

# Glaukom

**Vyšetřovací metody,  
klasifikace a terapie**

**Oční klinika LF MU a FN Brno**

**Přednosta: doc. MUDr. Oldřich Chrapek,  
Ph.D.**



# Definice

Glaukom je multifaktoriální, irreverzibilní a progresivní optická neuropatie, pro kterou je charakteristická získaná ztráta gangliových buněk sítnice a atrofie optického nervu. Následkem jsou defekty v zorném poli.

Většinou je provázený zvýšeným nitroočním tlakem.



# Rizikové faktory pro vznik glaukomu

- **Nitrooční tlak**
- **Věk**
- **Rasa**
- **Pohlaví**
- **Krátkozrakost a dalekozrakost**
- **Oběhové poruchy**
- **Diabetes mellitus**



# Nitrooční tlak - hodnoty

**Norma** – rozmezí mezi **9 až 20 mmHg**, střední tlak kolem 15mmHg

V rámci normy velká variabilita mezi jedinci, a i u jednoho jedince není hodnota během 24 hodin stálá ( u glaukomatika ↑ kolísání )

!!! NT < 20mmHg neznamena, ze nemuze vzniknout glauk. poškození, NT > 21mmHg ≠ vzdy glaukom !!!



# Cirkulace komorové tekutiny

- **Tvorba**

Aktivní proces - sekrece z buněk sekrečního epitelu, pokrývajícího výběžky řasnatého tělesa.

- **Proudění**

Zadní komora – zornice – přední komora

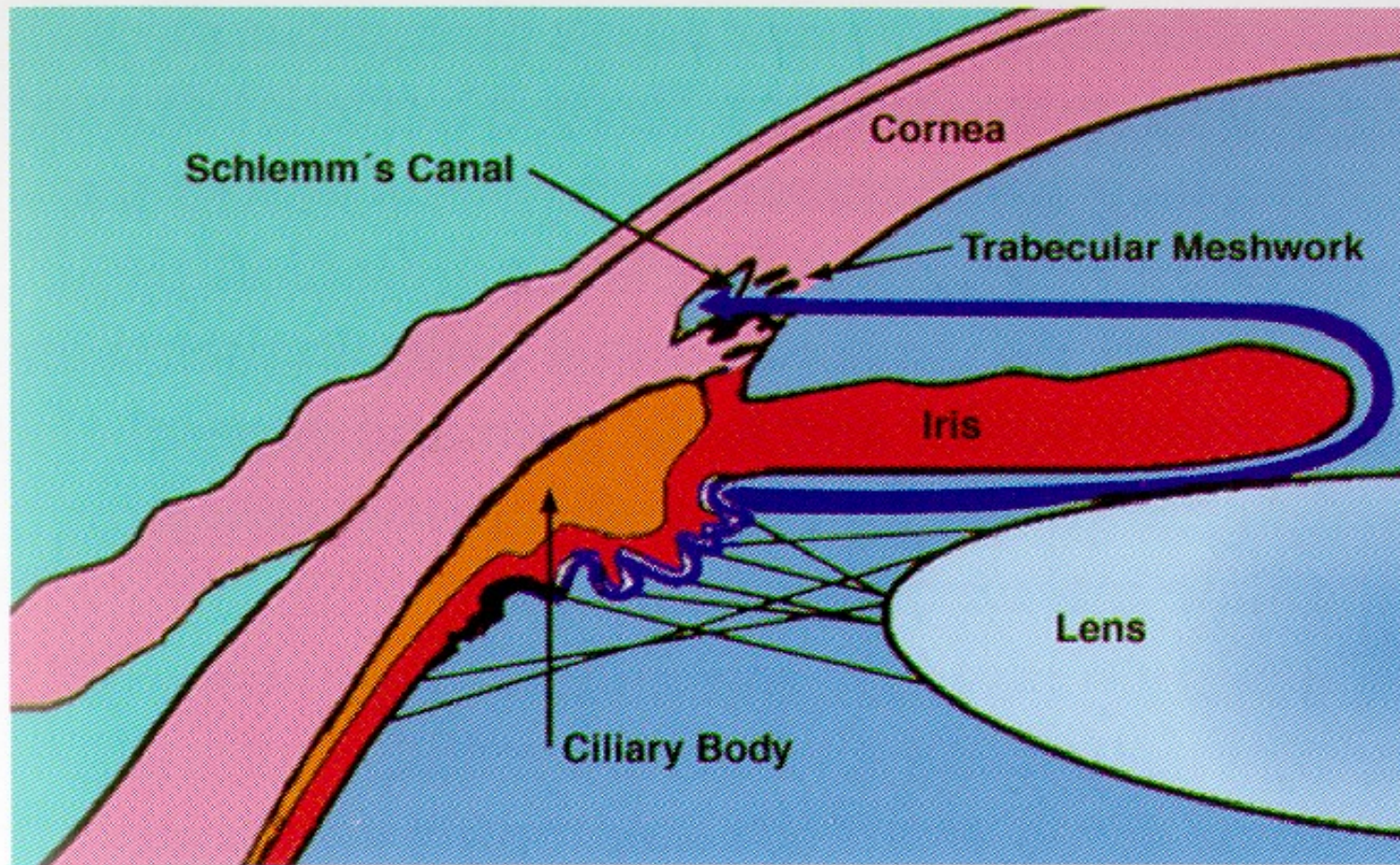
- **Odtok**

- ✓ Komorový úhel (trabekulární síťovina) – Schlemmův kanál – episklerální žíly
- ✓ Intersticiálním prostorem iris a řasnatého tělesa pod skléru = uveosklerální odtok (10%)
- ✓ Přímá resorbce krevními cévami cévnatky



