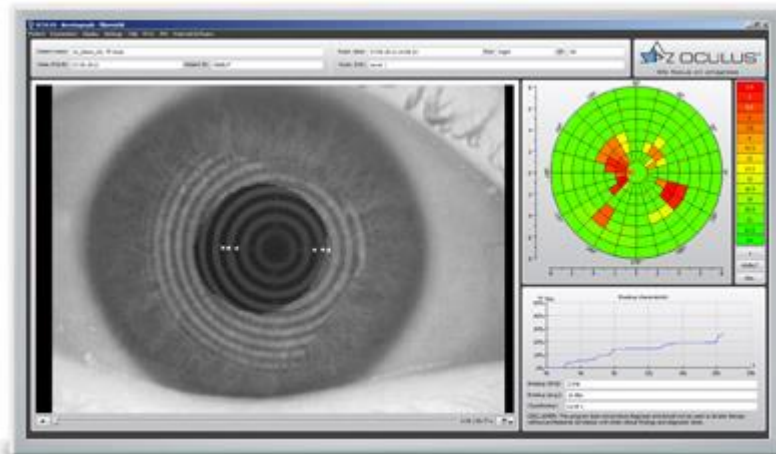
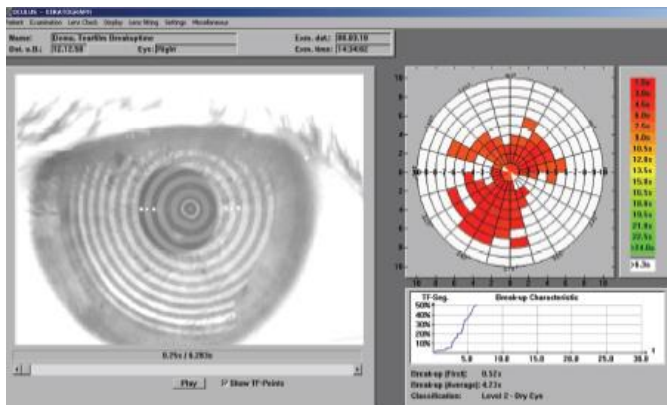
# Keratokonus ...



# Pelucidní marginální degenerace



# Měření stability slzného filmu a výška slzného menisku pomocí Keratografu 5





Posouzení lipidové vrstvy pomocí interferenčních obrazců



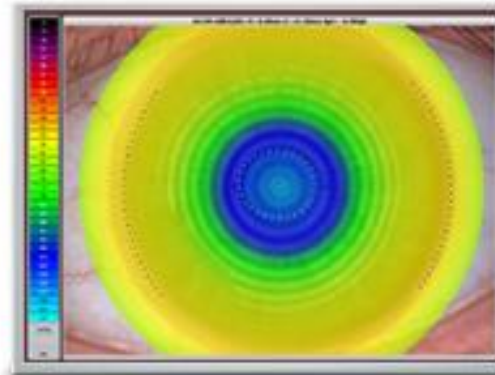
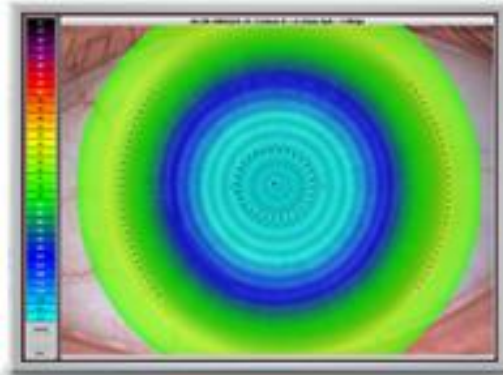
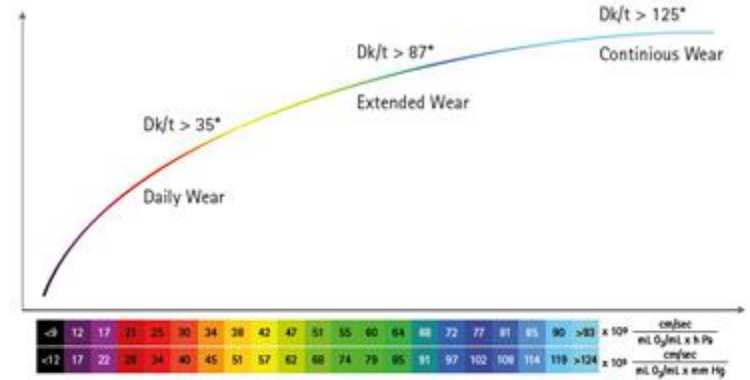
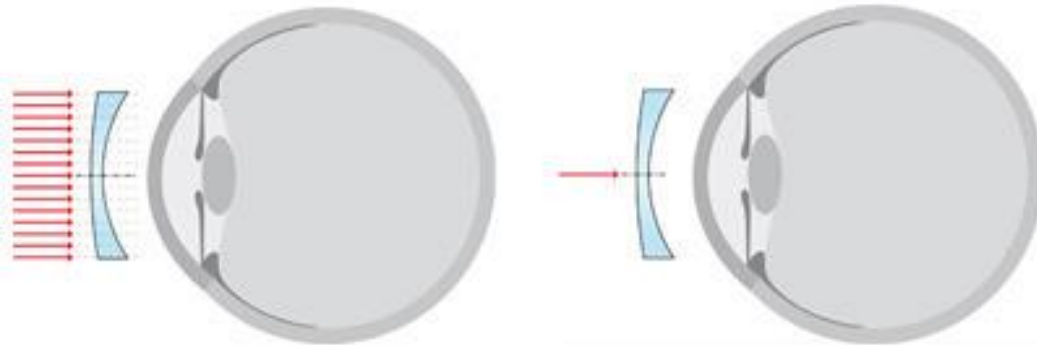
Dynamika slzného filmu – určení viskozity slz



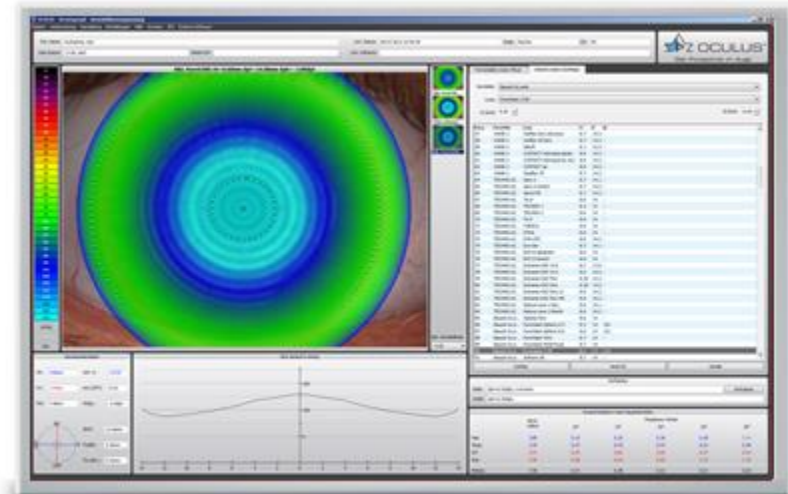
Meibografie  
horního a dolního  
víčka

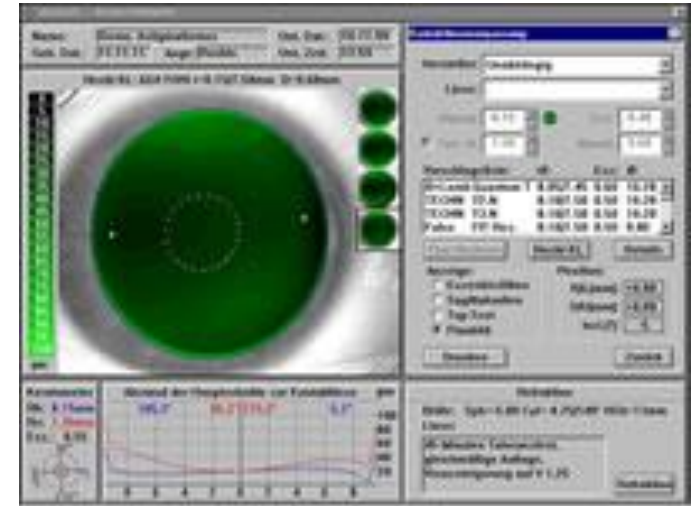
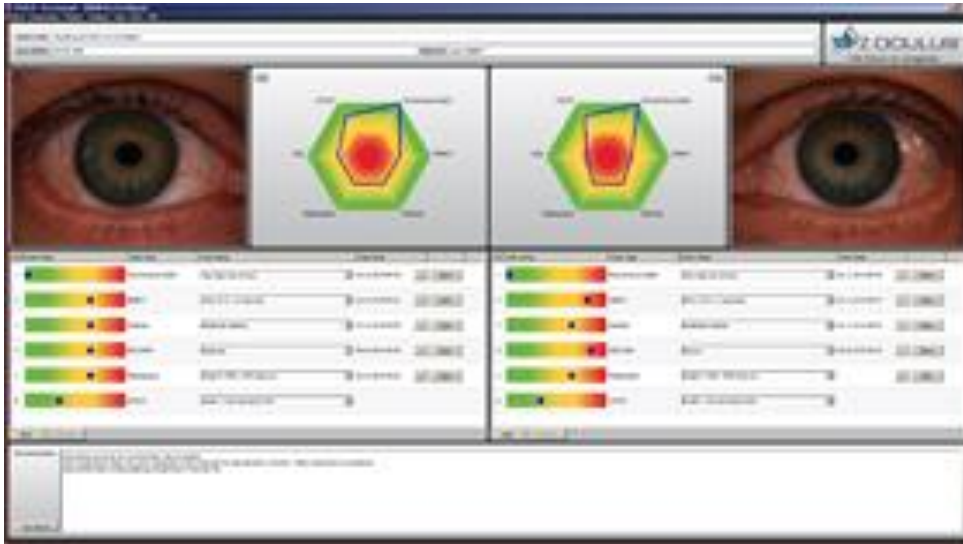


# oximapa



Propustnost pro kyslík pro  
sférickou kontaktní čočku -3,0 D  
vlevo a -6,0 D vpravo

