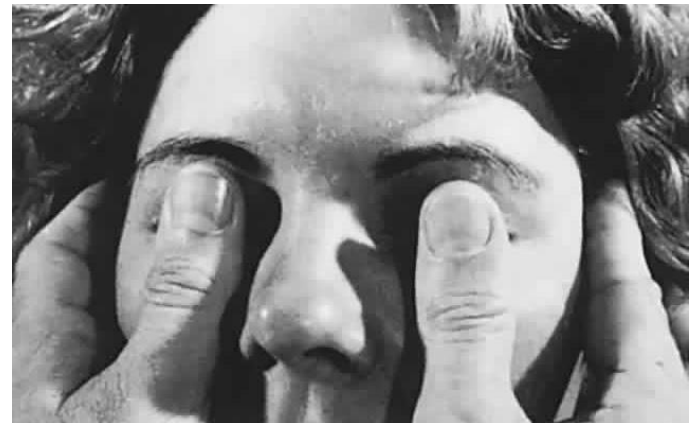
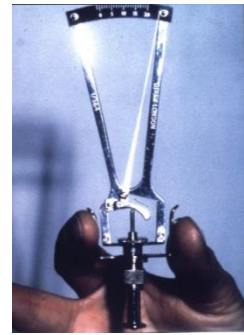


TONOMETRIE

- Tonometrie je metoda **zjišťování velikosti nitroočního tlaku**
- nejjednodušší metodou – palpáce - orientační vyšetření
- palce rukou jemně a rovnoměrně tlačí na obě oči
- je možné tak posoudit vzájemnou rigiditu nebo retropulzaci

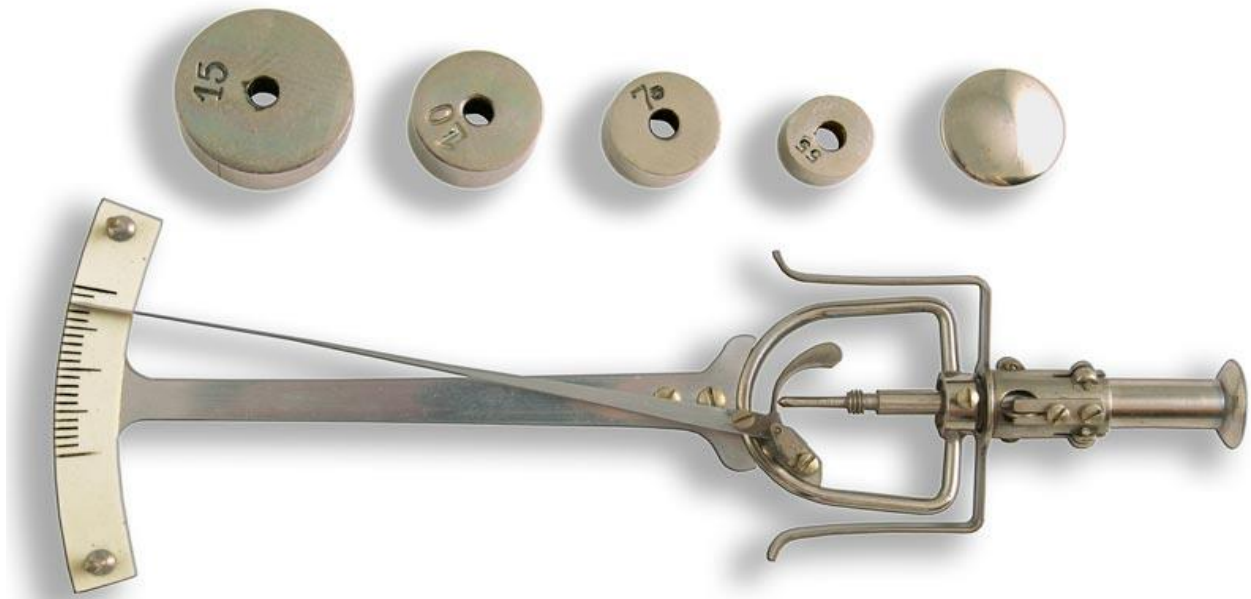
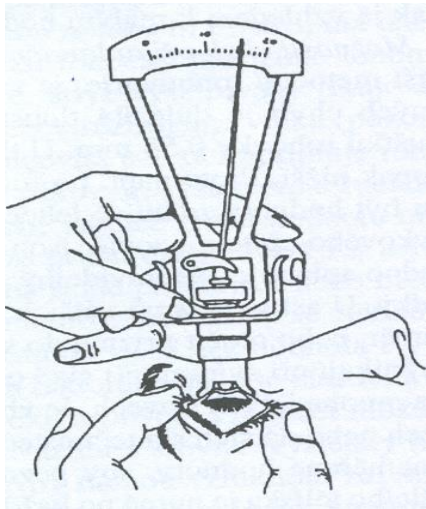


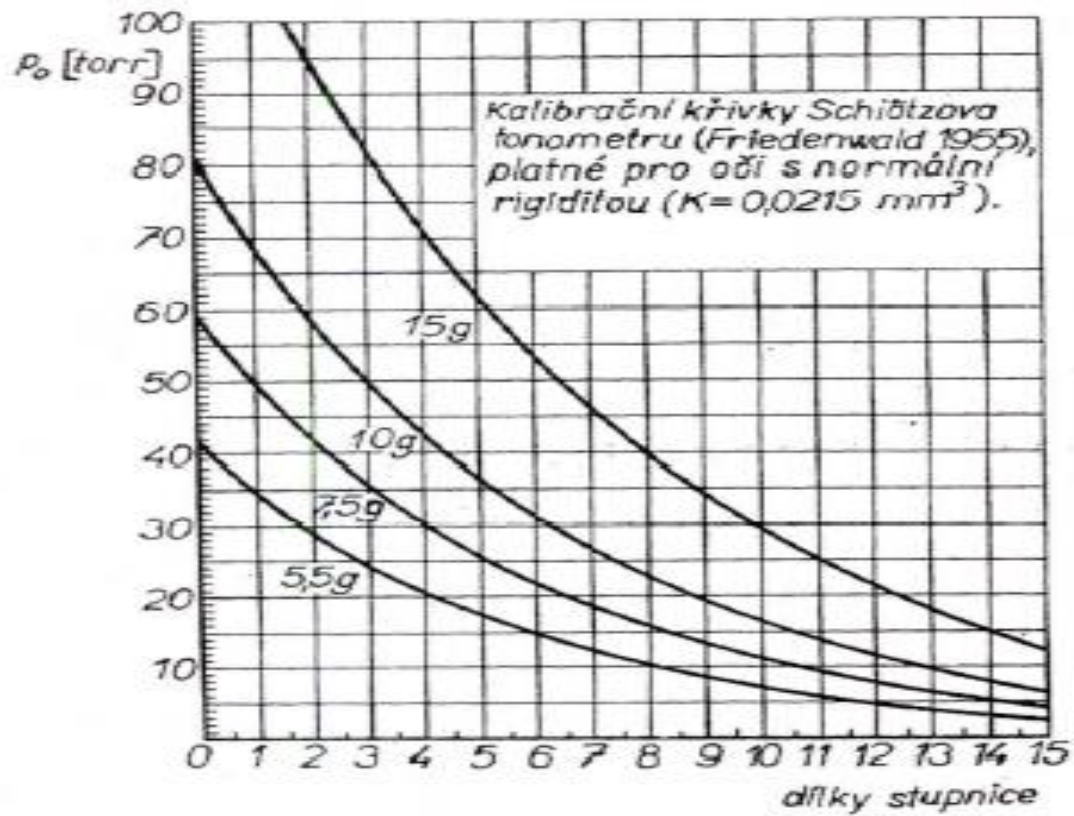
Schiøtzův impresní tonometr



- byl nejpoužívanějším přístrojem pro měření nitroočního tlaku
- tlak se měří pomocí **hloubky vnoření pelotky zařízení do rohovky**
- pelotka má přesně stanovený průměr a váhu, rohovka musí předem znecitlivěná a klient při měření leží
- poměr převodu je 1:20, to znamená, že jednomu dílku stupnice odpovídá hloubka 0,05 mm
- základní tělo přístroje tvoří základna s držákem, v horní části je pak stupnice pro odečet hodnot

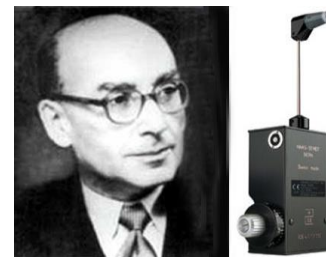
- Na pákovém systému je připevněna pelotka – válcová tyčinka, na kterou se dávají malá závaží v hodnotách 5 g, 7,5 g, 10 g a 15 g
- Ukazatel poté ukáže výši změřeného tlaku, tj. hloubka, na kterou pelotka zatížená určitým závažím prohloubí rohovku, udává tlak vyjádřený v dílcích stupnice
- Hodnota na stupnici se následně převede podle kalibrační křivky nebo tabulky na hodnoty tlaku rtuťového sloupce (mmHg)



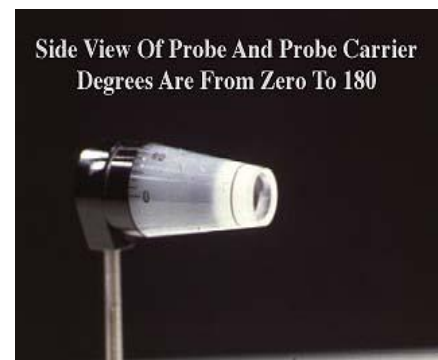
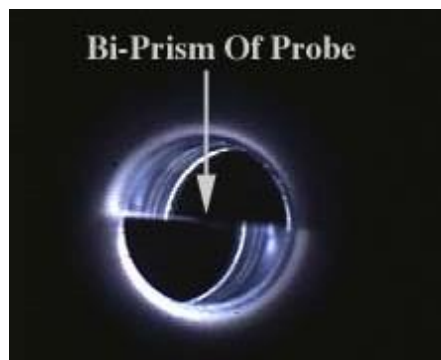


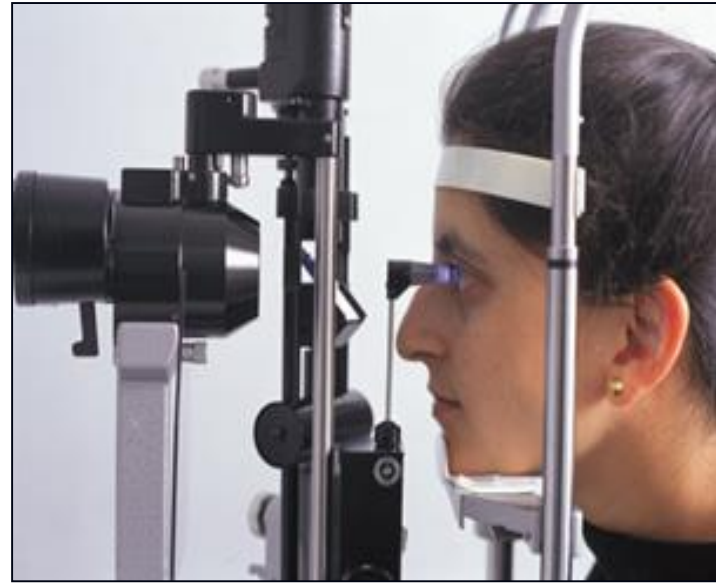
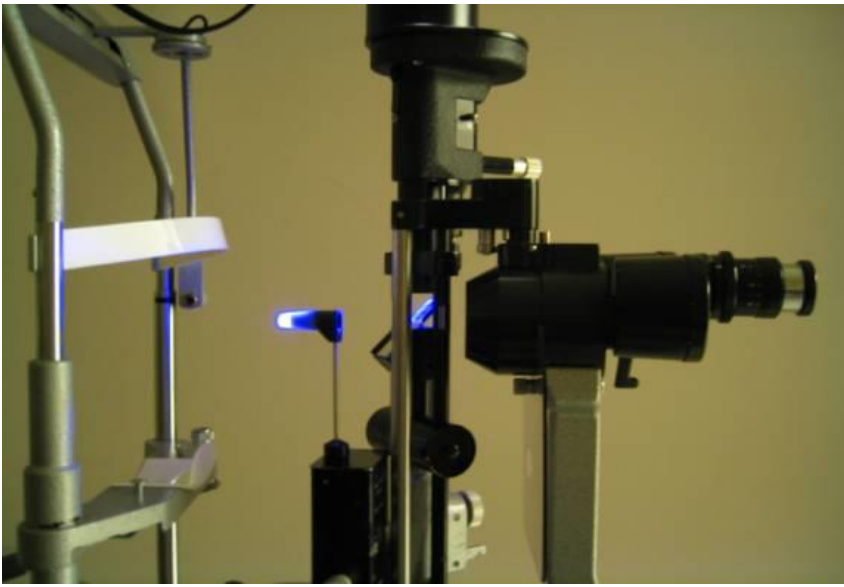
Goldmannův aplanační tonometr

- malý přístroj, který se používá k měření **nitroočního tlaku** a instaluje se na štěrbinovou lampu
- hlavní částí přístroje je dvojitě prizma (biprizma) - kužel z čirého materiálu, který působí tlak na rohovku o velikosti 9,81 mN (váha 1 g, poté odpovídá tlaku 1,33 kPa \approx 10 mmHg)
- má průměr **3,06 mm** a při měření je jím rohovka aplanována – oploštěna
- kvocient **síly působící na povrch rohovky** je převeden na výslednou hodnotu tlaku

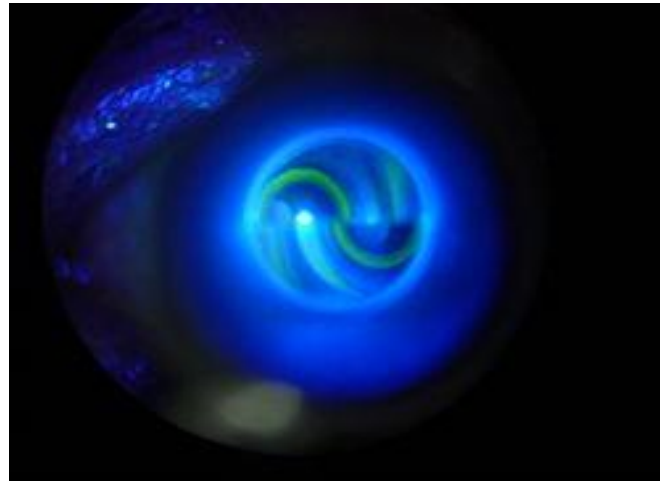


- měření závisí na tuhosti rohovkové tkáně (korneální rigidita) a adhezní síle slzného filmu, který je mezi povrchem rohovky a měřicím kuželem (obsah plochy kuželu je $7,35 \text{ mm}^2$)
- po **obarvení** slzného filmu **fluoresceinem** a předřazení **kobaltového** filtru na štěrbinové lampě je v okuláru vidět rohovka v podobě žluto-zelených půlkruhů
- výška nitroočního tlaku se změří, jakmile se dotknou vnitřní části těchto půlkruhů