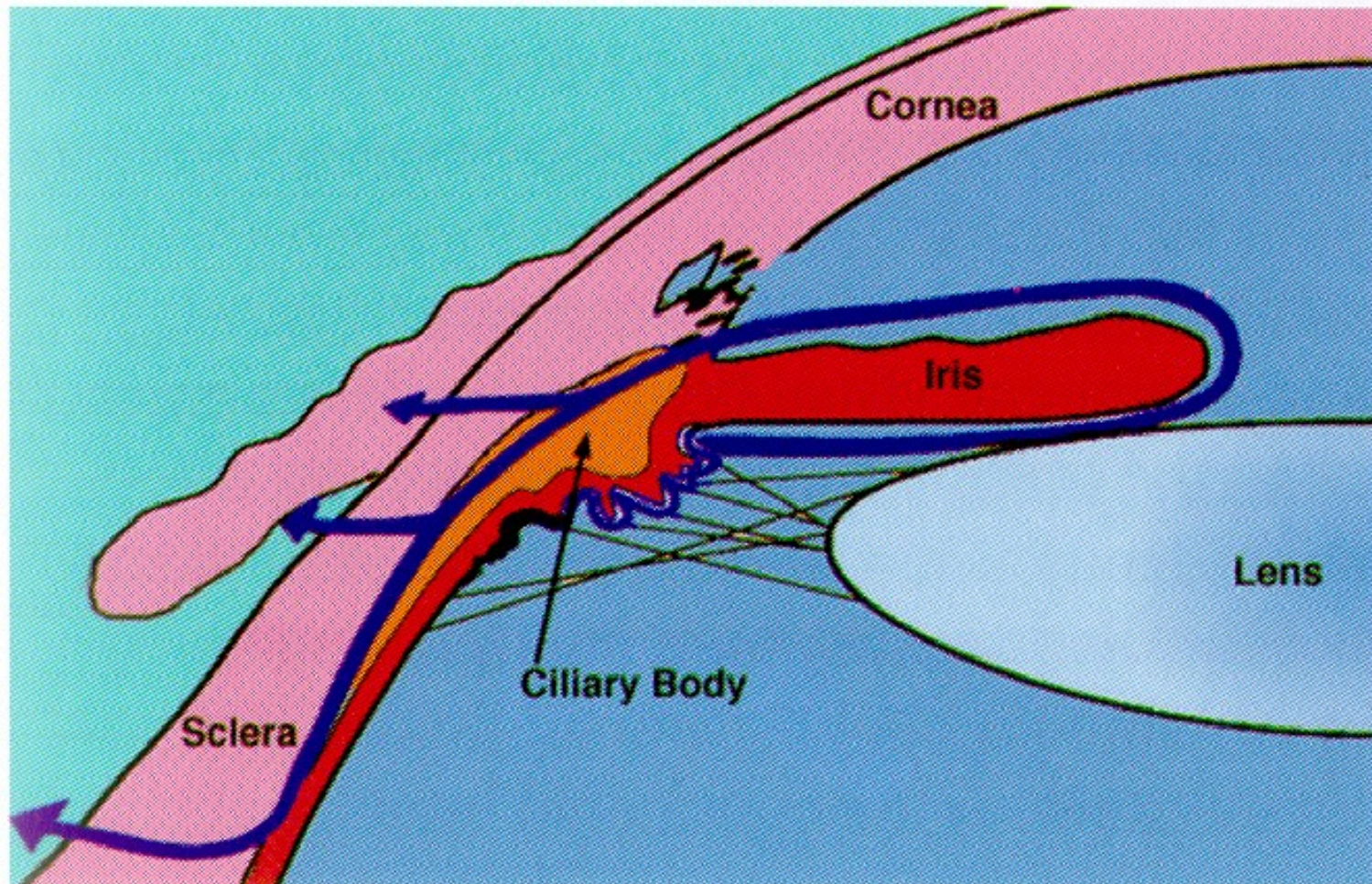


# Odtok přes trámčinu komorového úhlu (trabekulární síťovinu)





## Uveo - sklerální odtok



# I. Diagnostika glaukomu

- Rutinní oční vyšetření
- Měření nitroočního tlaku
- Vyšetření komorového úhlu
- Hodnocení terče zrakového nervu (oftalmoskopicky, fotografie, OCT, HRT)
- Vyšetření zorného pole
- (Určení oční perfúze, speciální vyšetření)





# 1. Měření nitroočního tlaku - tonometrie

- **Kontaktní metody**
  - ✓ **Schiötzův tonometr**
  - ✓ **Goldmannova aplanační tonometrie**
  - ✓ **Dynamická konturní tonometrie**
  
- **Bezkontaktní metody**
  - ✓ **Bezkontaktní tonometr**



# Schiötzův tonometr

- **Impresní tonometrie**

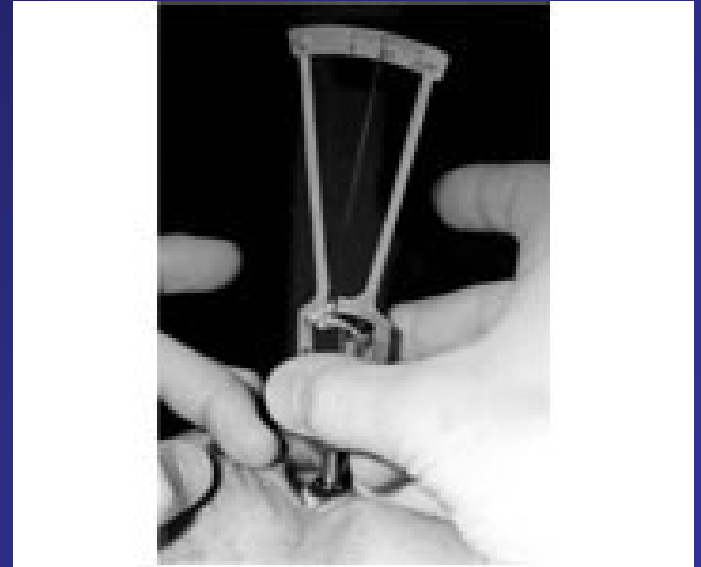
Měříme, jak dalece se prohne rohovka tlakem volně pohyblivé tyčinky tonometru zatížené závažím (5,5 - 7,5 -10g). Vklonutí tyčinky se přenáší na stupnici v dílcích. Kalibrace stupnice je provedena tak, že každý dílek odpovídá prohloubení rohovky o 0,05 mm. Hodnota dílků na stupnici odpovídá dle nomogramů určité hodnotě NT v mmHg.

**Nevýhody** – nutnost anestézie rohovky, měření zatíženo chybou špatného postavení oka či přiložení přístroje na rohovku, tlak na oko vlastní vahou přístroje možnost přenosu infekce

Zápis hodnot: NT OD 8/7,5 OS 7/7,5



# Schiëtzova tonometrie



# Goldmannův aplanační tonometr

- **Aplanační tonometrie**

NT je měřen přímo jako síla potřebná k oploštění (aplanaci) rohovky o průměru 3,06 mm.

Na ŠL je připojeno zařízení s plastovým cylindrem, přes který se díváme na oko. Na povrch oka nakapáno barvivo fluorescein a místo bílého světla ŠL používáme modrý kobaltový filtr. Při lehkém dotyku cylindru vidíme v binokuláru ŠL v modrém poli dva horizontální polokruhy (je to tím, že do plastového cylindru je vložen dvojhranol). Na ŠL je pomocný šroub, kterým lze otáčet (tím více či méně aplanovat rohovku).





# Goldmannův aplanační tonometr

- **Aplanační tonometrie**

Hodnotu NT odečteme přímo ze stupnice na šroubu v okamžiku, kdy dosáhneme polohy obou půlkruhů tak, že konec jednoho půlkruhu navazuje na začátek druhého (vytvořila se jakási sinusoida). Odečtený NT je přímo v mmHg.

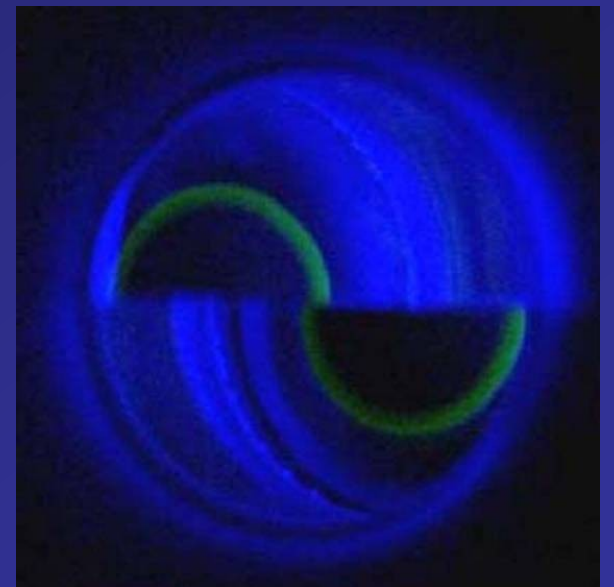
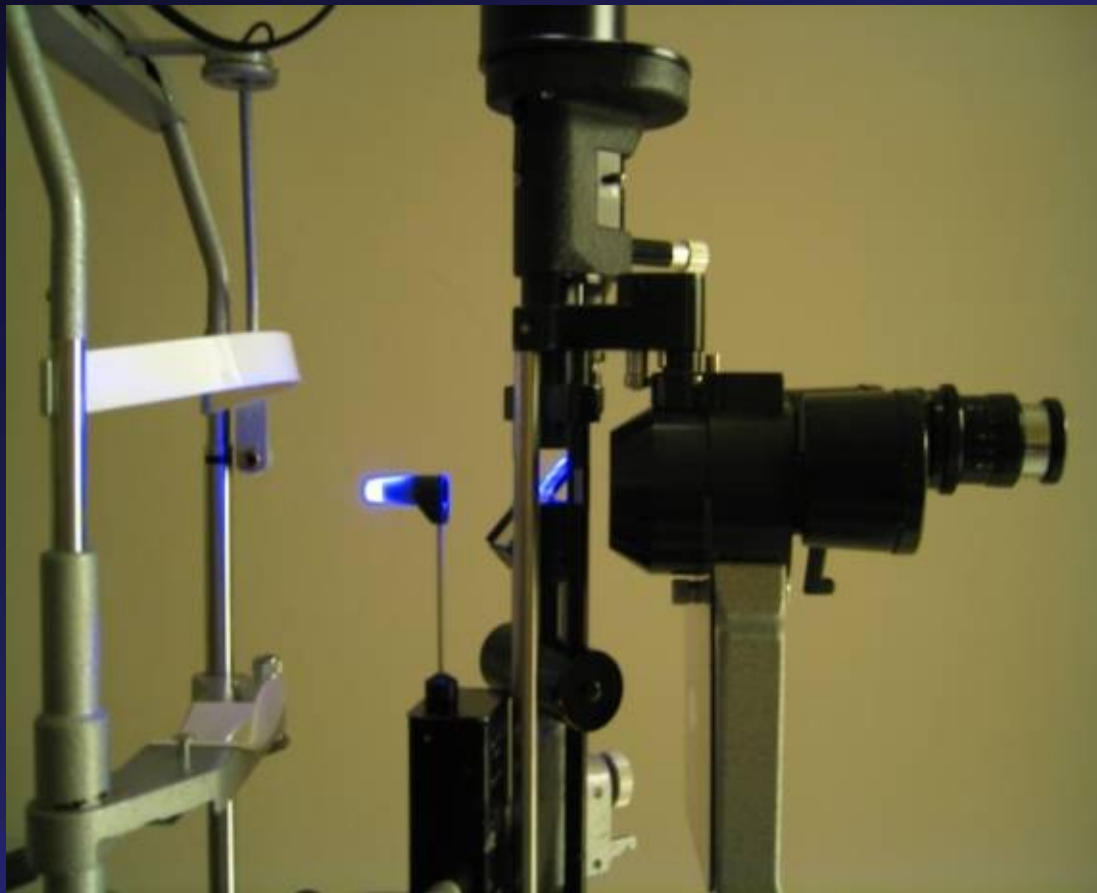
**Nevýhoda** – nutnost anestetizovat rohovku, barvit fluoresceinem, možnost přenosu infekce

