

0-538



UNIVERZITET U NOVOM SADU  
PRIRODNO-MATEMATIČKI  
FAKULTET  
DEPARTMAN ZA FIZIKU



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ  
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

ПРИМЉЕНО:	17.12.2008
ОРГАН/СЕД.	БРОЈ
0603	9/1838



# Rožnjača kao glavni refraktivni sistem oka

- stručni rad -

Mentor:

Prof.dr Slobodanka Latinović

Kandidat:

Ivana Jovović

Novi Sad, 2008.

Zahvaljujem se svom mentoru,  
Prof. dr Slobodanki Latinović

## **SADRŽAJ:**

1.UVOD .....	1
2.ANATOMIJA I FIZIOLOGIJA ROŽNJAČE .....	3
2.1. HISTOLOŠKA GRAĐA ROŽNJAČE .....	5
2.2. HEMIJSKI SASTAV ROŽNJAČE .....	7
2.3. FIZIČKA SVOJSTVA ROŽNJAČE .....	7
3. REFRAKCIJA .....	8
4. REFRAKCIONE ANOMALIJE .....	9
4.1. MIOPIJA, KRATKOVIDOST .....	10
4.2. HIPERMETROPIJA, DALEKOVIDOST .....	11
4.3. ASTIGMATIZAM .....	12
4.4. ANIZOMETROPIJA .....	13
4.5. KERATOKONUS .....	13
5. KONTATNA SOČIVA .....	14
6. OPTIČKI INSTRUMENTI – METODE ISPITIVANJA ROŽNJAČE .....	15
6.1. BIOMIKROSKOP .....	15
6.2. OFTALMOMETRIJA .....	16
6.3. KERATOSKOPIJA .....	17
7. SAVREMENE METODE U ISPITIVANJU ROŽNJAČE .....	18
7.1 KOMPIJUTERSKA TOPOGRAFIJA ROŽNJAČE .....	18
7.2. PAHIMETRIJA .....	20
7.3. VISANTE OCT .....	21
8. DISKUSIJA .....	22
9. ZAKLJUČAK .....	25
10. LITERATURA .....	26
11. BIOGRAFIJA .....	28

## **1. UVOD**

Oko je optički sistem na čijoj se zadnjoj površini projektuje obrnuta slika posmatranog predmeta. Posmatrane slike predmeta tj. vizuelne poruke, kroz prozirne očne medije biće sačuvane i prenešene duž retinokortikalnog puta do centra za vid u moždanoj kori (cortex visivum). Ovim u suštini složenim procesom obavlja se funkcija vida - oka. Poznato je da su sve strukture oka izuzetno anatomske i funkcionalno podešene, dizajnirane tako da je ovaj iako veoma osetljiv organ u mogućnosti da ostvari svoju osnovnu funkciju, funkciju vida.

Cilj ovog rada je izučavanje rožnjače, sa svim njenim svojstvima – od suptilne anatomske građe, od značajnih optičkih, mehaničkih svojstava, do bioloških i njenih hemijskih karakteristika.

Ispitivanje refrakcije kao najznačajnijeg optičkog svojstva opisaćemo emetropiju – normalnu refrakciju ali i ametropiju, refrakcijske greške oka - miopiju, hipermetropiju, astigmatizam i anizometropiju.

Ispitivanje rožnjače, prije svega njene morfologije i njenih ostalih svojstava obavlja se u savremenoj oftalmološkoj praksi na biomikroskopu sa procepcnom svetiljkom.

Ovakav biomikroskop predstavlja ustvari najsavršeniju primenu fokalnog svetla i fundamentalni je instrument za pregled rožnjače i ostalih struktura prednjeg segmenta oka. Primenom Goldmann – ove kontaktne prizme, te David Volk-ve beskontaktne lupe na biomikroskopu je moguće analizirati i očnu pozadinu – fundus oka.



U optometiskoj praksi kao osnovni postulat naznačeno je ispitivanje vidne oštrine, diagnostika refrakcijskih grešaka i njhova korekcija. Ovaj domen funkcionalne dijagnostike obuhvata i pregled na biomikroskopu, korištenje oftalmometra (Javall), kao i ispitivanje topografije kornee. Uvođenje pahimetrije - najnovije metode u određivanju debljine rožnjače upotpunjuje se diagnostika prednjeg segmenta oka, posebno u određivanju očnog pritiska, odnosno u patologiji glaukoma uopste.