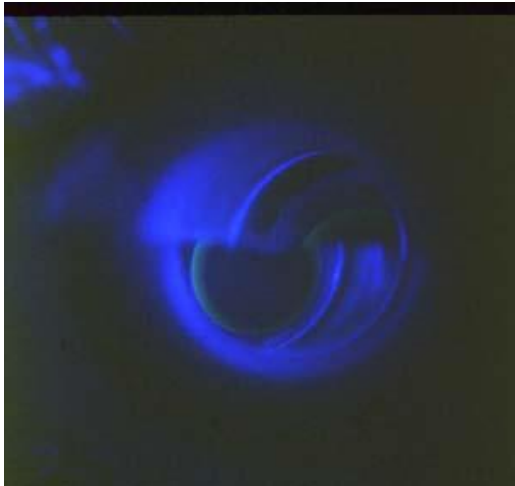
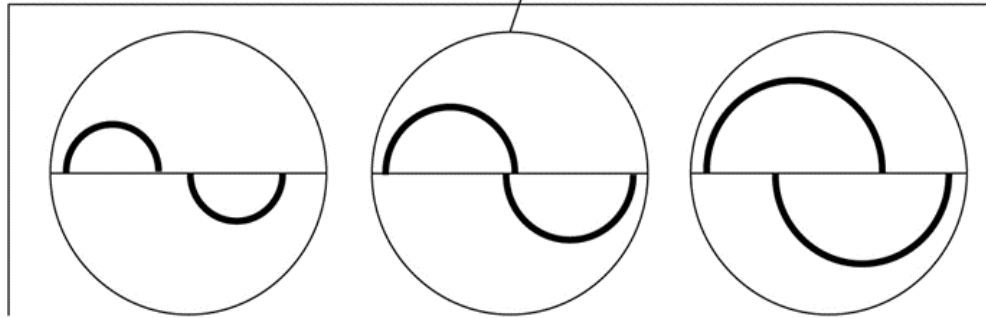




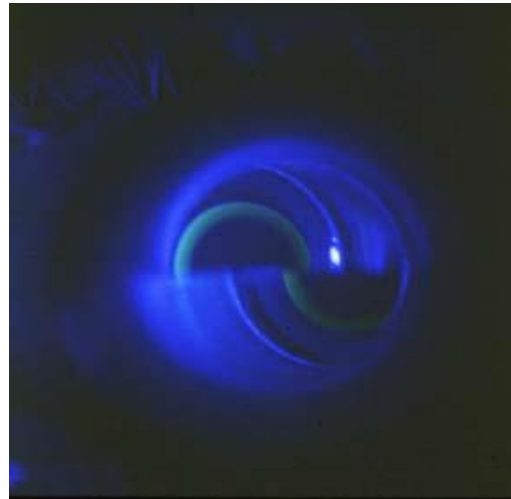
- Goldmannův tonometr je připojen ke štěrbinové lampě, která umožňuje 10-20 násobné zvětšení a silné osvětlení měřené rohovky pod úhlem 60°



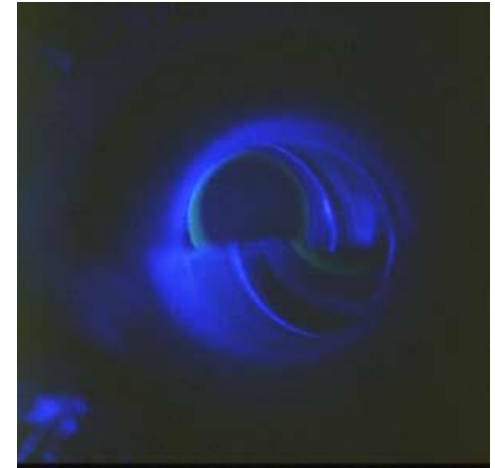
správná konfigurace pro změření aktuální hodnoty
nitroočního tlaku



Vysoký tlak



Normální tlak



Nízký tlak

Perkinsův aplanační tonometr

- pracuje na stejném principu jako Goldmannův aplanační tonometr
- Perkinsův tonometr je **přenosný**
- do čidla přístroje je vložený **dvojitý hranol**, který způsobí horizontální posun horní a dolní poloviny kruhu, obarveného **fluoresceinem**
- součástí přístroje je také **osvětlovací zařízení**, které je napájeno bateriemi
- lze jej jednoduše použít u dětí, ležících pacientů, stejně tak i u zdravých klientů
- měřicí rozsah je od 0 mmHg do 50 mmHg.



Tono-pen



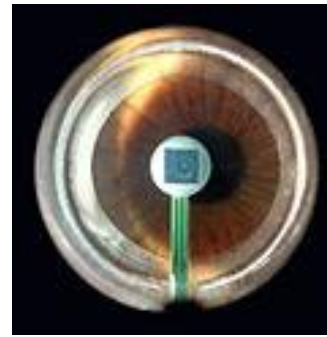
- jednoduchý ruční přístroj, přenosný a poskytuje rychlé a přesné měření **nitroočního tlaku**
- základem přístroje – ten je ve tvaru **pera**, je mikroprocesor a snímač o velikosti 1,5 mm
- zařízení se jemně **dotýká povrchu rohovky** a na displeji se ukáže výsledná hodnota, získaná ze čtyř měření, společně se statistickou odchylkou
- Tono-pen je napájen bateriemi a lze jím měřit tlak i přes nasazené kontaktní čočky



Dynamická konturní tonometrie

- metodou při zjišťování výše nitroočního tlaku
- je také obdobou Goldmannovy metody
- měřicím prvkem je **piezoelektrický tlakový senzor**, který je zakomponován do konkávní plošky, která se dotýká povrchu rohovky
- rohovka tak musí být **znecitlivěna**
- přístroj provádí **přímé a kontinuální** měření nitroočního tlaku, které **není závislé** na biomechanických vlastnostech rohovky (centrální tloušťka, poloměry křivosti a astigmatismus, případný edém rohovky)





- Tělo přístroje je namontováno na štěrbinové lampě, cylindrický konus měřicí hlavice s konturovaným povrchem napodobuje obrys rohovky, tím dochází k rovnoměrnému rozložení tlaku na rohovku
- rohovka je tak minimálně deformována
- konus je chráněný jednorázovým kloboučkem
- zařízení (**Pascal**) zaznamenává informace o nitroočním tlaku v reálném čase 100x za minutu

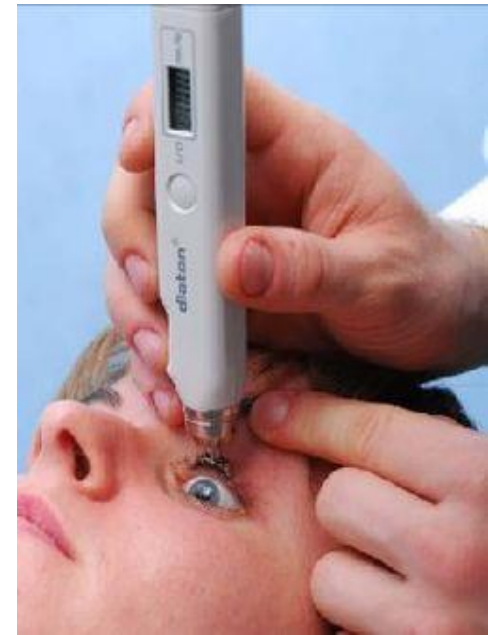
iCare



- typ přístroje, není potřeba pulzu vzduchu a anestezie rohovky
- do přístroje se vsune drobná sonda (tyčinka), ta zaznamená velmi přesně nitrooční tlak pomocí deceleračního pohybu sondy během jejího zpětného nárazu
- je vhodný i pro screening například na optometrických či ortoptických pracovištích

Diaton

- je šetrnější, měření se provádí přes horní víčko klienta (transpalpebrální tonometrie)
- měření je možné i přes nasazené kontaktní čočky
- nelze použít u klientů s patologiemi na víčku nebo na spojivce (záněty, jizvy, atd.).

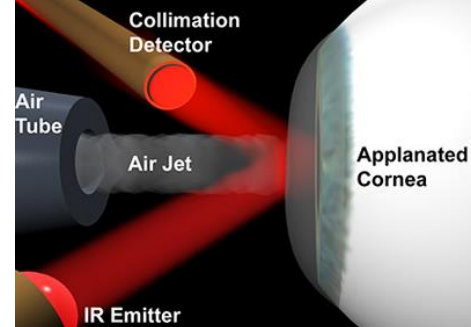


Pneumatometr (pneumotonometr)

- pracuje na principu **kombinace impresní a aplanační tonometrie**, jedná se o neinvazivní metodu měření nitroočního tlaku
- pneumatickým senzorem se měří velikost aplanační síly, potřebné k oploštění rohovky
- sonda se lehce přikládá na **anestezovanou rohovku**, přístroj zaznamenává až 40 měření za sekundu a zapisuje výši nitroočního tlaku v reálném čase
- součástí tohoto systému je také tonograf
- přístroj je možné použít i rohovek s nepravidelnostmi, jakými jsou například jizvy či edém



Bezkontaktní tonometrie



- zastoupena bezkontaktními tonometry **pomocí pulzů vzduchu**, které nebývají pro klienty vždy příjemné
- přístroje jsou svým designem podobné autorefraktometrům, bývají součástí jako vícekombinace ve spojení například i s pachymetrem, keratometrem, aberometrem, atd
- měření se provádí **bezkontaktně** a využívá **tlak pulzu vzduchu**, který oplošťuje rohovku v její centrální části
- není potřebná anestezie
- oploštění rohovky o průměru $3,6 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$ je dosaženo v průběhu 5 ms-8 ms proudem vzduchu, který **lineárně vzrůstá s časem** a působí kolmo na vrchol rohovky a minimálním rozptylem

- samotné měření je velmi rychlé (1 ms-3 ms), není ovlivněno rychlostí mrknutí
- společně se vzduchem je vyslán i **infračervený** paprsek, který se po aplanaci **vrací zpět** na systém fotodiod v přístroji, ty vytváří **elektrický signál**
- ten následně vyhodnotí výši maxima světelného signálu ze vzniklé aplanáčnické plošky a stanoví nitrooční tlak



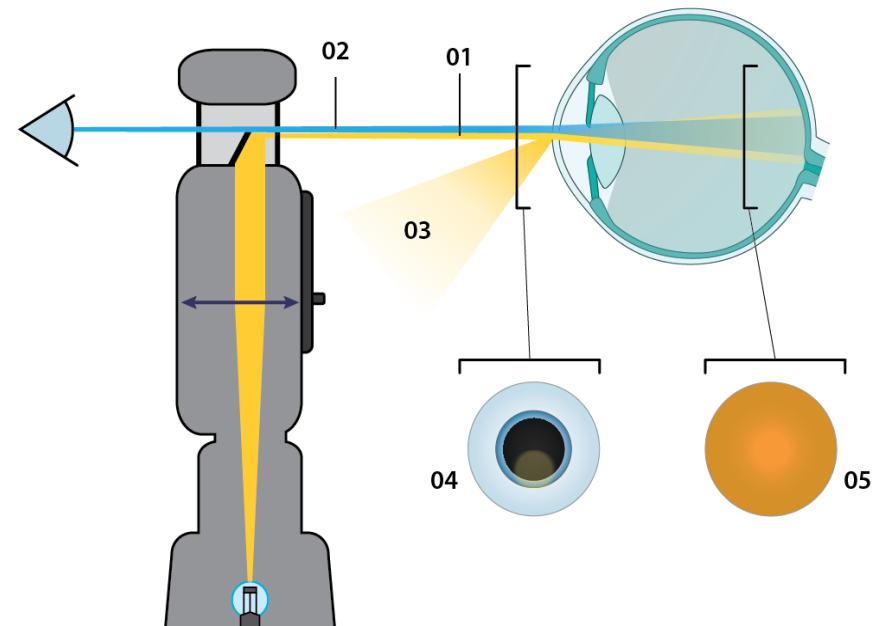
OFTALMOSKOPIE

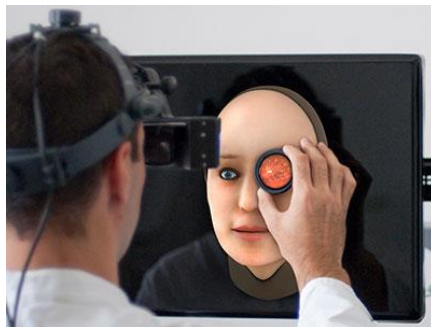
- **Oftalmoskopy** jsou ruční optické přístroje, kterými se sleduje fundus
- v rukojeti přístroje je zdroj světla (xenon-halogenová žárovka nebo LED), ze kterého jdou světelné paprsky přes dělič svazků nebo polopropustné zrcadlo, případně odrazný hranol do oka klienta
- nad osvětlovacím paprskem je v hlavě zařízení otvor, který slouží vyšetřujícímu k pozorování detailů sítnice
- Zde je i zásobník výměnných optických čoček seřazených v Rekossově kotouči (dioptrický rozsah od -35,0 D do +40,0 D), který umožní vidět fundus a ostatní části dostatečně ostře



- **Přímá oftalmoskopie** – vyšetřovací vzdálenost je poměrně malá, obvykle 3 cm až 7 cm
- obraz fundu je zvětšen 16x (závisí na refrakčním stavu klientova oka, u myopů je zvětšení vyšší, u hypermetropů nižší), detaily se pozorují přes zornici klienta a jeho optický systém oka působí jako lupa
- lze vidět fundus v rozmezí 5°- 8°, což je rozsah zorného pole přibližně 2 mm–3 mm (u myopů je zorné pole menší, u hypermetropů větší)

- při pozorování je obraz fundu přímý
- klient je vyzýván, aby se díval do různých směrů, čímž je možné prohlížet i blízkou periferii sítnice
- provádí se v zatemněné místnosti





- **Nepřímá oftalmoskopie** se od přímé liší tím, že se používá navíc oftalmoskopická spojná čočka, která zajistí zvětšený, stranově a výškově převrácený obraz fundu
- vyšetřovací vzdálenost je tedy mezi 25 cm až 40 cm
- oftalmoskopické čočky jsou v rozmezí +10,0 D až +30,0 D (asférické opatřené antireflexní úpravou) a drží se ve vzdálenosti od klientova oka, která odpovídá její ohniskové vzdálenosti
- výsledné zvětšení fundu je 4x -6x s výhodou většího zorného pole
- pozorování není zatíženo nežádoucími odlesky, jak je tomu v případě přímé oftalmoskopie

- Binokulární nepřímá (indirektní) oftalmoskopie je využívána především při přesné **diagnostice glaukomu** u posouzení **tvaru** optického nervu, případně **odchlípení sítnice**
- díky **stereoskopickému** pohledu na fundus je umožněno trojdimensionální **sledování detailů** na sítnici klienta
- zařízení využívá speciálního **binokulárního nosiče** kondenzorových čoček, který je v konvergentní pozici (respektuje tak optickou osu při běžné konvergenci při akomodaci)
- je umístěn na hlavě vyšetřujícího, případně může být instalován na brýlové obrubě



- vyšetřujícímu je umožněno **volný pohyb rukou** při manipulaci s oftalmoskopickou čočkou (rozsahy +15,0 D až +30,0 D, nejběžněji využívaná je však +20,0 D, v průměrech 30 mm – 50 mm a asférickém provedení)
- možnost zobrazení je pak více do periferie (přibližně do 45°)
- přídatnými zařízeními jsou zelený filtr, aditivní optika, zabudovaná videokamera pro spolupracovníky či dokumentaci a následnou archivaci záznamu vyšetření

FUNDUS KAMERA



- určený **pro fotodokumentaci sítnice**
- lze zobrazit strukturu fundu a analyzovat možné odchylky od normálního stavu, případně detekovat morfologické změny u specifických onemocnění jako je např. věkem podmíněná makulární degenerace, glaukom, diabetická retinopatie, okluze sítnicové žíly, apod.
- výsledky jsou prezentovány v digitální formě, včasná diagnóza, možné srovnání v případech progresu očního onemocnění

- Osvětlení fundu je provedeno pomocí bílého světla, tudíž jeho barevný obraz je podobný jako při oftalmoskopii
- Instalovaná kamera pak pracuje v různých režimech nastavení, podle diagnostických možností:
 - Monochromatické zobrazení – filtruje světlo různých vlnových délek pro zvýraznění jednotlivých struktur, např. použitím modrého světla se zvýrazní vrstva nervových vláken sítnice.