**Výhoda** – odpadá chyba z vlastní tíhy přístroje a jeho chybného přiložení

Zápis hodnot: AT OD 18mmHg OS 16mmHg



# Goldmannův aplanační tonometr



# Bezkontaktní tonometr

Přístroj oplošťuje rohovku proudem vzduchu. Optický přijímač zjistí, kdy a jak rychle se rohovka oploštila do předem určené roviny. Zařízení potom převede dobu nutnou k aplanaci na mmHg

**Nevýhody** – nepřesnost měření (falešně pozitivní či negativní hodnoty)

**Výhoda** – není dotyk rohovky = není nutno aplikovat anestetikum, nehrozí riziko přenosu infekce

Zápis hodnot: NCT OD 19mmHg OS 17mmHg



## 2. Vyšetření komorového úhlu gonioskopie

### Význam gonioskopie

- ✓ Klasifikace glaukomu (otevřený vs. zavřený úhel)
- ✓ Posouzení anatomických poměrů v úhlu

### Provedení gonioskopie

Třízrcadlová kontaktní čočka dle Goldmanna (rozptylka o hodnotě -40 Dpt, kolem centrální oblasti čočky jsou 3 zrcátka o různém sklonu).

Zrcátko o největším sklonu -  $73^\circ$  se používá k vyšetření úhlu. V úhlu lze hodnotit:

Šíři úhlu, srůsty, novotvořené cévy, krev, zánětlivé a pigmentové usazeniny, traumatické změny, CNT





# Gonioskopie



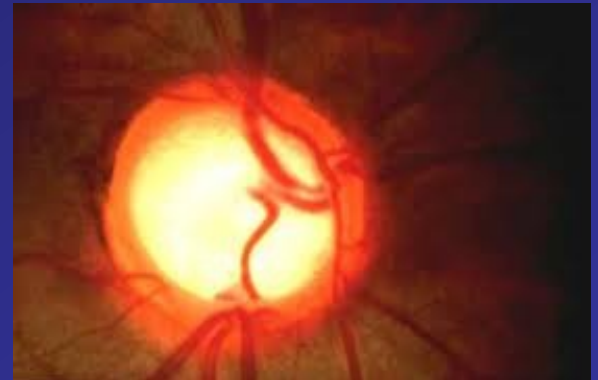
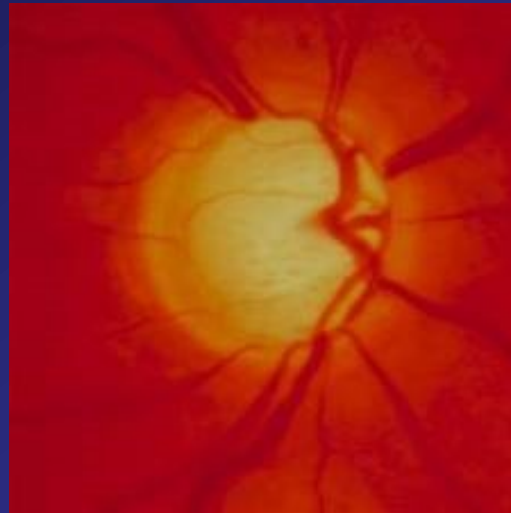
# 3. Hodnocení terče zřakového nervu

- **Oftalmoskopie** – poměr velikost papily k její exkavaci (poměr C/D), přehyb cév, peripapilární atrofie
- **Dokumentace papily a vrstvy nervových vláken:**
  - ✓ Fotografie terče
  - ✓ HRT
  - ✓ OCT