## **2. ANATOMIJA I FIZIOLOGIJA ROŽNJAČE**

Rožnjača ima glavnu funkciju u optičkom sistemu oka. Jačina dioptrijskog sistema rožnjače zavisi od njezine providnosti. Čovekova rožnjača propušta 85% upadne svetlosti. Njena refraktivna moć je 43 dioptrije, dok ukupna refrakcionala moć oka je 60 dioptrija.

Rožnjača je prozirni optički deo spoljašnje vezivne ovojnica oka. Gledana spreda rožnjača je blago elipsoidnog oblika, dok je iznutra pravilno okrugla. Ona je poput konveksnog ogledala koje reflektuje posmatrani predmet kao jasnu i smanjenu sliku.

Kod odraslih veličina rožnjače je oko 11 mm u vertikalnom i oko 12mm u horizontalnom meridijanu. Vertikalni meridijan fiziološki je jače zaobljen od horizontalnog i to predstavlja fizioloski astigmatizam rožnjače koji najviše iznosi 1 dptr.cyl.90\*. Prednja površina rožnjače je jače zaobljena, a njen poluprečnik krivine je oko 8 mm, dok poluprečnik krivine beonjače je oko 12,5 mm, tako da rožnjača izgleda poput lagano izbočenog stakla na satu.

Rožnjača mora biti savršeno prozirna i pravilno prelamati svetlost. Kao uslov za idealnu transparentnost potrebnno je da njeno tkivo bude avaskularno, dok je za pravilnu refrakciju neophodno je da njena površina bude glatka, sjajna i vlažna.

Suze održavaju vlažnost rožnjače. Takođe imaju višestruku ulogu: mehaničku, nutritivnu, antibakterisku, optičku i isparavanjem rashlađuju površinu rožnjače. Na površini rožnjače grade prekornealni suzni film debljine oko 6 do 20 mikrona, koji se sastoji iz tri sloja: prednji ili uljani, srednji ili akvoznii (vodenii) i duboki ili mucinski sloj. Prekornealni suzni film štiti epitel rožnjače i vežnjače, on je od posebnog je značaja prilikom nošenja kontaktnih sočiva. Količina izlučenih suza meri se Schirmer testom - ovom probom utvrđuje se da li oko ima normano lučenje suza ili je reč o smanjenoj količini suza tj. „suvom oku“.

Rožnjača je veoma osjetljiva na bol kao i na najnežniji dodir, što ujedno služi i zaštiti oka. U njenom epitelu smeštena su senzitivna nervna vlakna, ogranci V kranijalnog nerva.

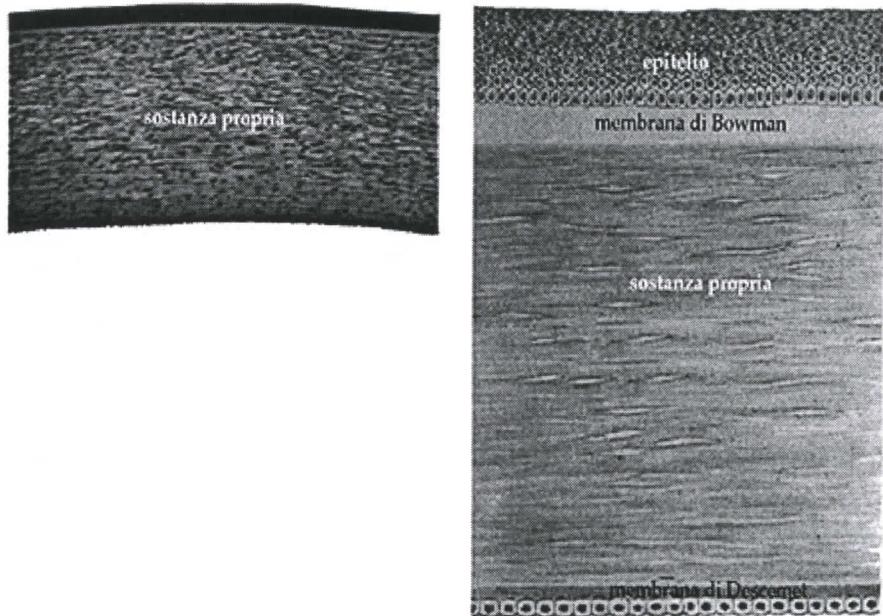
Verteks cornae predstavlja najizbočeniju tačku u centru njene prednje površine, a njena debljina u centralnom delu tj. u optičkoj zoni iznosi oko 0,8 mm, dok je na periferiji odnosno uz libus oko 1,2 mm. Limbus je sivkasta prelazna zona između rožnjače i beonjače, širine oko 1mm. Njegova uloga je od velikog značaja kako sa kliničkog aspekta tako i sa hiruškog, jer je to mesto pristupa u operacijama prednjeg segmenta oka. Rožnjača se hrani difuzijom i osmozom iz krvnih žilica oko limbusa (episklera) zatim preko suza i iz očne vodice.