- Fluorescenční angiografie – zvýrazní cévy sítnice a cévnatky s vysokým kontrastem, což umožní detekovat drobné blokády a krvácení, sledovat průtok v cévách (hemodynamiku)
- Autofluorescence fundu – vizualizuje topografické rozložení látek až na buněčné úrovni, které souvisí s metabolismem oka. Typické jsou pak zjištění u změn v pigmentovém epitelu sítnice pomocí autofluorescence metabolického pigmentu lipofuscinu
- Stereo zobrazení – nabízí prostorový pohled na fundus a papilu zrakového nervu.
- Modul širokého zorného pole – je sestaven z jednotlivých snímků, které jsou poté automaticky shromážděny, pomocí programu je tak zobrazena velká část zadního segmentu.

- Hlavní části přístroje tvoří osvětlovací systém a pozorovací systém.
- Světelný svazek paprsků prochází v obou částech přes zrcadlo s otvorem, asférickou čočku objektivu (má stejnou funkci jako oftalmoskopická čočka u nepřímé oftalmoskopie) a poté do klientova oka.
- Podle metody a možností osvětlení fundu lze přístroje rozdělit na mydriatické (používají viditelné halogenové světlo) nebo nemydriatické (osvětlují infračerveným světlem) fundus kamery.

- Výsledná velikost fundu není závislá na velikosti refrakční vady klienta - kolimátorová čočka se může pohybovat ve směru své optické osy, kompenzuje čočku objektivu s krátkou ohniskovou vzdáleností velké rozsahy refrakčních vad svým malým vychýlením.
- Velikost měřeného obrazu zůstává stejně velká a dobře situovaná pro následnou opakovatelnost geometrických měření zadního segmentu oka.
- Velikost zorného pole fundus kamer bývá 20° - 50° (výjimečně 60°), což lze nastavit měnitelnou clonou.
- Pokud se klient dívá do jiných směrů, je možné zobrazit i perifernější části sítnice a sestavit panoramatický snímek až do velikosti 110° .
- Dále je možné použít i přídatné speciální kontaktní čočky nebo širokoúhlé pozorovací čočky.
- Celkové zvětšení pak bývá od 10x – 30x.

- pomocí filtrů lze **zviditelnit** lépe některé další struktury:
- **zelený filtr** (red-free) zvýrazní kontrast cévního zásobení sítnice (vlnové délky 540 nm a 580 nm). Cévy se tak jeví tmavé, poněvadž zelené světlo je silně pohlcováno hemoglobinem.
- **Modrým filtrem** a bílým světlem o vlnových délkách 490 nm s 530 nm lze pozorovat průběh a strukturu vrstvy nervových vláken sítnice díky její vlastnosti rozptylovat světlo.
- **Červený filtr** (vlnová délka 620 nm a 650 nm) a jeho světlo je jen velmi slabě pohlcováno sítnicovým pigmentovým epitelem, tudíž může do této tkáně pronikat hlouběji. Slouží tedy ke snímkování cévnatky.

Skenovací lasery

- Během měření bodově skenuje laserový paprsek tkáň **v jednotlivých sekvencích** podle určitého vzorce
- Každý sejmutý **bod** a jeho signál je následně **vyhodnocen detektorem**
- Ohnisko laserového paprsku je zobrazeno optickým systémem do konfokální dírkové clony, která je umístěna před detektorem
- V průběhu skenování klientova fundu zaznamenává detektor **rozložení specifických intenzit**, které jsou pak převedeny na video obraz

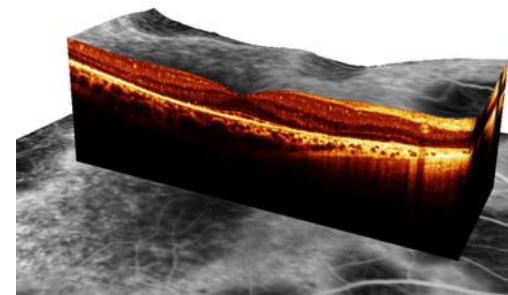
- zařízení jsou využívána pro: zobrazení **zadního** a do určité míry předního **segmentu oka**, strukturální **analýzu a topografii papily** zrakového nervu, dále pak např. k určení **tloušťky vrstvy nervových vláken** pomocí polarimetrie



Spectralis HRA

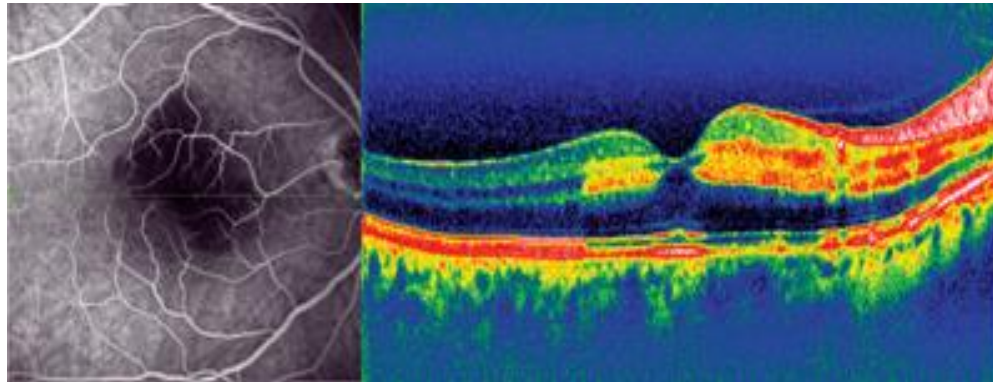
Konfokální skenovací laserový oftalmoskop (cSLO)

- je využíván pro **zobrazení fundu**
- pomocí přídatných zařízení lze zobrazit i přední segment oka
- snímky hodnotí **odchylky od normálu**, případně detekují **morfologické změny**, které mohou poukazovat na možný vznik onemocnění
- je určitou obdobou fundus kamery, rozdíl spočívá jen v samotném zpracování výsledného obrazu
- Zkoumaná tkáň je snímána po určitých sekvencích a bod po bodu

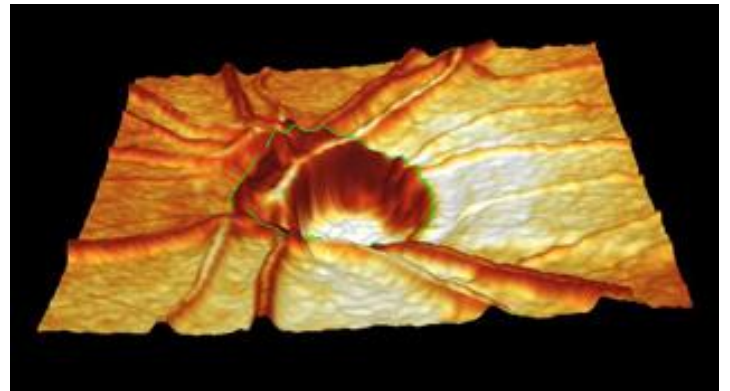
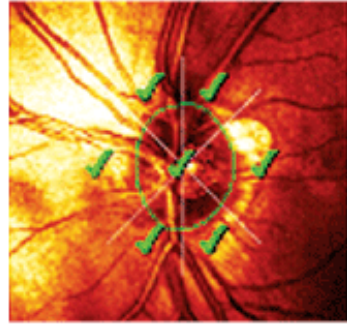
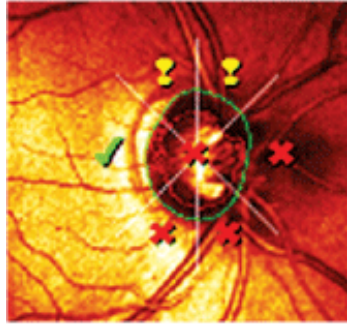


- Osvětlovací systém je tvořen **laserovým svazkem paprsků** a prochází přes **dírkovou clonu zrcadla**
- K rychlému odklonu ve směru osy x slouží rychle rotující **polygonální zrcadlo** nebo rezonátor skeneru
- Následně je paprsek promítnut telecentrickým optickým systémem **do oka** klienta
- U emetropického oka se zostří přímo na sítnici
- Důležitou roli hraje i šířka zornice, která rozhodne o rozsahu zorného pole.
- Změnou osově pozice po krocích tak lze skenovat jednotlivé vrstvy tkáně a získat množství snímků s řezy.

- Pozorovací systém – laserový svazek je odražený od osvětlených očních struktur a putuje přes dalekohledný systém do oka vyšetřujícího
- Záznam je pomocí videa s maximální snímací rychlostí v reálném čase
- Módy nabízejí různé možnosti - pořízení jednotlivých snímků velkou snímací rychlostí



- **Konfokální skenovací laserový tomograf** je již speciální cSLO využívaný pro 3D zobrazování a kvantitativní **3D analýzu struktur oka**
- Primárně je určen pro **zadní segment oka** a měřit topografii papily optického nervu
- Prvním přístrojem tohoto typu byl **HRT -Heidelberg Retina Tomograph**
- nabízí stereometrické parametry – tvarové parametry papily zrakového nervu, uplatnění **v diagnostice a sledování progresu glaukomu**
- lze měřit tloušťku sítnice a hodnotit otok sítnice



- **Princip** konfokální skenovací laserové tomografie spočívá ve využití **malé konfokální dírkové clony**, která pořizuje jednotlivé **řezy** snímku
- Krok po kroku jsou provedeny jednotlivé 2D řezy fundu **posunem ohniskové roviny** skenovacího laserového paprsku **podél optické osy**
- Vzniknou tak jednotlivé **profily řezů**, které **závisí na vzdálenosti od optické osy**
- Pokud má daná oční struktura pouze reflektivní povrch, bude mít profil tvar zvonu

Fyziologický nález

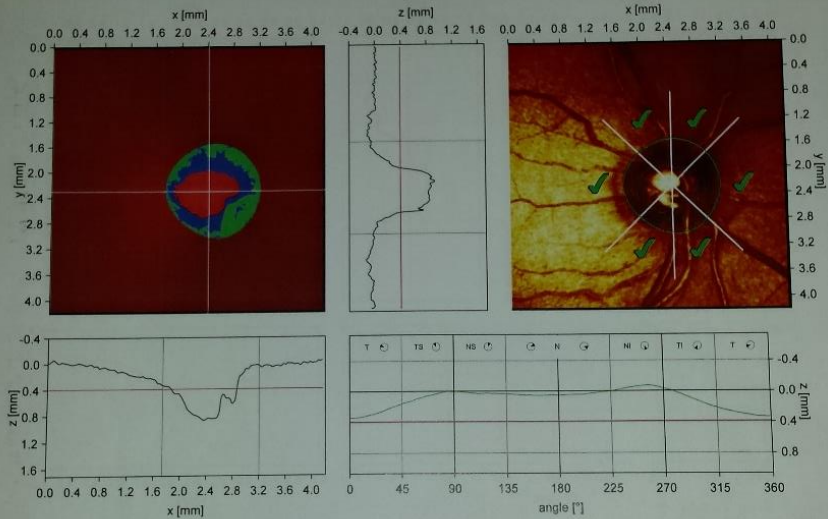
Klinika nemoci ocnich a optometrie,
FN u Sv. Anny v Brne

HEIDELBERG
ENGINEERING

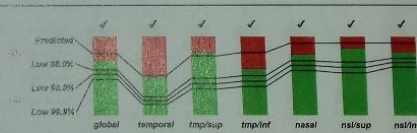
Initial Report

Patient: spacil, petr
Sex: male DOB: 1.VIII.1946 Pat-ID: ---
Examination: Date: 1.IV.2016
Scan: Focus: 1.00 dpt Depth: 2.75 mm Operator: Kocandova IOP: ---

OD



Stereometric Analysis ONH		Normal Range
Disk Area	1.689 mm ²	1.69 - 2.82
Cup Area	0.516 mm ²	0.26 - 1.27
Rim Area	1.172 mm ²	1.20 - 1.78
Cup Volume	0.133 cmm	-0.01 - 0.49
Rim Volume	0.329 cmm	0.24 - 0.49
Cup/Disk Area Ratio	0.306	0.16 - 0.47
Linear Cup/Disk Ratio	0.553	0.36 - 0.80
Mean Cup Depth	0.289 mm	0.14 - 0.38
Maximum Cup Depth	0.754 mm	0.46 - 0.90
Cup Shape Measure	-0.154	-0.27 - -0.09
Height Variation Contour	0.412 mm	0.30 - 0.47
Mean RNFL Thickness	0.291 mm	0.18 - 0.31
RNFL Cross Sectional Area	1.341 mm ²	0.95 - 1.61
Reference Height	0.387 mm	
Topography Std Dev.	11 μm	



Moorfields Classification: Within normal limits (*)
(*) Moorfields regression classification (Ophthalmology 1998,105:1557-1563). Classification based on statistics. Diagnosis is physician's responsibility.