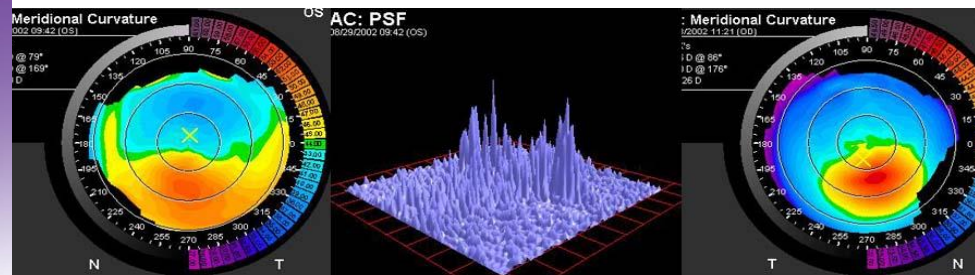


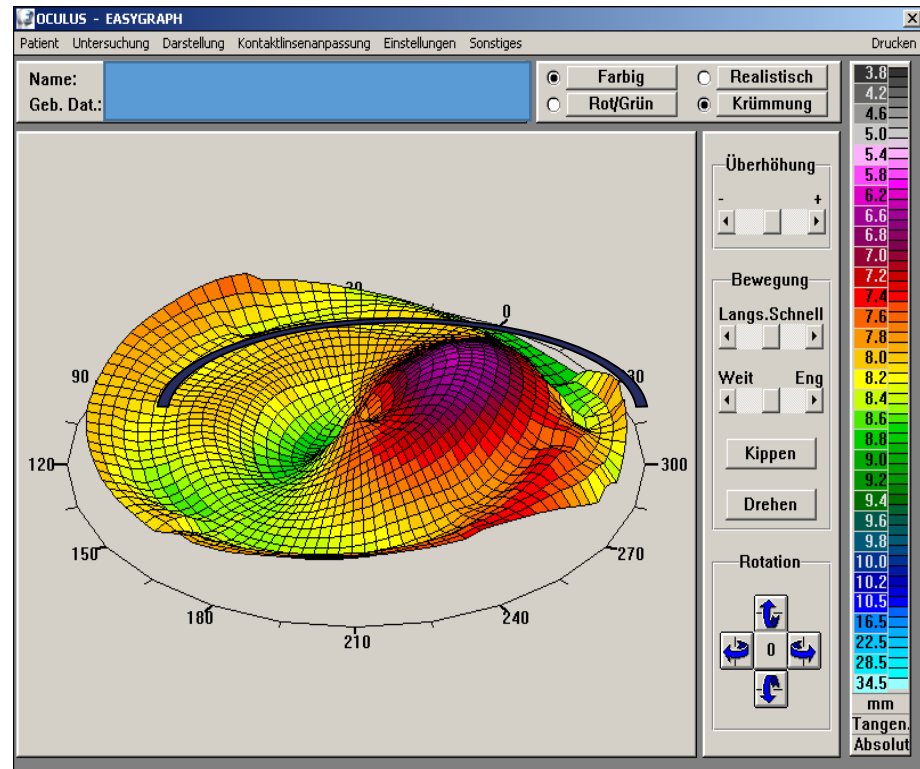
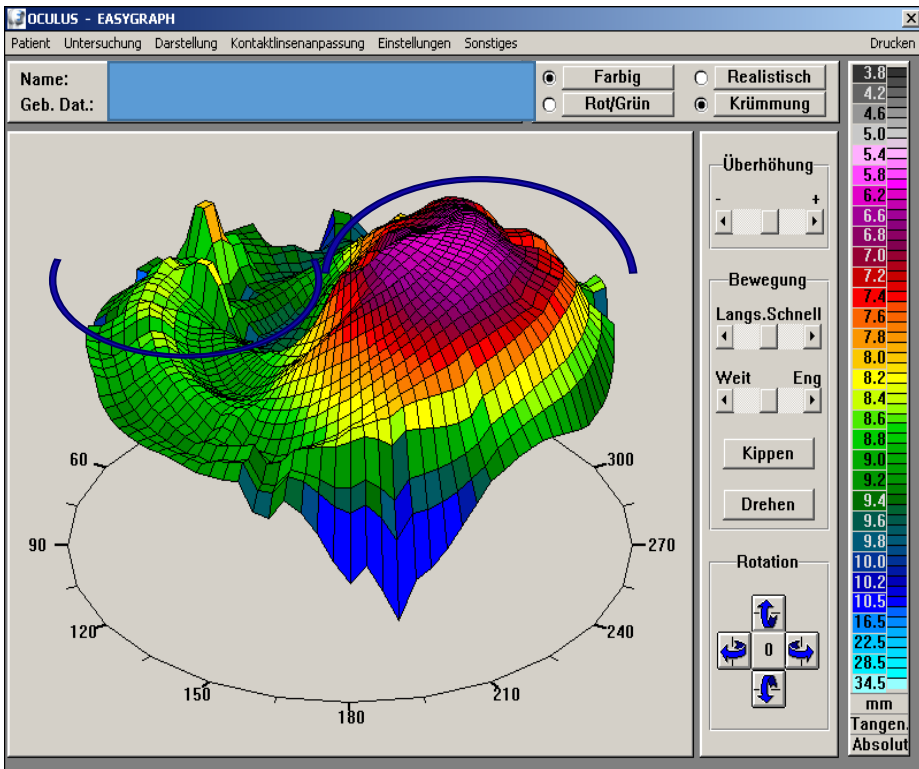


Posouzení zarudnutí očí – syndrom suchého oka

fluosimulace

AstraMax





# Orbscan

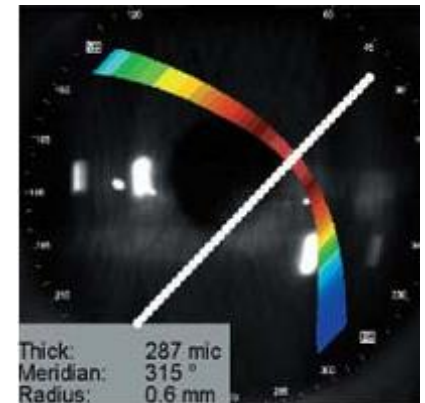
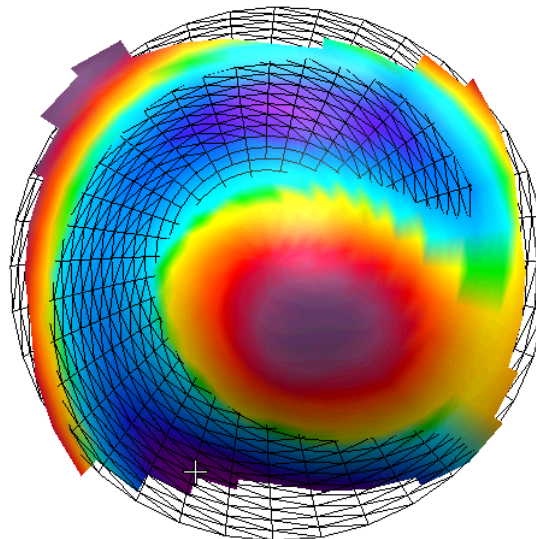
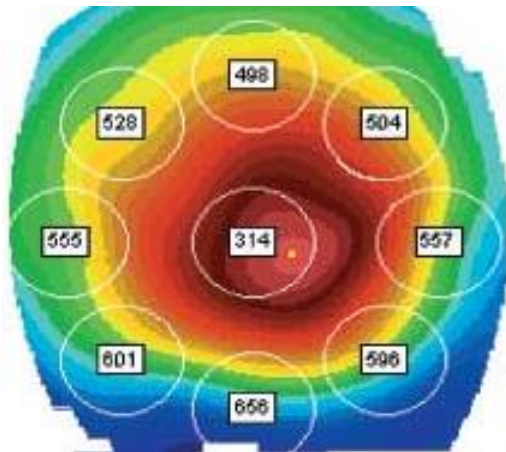
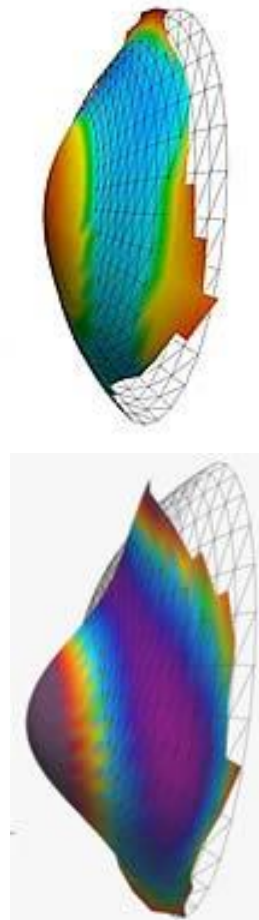


- slit-scanning projekční přístroje využívají snímací štěrbinu (princip biomikroskopie)
- struktura vyšetřované tkáně je snímána **úzkým svazkem paprsků v určitých sekvencích**
- obraz je zachycen kamerou a vyhodnocen
- neinvazivní technika vyšetření
- kvantitativně hodnotí **prostorový obraz předního segmentu oka**
- součástí je **Placidův kotouč**



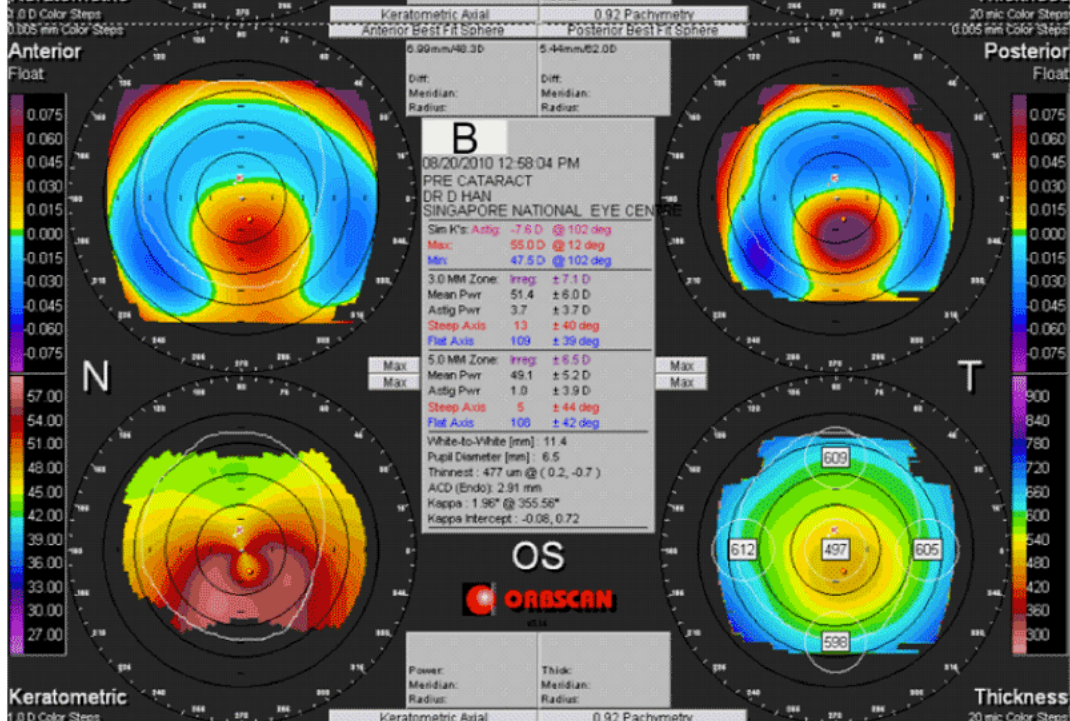
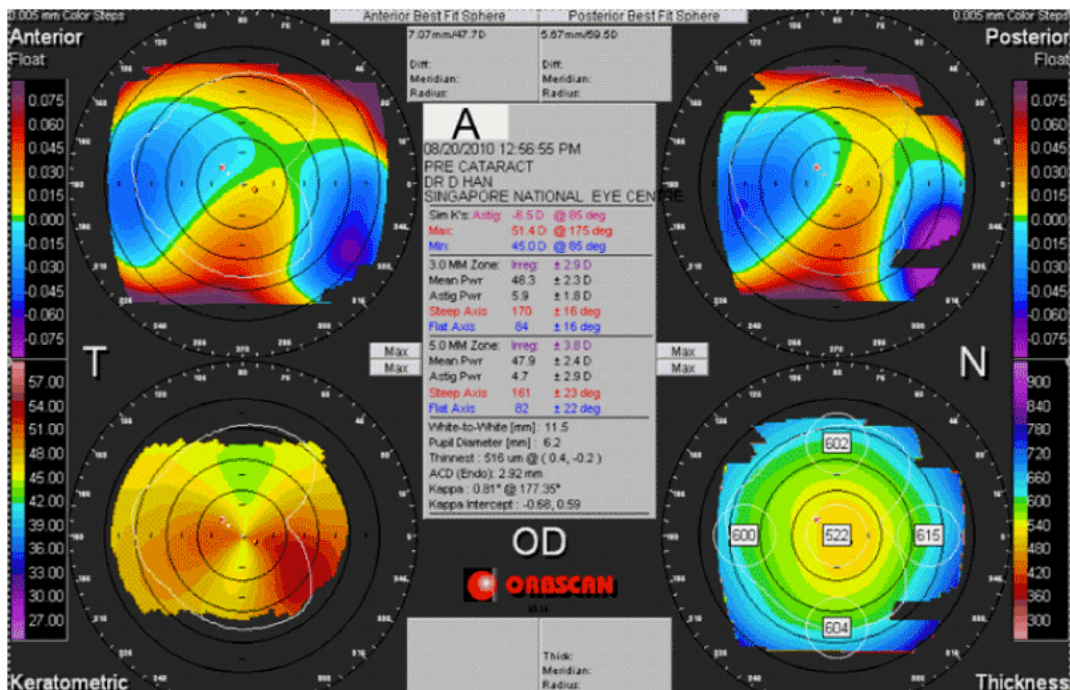
- Lze měřit:

- topografická data (elevace) přední a zadní plochy rohovky
- přední plochu duhovky a celou čočku
- vypočítat tloušťku rohovky (pachymetrii)
- hloubku přední komory a duhovko-rohovkový úhel
- klinický význam má precizní geometrická analýza