Iako anatomski razlikujemo pet slojeva rožnjače, za njenu fiziologiju od značaja su njena tri sloja: epitel, stroma, endotel.

## **2.1. Histološka građa rožnjače**

Pet slojeva:

1. Epitel
2. Prednja granična membrana (Bowmanova membrana)
3. Stroma
4. Zadnja granična membrana (Descemetova membrana)
5. Endotel



- Epitel čini svega 10% cele debljine rožnjače, sastoji se od više slojeva poligonalnih ćelija. Prvi višeslojni pločasti epitel rožnjače biva stalno regenerisan od strane najdubljeg sloja zapravo iz germinativnog bazalnog sloja kojeg sačinjavaju visoke cilindrične ćelije. Primarna funkcija epitela zajedno sa prekornealnim filmom je da obezbedi glatku refrakcionu površinu oka. Epitel štiti rožnjaču, predstavlja snažnu barijeru u prođoru bakterija, gljiva ali ne i virusa. Svako oštećenje epitela (napr.erosio cornae) dovodi do jakih bolova i do infekcije tkiva jer su senzitivna nervna vlakna koja čine ogrank n.trigeminusa,ostala nezaštićena. Ćelije epitela imaju veliku regenerativnu sposobnost, obnavljaju se iz dubljih slojeva prema površini i od limbusa prema središtu.
- Prednja granična membrana (Bowmanova membrana) je debljine oko 14-18 um. Građena je od homogenih kolagenih vlakana. Ukoliko dođe do oštećenja Bowmanove membrane površina rožnjače više neće biti glatka i konveksno zaobljena, jer se ova membrana ne može regenerisati.
- Stroma čini 90% debljine rožnjače. Građena je od kolagena koji je složen u 200-250 lamela debljine 2 mikrona i širine 10-20 mikrona koje idu od limba do limba. Poređeane su paralelno jedna preko druge. Između lamela nalaze se keratociti.
- Zadnja granična membrana (Descemetova membrana) je zapravo bazalna membrana endotela debljine oko 10 um mikrona. Na periferiji se nastavlja na trabekulum, čije lamele su takođe obložene endotelom. Mali defekti ove membrane mogu se regenerisati aktivnošću endotelnih ćelija.
- Endotel je sloj koji oblaže zadnju površinu korne. Sastoji se od sloja pločastih ćelija (prosečno postoji oko 500.000 ovih ćelija) koje se nakon rođenja ne dele pa

se njihov broj tokom života smanjuje. Taj gubitak se nadoknađuje uvećanjem preostalih enotelnih ćelija. Endotel ima značajnu funkciju u održavanju kornealne hidracije, onemogućava prođor očne vodice iz prednje očne komore u stromu, „uloga pumpe“, a samim tim obezbeđuje njenu providnost. U fizikalnohemiskom smislu endotel (kao i epitel) rožnjače je semipermeabilan, takođe ima značajnu metaboličku aktivnost, poseduje veliku koncentraciju ćelijskih organela posebno mitohondrija.

## **2.2. Hemijski sastav rožnjače :**

- voda u vrlo visokom procentu 80%
- proteini, naročito kolagen 16%, (kalogen je skleroprotein, tj. holoprotein netopljiv u vodi)
- glucidi, mukopolisaharidi 4%
- lipidi, posebno u epitelu 1%
- mineralne soli 1%

## **2.3. Fizička svojstva rožnjače :**

Ona mogu biti optička i mehanička. Optički se u rožnjači mogu razlikovati dvije zone koje su važne za njezinu refleksiju, refrakciju i prozirnost. To su:

- centralna zona sa promjerom od 4 mm, tu su optička svojstva najbolja (Gaussov optički prostor).
- periferna zona važna je za stepen zakrivljenosti ili aplanacije.