Comments:

Date: 1.IV.2016 Signature:

Software: IR1-V1.7.1/1721

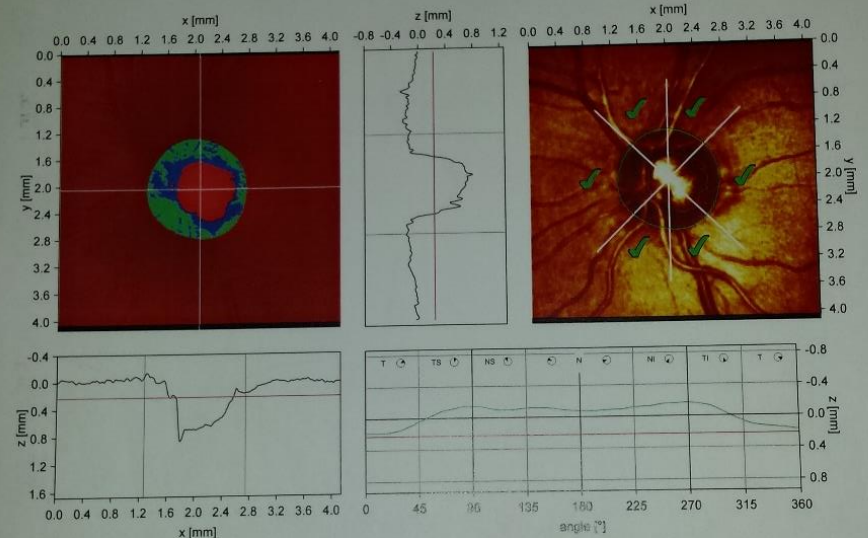
Klinika nemoci ocnich a optometrie,
FN u Sv. Anny v Brne

HEIDELBERG
ENGINEERING

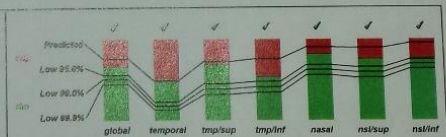
Initial Report

Patient: spacil, petr
Sex: male DOB: 1.VIII.1946 Pat-ID: ---
Examination: Date: 1.IV.2016
Scan: Focus: 2.00 dpt Depth: 3.50 mm Operator: Kocandova IOP: ---

OS



Stereometric Analysis ONH		Normal Range
Disk Area	1.750 mm ²	1.69 - 2.82
Cup Area	0.589 mm ²	0.26 - 1.27
Rim Area	1.161 mm ²	1.20 - 1.78
Cup Volume	0.175 cmm	-0.01 - 0.49
Rim Volume	0.302 cmm	0.24 - 0.49
Cup/Disk Area Ratio	0.336	0.16 - 0.47
Linear Cup/Disk Ratio	0.580	0.36 - 0.80
Mean Cup Depth	0.321 mm	0.14 - 0.38
Maximum Cup Depth	0.806 mm	0.46 - 0.90
Cup Shape Measure	-0.158	-0.27 - -0.09
Height Variation Contour	0.353 mm	0.30 - 0.47
Mean RNFL Thickness	0.259 mm	0.18 - 0.31
RNFL Cross Sectional Area	1.213 mm ²	0.95 - 1.61
Reference Height	0.223 mm	
Topography Std Dev.	19 μm	



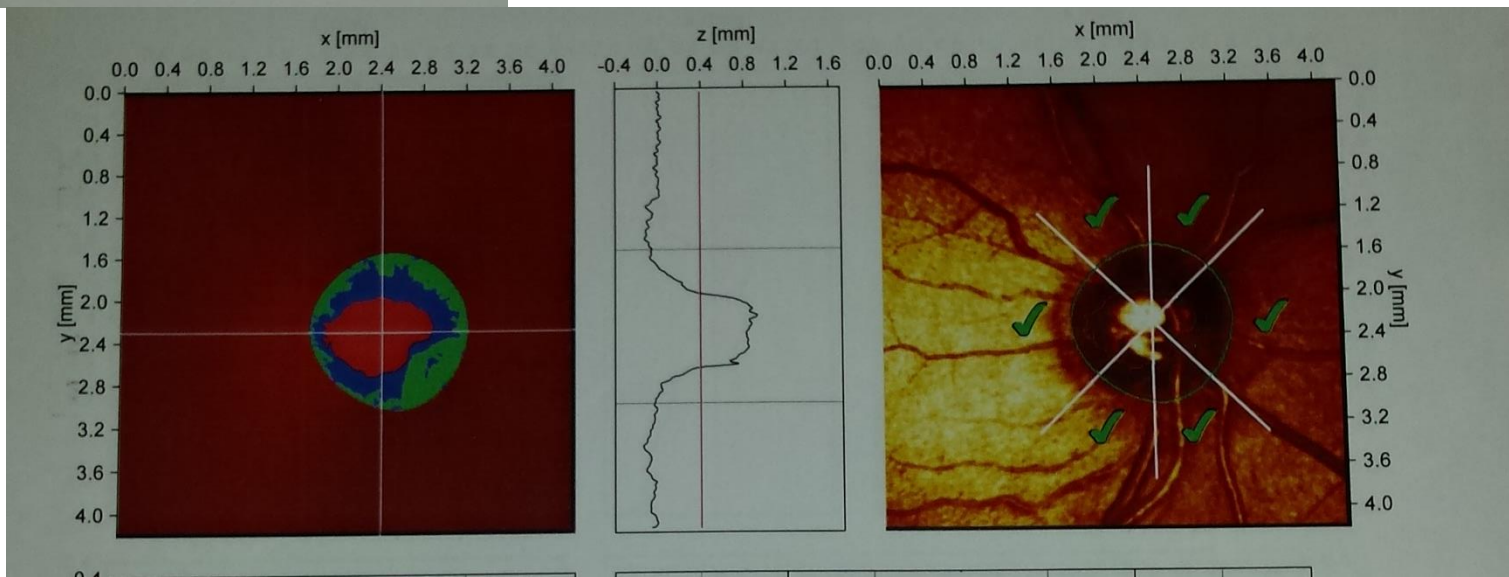
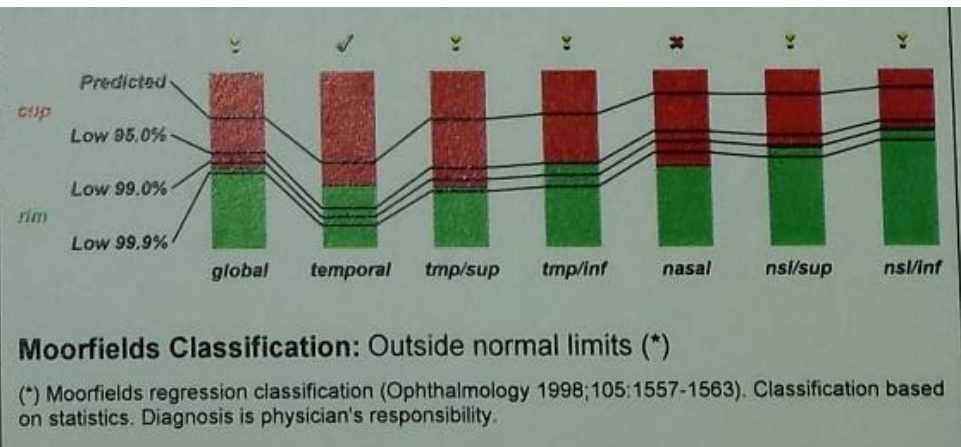
Moorfields Classification: Within normal limits (*)
(*) Moorfields regression classification (Ophthalmology 1998,105:1557-1563). Classification based on statistics. Diagnosis is physician's responsibility.

Comments:

Date: 1.IV.2016 Signature:

Software: IR1-V1.7.1/1721

Stereometric Analysis ONH		Normal Range
Disk Area	1.689 mm ²	1.69 - 2.82
Cup Area	0.516 mm ²	0.26 - 1.27
Rim Area	1.172 mm ²	1.20 - 1.78
Cup Volume	0.133 cmm	-0.01 - 0.49
Rim Volume	0.329 cmm	0.24 - 0.49
Cup/Disk Area Ratio	0.306	0.16 - 0.47
Linear Cup/Disk Ratio	0.553	0.36 - 0.80
Mean Cup Depth	0.289 mm	0.14 - 0.38
Maximum Cup Depth	0.754 mm	0.46 - 0.90
Cup Shape Measure	-0.154	-0.27 - -0.09
Height Variation Contour	0.412 mm	0.30 - 0.47
Mean RNFL Thickness	0.291 mm	0.18 - 0.31
RNFL Cross Sectional Area	1.341 mm ²	0.95 - 1.61
Reference Height	0.387 mm	
Topography Std Dev.	11 μm	



Počínající změny na papile

Klinika nemoci očních a optometrie,
FN u Sv. Anny v Brně

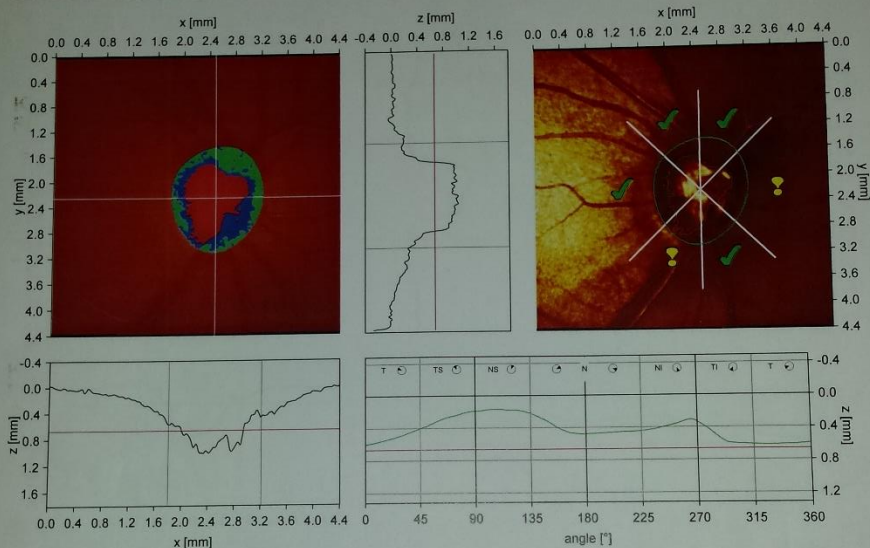
**HEIDELBERG
ENGINEERING**

Initial Report

Patient: **bendlova, jarmila**
Sex: female DOB: 19.IX.1951 Pat-ID: ---

OD

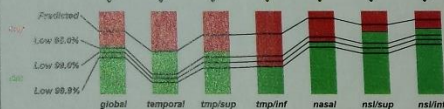
Examination: **Date: 4.XI.2015**
Scan: Focus: -3.00 dpt Depth: 3.25 mm Operator: Kocandova IOP: ---



Stereometric Analysis ONH

Normal Range

Disk Area	1.858 mm ²	1.69 - 2.02
Cup Area	0.782 mm ²	0.26 - 1.27
Rim Area	1.076 mm ²	1.20 - 1.78
Cup Volume	0.169 cm ³	-0.01 - 0.49
Rim Volume	0.271 cm ³	0.24 - 0.49
Cup/Disk Area Ratio	0.421	0.16 - 0.47
Linear Cup/Disk Ratio	0.649	0.36 - 0.80
Mean Cup Depth	0.301 mm	0.14 - 0.38
Maximum Cup Depth	0.712 mm	0.46 - 0.90
Cup Shape Measure	-0.109	-0.27 - -0.09
Height Variation Contour	0.453 mm	0.30 - 0.47
Mean RNFL Thickness	0.246 mm	0.18 - 0.31
RNFL Cross Sectional Area	1.189 mm ²	0.95 - 1.61
Reference Height	0.659 mm	
Topography Std Dev.	15 μm	



Moorfields Classification: Borderline (*)

(*) Moorfields regression classification (Ophthalmology 1998;105:1557-1563). Classification based on statistics. Diagnosis is physician's responsibility.

Comments:

Date: 1.IV.2016 Signature:

Software: IR1-V1.7.1/1721

Klinika nemoci očních a optometrie,
FN u Sv. Anny v Brně

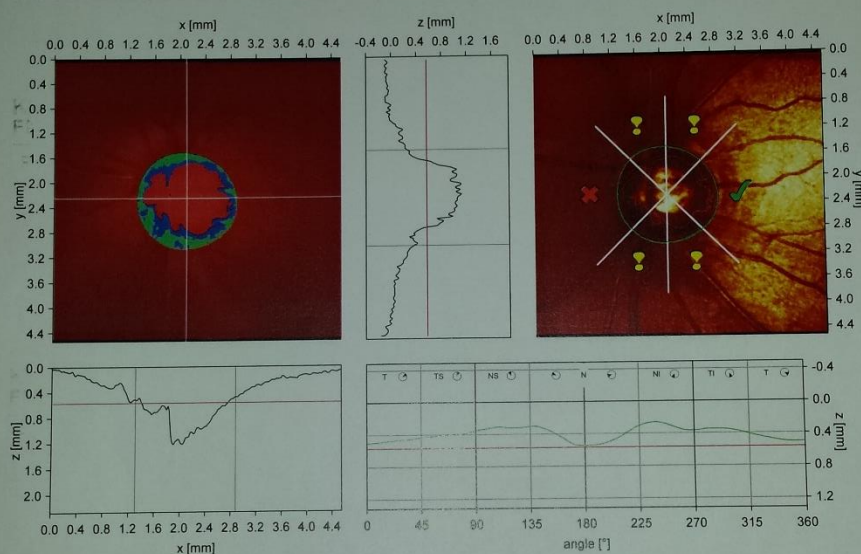
**HEIDELBERG
ENGINEERING**

Initial Report

Patient: **bendlova, jarmila**
Sex: female DOB: 19.IX.1951 Pat-ID: ---

OS

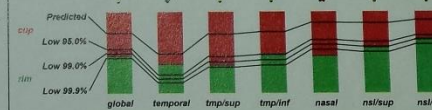
Examination: **Date: 4.XI.2015**
Scan: Focus: -4.00 dpt Depth: 3.00 mm Operator: Kocandova IOP: ---



Stereometric Analysis ONH

Normal Range

Disk Area	1.943 mm ²	1.69 - 2.82
Cup Area	1.053 mm ²	0.26 - 1.27
Rim Area	0.889 mm ²	1.20 - 1.78
Cup Volume	0.259 cm ³	-0.01 - 0.49
Rim Volume	0.135 cm ³	0.24 - 0.49
Cup/Disk Area Ratio	0.542	0.16 - 0.47
Linear Cup/Disk Ratio	0.736	0.36 - 0.80
Mean Cup Depth	0.293 mm	0.14 - 0.38
Maximum Cup Depth	0.728 mm	0.46 - 0.90
Cup Shape Measure	-0.106	-0.27 - -0.09
Height Variation Contour	0.286 mm	0.30 - 0.47
Mean RNFL Thickness	0.154 mm	0.18 - 0.31
RNFL Cross Sectional Area	0.760 mm ²	0.95 - 1.61
Reference Height	0.562 mm	
Topography Std Dev.	15 μm	



Moorfields Classification: Outside normal limits (*)

(*) Moorfields regression classification (Ophthalmology 1998;105:1557-1563). Classification based on statistics. Diagnosis is physician's responsibility.