# Hodnocení terče zřakového nervu

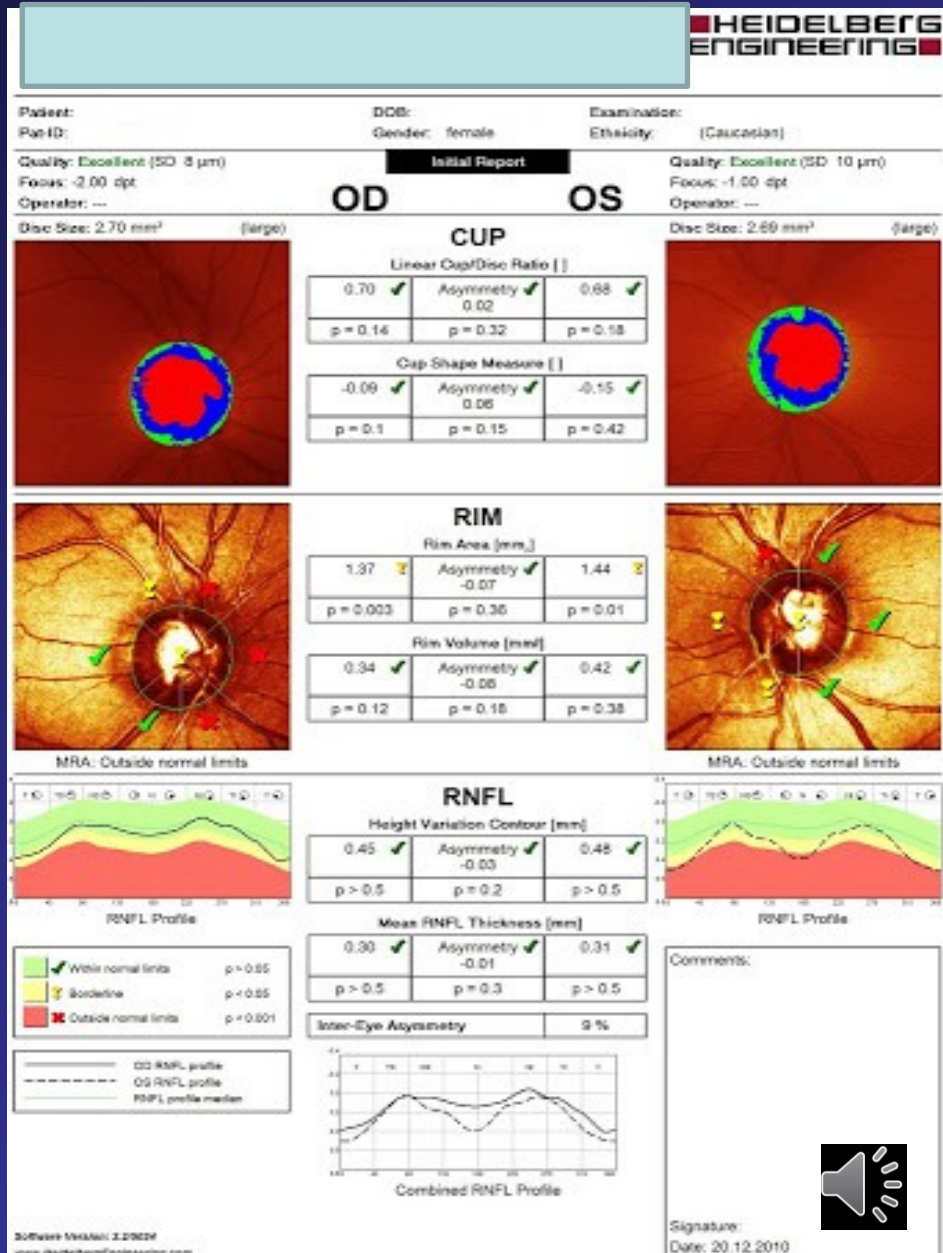
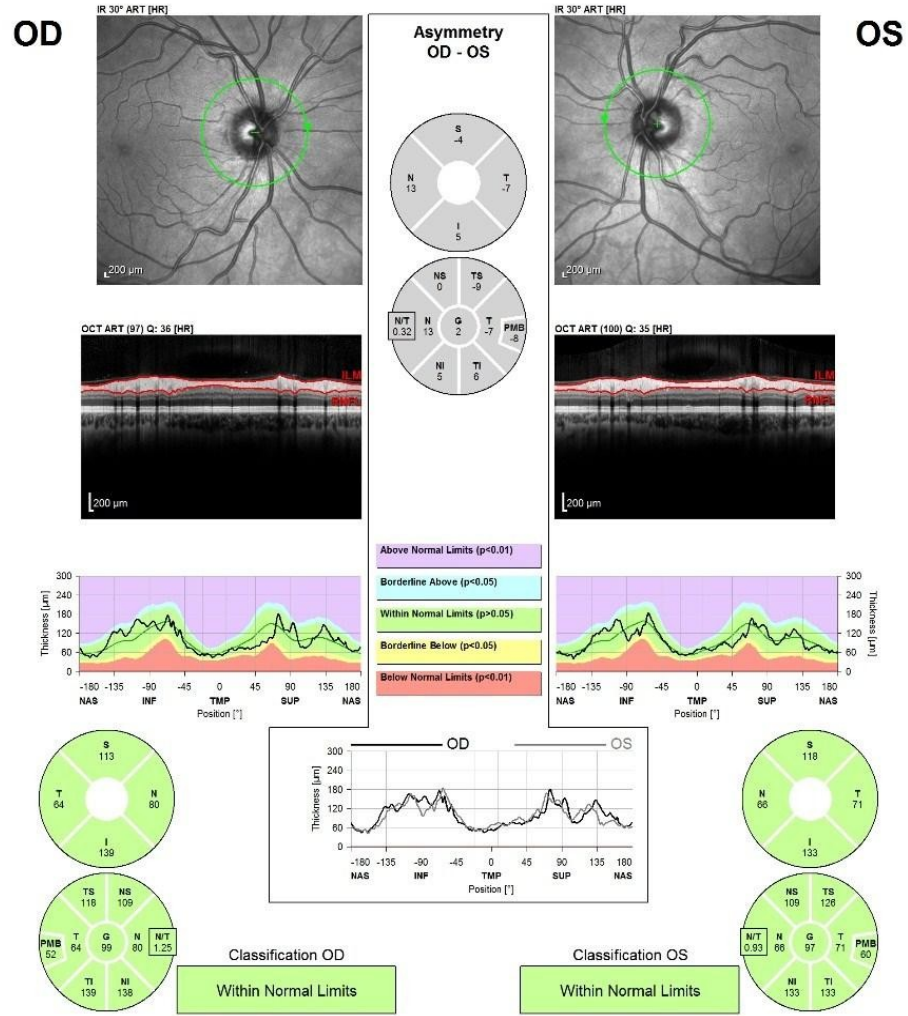
- hodnotíme velikost a její poměr k jamce (čím širší a hlubší jamka, tím výraznější postižení glaukomem), dále barvu hlavy zřakové nervu, uspořádání cév



# OCT RNFL

# HRT

Patient ID: --- Exam.: 24.10.2012  
Diagnosis: --- Comment: ---



**Comments:**

Signature: \_\_\_\_\_ Date: 20.12.2010

Notes: \_\_\_\_\_  
Date: 9.11.2015 Signature: \_\_\_\_\_  
Software Version: 5.8.3 www.HeidelbergEngineering.com Axonal Single Exam Report OU with FdDi™





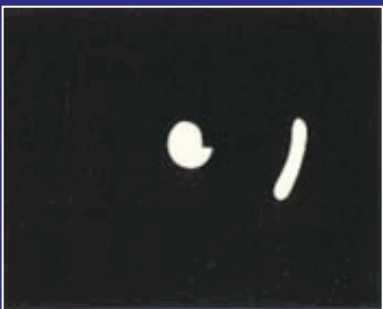
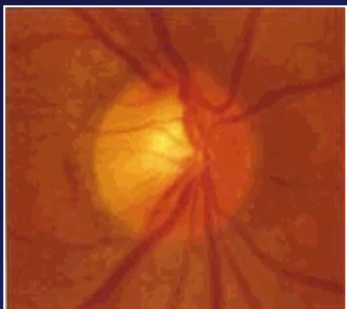
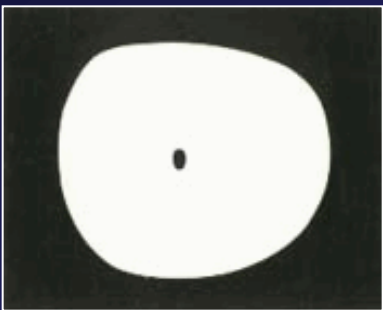
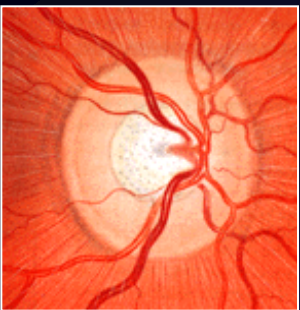
# 4. Vyšetření zorného pole perimetrie

Princip perimetr:

Vyšetřovaným okem fixujeme centrální bod na pozadí slabě osvětlené bílé polokoule o průměru 33 cm.

1. **Kinetická perimetrie** – na pozadí polokoule se z periferie k centru pohybuje světelná značka. První okamžik detekce značky pacient označí „slovně“
2. **Statická (počítačová) perimetrie** – na pozadí se v různých místech projikují světelné značky o různé velikosti a intenzitě. Pacient detekci značky označí zmáčknutím „tlačítka“. Počítač odpovědi zpracuje do mapy o různé škále šedi.





PROGRESSE  
GLAUKOMU



# Vyšetření zorného pole perimetrie

**Kinetická perimetrie** – hrubá, orientační, slouží spíše ke **kvantitativnímu** zhodnocení stavu zorného pole (rozsah a hrubé defekty uvnitř)

**Statická perimetrie** – detailní, vypovídá nejen o kvantitě (rozsahu) zorného pole, ale zejména o jeho **kvalitě**. Vymapuje nejen absolutní skotomy, ale i místa relativních skotomů = snížené senzitivity vůči světelnému impulsu.

**Nevýhoda statické perimetrie** – první vyšetření může vykazovat falešně pozitivní hodnoty (než pacient pochopí o co vůbec při vyšetření jde). U některých pacientů (neprůhledná opt. média a nespolupracující pacient) nelze provést



## II. Klasifikace glaukomu

1. Kongenitální glaukom
2. Infantilní glaukom
3. Juvenilní glaukom
4. Primární glaukom s otevřeným úhlem
5. Primární glaukom s uzavřeným úhlem
6. Sekundární glaukom