### **Mehaničko svojstvo**

Rožnjača zajedno sa beonjačom svojom čvrstinom daje oblik očnoj jabučici a ujedno služi kao zaštita nežnih delova koji se nalaze u unutrašnjosti oka.

### **3. REFRAKCIJA**

Optički sistem oka sastoji se od rožnjače, očne vodice, sočiva i staklastog tijela. On je poput tamne komore čija je unutrašnjost prekrivena pigmentom. Međutim, ljudsko oko nije savršen optički sistem već su u njemu moguće različite refrakcione greške. Svetlosne zrake propušta zenica čija i jeste funkcija da promenom veličine otvora reguliše količinu propuštenog svetla.

Na kvalitet vida utiče:

- fiziološka veličina očne jabučice tj. sagitalna dužina oka (24 mm)
- moć prelamanja optičkog sistema
- prozirnost očnih medija
- kao i fiziološko stanje mrežnjače, vidnog živca i vidnih puteva te centra vida u mozgu.

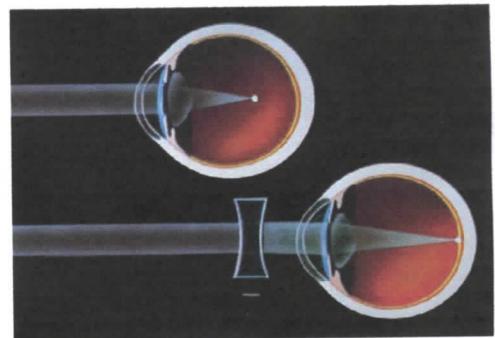
Refrakcija je odnos koji postoji između dužine jednog oka i njegove prelamne moći i to bez akomodacije. Kada svetlosni zraci padaju paralelno na rožnjaču, a potom se seku u jednoj tački na mrežnjači (fovea centralis) bez učešća akomodacije i tako stvaraju jasan i oštar lik posmatranog predmeta. Ovo je normalno stanje refrakcije oka – emetropija jer su oba uslova od kojih ona zavisi ispunjena. Ako je ravnoteža u korelaciji ova dva faktora narušena onda se paralelni zraci fokusiraju ispred (mijopija) ili iza (hipermetropija) mrežnjače, ili se uopšte ne mogu fokusirati u jednoj tački. To se stanje naziva ametropija.

#### **4.REFRAKCIJE ANOMALIJE**

Propuštanje i prelamanje svetlosnih zraka je osnovna funkcija rožnjače, te svaki poremećaj njene veličine i još bitnije njene krivine tj. radijusa odražava se na njenu ulogu u optičkom sistemu oka.

Kao što je poznato, kod dece hipermetropija je najčešća refrakcionala anomalija. Međutim, ovo stanje ne mora biti konačno jer daljim rastom i razvojem oka postaje emetropno, odnosno prekomernim rastom postaje miopno. Ovde je potrebno naglasiti da menjanjem osovine oka za 1 mm dovodi do promene refrakcije oka za 3 dioptrije, a promena radijusa rožnjače za 1 mm dovodi do promene refrakcije za 6 dioptrija.

Ako je dijametar rožnjače preko 12 mm, govorimo o megalokorneji, dok ako je dijametar umanjen ispod 10 mm, radi se o mikrokorneji. Cornea plana ili ravna rožnjača čiji radius je manji nego kod normalnog oka.



#### **4.1. Myopia, kratkovidnost**

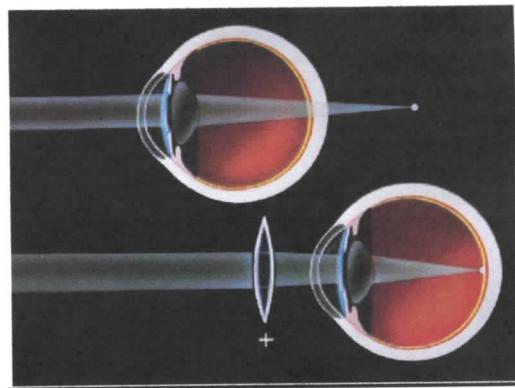
Kratkovidnost je refrakcionala greška u kojoj se slika posmatranog predmeta stvara ispred mrežnjače.