Comments:

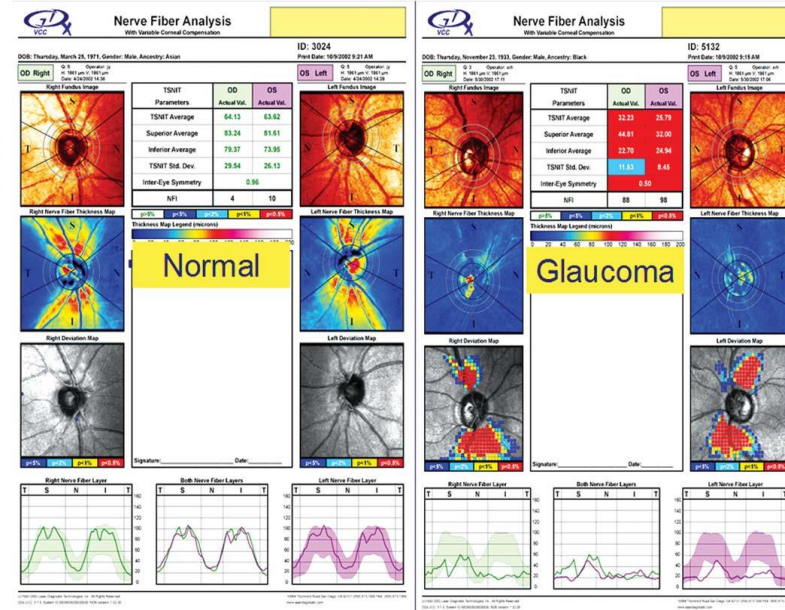
Date: 1.IV.2016 Signature:

Software: IR1-V1.7.1/1721

SKENOVACÍ LASEROVÁ POLARIMETRIE

- polarimetry vychází ze cSLO mají integrovaný měřicí polarizační systém
- využívají se zejména **pro kvantitativní charakteristiku vrstvy nervových vláken sítnice (RNFL – Retinal Nerve Fiber Layer)**
- např. u glaukomu dochází k typickému úbytku gangliových buněk a jejich axonů
- toto vede k anomáliím ve struktuře sítnice, jako je snížení tloušťky, změny ve tvaru papily optického nervu, což má za následek změny v zorném poli

- Principem je průchod **polarizovaného paprsku** přes RNFL - dojde k rozdílu v rychlosti svazku - fázový rozdíl
- využití **lineárně polarizovaného světla**, které je po odrazu od sítnice a dvojlomem přes RNFL následně polarizováno elipticky
- Změřené hodnoty jsou převedeny na tloušťku vrstvy danou konstantou ($0,67 \text{ nm}/\mu\text{m}$) a jedná se o tak zvanou **polarimetrickou tloušťku vrstvy**, ne anatomickou
- Fundus je skenován **infračerveným světlem** o vlnové délce 780 nm, lépe tak prochází vrstvami sítnice
- Snímané pole má velikost 40° horizontálně x 20° vertikálně a je tak možné najednou zaznamenat papilu zrakového nervu a maculu
- Rozlišení obrazu bývá 256 x 128 pixelů, s rychlostí pořízení jednoho snímku za 0,8 s



- Interpretace výsledků:
- **Mapa RNFL** – barevně kódovaná mapa, která zobrazuje rozsah 20°x 20° okolo papily optického nervu. Tmavě modrá a světle červená místa znamenají pomalejší a rychlejší retardaci paprsku.
- **Mapa odlišností** znázorňuje odchylky od normálových hodnot - barevné čtverečky na černobílém obrazu fundu
- **TSNIT graf** ukazuje retardační profil okolo papily zrakového nervu.
- **Souhrn RNFL parametrů** – speciálně vypočtené parametry pro podporu při stanovení diagnózy. Hodnoty jsou vykresleny ve formě barevných odchylek od normálu
- **Výpis vedené analýzy progresu** je spíše statistickou pomůckou, která porovnává jednotlivá měření v čase a zaznamenává, zda jsou tyto změny statisticky významné

RTA -Retinal Thickness Analyzer,

analyzátor tloušťky sítnice

- vytváří **topografickou mapu tloušťky sítnice**
- úzký paprsek zeleného laseru je promítnut na sítnici a následně **skenován na fundu**
- odražený paprsek je zachycen černobílou CCD kamerou **pod určitým úhlem**
- pomocí speciálního nastavení software je možné **rozeznat vzdálenost** mezi vnitřní limitující membránou a retinálním pigmentovým epitelem

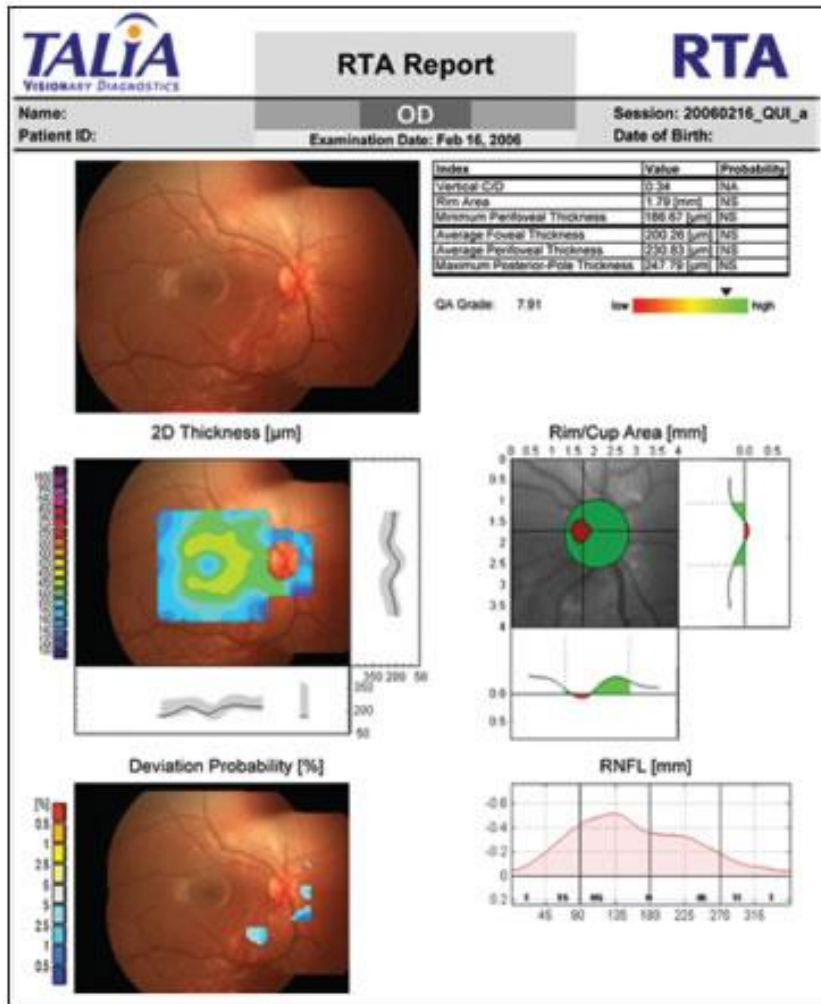
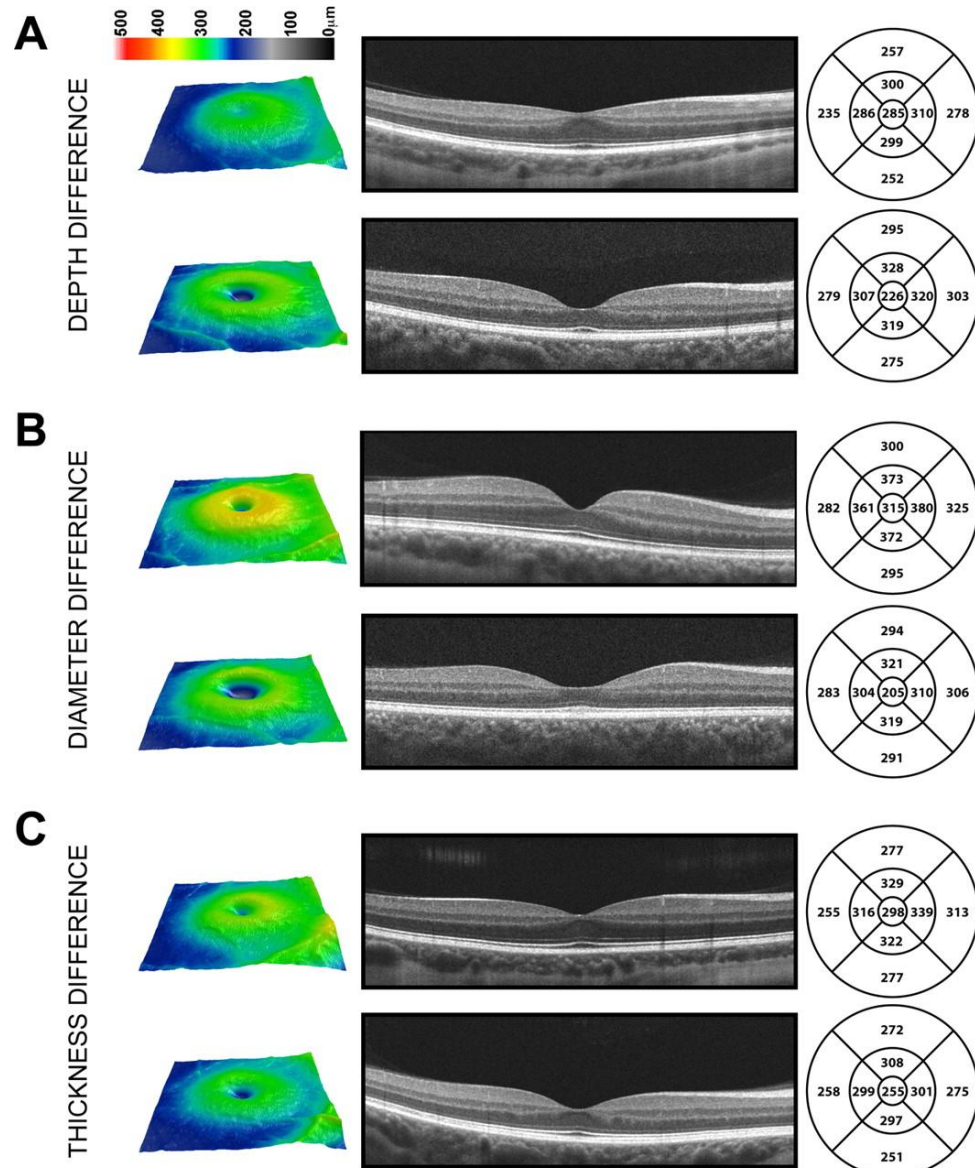


Figure 1. In addition to the patient fundus view, the RTA 5 Report includes retinal thickness, thickness deviation probability, disc topography, and retinal surface height profile.



OCT – Optická koherenční tomografie

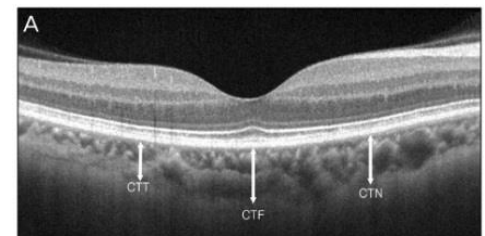
- Výhodou optické koherenční tomografie je **velká rozlišovací schopnost** v rozsahu řádu μm , pořízená průchodem tkání a to až do hloubky 5 mm
- Výsledkem je tak zobrazení **nehomogenní a odrazivé tkáně**
- Základem metody je **nízko koherenční interferometrie**, která je analogií zobrazení pomocí ultrazvukového B skenu
- i u OCT se využívá zpětně odražených a rozptýlených signálů od jednotlivých tkáňových struktur, jejichž intenzita je měřena v závislosti na časovém zpoždění
- Poskytuje **kvalitní zobrazení** především nezávislé příčné a podélné rozlišení

- Výhody OCT: - jedná se o **bezkontaktní, neinvazivní** měření, s relativně velkou hloubkou penetrace do biologické tkáně
- Úroveň světla je poměrně nízká a není potřeba přídatných zařízení
- pracují s vysokou **zobrazovací rychlostí** v reálném čase
- nabízejí **kvantitativní, objemová a biometrická měření**
- dále pak provádí strukturální a funkční metody měření, jako je Dopplerovská metoda, polarizace, stereoskopické měření, atd.
- „možnost rozlišení“ mezi běžným ultrazvukovým konfokálním zobrazením v **jednotlivých hloubkách** při průchodu vrstvami dané tkáně

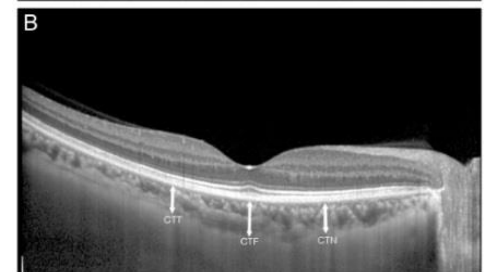
- Dnes využívané jsou zařízení, které pracují na principu **vysokorychlostního rozlišení**, neboli *Frequency-domain* (FD-OCT, frekvenční oblast)
- Jejich údaje jsou při měření zaznamenávány **všechny najednou** a detailněji (například přesnější zobrazení vrstvy fotoreceptorů a vrstev sítnice u VPMD)
- Tato zařízení detekují **interferenci jednotlivých spektrálních složek** nízkokoherenčního světla



OCT - Cirrus

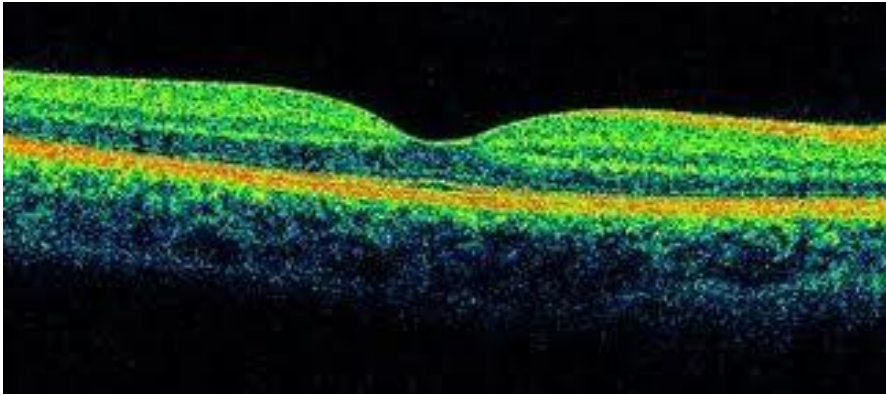


OCT - Spectralis

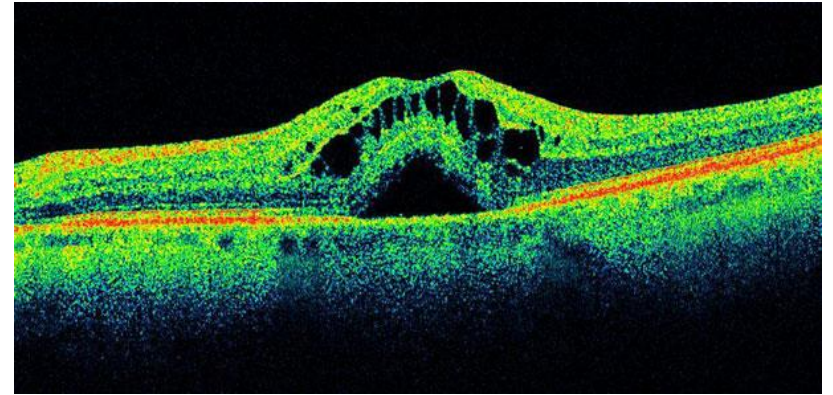


- Přehled oftalmologických využití:
- **Vysoké rozlišení obrazu** se svými vlastnostmi přibližuje informacím na histologické úrovni
- **Výsledný obraz** je již neodmyslitelně ve **3D**, to umožňuje intuitivní a poměrně přehlednou interpretaci informací o dané struktuře
- Nabízí **kvantitativní** posouzení tkáně
- Neinvazivní technologie prováděná in-vivo a **v reálném čase**