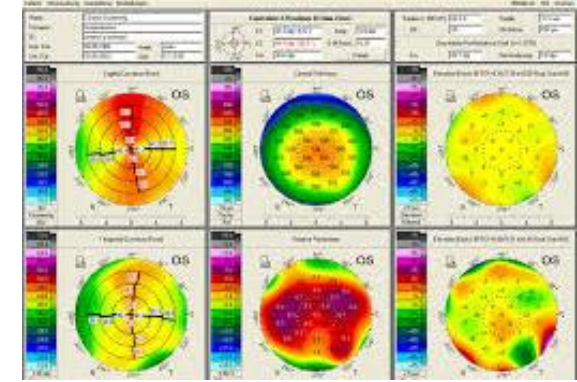
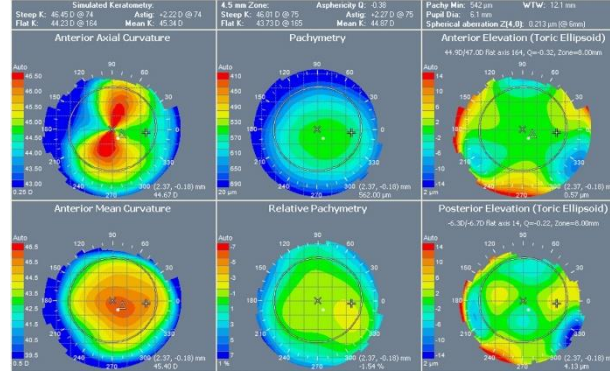
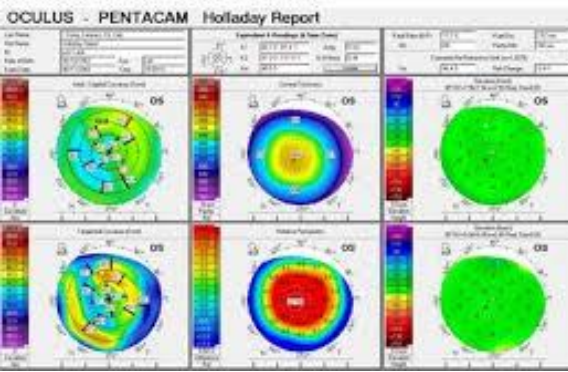


# Pentacam



- měření probíhá v oblasti celého **předního segmentu** oka a poskytuje trojrozměrný obraz
- umožňuje srovnávat **snímky**, získat virtuální model předního segmentu, analyzovat pokročilost katarakty a **určit přesněji vhodné parametry** intraokulární čočky
- výhodou je **screening** glaukomu, detekce a hodnocení progresu keratokonu
- ve spojení s **wavefront analýzou** je přístroj vhodný k předoperačním i pooperačním vyšetřením v **refrakční chirurgii**





- **Holladay zpráva** - umožňuje výpočet nitrooční čočky po refrakčním zákroku
- obsahuje celkem šest map:
  - sagitální mapa přední plochy rohovky
  - pachymetrická mapa
  - elevační mapa přední plochy rohovky
  - tangenciální mapa přední plochy rohovky
  - relativní pachymetrie
  - elevační mapa zadní plochy rohovky
- Pentacam měří i zadní plochu rohovky



# OCULUS - PENTACAM

Last Name:   
 First Name:   
 ID:   
 Date of Birth:  Eye:   
 Exam Date:  Time:

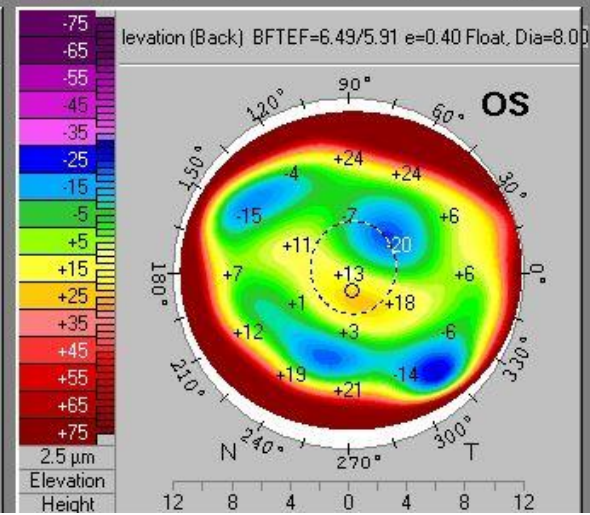
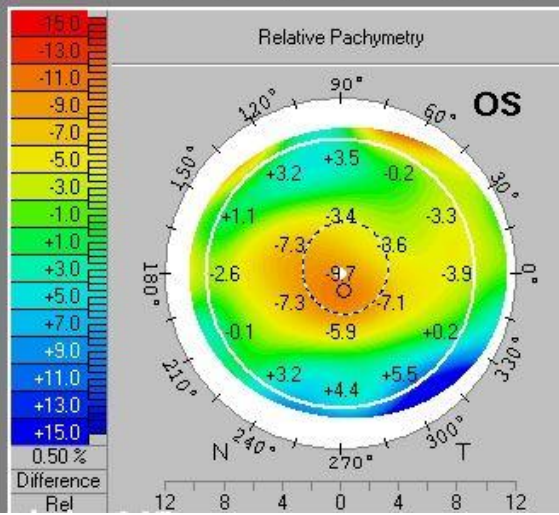
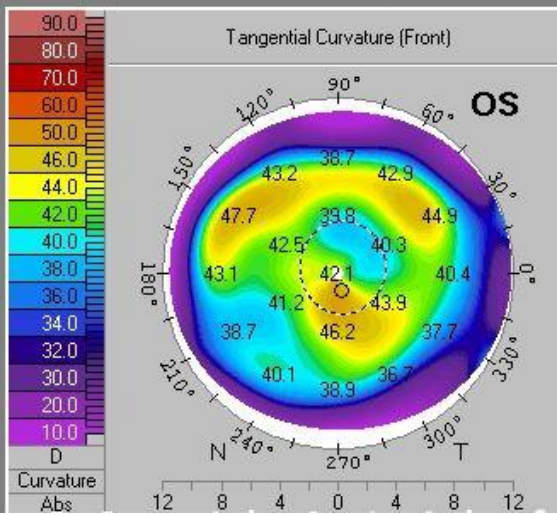
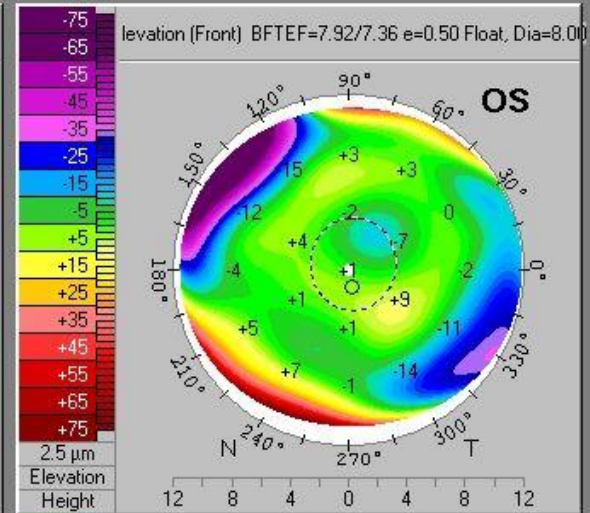
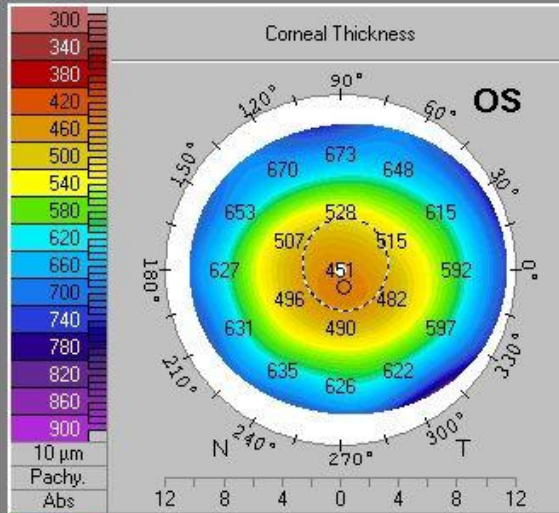
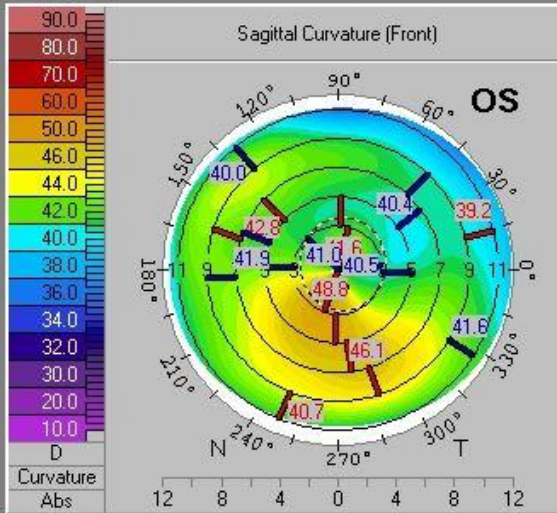
## Equivalent K-Readings (4.5mm Zone)

K1:  Astig:   
 K2:  Q (4.5mm):   
 Km:

Radii Ratio (B/F):  Pupil Dia:   
 QS:  Pachy Min:

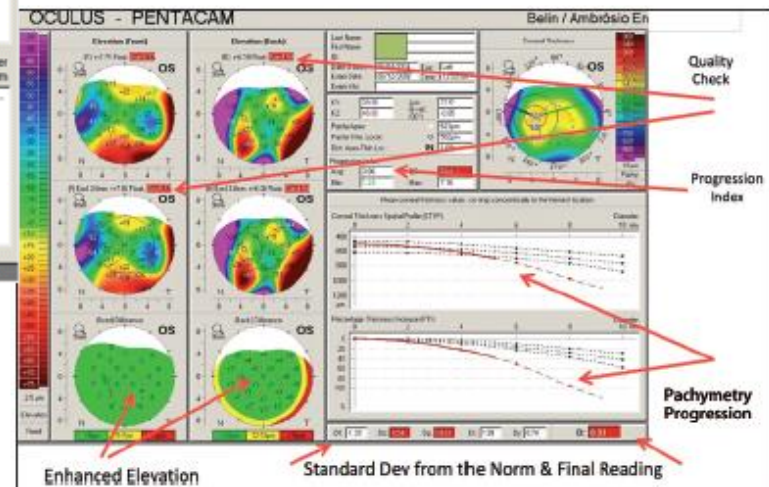
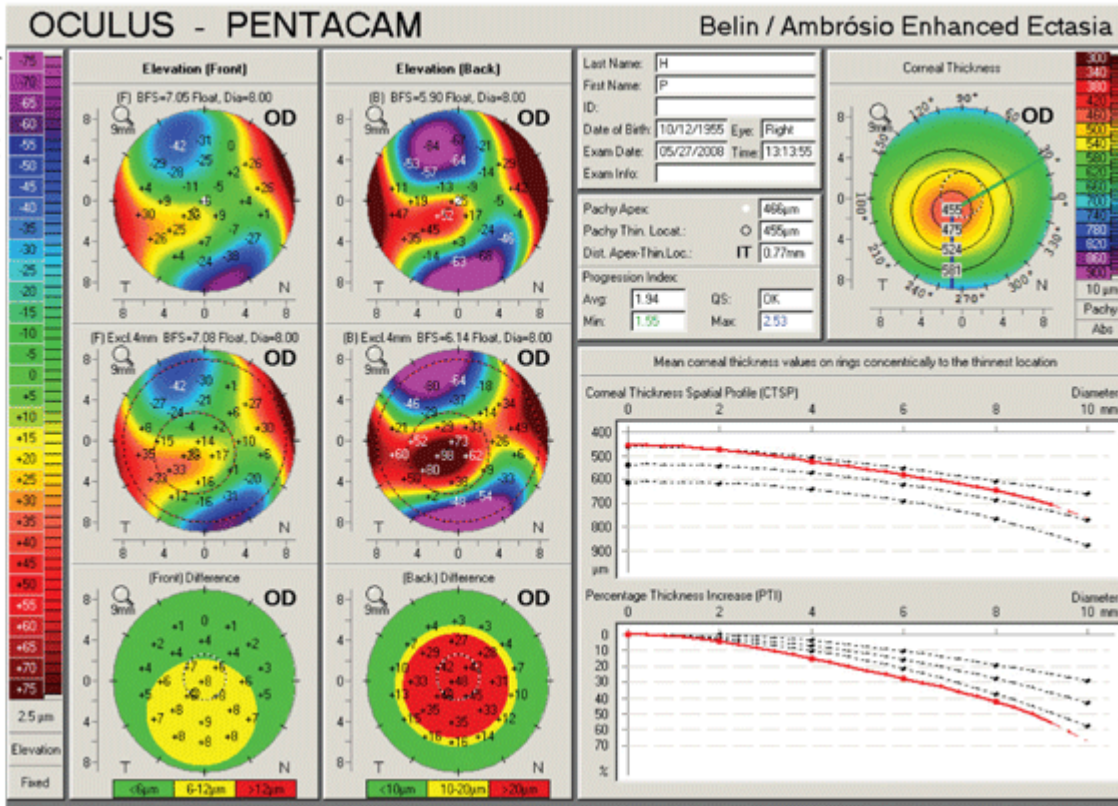
Estimated Pre-Refractive SimK (n=1.3375)