Dva najčešća uzroka kratkovidnosti su:

- Osna (aksijalna) - gdje rožnjača (43D) i sočivo (17D) imaju normalnu prelomnu moć ali je povećana dužina očne jabučice tako da je oko nešto veće nego normalno oko.
- Prelomna moć (refrakcijska) - tu je očna jabučica normalne veličine ali pojačana zakrivljenost rožnjače ili sočiva prejako prelamaju svetlost.

Miopija se koriguje sfernim konkavnim ili minus-sočivima određene jačine tj. shodno veličini refrakcijske anomalije. Takođe može biti korigovana kontaktim sočivima ili refraktivnom hirurgijom.

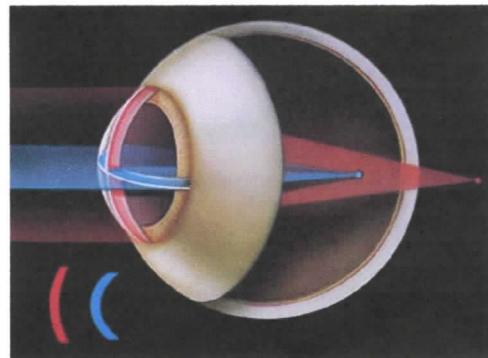
Kod visoke aksijalne kratkovidnosti usled koje dolazi do istezanja unutrašnjih membrana oka nastaju promjene i njena oštećenja koje mogu biti uzrok vrlo ozbiljnih komplikacija (ablacija retine).



#### **4.2. Hypermetropia, dalekovidost**

Dalekovidnost je refrakciona greška usled koje se slika posmatranog predmeta stvara iza mrežnjače. Razlog tome je "malo oko" odnosno osovina oka je kratka u odnosu na njegovu moć prelamanja. Hipermetropno oko mora uvek akomodirati bez obzira na to gde se fiksirani predmet nalazi, svakako mnogo više će upotrebiti akomodaciju što je posmatrani predmet bliži. Postoje više oblika hipermetropije: latentna, manifestna i totalna hipermetropiju.

Za korekciju hipermetropije koristimo konvergentno ili plus-sočivo. Poseban oblik dalekovidosti je tzv. staračka dalekovidnost odnosno prezbiopija. Kod većine osoba nastaje iza 40-te godine života. Uzrok tome je smanjenja elastičnosti očnog sočiva i smanjena širina akomodacije što zahteva dodatnu korekciju za blizinu (adiciju).



#### 4.3. Astigmatizam

Astigmatizam je refrakciona anomalija koja nastaje zbog nejednake zakrivljenosti rožnjače tako da je prelomna moć rožnjače različita u raznim meridianima. Svetlosni zraci koji padaju na rožnjaču ne fokusiraju se u jednoj takči na mrežnjači već padaju na različita mjesta ili ispred, ili iza mrežnjače u vidu dvije fokalne linije koje nisu u istoj ravni i koje stoje pod pravim uglom jedna prema drugoj, što stvara neoštru i iskrivljenu sliku.

U većini slučajeva vertikalni meridian prelama jače svetlost od horizontalnog. To je direktni astigmatizam (astigmatismus directus). Međutim, ako horizontalni meridian prelama svetlost od vertikalnog, onda je to inverzni astigmatizam (astigmatismus inversus).

Pravilni astigmatizam može se manifestovati u tri oblika:

- Prost astigmatizam (as. simplex) - jedna osovina je emetroptna tj. normalna refrakcija dok je druga osovina ametropna (miopija ili hipermetropija)
- Složeni astigmatizam (as.compositus) - obe osovine su ametropne
- Mešoviti astigmatizam (as.mixtus) – jedna osovina je miopna, dok je druga hipermetropna.

Kod sva tri navedena oblika može da bude u pitanju kako direktni tako i inverzni astigmatizam.

Pored urođenog postoji i stečeni ili nepravilni astigmatizam (as. irregularis) koji se manifestuje kao posledica patoloških promena na rožnjači (makula, keratokonus) ili nakon hiruških intervencija na oku.