# 1. Primární glaukom uzavřeného úhlu - dělení

- a) Akutní
- b) Intermitentní
- c) Chronický



# a) Akutní glaukom s uzavřeným úhlem

- **Pupilární blok**

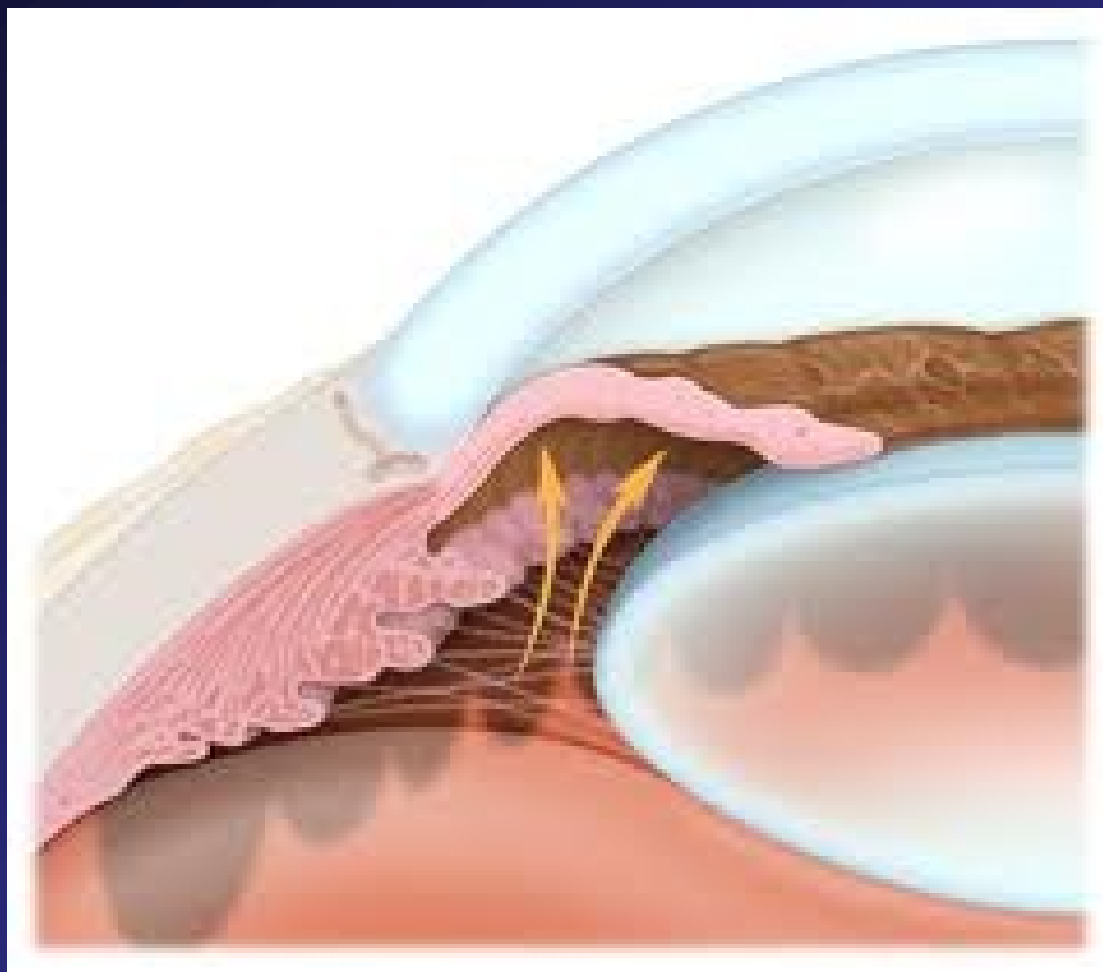
**Predispozice** – koincidence úzkého úhlu a dalekozrakosti, s přibývajícím věkem zvětšení objemu čočky procesem stárnutí

**Vznik akutního glaukomového záchvatu** – kořen iris zcela překryje komorový úhel, odtok se zcela uzavře, v oku akutně narůstá NT

**Vyvolávající momenty** – rozšíření zornice, emoční stres, šok, spánek



# Pupilární blok



# Příznaky akutního záchvatu

**Subjektivní:** akutní bolest oka, projikující se do okolních kostí, někdy až celé poloviny hlavy na postižené straně (hemikranie). Bolest nesnesitelná, provázena alterací celkového stavu – nausea, zvracení (pozor na mylnou diagnózu NPB!!!). Zamlžené vidění, barevné kruhy kolem světla

**Objektivní:** Pokles zrakové ostrosti z edému epitelu rohovky způsobeném  $\uparrow$  NT, překrvení oka – smíšená injekce, edém epitelu rohovky, mělká až vymizelá přední komora, iris prosáklá, zornice ve střední mydriáze, červ. refl. slabě výb. pro netransp. rohovku

NT OD 0/7,5.....AT OD > 60 mmHg



# Mělká přední komora u hypermetropie a akutní glaukomový záchvat





# Terapie akutního glaukomu s uzavřeným úhlem

Terapie lokální:

MIOTIKA – Pilocarpin gtt 1-2% 3x/hod (obvykle jen přechodně)  
+ další ANTIGLAUKOMATIKA (beta-blokátory, alfa-agonisté)

Terapie celková:

- Osmoticky působící látky – Manitol i.v.
- Acetazolamid (Diluran tbl)
- analgetika, antiemetika

Terapie laserová

- po odeznění záchvatu a projasnění rohovky **LASEROVÁ IRIDOTOMIE**



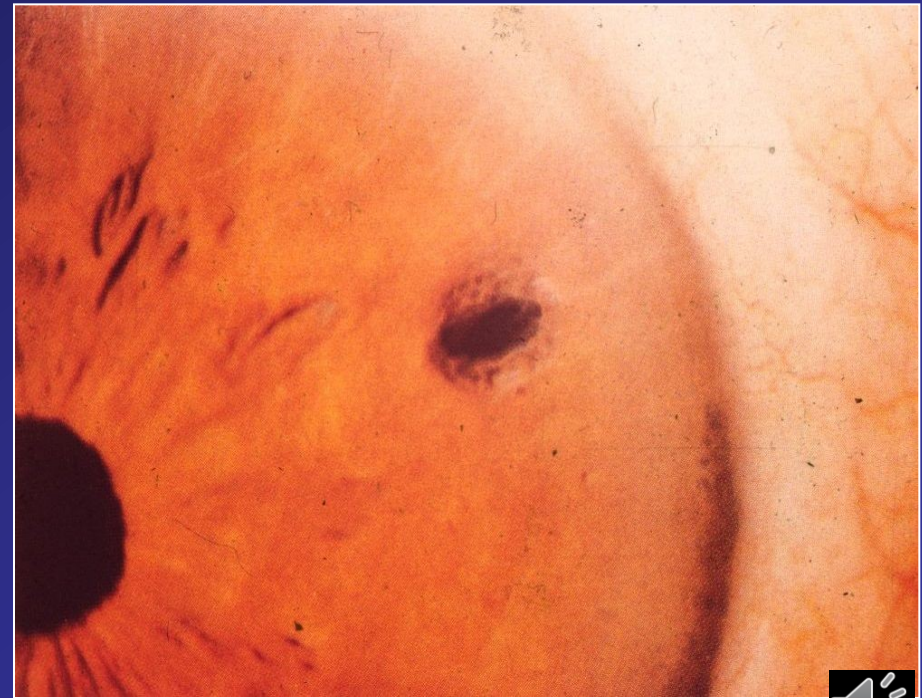
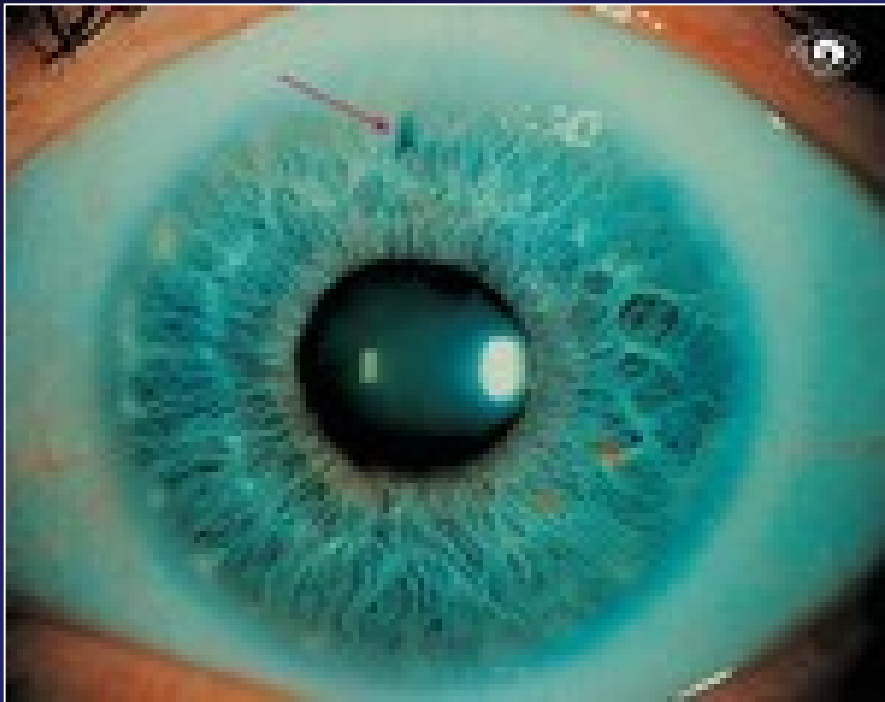
- **Laserová iridotomie** – při jakékoli poruše transpupilárního toku komorové tekutiny vzniká rozdíl mezi zadní a přední komorou. Iridotomie (drobný otvor v duhovce laserem) napomáhá vyrovnání tlaků mezi oběma komorami tím, že část tekutiny může proudit do PK nejen zornicí, ale i tímto laserovým otvorem v iris.