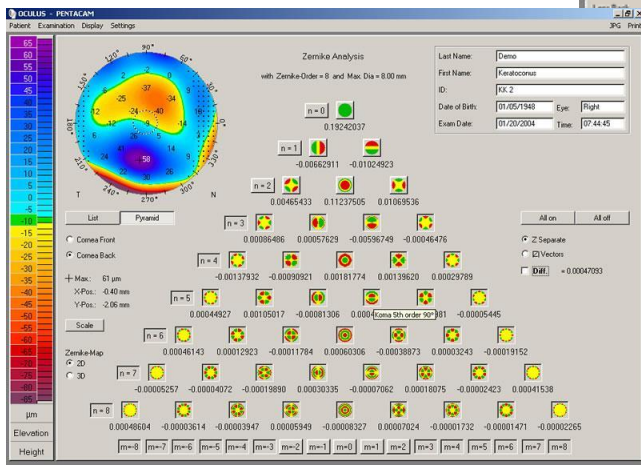
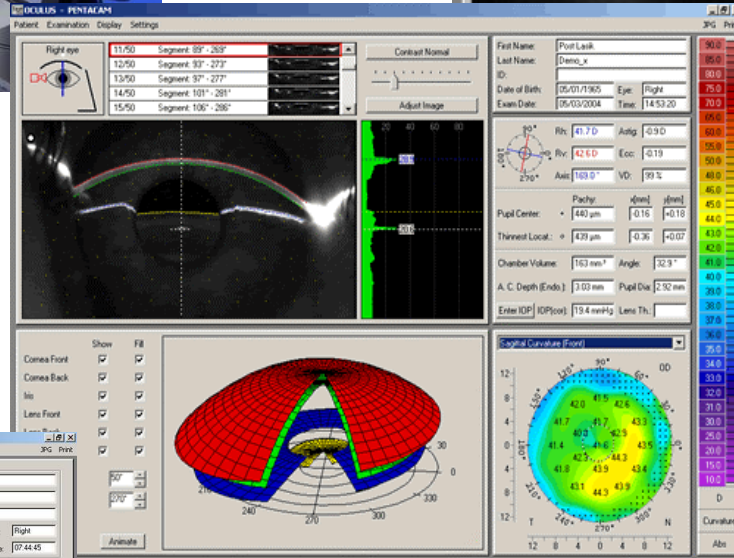
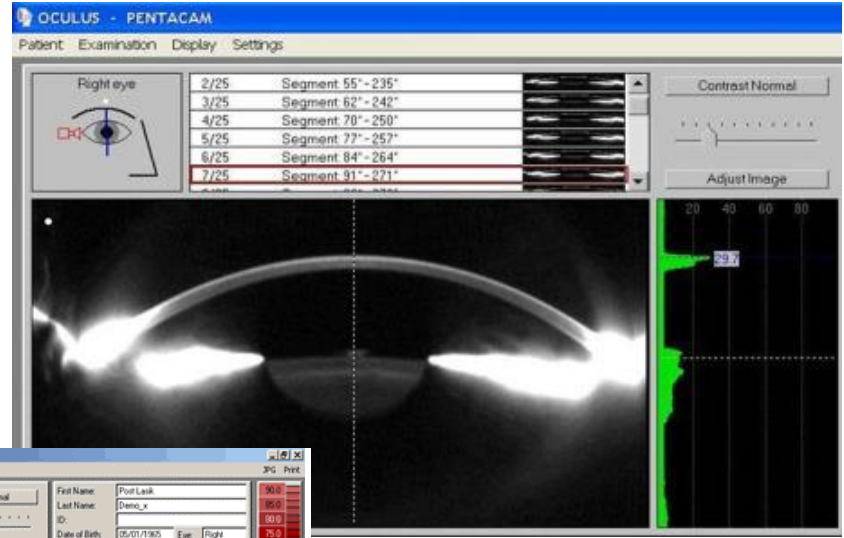
Km:  Ref.Change:





- Mapa **Belin-Ambrósio elevací** je rozšířenou detekcí možných ektatických onemocnění rohovkové tkáně



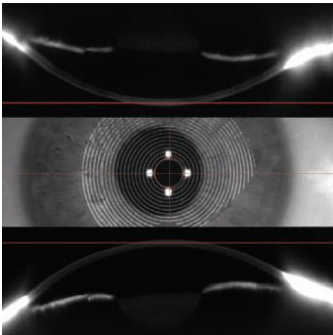


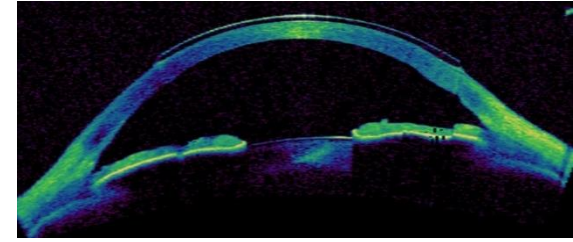


# Galilei



- Scheimpflugův analyzátor - obrazy zachycují dvě rotační kamery + Placidův kotouč
- štěrbinové osvětlení zajišťuje modrá LED dioda o vlnové délce 470 nm
- třídimenzionální obraz je pořízen rotací kamery o 180°



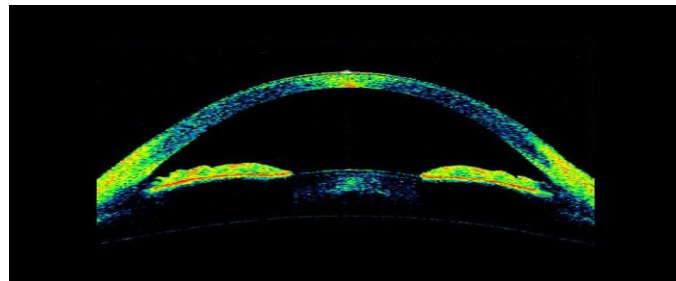


# OCT předního segmentu

- **Optická koherenční tomografie**
- Předně-segmentové OCT se využívá pro:
  - celkovou biometrii a zobrazení řezů přední komory
  - vizualizaci a měření komorového úhlu, důležité pro diagnostiku glaukomu uzavřeného úhlu
  - měření flapu po LASIKu a tloušťky stromálního lůžka před a po zákroku
  - vizualizaci a měření výsledků rohovkových implantátů a lamelárních procedur
  - měření hloubky přední komory a posouzení aplikace a usazení předněkomorové nitrooční čočky
  - mapování tloušťky rohovky a hodnocení keratokonu
  - zobrazení rohovkových zákalů pro možný přístup k vnitřním strukturám oka

# Visante

- Zobrazení předního segmentu OCT technologií o světle s vlnovou délkou 1310 nm
- Detekuje zejména komplikace předního segmentu



# Casia

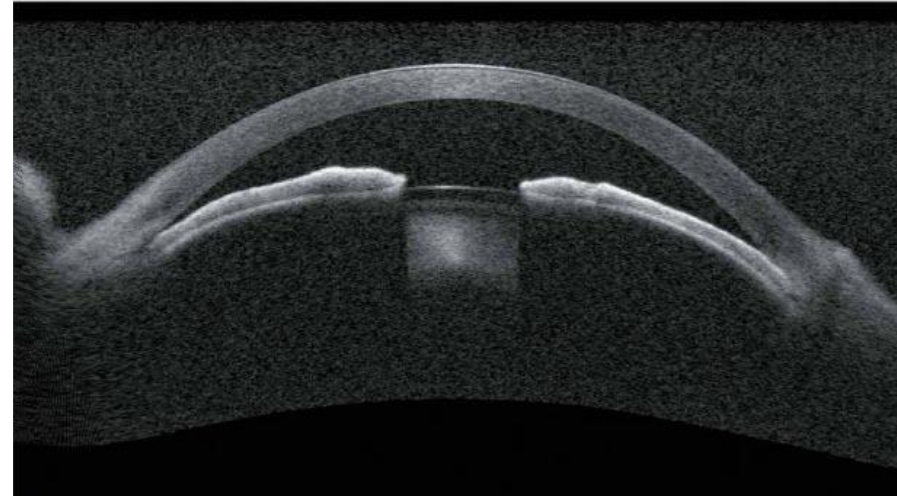
- různé moduly zobrazení rohovkové tkáně a celého předního segmentu
- měření jednotlivých parametrů



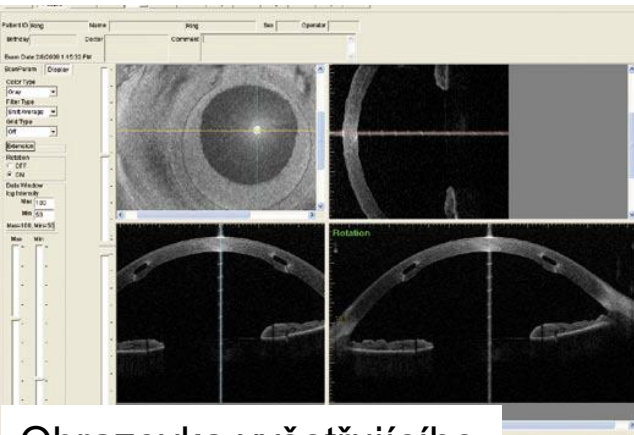




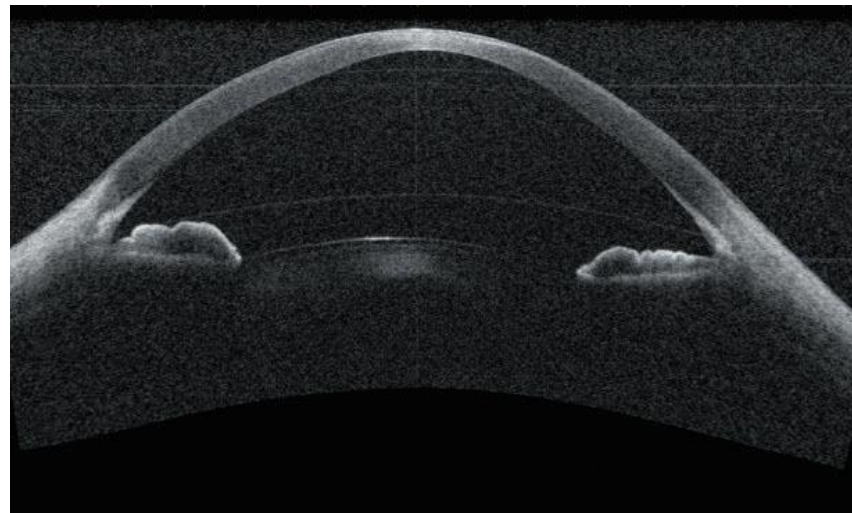
Měření tloušťky rohovky a flapu



Glaukom s uzavřeným úhlem: viditelné zúžení úhlu a jeho uzávěr. Lze získat gonioskopická data v 360°



Obrazovka vyšetřujícího



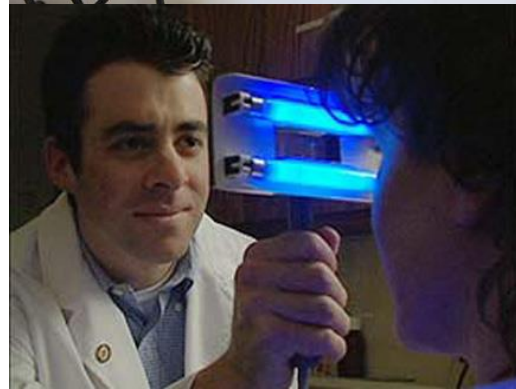
Keratokonius v počátečním stádiu, kdy nejsou ještě detekovatelné změny na přední ploše rohovky



C-Scan: žlutá linie znázorňuje průběh dystrofie v jednotlivých řezech

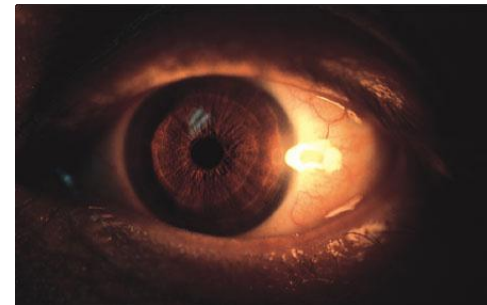
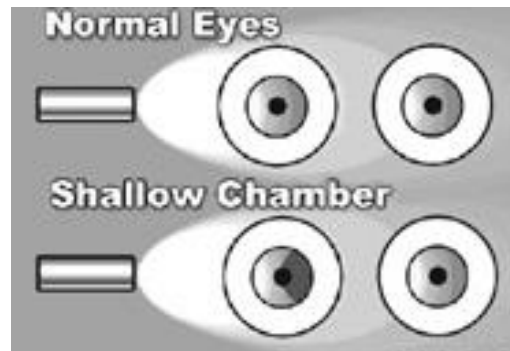
# Burtonova lampa

- Slouží k pozorování předního segmentu, pohybu kont. čoček
- Ruční přístroj
- V objímce je usazena čočka +5,0 D (zvětšuje)
- Osvětlení pomocí 4W žárovky nebo dvou fluorescenčních trubic (11cm)
- Současné pozorování obou očí