- OCT lze provádět **opakovaně**, to umožní včasnou diagnostiku, ale i sledování probíhající změny při očním onemocnění
- Je možné **srovnávat** struktury oka s výsledky funkční diagnostiky
- Přístroje mohou být kompaktní, přenosné, objemné a **je možné je propojit** i s dalšími oftalmologickými zařízeními pomocí optických vláken

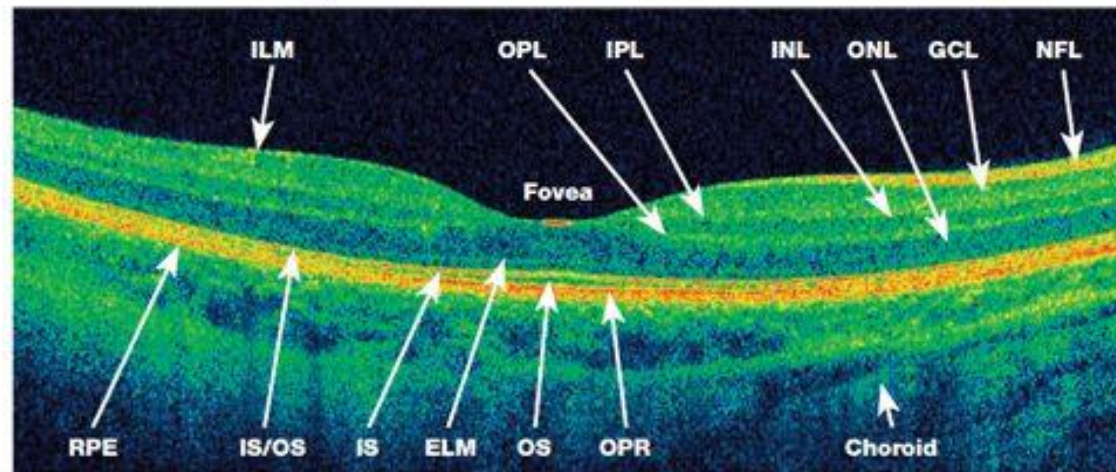


- Fyziologická retina



- poškozená retina

An HD-OCT scan of a healthy eye



NFL: Nerve fiber layer

ILM: Inner limiting membrane

GCL: Ganglion cell layer

IPL: Inner plexiform layer

INL: Inner nuclear layer

OPL: Outer plexiform layer

ONL: Outer nuclear layer

ELM: External limiting membrane

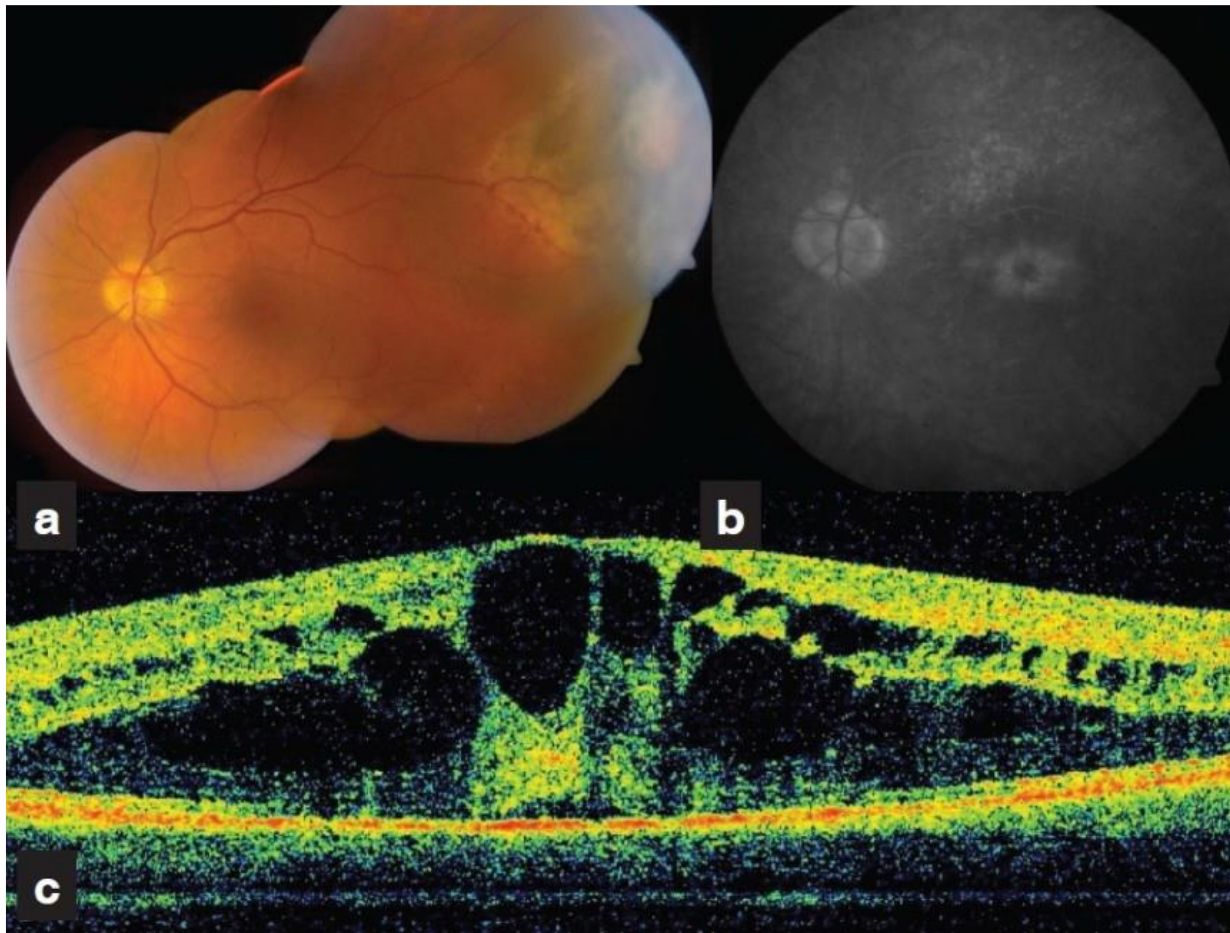
IS: Photoreceptor inner segment

OS: Photoreceptor outer segment

IS/OS: Interface between IS and OS

RPE: Retinal pigment epithelium

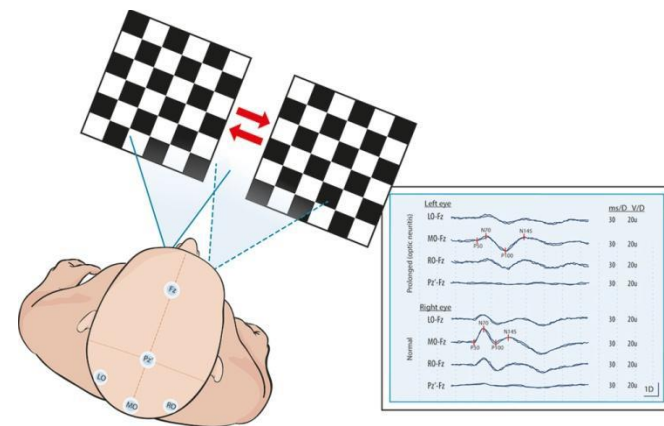
OPR: Outer photoreceptor/
RPE complex



Cystoidní makulární edém – A: barevný snímek fundu, B: fluo-angiogram, C: OCT

ELEKTROFYZIOLOGICKÉ METODY

- poskytují **objektivní údaje o funkci zrakové dráhy**
- základními parametry jsou **doba latence a amplituda**
- **doba latence** poukazuje na **rychlost odpovědi na stimul**
- **amplituda křivky** ukazuje na **intenzitu dané reakce**



- **elektrookulografie (EOG)**, sleduje funkce sítnicového epitelu a interakce mezi ním a fotoreceptory
- **elektroretinografie (ERG)**, která vyvolává reakci fotoreceptorů a vnitřní jaderné vrstvy sítnice, přičemž výsledná měření hodnotí odezvu na světelný stimul
 - **pattern elektroretinografie (PERG)** - hodnotí jak funkčnost makuly, tak gangliové buňky sítnice
- **evokované zrakové potenciály (VEP)** posuzují zrakový nerv a zbytek zrakové dráhy

- metody jsou užitečné při **lokalizaci a diagnostice** vrozených i získaných poruch zraku
- jsou nápomocné při **sledování v průběhu** léčby daného onemocnění
- lze jimi zjistit i léze **netransparentních** médií, případně **toxické působení** léků
- využívají se i v případech úplné **ztráty zraku**
- můžeme sem zahrnout i **možnost testování** adaptace a jiných psychofyzikálních technik

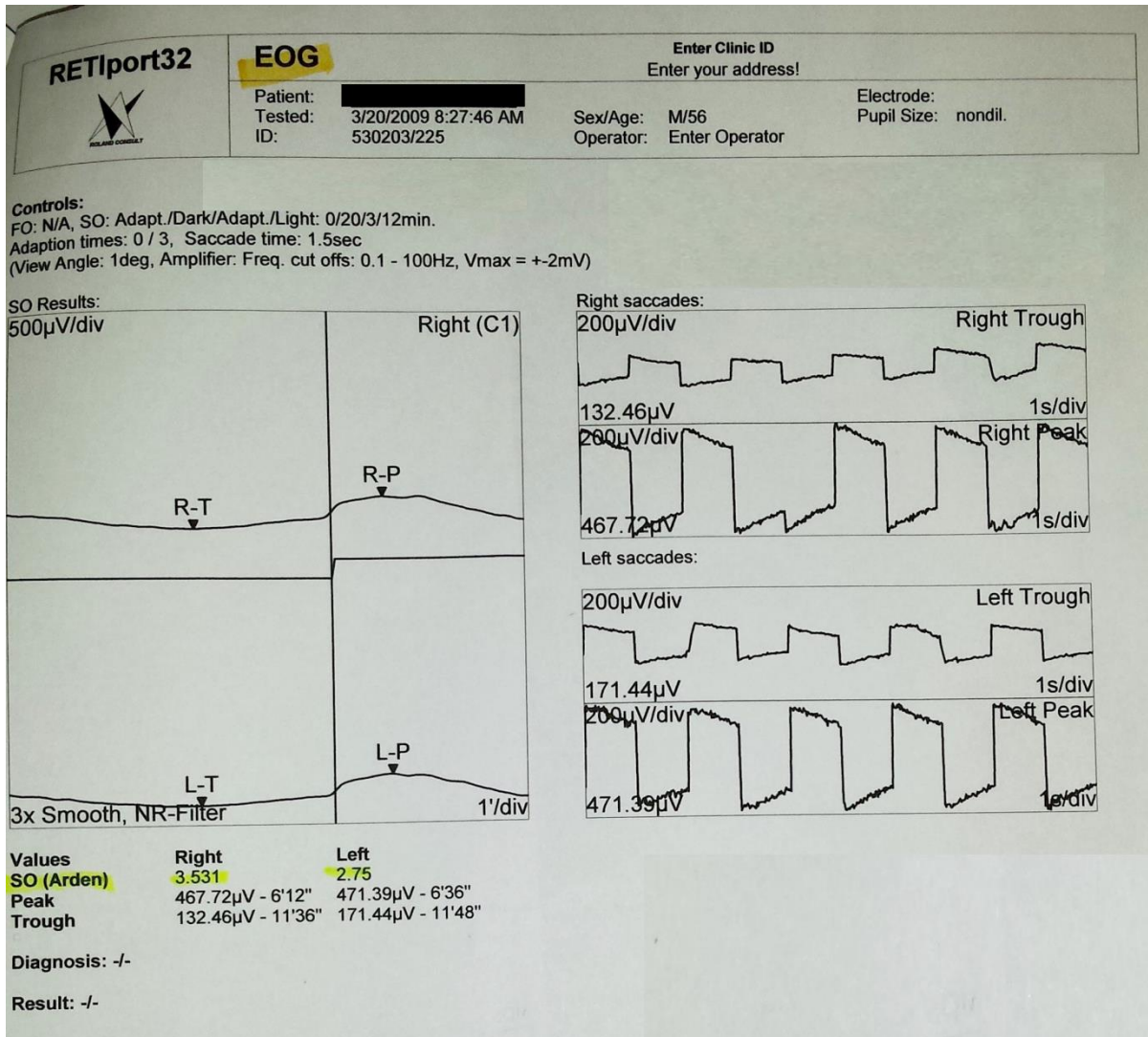
Elektrookulografie (EOG)



- měření stálého **elektrického potenciálu mezi rohovkou s pozitivním nábojem a sítnicí s negativním nábojem**, jeho hodnota je přibližně 6 mV, čímž tak bulbus představuje dipól
- potenciál lze snímat pomocí **povrchových elektrod**, umístěných u vnitřních a zevních koutků oka
- zkouška provádí při **dilatovaných zornicích** za pomoci Ganzfeldovy polokoule, která umožní rovnoměrný osvit sítnice během fotonické fáze testu



- pacient provádí střídavě zleva doprava horizontální **pohyby očima** mezi dvěma světly, které fixuje a dále do obou stran do rozsahu 15° od jejich středu, což obsáhne celkově 30°
- pohyb **rohovky směrem k elektrodě** nebo od ní navozuje **elektrický potenciál**, který je zesílen a **zaznamenán**
- snížené hodnoty ve výsledném EOG značí dysfunkce na úrovni komplexu pigmentového epitelu sítnice a fotoreceptorů

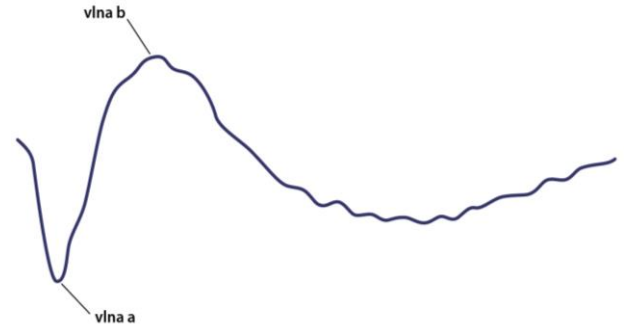


- SO (Ardenův) index je vyjádřen poměrem měření za fotonických a skotopických podmínek
- Normativní hodnota 2.65

Elektroretinografie (ERG)