**Indikace:** PGÚÚ po zvládnutí akutního glaukomového záchvatu, plateau iris syndrom

**Provedení:** Fotodisrupční laser Nd YAG vlnová délka 1064 nm



- **Laserová iridotomie – i jako prevence vzniku glaukomového záchvatu**



## **b) Intermittentní glaukom s uzavřeným úhlem**

**Komorový úhel není zcela uzavřen v celém rozsahu 360° a nárůst NT není tak extrémní a netrvá dlouho. Po určité době se částečně uzavřený úhel otevře spontánně a subjektivní potíže z přechodně vyššího NT (tupá bolest očí nebo v okolí, bolest hlavy) ustoupí. Ataky se ale intermitentně opakují = poškození trabekula, vznik srůstů mezi iris a rohovkou či sklerou v oblasti komorového úhlu (goniosynechií).**

**Terapie: LI nebo extrakce čočky**



## **c) Chronický glaukom s uzavřeným úhlem**

**Trvalé zvýšení NT na základě uzavření komorového úhlu goniosynechiemi.**

**Přední komora je mělká, někdy stav vyústí až do akutního glaukomového záchvatu, někdy se záchvat nedostaví nikdy a asymptomatický průběh pro pacienta (oko není červené, nebolí, hodnoty AT v průměru kolem 30 mmHg) vede k pokročilým funkčním změnám**

**Terapie: LI, následně lokální ter. prostaglandiny pokud je třeba, dalším postupem je trabekulektomie, ev. extrakce čočky**





# Glaukom s ciliárním blokem (maligní glaukom)

Řasnaté těleso se dotýká čočky. Díky tomu je část komorové tekutiny odváděna do prostoru sklivce místo do prostoru nad čočkou. Tím je duhovka i čočka tlačeny směrem dopředu.

Stav velmi vzácný, vyžaduje zcela paradoxní terapii – kapat mydriatika!!! – k přerušení kontaktu mezi řasnatým tělesem a čočkou. Někdy nutné přistoupit i k chirurgickému výkonu – operací provést spojení mezi sklivcovou dutinou, zadní a přední komorou.



## 2. Primární glaukom otevřeného úhlu - dělení

- a) Oči s glaukomovým postižením a  $\uparrow$  NT
- b) Normotenzní glaukom - oči s glaukom. postižením, ale normálním NT
- c) Oční hypertenze - oči se  $\uparrow$  NT, ale bez glaukom. postižení



# Primární glaukom otevřeného úhlu - charakteristika a terapie

- chronické onemocnění, začíná bez subj. potíží
- obvykle oboustranně, asymetricky
- principem léčby je snížení nitroočního tlaku jako jednoho z rizikových faktorů glaukomového poškození

## Snížení NT:

1. Léky (lokální antiglaukomatika)
2. Laserovými zákroky
3. Chirurgickou operací



# a) Medikamentózní terapie

↓NT mechanismem:

- Usnadnění odtoku nitrooční tekutiny
  - ✓ Trabekulární síťovinou
  - ✓ Uveosklerálním odtokem
- Omezení produkce nitrooční tekutiny



- **Prostaglandiny – 1. VOLBA** -latanoprost 0,005%, aj. -  
↑ uveosklerální odtok
- **β blokátory** (timolol 0,5%, betaxolol 0,25%, aj.) - ↓  
produkci
- **Inhibitory karboanhydrázy** – acetazolamid (tbl),  
dorzolamid 2% - ↓ produkci
- **α-selektivní agonisté** (apraklonidin 0,5%, brimonidin) -  
↑ odtok
- **Kombinované preparáty**
- **Osmotické látky** – manitol (i.v.) – snížení objemu  
nitrooční tekutiny na základě osmózy





## b) Terapie laserem

- **Laserová trabekuloplastika** – snaha o zlepšení odtoku nitrooční tekutiny trabekulem. Aplikace 50 – 100 laserových ložisek do oblasti trabekula. Ložiska nejsou aplikována splývavě, vždy mezi 2 ložisky zůstává neporušené místo. Tepelným působením laseru na tkáň dojde v místě ložiska ke sraštění a tvorbě jizvy, ale mezi těmito ložisky „neolaserované“ místo trámčiny se reaktivně „roztáhne“ a touto částí dochází ke zlepšení odtoku.

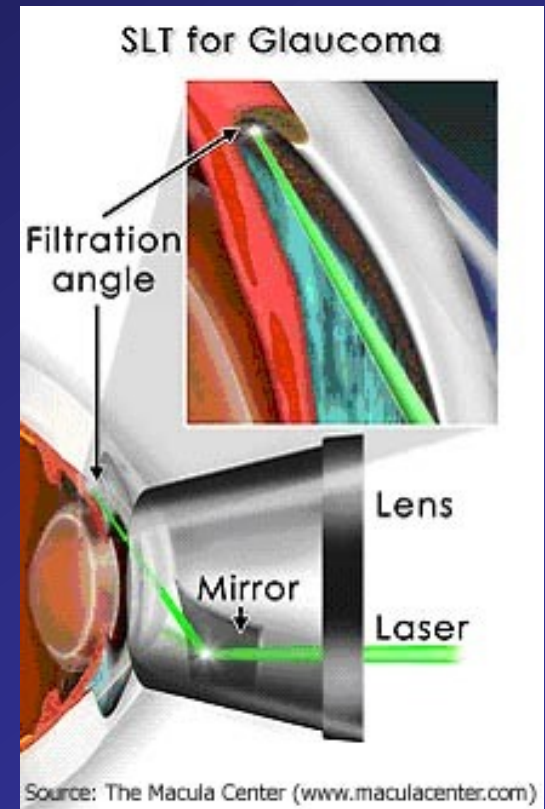
**Indikace:** PGOÚ, sek. glaukom u PEX a sy pigm. disperze

**Provedení:** Tepelný argonový laser (488 nm a 514,5 nm)



- **Selektivní laserová trabekuloplastika**

- šetrnější k trabekulární trámčině
- díky nízké energii laseru nedochází ke koagulaci, pouze prohřátí tkáně
- výhodou je možnost opakované aplikace



- **Cyklofotokoagulace** – snaha o snížení počtu buněk sekrečního epitelu řasnatého tělesa = zničení části tkáně, která produkuje nitrooční tekutinu

**Indikace:** tam kde není možné provést chirurgický výkon nebo kde by byla naděje na chirurgický úspěch mizivá (neovaskulární glaukom)

**Provedení:** transsklerální aplikace laser. paprsku do oblasti řasnatého tělesa

- **Cyklokryokoagulace** – destrukce sekrečního epitelu řasnatého tělesa pomražením