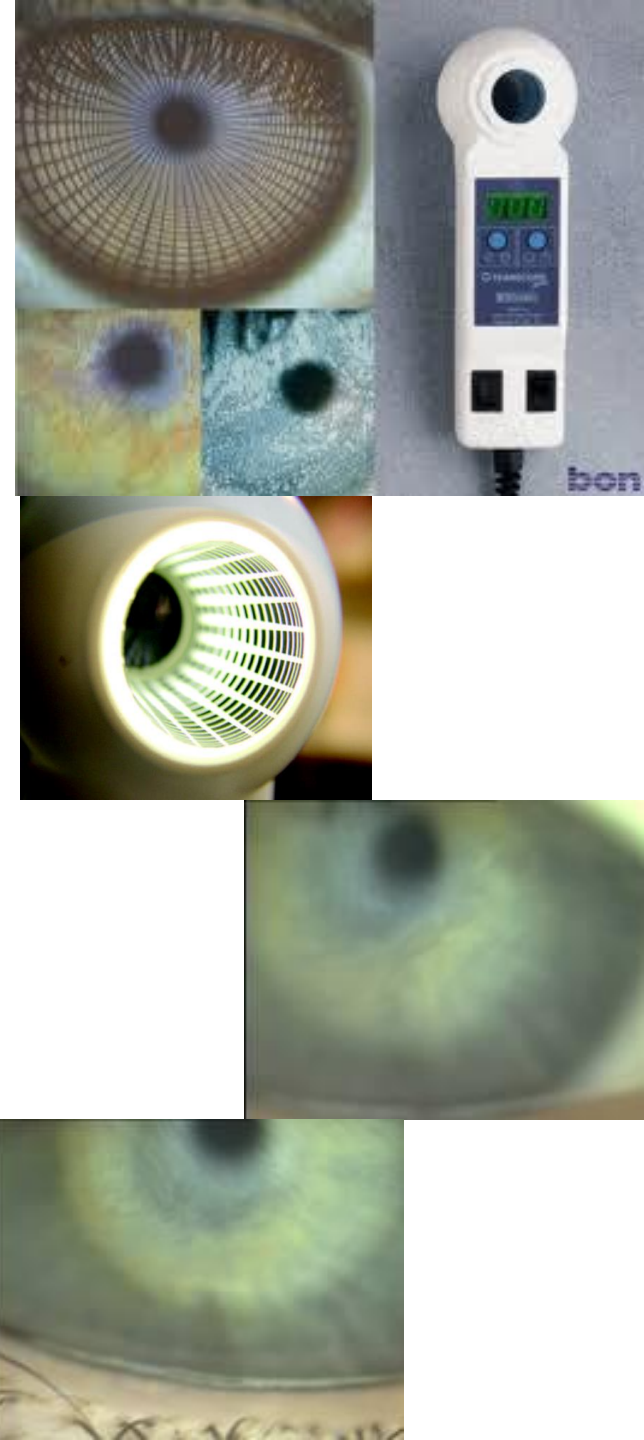
# Světelná tužka

- Slouží k orientačnímu posouzení předního segmentu včetně hloubky přední komory.
- Má tvar pera a drží se jen pár cm od zevního koutku oka. (Osvětluje se zevní část duhovky).
- Také se používá při zkoušce zornicových reakcích.



# Tearscope

- Příklad sloužící k pozorování vlastností slzného filmu
- Může se držet jen v ruce nebo instalovat na štěrbinovou lampu při větším zvětšení
- Zařízení má v horní části otvor, který je zevnitř prosvětlen
- Otvorem se pak pozoruje přední plocha rohovky
- Vyhodnocujeme stabilitu a kvalitu slzného filmu





# Štěrbínová lampa



- **základní přístroj** oftalmologické a optometrické ambulance
- zejména k pozorování situací (biomikroskopie) na **předním segmentu** oka, ale s přídatnými zařízeními též k pozorování fundu a dalších očních tkání
- k dalším vyšetřením – např. tonometrie, pachymetrie
- různé techniky osvětlení



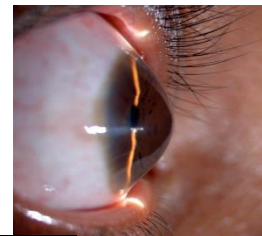
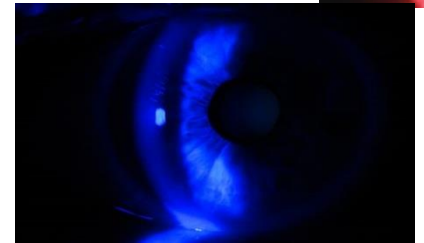
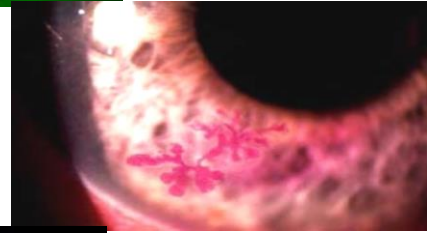
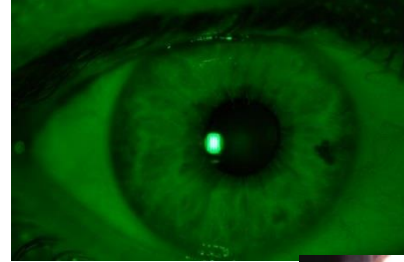
- základními částmi, ze kterých je štěrbinová lampa složena, jsou **osvětlovací zařízení a stereo mikroskop**
- obě hlavní části se mohou nezávisle na sobě posouvat kolem společné optické osy
- **Osvětlovací zařízení** využívá halogenovou žárovku nebo LED diodu
- **štěrbinová clona** s možností nastavení její délky, šířky a úhlu stočení
- **Pozorovací zařízení** - pozorování pomocí různých zvětšení 5x – 40x, zoom



- **Intenzitu světla** je možné měnit reostatem, lze přizpůsobovat **délku, šířku** (0-14 mm) a **směr** osvětlovacího svazku paprsků (horizontálně  $\pm 90^\circ$ , vertikálně 0-20°)
- Podle typu konstrukce a umístění osvětlovací jednotky rozeznáváme **dva typy** štěrbinových lamp:
  - **typ Zeiss**
  - **typ Haag-Streit**



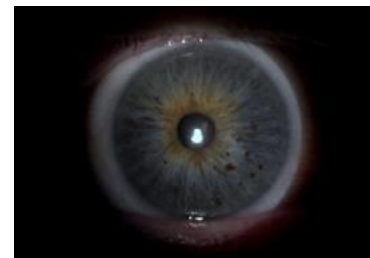
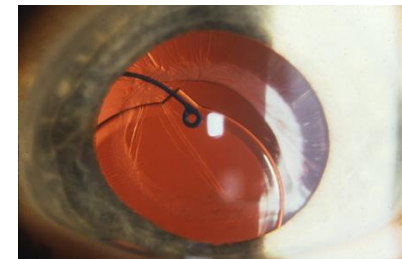
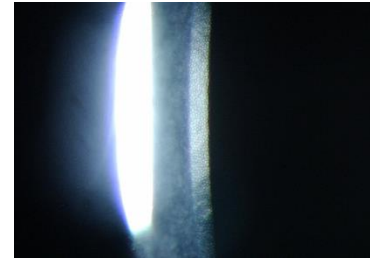
- Před samotnou štěrbinovou lampou je **opěrka** pro bradu a čelo klienta, vše je připevněno na desce buď **vyšetřovací jednotky**, nebo samostatném stolku





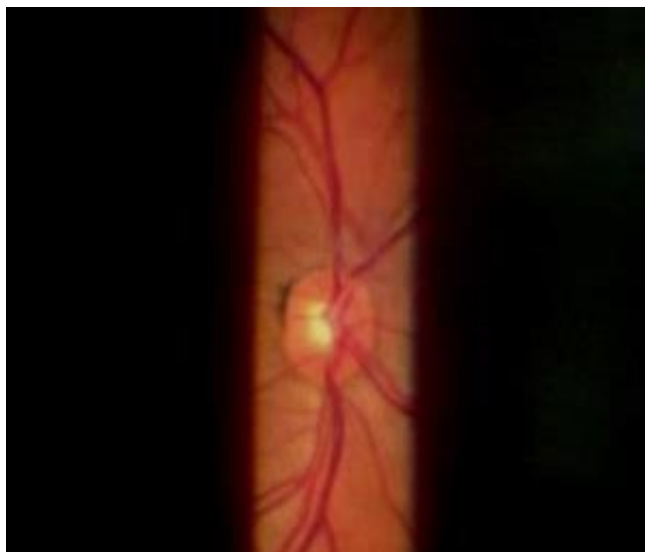
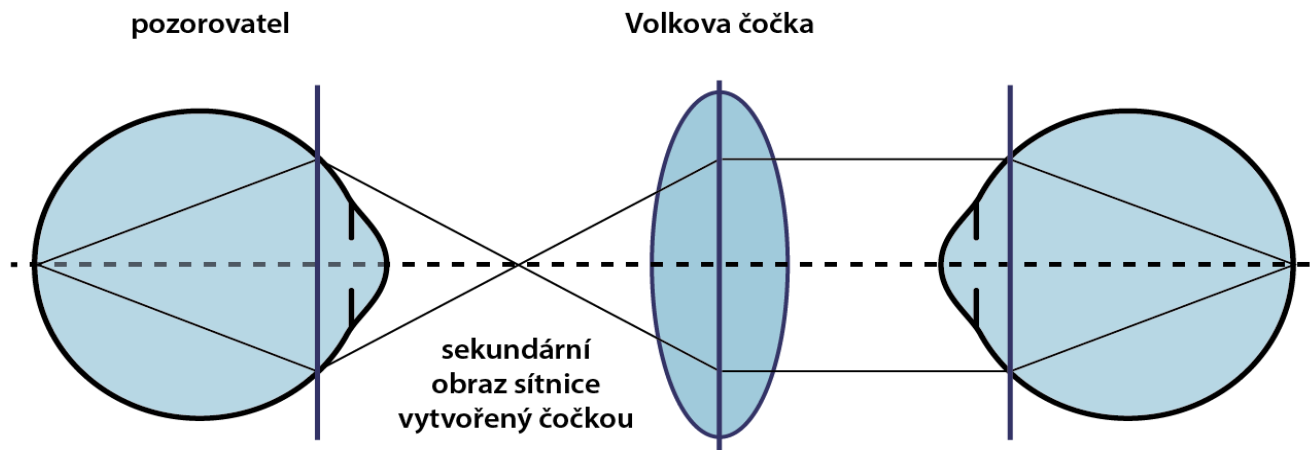
# Techniky osvětlení

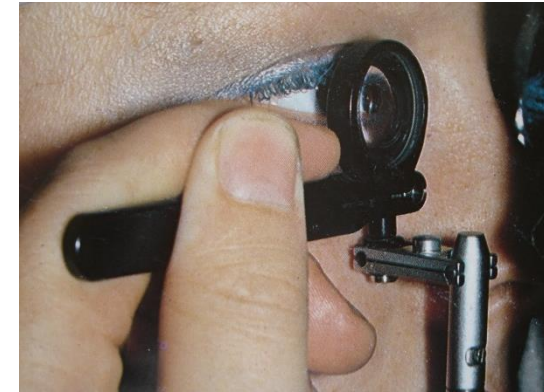
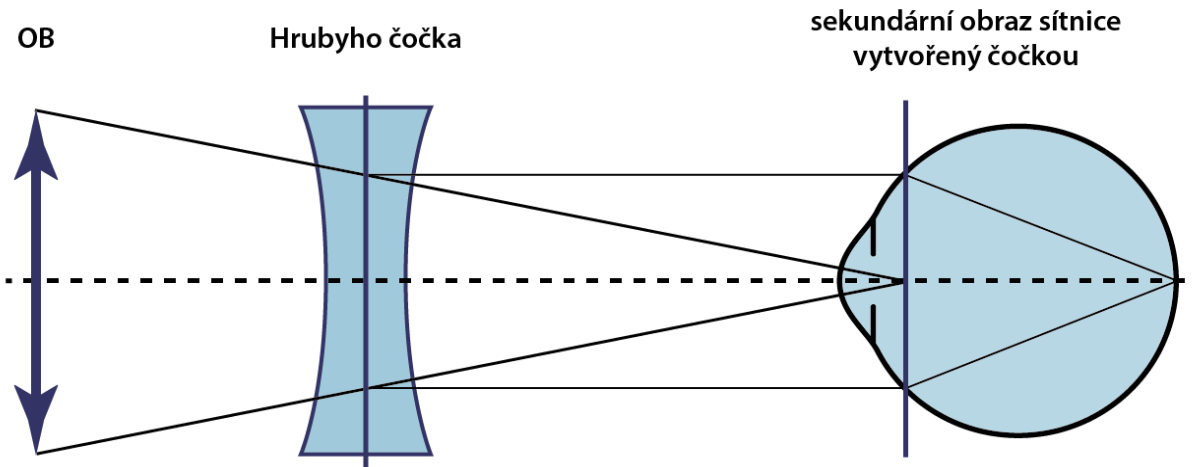
- Difúzní osvětlení
- Přímé osvětlení
  - optický řez
  - paralelní řezy
  - široký svazek
  - kuželovitý svazek
  - zrcadlový reflex
  - šikmé osvětlení
- Nepřímé osvětlení
  - osvětlení blízkého okolí
  - sklerální rozptyl
  - retroiluminace
- Filtry