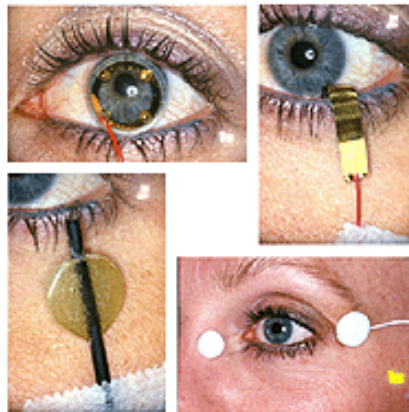
- **elektrické odezvy sítnice na světelný podnět**, zpravidla na krátký světelný záblesk (pod 5 ms)
- Ganzfeldova polokoule zajišťuje jednotné a komplexní osvětlení, jakož i rozptýlené světlo od pozadí, pro možnost testování fotopické adaptace





- Pozice vlny „a“ – reakce čípků
- Pozice vlny „b“ – reakce tyčinek a bipolárních buněk
- **oscilační potenciály** vznikají filtrací vzestupné části vlny b
- **Flicker ERG** je metoda, která se používá k vyhodnocení funkce čípků
- Vyšetření se provádí binokulárně a vyšetření se zahajuje asi 20 minutovou preadaptací na tmu
- Následuje předložení slabého světelného stimulu, tak aby došlo ke dráždění pouze tyčinek

- **hlavní snímací elektroda** je umístěna na **rohovce**, nejčastěji ve formě **speciální kontaktní čočky**, ale je možné použít i zlatou fólii a smyčkovou elektrodu zasunutou do fornixu
- **referenční elektrody** jsou poté umístěny u zevních koutků nebo na čele, resp. ušním lalůčku



RETIport32



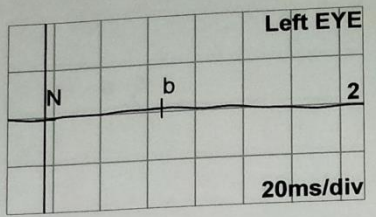
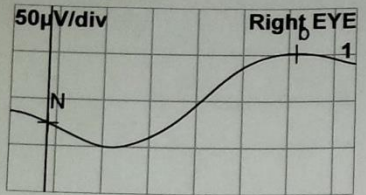
Klinika nemocí očních a optometrie FNUSA
Pekarska 53, Brno

Patient: [REDACTED]
Tested: 7/4/2011 12:22:16 PM
ID: 580831/0497

Sex/Age: M/52
Operator:

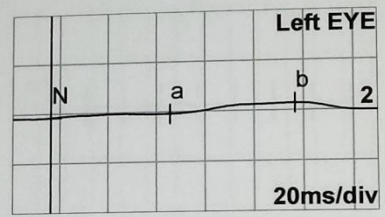
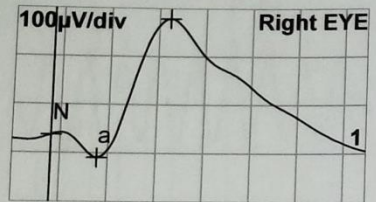
Electrode:
Pupil Size:

Rod. Response



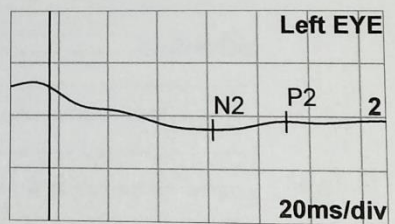
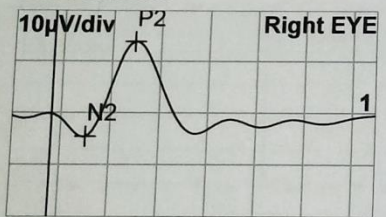
Channel	b [ms]	b-wave
1 R-1 -25dB	107 (!)	77.7µV (!)
2 L-2 -25dB	50 (!)	6.02µV (!)
Normals	67-91-67-91	95µ-305µV-95µ-305µV

Standard Combined ERG



Channel	a [ms]	b [ms]	a-wave	b-wave	b/a
1 R-1 0dB	19	49 (!)	46.8µV (!)	288µV (!)	6.2V
2 L-2 0dB	50 (!)	101 (!)	4.03µV (!)	18.9µV (!)	4.7V
Normals	14-22	33-46	155µV-356µV	290µV-654µV	1µV-3µV

osz. Potentials



Channel	N2 [ms]	P2 [ms]	OS2
1 R-1 0dB	14	33	18.5µV
2 L-2 0dB	66	95	1.59µV

Popis záznamu:

- Rod. Response:
 - vyšetření tyčinek
 - Na OD je posun v čase latence b-vlny do patologických hodnot. OS je pod normou (norma 67-91 ms).
 - Hodnota amplitudy je v obou případech pod normou (95-305 µV).
- Standard Combined ERG:
 - reakce tyčinek i čípků
 - Na OD posun b-vlny nad limit (33-46 ms). a-vlna je v normě (14-22 ms). Latence na OS u obou vln a i b jsou patologické. Velikost amplitud a i b jsou u obou očí patologické (norma pro a-vlnu 155-356 µV a pro b-vlnu 290-654 µV).
- Osz. Potentials: Pravé oko podle vizuálního hodnocení záznamu je v normě. Záznam na levém oku je mimo normu, ukazuje téměř plochou křivku.


 Patient: [REDACTED]
 Tested: 7/4/2011 12:22:16 PM
 ID: 580831/0497

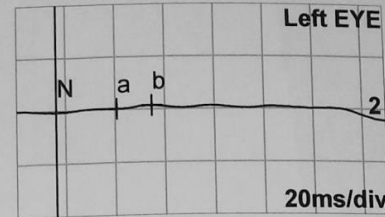
 Sex/Age: M/52
 Operator:

 Electrode:
 Pupil Size:

phot. Response

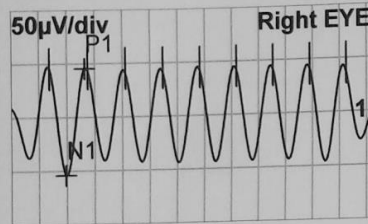


Channel	a [ms]	b [ms]
1 R-1 0dB	16 (!)	34 (!)
2 L-2 0dB	25 (!)	39 (!)
Normals	13-16	29-33

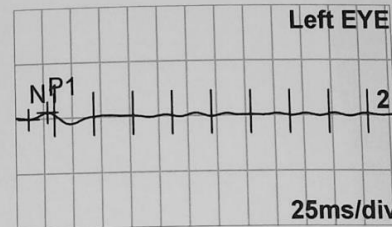


a-wave	b-wave
22.7 μV (!)	119 μV
2.37 μV (!)	2.74 μV (!)
26 μV-62 μV	103 μV-250 μV

30Hz Flicker

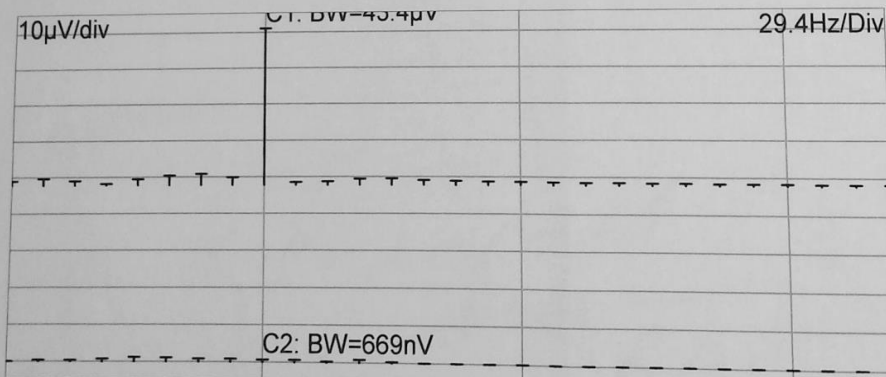


Channel	N1 [ms]	P1 [ms]
1 R-1 0dB	49	66 (!)
2 L-2 0dB	12	28 (!)
Normals	-	58-64



N1-P1
99.3 μV
5.93 μV (!)
57 μV-223 μV

Spectral plots:



Popis záznamu:

- Phot. Response:
 - reakce čípků
 - Kromě b-vlny na pravém oku jsou je záznam ve všech parametrech patologický. Doba latence je na ODS prodloužená a velikost amplitudy snižena.
- 30Hz Flicker:
- Patologické hodnoty jsou na OD P1 66 ms (norma 58-64 ms) a na OS P1 28 ms a velikost amplitudy N1-P1 5,93 μV (norma je 57-223 μV).

- **Fokální ERG (FERG)** – cíleno malým světelným podnětem na slepou skvrnu a využívá se k testování funkčnosti fovei
- **Pattern ERG (PERG)** - elektroretinografie na strukturované podněty
 - při vyšetření sleduje černo-bílou šachovnici
- **Multifokální elektroretinografie (mfERG)** – neinvazivní vyšetřovací technika, význam spočívá především v detekci sítnicové dysfunkce

Klinika nemoci ocnich a optometrie FNUSA

Pekarska 53, Brno

ETiscan
Multifocal ERG

Name: XXXXXXXXXX
 First Name: XXXXXXXXXX
 Date of Birth: 6/14/1970
 ID: 700614/4079
 Sum Resp. (BSum P1-wave: 54.8)
Diagnosis:

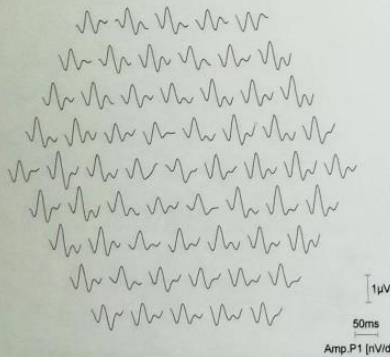
Date: 10/1/2010 9:54:56 AM
 Channel: OS
 Result:
 Comment

Device: CRT Monitor
 Resolution: 61 Segments
 View Angle: 30deg
 Distortion: 1 : 4
 Fixation: Seg 31/ Target line

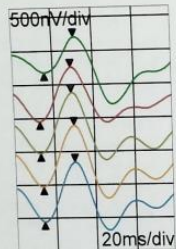
Electrodes: Other
 Ampl. Range: ±100µV
 Cut Offs: 10Hz - 100Hz
 Artifact Level: 12%
 Sampled: 1004Hz

Operat. Mode: ERG FOK
 Test Type: FOK
 Correlated: 79ms
 Averages: 8
 Filter: 2*Smooth 50Hz
 Result view: Result view: Static perimeter

Amplitudes P1(b)



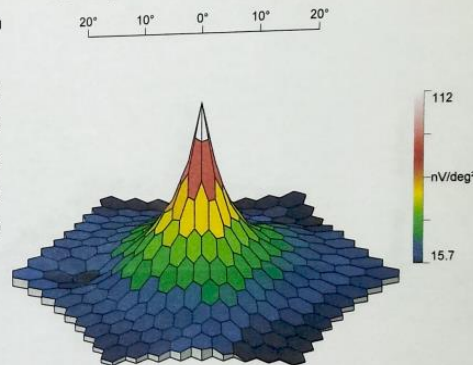
Amplitudes P1(b)



Ring	Amp.P1 [nV/deg²]	Amp.P1 [µV]	Amp.N1 [µV]	PeT.P1 [ms]
1	34.8	0.528	0.207	30.9
2	37.6	0.811	0.252	28.9
3	28.9	0.907	0.262	28.9
4	21.2	0.923	0.325	29.9
5	15.5	0.900	0.372	29.9

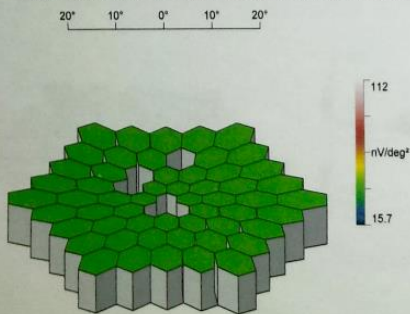


3D Amplitudes P1(b) (Normal DB)

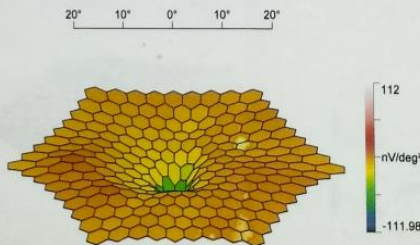


normální

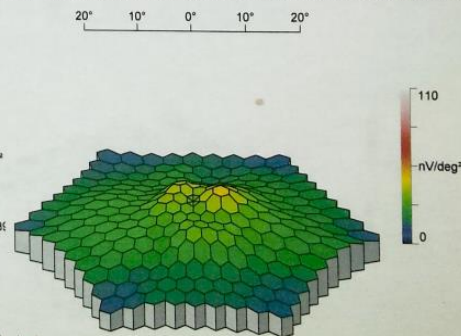
3D Amplitudes P1(b) (Limit Check With Normal DB)



3D Amplitudes P1(b) (Difference Result / Normal DB)



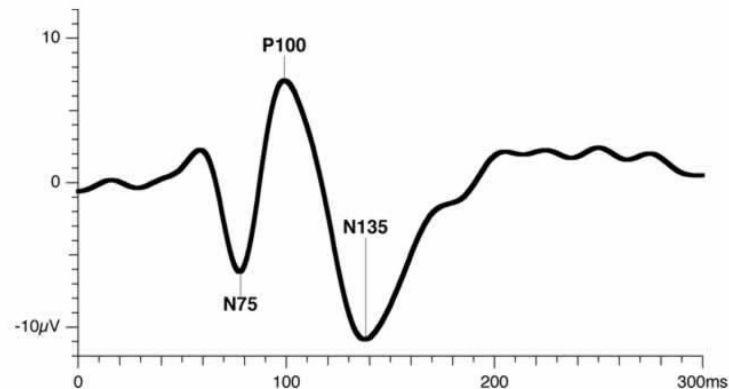
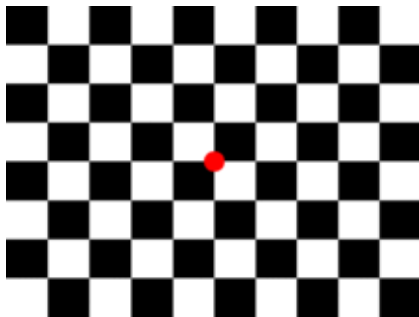
3D Amplitudes P1(b) (Relative To Internal Normal)



patologické

Zrakové evokované potenciály (VEP – visual evoked potential)

- jsou odpovědí mozkové zrakové kůry na vizuální stimulaci, která je zaznamenána pomocí hlavových elektrod
- s konstantním jasem dosáhne pozitivních hodnot až do výše 100 ms, což se udává jako P100
- lze měřit amplitudu a dobu latence



Křivka VEP záznamu (osa x – doba latence, osa y – napětí)

- **VEPy na strukturované podněty** - lze vyvolat i jinými vzory, např. kdy je jednotné šedé pozadí monitoru nahrazeno šachovnicí s identickou hodnotou osvětlení nebo stimulem difuzního záblesku
- Odpověď na stimulaci obsahuje tři maxima:
 - pozitivní C1 s latencí 75 ms
 - negativní C2 s latencí 125 ms
 - pozitivní C3 s latencí 150 ms

- **Flash VEP** - zábleskové VEPy se doporučuje provádět u nespolupracujících klientů nebo pacientů v bezvědomí nebo, kde jsou doporučeny nepravidelné vzory
- Výsledné křivky jsou proměnné, stimulujícím faktorem je i změna osvitů sítnice

- **Sweep VEP** – sVEPy je speciální metoda určená k **objektivnímu zjištění zrakové ostrosti**, která umožňuje toto vyšetření včetně **měření kontrastní citlivosti** za poměrně kratší časový úsek, ve srovnání s klasickou metodou
- Pro hodnocení výsledku záznamu se čeká na „vyhasnutí“ odpovědi na stimul
- VEPy jsou vhodné pro detekci a diagnostiku onemocnění zrakového nervu, demyelinizace zrakového nervu, ataky zánětu optického nervu,...