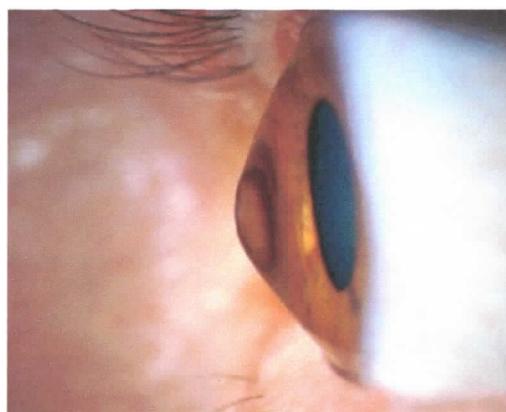
#### **4.4. ANIZOMETROPIJA**

Anizometropija je nejednaka refrakcija na oba oka. Ako je razlika u refrakciji oba oka veća od tri dioptrijske nastaje anizeikonija – različita veličina retinalnih slika. Kao takve neće biti fuzionirane u jednu sliku, usled toga nastaje dvoslike odnosno diplopije, a kod djece poslije dolazi do razvoja ambliopije.

#### **4.5. KERATOKONUS**

Keratokonus je poremećaj zakrivljenosti rožnjače tako da ona više nije sfernog već kupastog oblika. Ova anomalija u početnoj fazi praćena je smanjenjem vidne oštine i manjim izbočenjem. Kod većih keratokonusa dolazi do progresije anomalije, vremenom rožnjača biva sve više izbočena, istanjena i zamčuje se na vrhu. U veoma kasnoj fazi dolazi do destrukcije same rožnjače (pukotine Descemetove membrane). Kod manjih keratokonusa u početnoj fazi sprovodi se korekcija kontaktnim sočivima. Kod težih oblika dolazi u obzir jedino presđivanje odnosno transplatacija rožnjače (keratoplastika).

Ako je dijametar rožnjače preko 12 mm, govorimo o megalokorneji, dok ako je dijametar umanjen ispod 10 mm, radi se o mikrokorneji. Cornea plana ili ravna rožnjača čiji je manji nego kod normalnog oka.



## **5. KONTAKTNA SOČIVA**

Korekcija refrakcionih anomalija sprovodi se naočarima. Pored ove uobičajne korekcije, u novijoj praksi, uvodi se znatno bolja korekcija vida upotreboom kontaktnih sočiva. Kontaktnim sočivima korigujemo: (medicinske indikacije) visoke refrakcione anomalije, visoku miopiju, visoki astigmatizam, jače anizometropije i afakiju. Posebnu primenu kontaktna sočiva imaju u korekciji keratokonusa. Da bi se postigla dobra korekcija sočivo mora biti određene krivine tako da ono potpuno odgovara krivini rožnjače. Ovo tzv. „fitovanje“ se postiže znatno tačnije savremenim načinom ispitivanja zakrivljenosti rožnjače, primenom topografije rožnjače. Kratko ćemo naznačiti da postoje tvrda, koja su danas manje u upotrebi, zatim polutrvda (gas-propusna) i meka sočiva. Kontaktna sočiva pored svoje velike prednosti u korekciji vida imaju i svoje nedostatke. Njihovom alikacijom smanje se cirkulacija suza, odnosno dolazi do smanjene oksigenacije - smanjenja kiseonika u rožnjači.

Još u XV veku prvu viziju o kontaktnim sočivima imao je Leonardo da Vinci.

## **6. Optički instrumenti – metode ispitivanja rožnjače**

### **6.1. Biomikroskop**

Kako smo naznačili u uvodu biomikroskop sa procepnom svetiljkom koristi fokalno svetlo, pod određenim uglom usmereno svetlo, čija se jačina podešava. Ovakvim podešavanjem jačine i širine svetlosnog snopa, dobijamo optički rez ili optički presek struktura prednjeg segmenta oka. Tako fokusiranim svetлом под којим видимо све структуре роžњаче: епител, строма, задња линија која означава ендотел. На овај начин фокусирајмо светло на место које се погледа. Овом методом видимо детаље и промене који иначе не би били доступни само дифузним осветљењем. Тиме је могуће видети замућења роžњаче и на којем се слоју она налазе, на површини или дубље. Могућност оптичког увећања biomikroskopa iznosi od 6 do 40 puta.