# PŘÍDATNÁ ZAŘÍZENÍ - Speciální čočky

- určeny k **pozorování tkání a situací**, které jinak není možné provádět přímo
- pozorování fundu, gonioskopii a laserovou terapii
- čočky buď **spojné**, nebo **rozptylné**
- **spojné čočky - Volkovy** nabízí obraz převrácený, skutečný
- principem to odpovídá nepřímé oftalmoskopii s tím rozdílem, že se pozoruje pomocí štěrbinové lampy
- mají větší zorné pole fundu (v porovnání s rozptylnými čočkami)
- obraz může být pozorován stereoskopicky a při velkém zvětšení
- v praxi se používají sférické čočky, držené při vyšetření v ruce před okem klienta, o optických mohutnostech nejčastěji +60 D, +78 D a +90 D





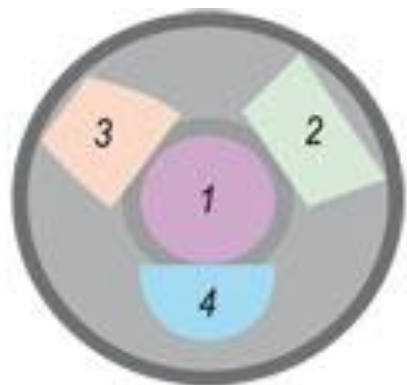
- **rozptylné čočky - Hrubyho** vytváří obraz přímý, neskutečný a zvětšený
- mohou být na držáku jako součást štěrbinové lampy nebo se přikládají přímo na rohovku
- jejich optická mohutnost je v rozsahu -58 D až -64 D (neutralizují vliv optického systému oka)
- mají tedy menší zorné pole



# Goniočočky

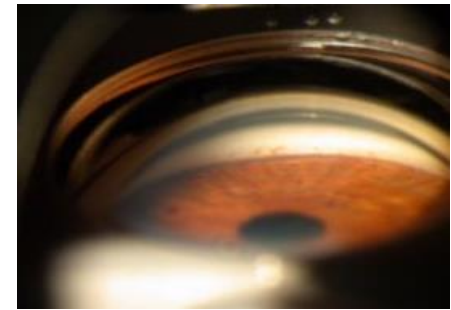
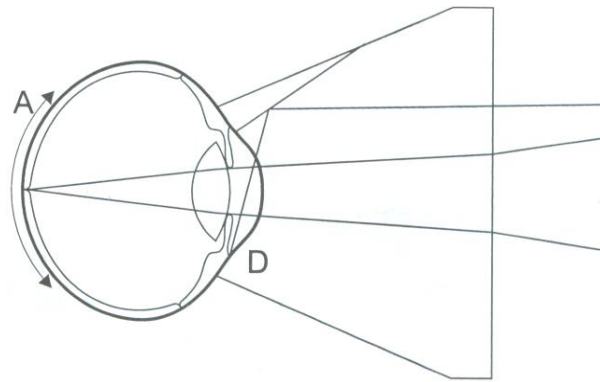
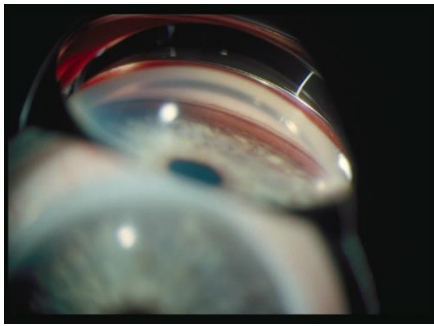


- slouží k **pozorování duhovko-rohovkového úhlu** v přední komoře
- při zjišťování glaukomu uzavřeného úhlu a pro doporučení následné léčby
- speciální třízrcátkové čočky umožní pozorování periferních částí sítnice až po komorový úhel, jejich náklon je  $59^\circ$ ,  $66^\circ$  a  $73^\circ$  (zrcadla ekvatoriální, periferní a gonioskopické)
- goniočočky obsahují celkem více odrazných ploch a umožní pozorovat úhel v celých  $360^\circ$
- pro eliminaci nežádoucích zobrazovacích vad je nutné použití metylcelulózu



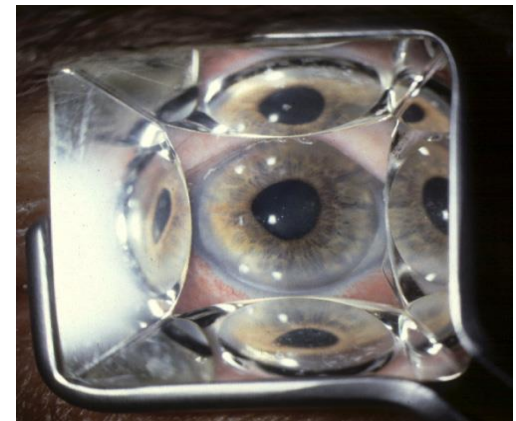
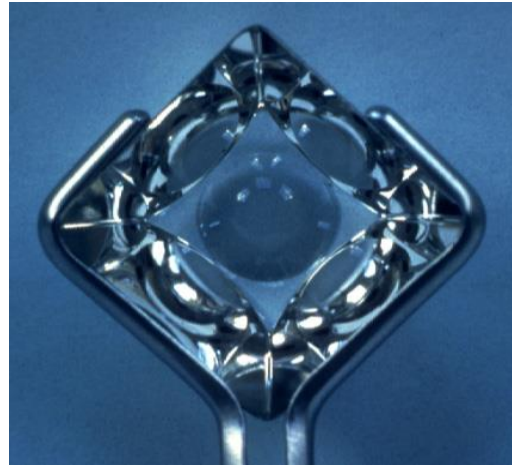
Přímá gonioskopická čočka umožňuje přímý pohled na duhovko-rohovkový úhel, v tomto případě není štěrbinová lampa potřeba a klienta je možné vyšetřovat například i vleže

- [1] *centrální* část poskytuje 30° ve svislém pohledu
- [2] *ekvatoriální* zrcadlo (největší a protáhle zformované) umožňuje pohled od 30° po ekvátor
- [3] *periferní* zrcadlo (středně velké) umožňuje pohled na oblast mezi ekvátorem a ora serrata [3]
- [4] *gonioskopické* zrcadlo (nejmenší) může být používáno pro pohled do oblasti extrémní periferie a pars plana. (Z toho je zjevné, že menší zrcadlo umožňuje detailnější pohled do periferie).



- při prohlížení vertikálního meridiánu, obraz je výškově převrácený, ale ne stranově jako u nepřímé oftalmoskopie
- při prohlížení horizontálního meridiánu je obraz stranově převrácený
- Sama o sobě zvětšuje obraz 0,93krát
- Goldmannova čočka poskytuje nejostřejší a nejpresnější obraz makuly

- Nepřímá gonioskopická čočka poskytuje obraz protilehlého úhlu a může být používána jen společně se štěrbinovou lampou
- Nepřímou gonioskopickou čočkou je i Zeissova čtyřzrcadlová čočka s dotykovou plochou přibližně 9,0 mm
- Tato zrcadla dovolí vyšetřit úhel v celém jeho obvodu