# c) Chirurgická terapie

**Cílem všech operací je zvýšit odtok nitrooční tekutiny**

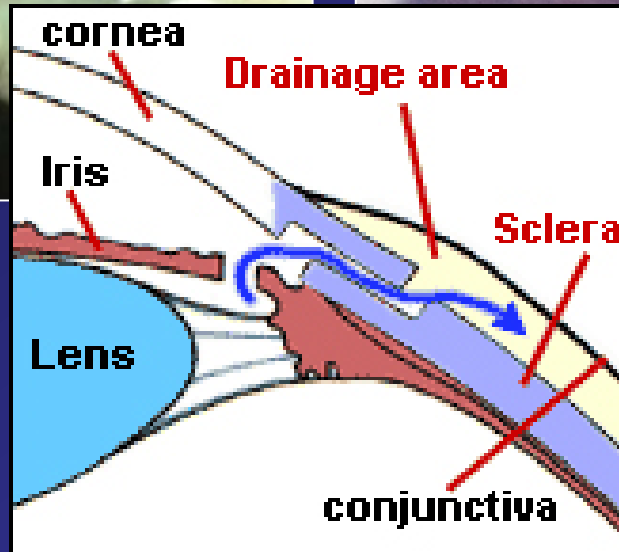
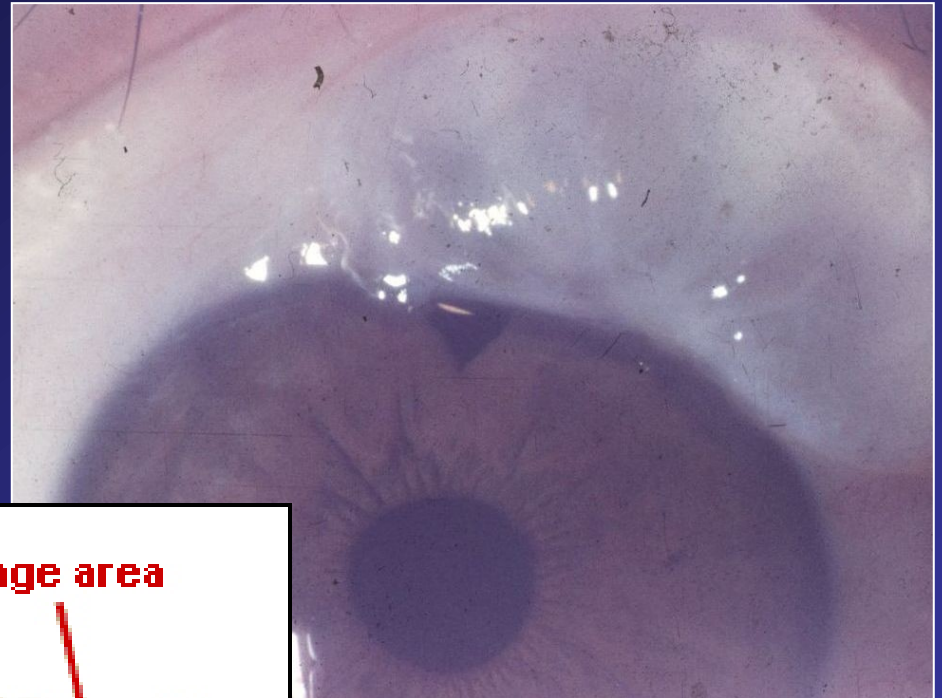
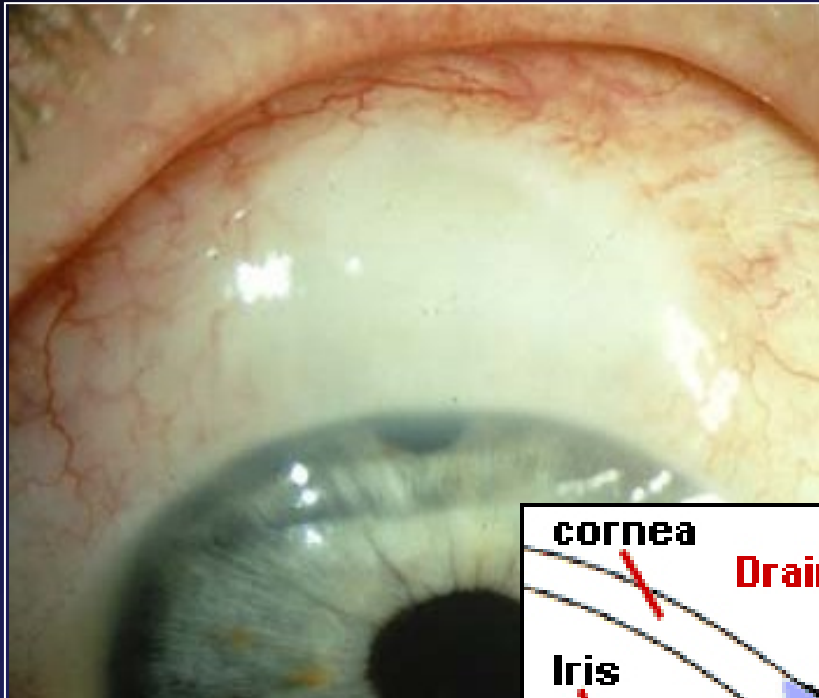
- **Trabekulektomie** – penetrující operace (filtrující). Cílem je vytvoření nového odtokového „kanálu“, který obchází oblast trabekulární síťoviny a napomáhá přímé cestě nitrooční tekutiny z oblasti zadní komory extrabulbárně.

Odpreparování spojivky - povrchová lamela sklery – vytnutí malé části trabekula – vytnutí malé části kořene iris (periferní iridektomie) – přiložení a sutura povrchové lamely sklery – sutura spojivky

Přímá komunikace ze ZK iridektomií do PK a vytnutou částí trabekula pod spojivku (filtrační puchýř pod spojivkou indikátorem funkčnosti operace)



# Trabekulektomie – výsledek filtrační puchýř



## Cílem všech operací je zvýšit odtok nitrooční tekutiny

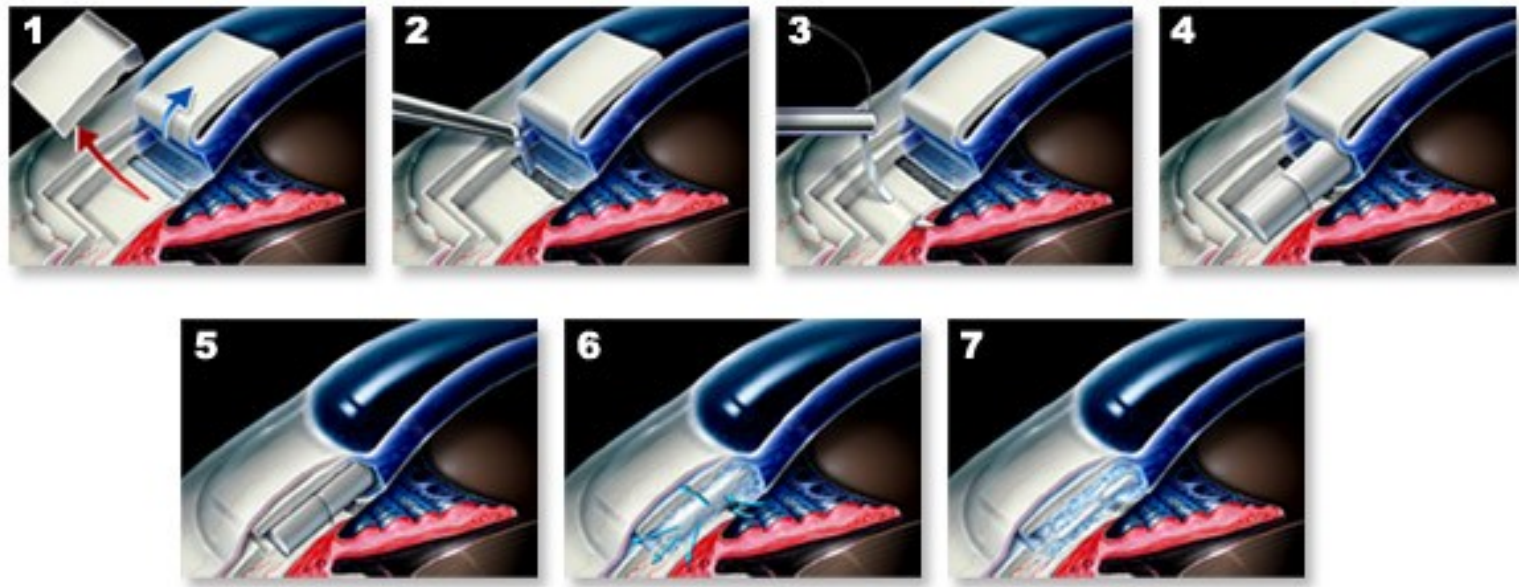
- **Hluboká sklerektomie** – nepenetrující operace. Část Schlemmova kanálu a trabekulum neporušeno. Pod sklerální lamelu se může vložit kousek kolagenu, aby se zabránilo „slepení“ povrchové lamely sklery s vnitřní sklerální stěnou.