LASERY

- V oftalmologii hojně využívané v mnoha diagnostických a terapeutických postupech (LASER – Light **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation)
- Pomocí laseru je možné **změnit** tvar, strukturu a funkci jednotlivých očních tkání
- Oproti běžným světelným zdrojům mají lasery několik rozdílů:
 - Jas laseru (vyzářeného pod určitým úhlem) je **mimořádně vysoký**
 - Světlo emitované zdrojem laseru má velmi **úzké rozmezí**, pro některé typy laseru je emitované světlo téměř monochromatické
 - Dráha laserového paprsku může být **přímá** (velmi málo divergentní) a to i na velké vzdálenosti
 - Lze ji **zacílit** do konkrétního bodu, s vysokou prostorovou koherencí
 - Světlo laseru s úzkým spektrálním rozsahem **má velkou koherenční délku a čas**

- Některé lasery pracují v režimu kontinuálním, jiné naopak v pulzním
- Vlnové délky ve viditelném spektru pak mají na oční tkáň zejména **koagulační efekt**, ultrafialové délky pak **fotoablační** a infračervené délky se využívají k **fotodisrupci** či **fotokagulaci**
- Koagulační účinek - laserový paprsek je absorbován v dané nebo sousední oční tkáni
- Dochází k uvolnění tepla, které působí denaturaci bílkovin – koagulaci
- Hlavní využití je případně terapie u klientů s diabetem,...

- Fotoablace - technika, při které dochází k **odpařování tkáně** např. při remodelaci rohovky, odstranění rohovkových jizev
- Každé použití laseru vyžaduje **přísné bezpečnostní podmínky** a hygienické směrnice
- Podle povahy záření a parametrů se lasery dělí do čtyř tříd
- Kritérii dělení jsou: hustota výkonu, vlnová délka, doba a režim laseru

- Lasery I. třídy – emitují **záření o malém výkonu, nemohou poškodit zdraví** ani po libovolně dlouhé expozici tkáně

Patří sem např. lasery, které jsou plně zakrytovány, čímž se jejich záření nedostává ven. Při práci s nimi nejsou potřebná příliš zvláštní opatření

- Lasery II. třídy – emitují jen **viditelné záření, které nepoškodí oko**

Pokud by však došlo k dlouhodobému a přímému působení na sítnici, mohlo by k újmě dojít

Výkon těchto laserů je menší než 1 mW, proto musí být pracovníci poučeni o možných rizicích laseru a místnost označena varovnou tabulkou

- Lasery III.a třídy - při nahodilém zásahu **oko nepoškodí**, jeho výkon se udává do 5 mW
- Lasery III.b třídy – emitují záření v různých vlnových délkách, v impulzním i spojitém režimu.

Mohou již **způsobit poškození oka** jak přímým nebo odraženým svazkem záření

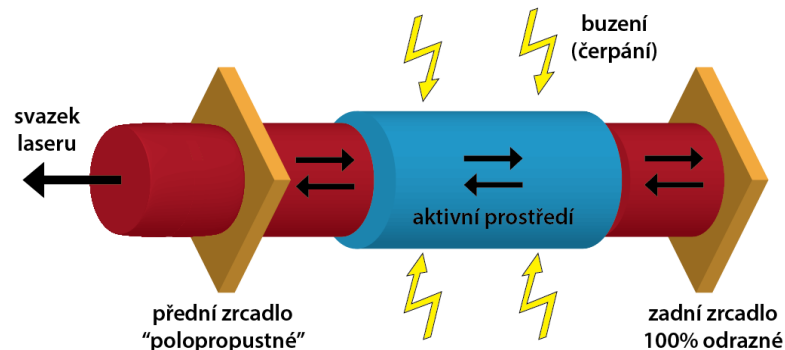
- Lasery IV. Třídy (1) – mají výkon vyšší než lasery třídy III.b, **ohrožují oko i difúzně odraženým zářením**

Pro práci s lasery III. a IV. třídy jsou již stanovené hygienické předpisy s řadou technických opatření, které mají za úkol **zamezit zásahu** pracovníka

- Lasery IV. třídy (2) – emitují záření v **infračervené a ultrafialové oblasti** a musí být proto vybaveny signalizací jejich chodu

Nesmí s nimi manipulovat neoprávněná osoba.

- Podle povahy lze lasery dělit na **pevnotátkové, kapalinové a plynové**
- Aktivním prostředím bývá kapalná, pevná či plynná látka, která je **nasycena více atomy** na vyšších energetických hladinách
- Takové atomy mohou **emitovat dvojnásobnou světelnou energii**
- Lasery mohou být buzené světlem, elektrickým proudem, svazkem elektronů, chemickým prostředím,...



- **Excimerový laser (excited dimer)** je označován situací, kdy molekuly existují v excitovaném stavu pouze krátkou dobu
- Jestliže se excimer vrátí zpět do základního stavu, **dojde k rozkladu molekul** na atomy emisí fotonů
- Vzhledem k tomu, že základní stav je velmi nestabilní, jsou excimery prostředím, které umožní **výstupní výkon vyšší jak 200 W**
- Aktivní prostředí excimerového laseru je tvořeno vzácnými plyny (např. xenon a krypton), které obvykle nevytváří žádné chemické sloučeniny

- Krátké vlnové délky (UV oblast spektra) emitovány excimerovými lasery jsou silně absorbovány vodou a bílkovinami, tudíž toto světlo nemůže prostoupit hlouběji do očních struktur
- Jejich využití v oftalmologii je nejvíce při ablaci prováděné v refrakční chirurgii a zákrocích na předním segmentu

- K moderním excimerovým laserům lze zařadit:
 - slit scanning lasery (kombinují úzký svazek s rotačním skenovacím systémem)
 - spot scanning lasery (paprsek laseru má tvar skenovacího bodu s průměrem 0,2-2,0 mm)
 - wavefront guided lasery (systém je propojen s jednotkou, která mapuje povrch oka a detekuje možná problémová místa)
 - eye tracking lasery (jsou nezávislé na mimovolných očních pohybech klienta)
 - iris registration systém (kompenzuje oční mikropohyby vyvolané rotací oka)

Možnosti využití excimer laserů v oftalmologii

- 1. Plošná ablace

Fototerapeutická keratektomie (PTK)

- lamelární ablace povrchových degenerací, nerovností a jizev rohovky
- lamelární keratoplastika
- terapie recidivující eroze
- ošetření infekčních rohovkových defektů
- ablace pterygia
- ablace některých infekčních afekcí rohovky

- *Fotorefraktivní keratektomie (PRK)*
 - korekce nižších refrakčních vad
 - korekce nižší myopie
 - korekce nižší hypermetropie
 - korekce astigmatismu

- *Laser in situ keratomileusis* (**LASIK**)

- korekce vyšších refrakčních vad

- korekce myopie

- korekce hypermetropie

- korekce astigmatismu

- korekce presbyopie

- *Laser epiflap keratectomy* (**LASEK**) a ***Epi-LASIK***
 - korekce myopie
 - korekce hypermetropie
 - korekce astigmatismu

2. Lineární ablace

Fotorefraktivní keratotomie (málo používaná)

- korekce astigmatismu uvolňujícími řezy
- korekce nízké myopie radiální keratotomií

3. Objemová ablace (málo používaná)

- perforující keratoplastika
- léčba herpetické keratitídy
- odstranění nádorů
- parciální zevní trabekulektomie
- fakoablace

RENTGEN (RTG)

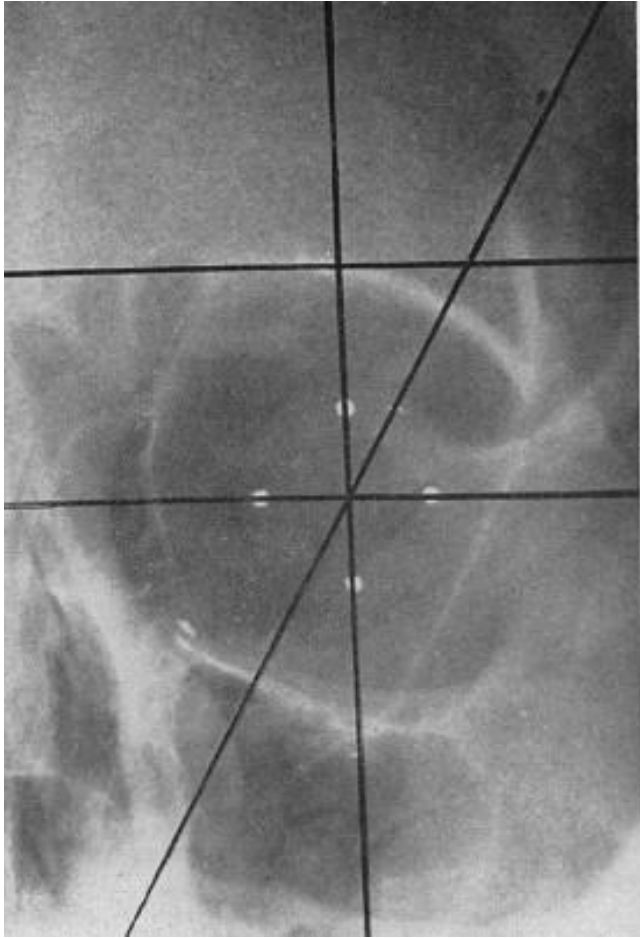
- Rentgenové záření je **elektromagnetické záření** s vlnovými délkami v rozsahu 10^{-8} m až 10^{-12} m
- vzniká přeměnou energie rychle se pohybujících elektronů, které dopadají na povrch kovové elektrody, na energii elektromagnetického záření
- Čím je vlnová délka RTG záření kratší, tím lépe **proniká látkami a má vyšší ionizační účinky**
- Při průchodu látkou je pak toto záření pohlcováno a jeho energie se přemění na vnitřní energii dané látky
- Když prochází záření tělem, je vždy částečně utlumeno, kost utlumí průchod záření mnohem více než sval nebo jiná měkká tkáň



- V ofalmologii se při RTG využívá k zobrazení obličejového skeletu, k základní orientaci při úrazech a při zjišťování a lokalizaci cizích tělísek uvnitř oka
- K tomu lze využít i pomůcky, jako je např. **Combergova protéza**, což je speciální kontaktní čočka se čtyřmi rentgenkontrastními olověnými body, přesně umístěnými v poloze v rozích čtverce

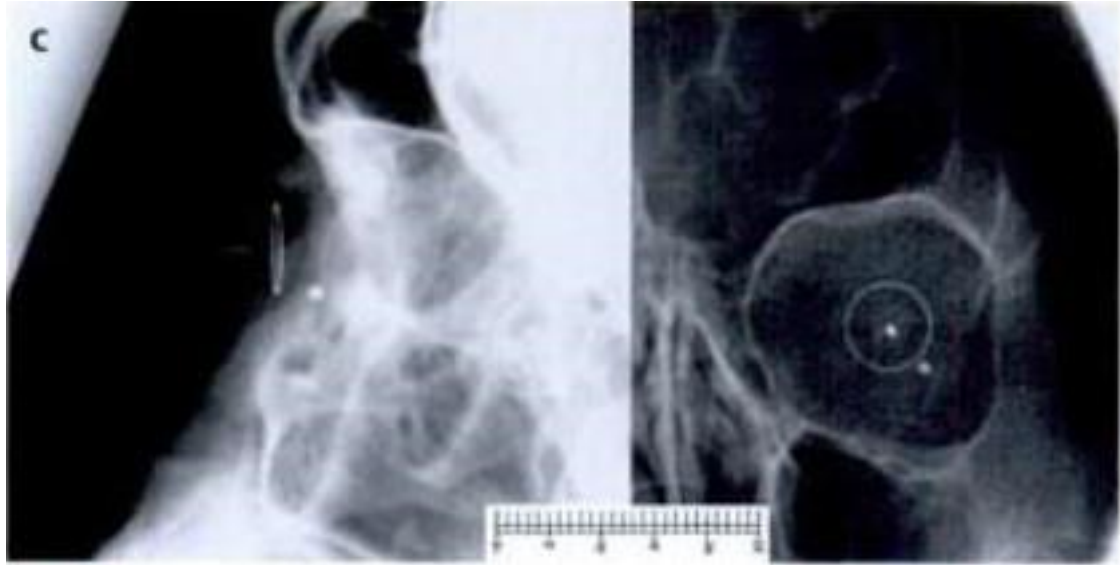
- jedna osa tvořená dvěma protěžšími olověnými body je vertikální a druhá pak horizontální
- existuje také Combergova souprava, která obsahuje i sklerální čočku s kovovým rentgenkontrastním kroužkem





- **Baltinova protéza** vznikla jako modifikace Combergovy protézy
- Je vyrobena z hliníku a má tvar kulové úseče o poloměru 12 – 15 mm s centrálním otvorem o průměru 11 mm
- Opět jsou zde čtyři olověné body velikosti 0,5 mm
Tato protéza se dnes již nepoužívá





POČÍTAČOVÁ TOMOGRAFIE (CT - Computed Tomography)

- Počítačová tomografie je velmi užitečná **zobrazovací metoda lézí očnice**, a to zejména v případech, kdy je třeba posoudit a klasifikovat stavy kostí očnice, optický kanál, atd.
- Technika využívá obraz příčného – tomografického řezu danou strukturou, příp. tělem pacienta, lze sestavit i trojrozměrný obraz orgánů
- Principiálně je tato metoda založena na kombinaci klasického rentgenového vyšetření s počítačovým systémem, kterým jsou získaná data vyhodnocena



MAGNETICKÁ REZONANCE (MRI – Magnetic Resonance Imaging)

- Magnetická rezonance je technika využívaná pro možné **zobrazení měkkých tkáních orbity**, jejich případným patologickým stavům, ke kterým se řadí onemocnění očního nervu, kombinované orbitální a intrakraniální patologické procesy
- Při tomto vyšetření **není** pacient vystaven účinkům ionizujícího záření
- K získání obrazu se využívá **magnetického pole a elektromagnetické záření** v oblasti frekvencí radiových vln

- Během magnetické rezonance je tedy tkáň vystavena krátkému **elektromagnetickému impulzu**, při kterém dojde ke změně orientace protonů (vodíkových jader), ty se následně vrátí do svého původního stavu a po ukončení pulzu opětovně vyzařují absorbovanou energii
- Tato emise je počítačem zaznamenána, zpracována a zobrazena ve formě řezu vyšetřovanou tkání
- Běžné zobrazení vychází ze stavu protonů, které se nachází v extra- a intra- celulórní tekutině a tuku