# Další příklady goniočoček



Sussman – 4 zrcadlová



Posnerovy čočky



Khaw gonio čočka



Pollack iridotomy



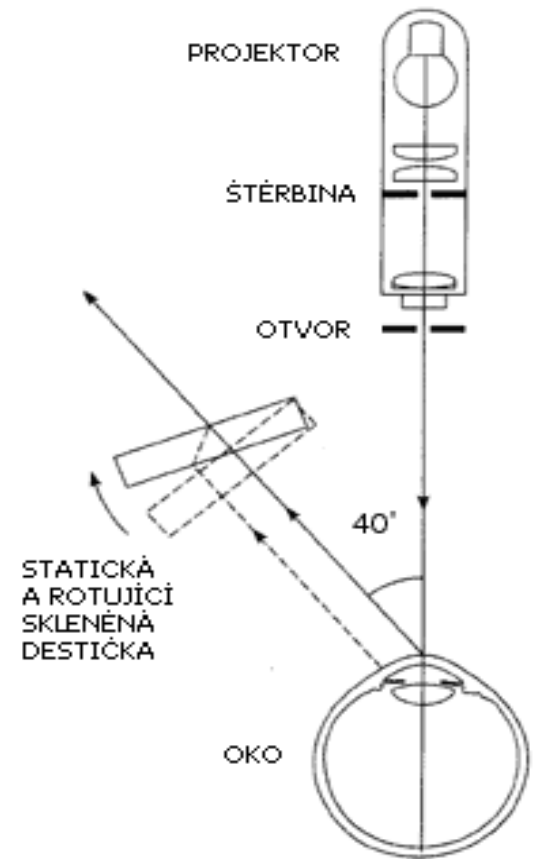
Ritch trabeculoplasty

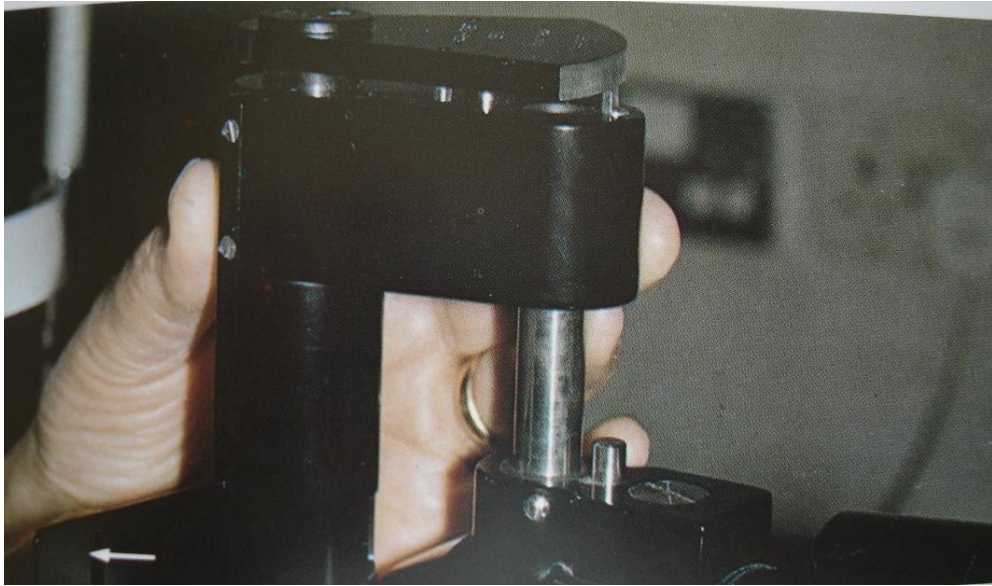


Osher surgical

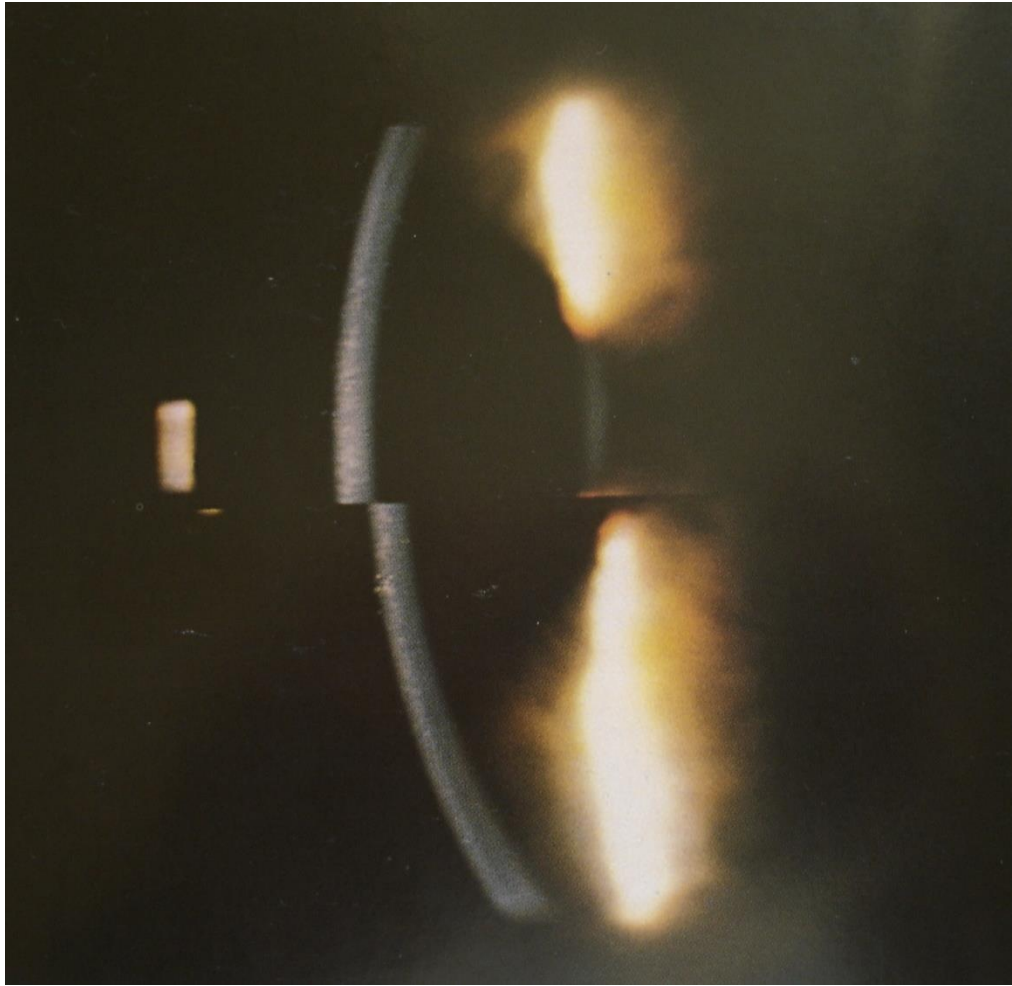
# Optický pachymetr

- je přídatné zařízení ke štěrbinové lampě, které lze využít pro **měření tloušťky rohovky** pomocí šikmého osvětlení
- skládá se ze dvou stejných, horizontálně umístěných **tubusů mikroskopu**, které jsou v konvergenčním úhlu  $40^\circ$
- paprsek prochází přes dvě skleněné destičky, jedna je statická a druhá otočná – vznikne tak **rozdíl** mezi **odraženými povrchy od epitelu a od endotelu rohovky**
- předozadním posunem se dospěje k přiřazení obrazů přední a zadní plochy (horní a dolní obraz)
- Tento optický odraz je zpracováván zrcadlovým principem uvedením do koincidence

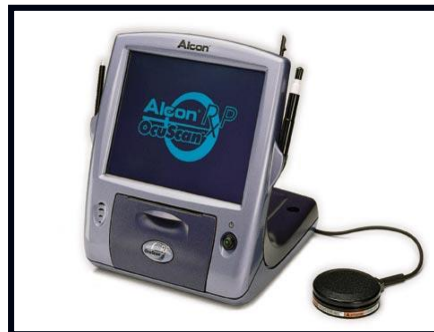








- **Kontaktní metoda** – ultrazvukový pachymetr – rychlé měření tloušťky rohovky
- měřicí sonda se dotýká anestetizované rohovky
- ultrazvukový impulz je vyslán krystalovým měničem snímací sondy, pak se odráží od přední i zadní plochy rohovky
- Vzniklé echo je přijímáno stejným měničem
- Výsledná tloušťka rohovky se získá výpočtem - **konverzí časového úseku** mezi **příjmem** echa odraženého od **přední** plochy rohovky a echa odraženého od **zadní** plochy rohovky



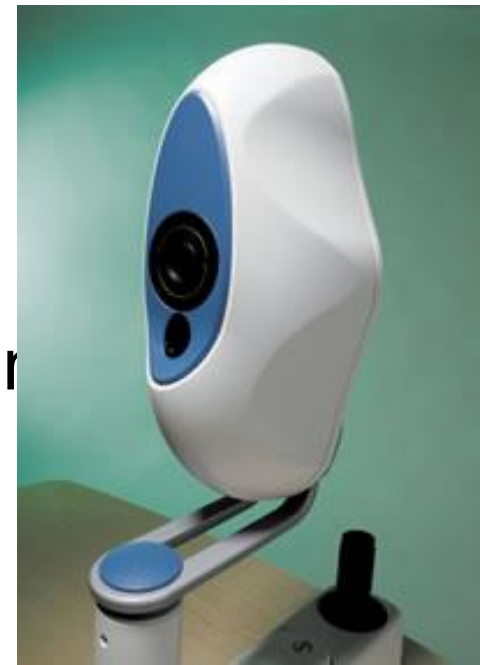
- sondu je třeba držet kolmo k povrchu oka
- tloušťku rohovky lze měřit v **libovolném** místě rohovky
- hodnoty jsou následně zobrazeny na LCD displeji a je možné je vytisknout
- vytištěný záznam se nazývá **echogram**
- přístroj umožňuje stanovit i hodnoty **nitroočního tlaku** s ohledem na biomechanické vlastnosti rohovkové tkáně



- **Bezkontaktní metody** – nedochází ke kontaktu s rohovkou, jsou zastoupeny metodami a technikami, jakými je např. OCT a Pachycam
- **PACHYCAM** - samostatný přístroj určený k měření tloušťky rohovky
- bezkontaktní pachymetr s vestavěným keratometrem

Výhody:

- technicky jednoduše ovladatelné
- není riziko přenosu infekce
- je snadno dosaženo centrální nastavení
- není potřeba lokální anestetikum





# VYŠETŘOVÁNÍ REFRAKČNÍCH VAD

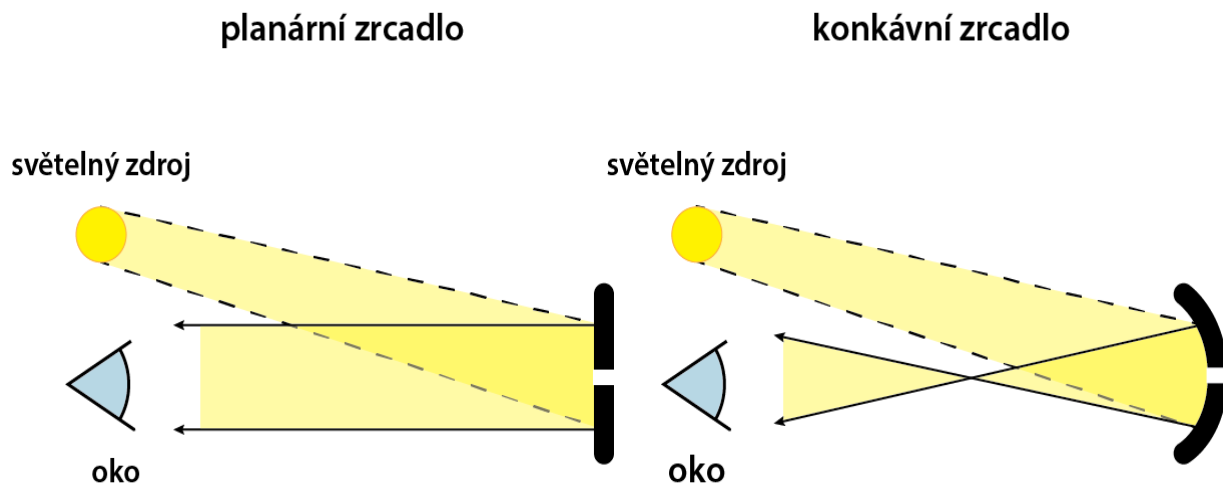
- Refrakční vady lze vyšetřit jednak metodami **objektivními**, jednak **subjektivními**
- **Objektivní** metody **nevyžadují** aktivní spolupráci vyšetřovaného a nekladou nároky na jeho inteligenci
- je nutné výsledky ověřit subjektivními metodami
- mezi objektivní metody zařazujeme v širším smyslu: skiaskopii, oftalmoskopii, refraktometrii, wavefront aberometrii, keratometrii, resp. topografii rohovky

- **Subjektivní** metody naopak vyžadují aktivní spolupráci vyšetřovaného a jeho adekvátní reakce
- kladou větší nároky na koncentraci pacienta, která může být dlouhým vyšetřováním narušena
- **vliv akomodace** - měření refrakce může být snadno zkresleno

# SKIASKOPIE a RETINOSKOPIE

- **Skiaskopie – pozorování stínů** dnes více rozšířená jako retinoskopie – vizualizace sítnice
- jednoduchá, poměrně přesná **objektivní metoda**, kterou lze najít daleký bod oka (neutrální bod)
- principem je posouzení směru pohybu stínu duhovky v červeném reflexu, vyvolaným skiaskopickým zrcátkem od externího zdroje
- statická – je vyšetřována z konstantní vzdálenosti (zpravidla na délku natažené paže, tedy cca 50 cm)
- labilní – není dodržována stálá vyšetřovací vzdálenost
- Vyšetření je vhodné provádět v zatemněné místnosti

- **Skiaskopické zrcátko** bývá nejčastěji planární s malým otvůrkem uprostřed
- konkávní zrcátko - jdou fenomény ve vyšetřovaném oku opačným směrem







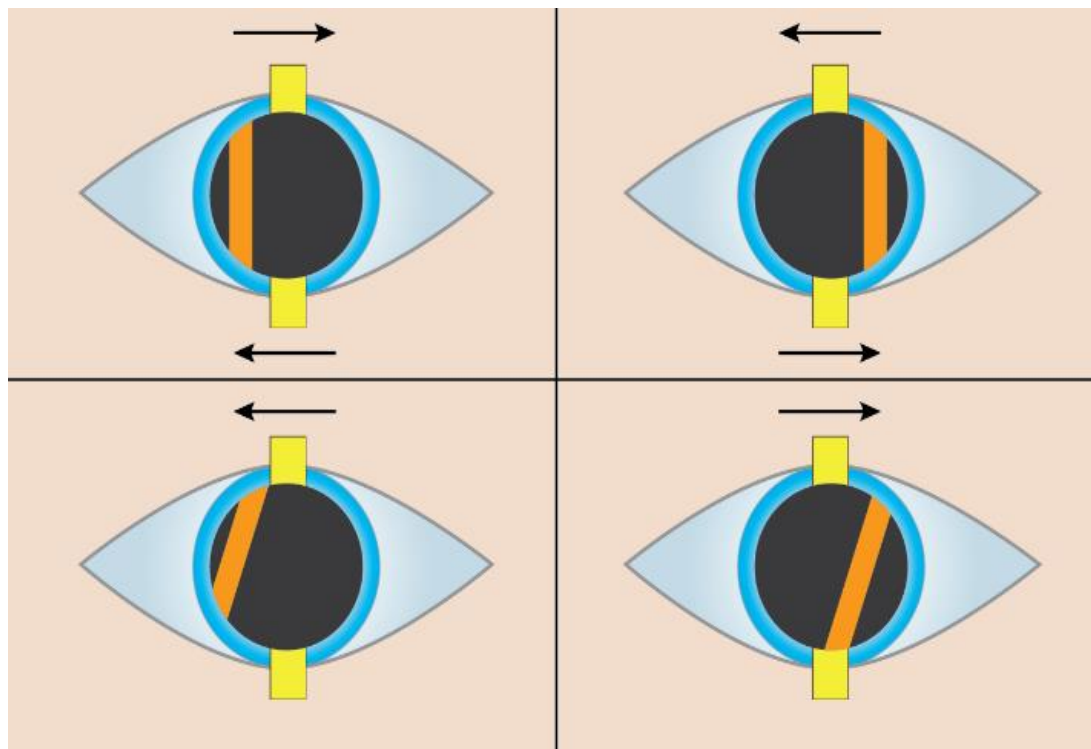
- **Retinoskopie** - obdoba skiaskopie a zlepšuje **zobrazení červeného reflexu**
- Retinoskop (pásový retinoskop) je jednoduchý přístroj složený z rukojeti se zdrojem světla a pozorovací části, pro sledování retinoskopických stavů
- vyhodnocuje pohyb červeného reflexu sítnice
- svazkem ve tvaru pásu je možné též otáčet
- uvolnit případnou akomodaci - nekonečno

- **Osvětlovací svazek** paprsků prochází ze zdroje přes **kondenzorovou čočku a dělič paprsků** (polopropustné zrcadlo)
- Podle typu zařízení může být svazek osvětlovacích paprsků kruhového průřezu – u bodového retinoskopu, nebo ve tvaru pruhu (štěrbiny) – pásový retinoskop, který je nejvíce využíván při zjišťování **astigmatismu**, protože lze pruh natáčet do požadovaných směrů
- Ten je pozorován otvorem v hlavě retinoskopu
- V případě, že se červený reflex pohybuje souhlasně s pohybem retinoskopu, jedná se o hypermetropii nebo emetropii nebo nízkou myopii
- V případě pohybu reflexu **proti směru** otáčení se jedná o **myopii**