Odpreparování spojivky - povrchová lamela sklery – vytnutí malé části hlubších partií sklery nad oblastí trabekula tak, aby nitrooční tekutina začala vnitřní sklerální stěnou spontánně prosakovat – event. vložení kolagenového implantátu do „lůžka“, přiložení a sutura povrchové lamely sklery – sutura spojivky





# Hluboká sklerektomie – nedochází k penetraci do nitra oka



# 3. Sekundární glaukom

NT je zvýšený jako následek jiných očních nebo celkových onemocnění

- **S otevřeným úhlem**

- ✓ u PEX syndromu

- ✓ u syndromu pigmentové disperze

- ✓ z jiných příčin

- **S uzavřeným úhlem**

- ✓ neovaskulární glaukom



# Sek. glaukom v rámci PEX syndromu

**PEX syndrom** – šedobílé usazeniny abnormálních bílkovin na všech strukturách omývaných komorovou tekutinou (iris, čočka). Pohyby zornice dochází k „otírání“ pseudoexfoliačního materiálu z čočky i duhovky a vyplavování do komorové tekutiny

Glaukom vzniká odplavováním buněčného materiálu komorovou tekutinou do oblasti trabekula, které „ucpává“ a znesnadňuje odtok.



# PEX glaukom



# Sek. glaukom u syndromu pigmentové disperze

**Syndrom pigmentové disperze** – melaninová depozita na strukturách oka, omývaných komorovou tekutinou. Princip vzniku glaukomu podobný jako u PEX

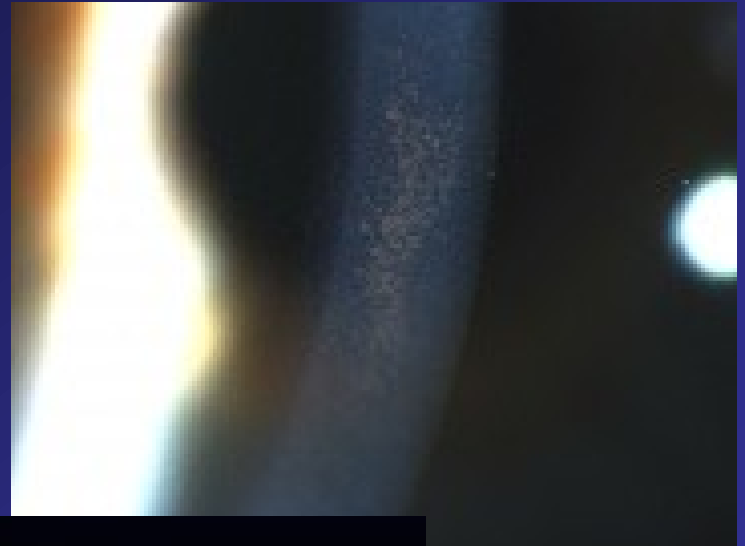
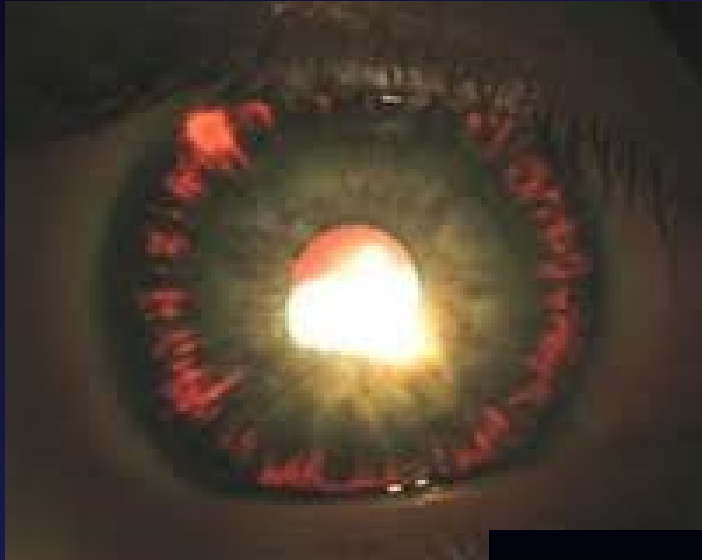
**Příznaky pigmentového glaukomu:**

- Vertikální shluk pigm. zrněk na endotelu rohovky = Krukenbergovo vřeténko
- Pigmentované trabekulum
- Transiluminační defekty na iris

**Pigmentový glaukom se častěji vyskytuje u mužů a myopů**



# Pigmentový glaukom





# Neovaskulární glaukom

## Sekundární glaukom s uzavřeným úhlem

**Neovaskularizace = novotvořené cévy**

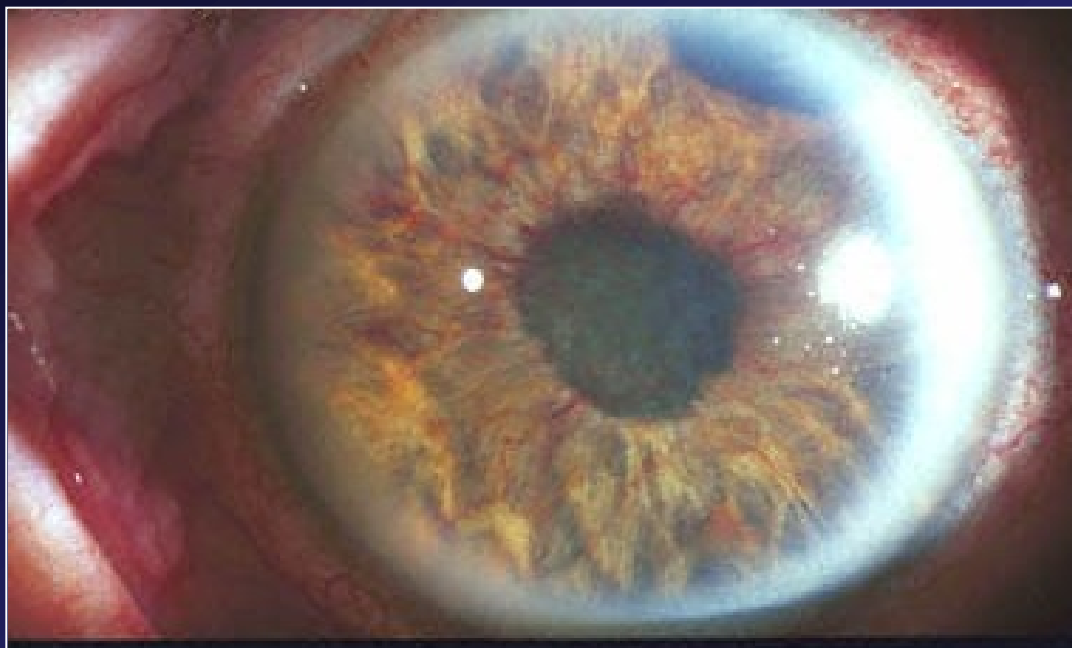
**Vznik:**

**Jako průvodní jev některých onemocnění sítnice (diabetická retinopatie, okluze v. centralis retinae) Vzniká hypoxie. Z hypoxické tkáně je uvolňován angiogenní faktor, který stimuluje růst cév a fibrovaskulární tkáně. Při průniku těchto faktorů do PK dochází ke vzniku neovaskularizací na iris = rubeóza duhovky. Novotvořené cévy vrůstají až do komorového úhlu, jsou křehké a často z nich krvácí.**

**Zvýšení NT: uzávěr komorového úhlu cévami + krví**



# Sekundární glaukomy, neovaskulární a při přední luxaci nitrooční čočky



# Absolutní glaukom

Jakýkoli typ glaukomu, který pokročil do stádia ztráty vidění – praktické či absolutní slepoty (mohou být zachovány ostrůvky zorného pole temporálně).

Terapie: **eliminace bolesti** (vyřazení z funkce řasnatého tělesa aplikací nízké teploty – cyklokryokoagulace, aplikace 2ml 70% alkoholu retrobulbárně – blok senzitivní inervace oka, enukleace bulbu)



# Závěr

**Glaukom je multifaktoriální chronické onemocnění s progresivní tendencí, vedoucí k trvalé a irreverzibilní ztrátě funkce zrakového orgánu.**

**Pečlivá a včasná diagnostika s nasazením adekvátní léčby a pravidelnou dispenzarizací je jedinou možností, jak minimalizovat rozsah a progresi onemocnění.**