Protisměrný pohyb  
červeného reflexu:

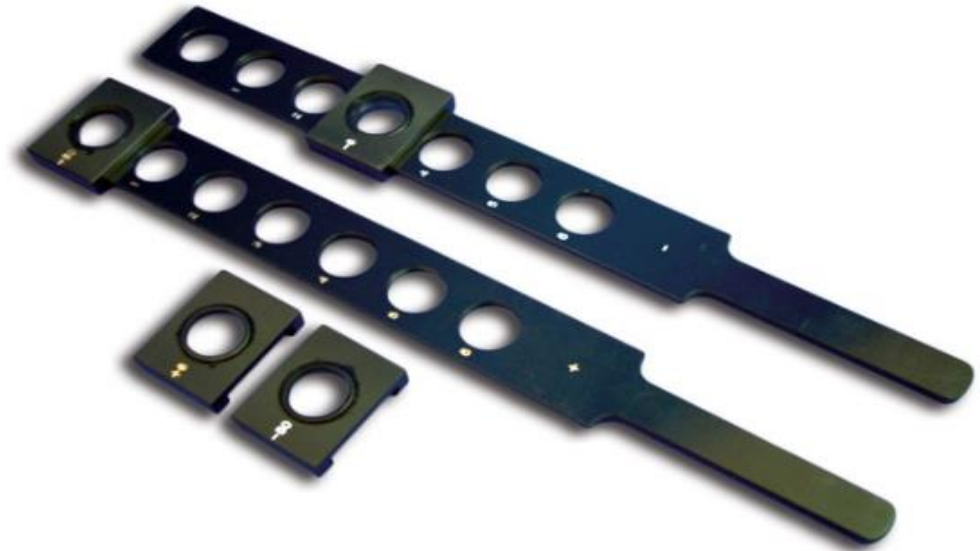
a) u myopie

b) u astigmatizmu



# SKIASKOPICKÉ LIŠTY

- Skiaskopické - při skiaskopii, příp. retinoskopii
- Lišta - dřevěná, spíše už plastová, v ní **vsazené sférické čočky** – spojně nebo rozptylně v hodnotách od  $\pm 1,0$  D do  $\pm 10,0$  D, navíc i s posuvným jezdcem, který má dvě čočky:  $\pm 0,5$  D a  $\pm 10,0$  D



# PRIZMATICKÉ LIŠTY

- využívány při diagnostice fórii a tropií, zjišťování rezervy fúze a nácviku konvergenčně-akomodačních mechanismů
- v plastovém provedení jsou pak s bázemi orientovanými buď horizontálně, nebo vertikálně
- lze je před oko předkládat s bází nahoru nebo dolů, případně s bází orientovanou nazálně nebo temporálně





# OPTOMETR



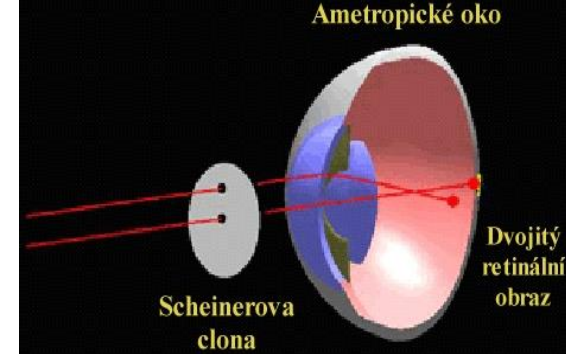
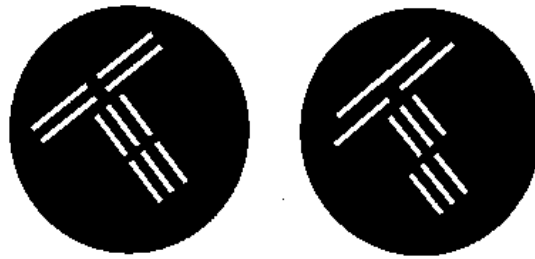
- Optometr je jednoduchá, dnes již **historická** pomůcka
- základem je **vodící lišta se stupnicí**, ke které je kolmo připevněna **rukojeť**
- nad ní je umístěna **oftalmoskopická** (Badalova) **čočka +10,0 D** a na samostatném jezdcí dále od obličeje pak **testová značka**, kterou je možné vyměňovat
- ta se nachází v předmětové rovině této oftalmoskopické čočky

- Měření si řídí **sám vyšetřovaný**, který subjektivně určuje **refrakční stav** svého oka posunem testové značky do pozice, kdy ji vidí ostře
- obraz testové značky vytvořený přes oftalmoskopickou čočku se dostane do **dalekého bodu** vyšetřovaného oka
- testovou značkou se posunuje z nejvzdálenější pozice na liště **směrem k oku**
- princip zařízení vychází z metody **nepřímé oftalmoskopie** a uplatňuje se v **konstrukcích** mnoha dalších oftalmologických přístrojů

# AUTOREFRAKTOMETRY

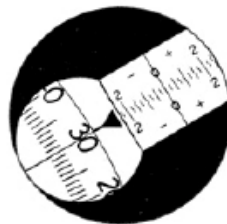
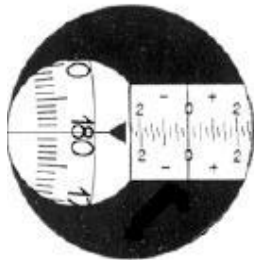
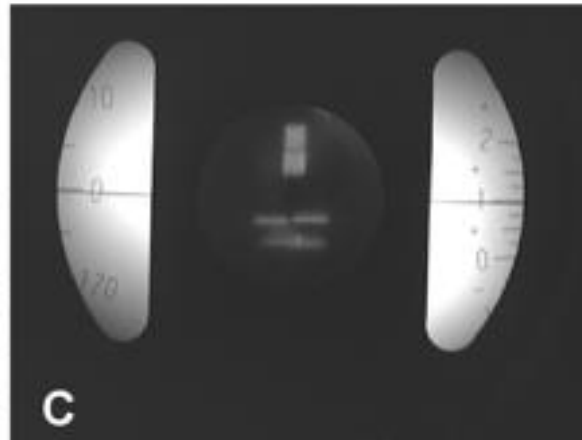
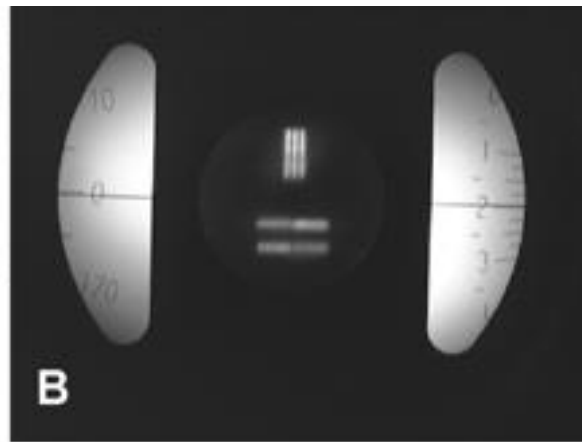


- = **objektivní automatické refraktometry** využívají dva druhy optických systémů
- **osvětlovací systém**, který přes clonu osvětluje fundus klientova oka a **detekčně pozorovací systém**
- osvětlovací a pozorovací svazky jsou od sebe odděleny pomocí děliče svazků světla nebo polarizátorů
- eliminovány různé rušivé odlesky od optických komponentů, docházelo k chybám v měření



- Historie: první oční manuální refraktometr **Hartingerův koincidenční refraktometr**
- jednalo se o **objektivně-subjektivní metodu** měření, založenou na zhodnocení koincidenční zrakové ostrosti vyšetřovaného
- posouzení **testových** značek přístroje
- sférická ametropie - dvojice „dvojúseček“
- astigmatismus - dvojice „trojúseček“
- využíval Scheinerův pokus
- hodnoty refrakce odečítat přímo v dioptriích
- vedle okuláru je průzor s TABO schématem - pro stanovení orientace hlavních řezů astigmatismu ve stupních







- Automatické refraktometry (autorefraktometry) se liší podle **typu měřicí metody**, kterou využívají a také podle designu
- Všechny využívají **infračervené záření** (rozsah vlnových délek 800 nm až 950 nm)
- odrazivost fundu v infračerveném světle je asi 10x vyšší než ve viditelné oblasti spektra
- díky větším vlnovým délkám, které klienta neoslní, **nejsou aktivovány** reflexy, jakými jsou např. pupilární, resp. akomodační
- **cílem je určit refrakční stav oka** v oblasti viditelného záření, ne infračerveného



# metody ARM

- Přímá metoda využívá k analýze kontrast a tvar obrazu
- metodu je možné přirovnat k autofokusaci u kamerových systémů, kdy je řídicí signál vypočten z dat, které vychází z pozice testové značky
- v přístroji je Badalova čočka, jejíž ohnisko leží v uzlovém bodu oka, což je shodné uspořádání klasického optometru



- - Scheinerova metoda je založena na principu dvou periferních úzkých svazků paprsků, které prochází přes dva otvory v dírkové cloně - Scheinerova clona
- u **emetropického** oka dopadnou úzké svazky paprsků **přímo na sítnici** a vyvolají reflex fundu
- u **myopického** oka se setkají **před sítnicí** a u hypermetropického za sítnicí
- = ametropie - dva rozostřené reflexy, kdy jednotlivé svazky paprsků jsou střídavě zakrývány
- jestliže jsou otvory v Scheinerově disku střídavě zakrývány, zmizí u myopie vždy reflex fundu na opačné straně, u hypermetropie pak na stejné straně
- to znamená, že spodní reflex zmizí, když je blokován horní otvor clony a naopak
- linie mezi oběma otvory v cloně určují směr měřeného meridiánu.

- LED diody vytváří na sítnici **světelné body**, ty se pak **odrážejí** přes **dělič svazku** paprsků a oftalmoskopický subsystém na čtyři kvadrantové fotodetektory
- pro dosažení koincidence obou paprsků je poté potřeba posunout testovou značku podél optické osy
- po jejím zaostření je signál zaznamenán a posléze vyhodnocen

- metoda s odklonem svazku paprsků - je zajištěna **nejvyšší možná hloubka pole** fundu pomocí sekundárního bodového zdroje, které je **nezávislé** na refrakčním stavu oka
- světlo odražené od sítnice je **lomeno** refrakčními optickými prostředími (u emetropie paralelně, u myopie konvergentně, u hypermetropie divergentně)
- Scheinerova clona propustí **jen dva paprsky**
- oftalmoskopická čočka lomí oba paprsky do **obrazové roviny**, které jsou pak promítnuty na CCD **fotodetektor**
- podle **vzdálenosti** neostrých obrazů sítnice jsou zaznamenána výsledná data
- Proti klasické Scheinerově metodě se tady neměří horizontální posun, který je potřeba v případě koincidence



- Metoda srovnání velikosti obrazů využívá posouzení velikosti obrazů
- čočka optometru není v koincidenci s uzlovými body oka, ale s předmětovým ohniskem
- testová značka je ostře zobrazena na fundus a v případě refrakční vady se změní její **velikost**
- velikost získaného obrazu je nezávislá na osově pozici detekčního zařízení

- Metoda stínů - využívá speciální clonu, která hraje důležitou roli v chodu paprsků z infračerveného zdroje světla
- vytvořený obraz je pomocí oftalmoskopické čočky posunut do **roviny stínu clony** a ohnisko této čočky se tak nachází v rovině zornice oka
- Podle toho dopadne ostrý obraz na detektor, přičemž stín clony se nachází v **dalekém bodě** klientova oka
- stín clony se může pohybovat ve směru optické osy a je vytvořen ze čtyř hranolů, uspořádaných do párů
- tyto typy přístrojů umožňují měřit **jen sférické ametropie**
- pro zjištění astigmatizmu je nutné do soustavy přidat tórické čočky, které budou zároveň měřit i velikost cylindrické složky

- Metoda retinoskopie – princip shodný s klasickou manuální retinoskopií
- Výpočet hodnot refrakce je závislý na **rychlosti pohybu sítnicového reflexu**
- u většiny **dnes** používaných autorefraktometrů
- součástí přístroje je **prstenec se štěrbinami**, uprostřed něhož se nachází zdroj světla (infračervená LED), který je zobrazen pomocí oftalmoskopické čočky do předmětového ohniska klientova oka a dopadá tedy přímo na sítnici, kde vytvoří reflex

- rychlost a směr pohybujícího se reflexu sítnice lze pozorovat v rovině zornice a po dopadu na čtyřkvadrantový fotodetektor je zjištěna hodnota **refrakčního stavu oka**
- V případě astigmatizmu se červený reflex pohybuje v rovině zornice **šikmým směrem**