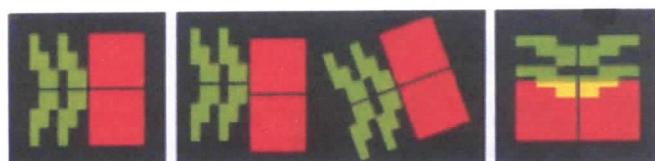


## **6.2.Oftalmometrija**



**Oftalmometar po Javal-u**

Oftalmometrijom merimo zakrivljenost rožnjače u svim njenim meridijanima (vertikalni, horizontalni i kosi). Merenje se vrši u njenom centralnom delu (3-4 mm) tj. optičkoj zoni. To je metoda objektivnog određivanja refrakcije, zakrivljenosti odnosno kornealnog astigmatizma.



Merenjem položaja refleksnih sličica na rožnjači može se izračunati zakrivljenost prednje površine rožnjače kao i prelomna moć. Refleksne sličice se podese na rožnjaču i približe jedna drugoj tako da se dodiruju i da se središnja linija na njima kontinuirano nastavlja, zatim se luk okrene za  $90^*$ . Svaka stepenica test-figure odgovara razlici refrakcije u oba meridijana od 1 dptr. Na primer, ako se sličice pokriju u vertikalnom meridijanu za tri stepenice, onda vertikalni meridijan ima jaču refrakciju od horizontanog za tri dioptrije ili astigmatizam po Javalu iznosi 3 dptr.cyl.os. $90^*$ .

### **6.3. Keratoskopija**

Keratoskopija označava ispitivanje refleksnih sličica, geometrijskih pravilnih oblika kao što su koncentrični krugovi, a sve to u cilju utvrđivanja nepravilne zakrivljenosti rožnjače.

Ranije korišten keratoskop po Placidu predstavlja ploču s koncentričnim crno belim krugovima sa središnjim otvorom za posmatranje. Prilikom ispitivanja, pacijent je leđima okrenut svetlosnom izvoru (prozoru) tako da svetlost pada na ploču keratoskopa čiji se koncentrični krugovi reflektuju na površinu rožnjače. Ispitivač kroz središnji otvor na ploči posmatra koncentrične krugove na rožnjači prema tamnoj zenici. Na osnovu nalaza koncentričnih krugova postavlja se dijagnoza zakrivljenosti rožnjače. Ako su pravilni, jednaki koncentrični krugovi, to predstavlja znak pravilne zakrivljenosti rožnjače. Ako su pravilni ali izduženi elipsoidnog oblika, to predstavlja znak regularnog astigmatizma. Dok asimetrično razvučeni krugovi u jednom smeru znak su eventualnog keratokonusa.

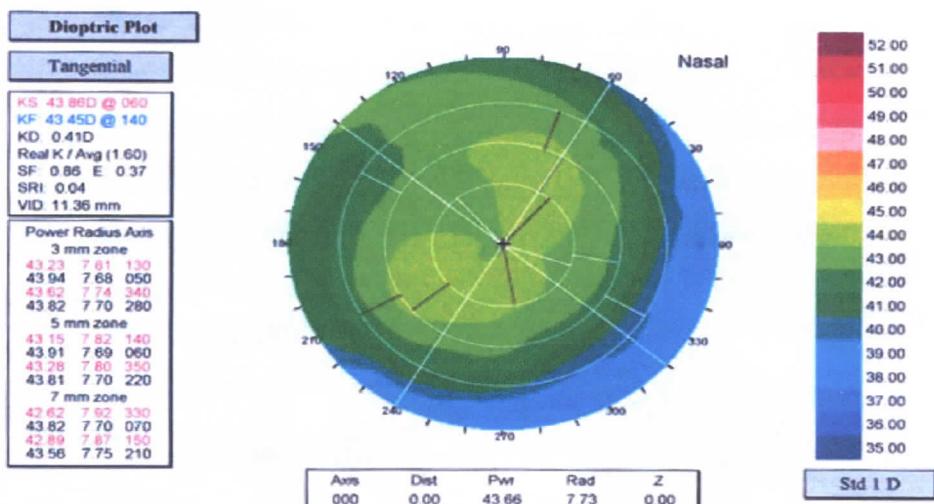


## **7. SVREMENE METODE U ISPITIVANJU ROŽNJAČE**

### **7.1. Kompjuterska topografija rožnjače**

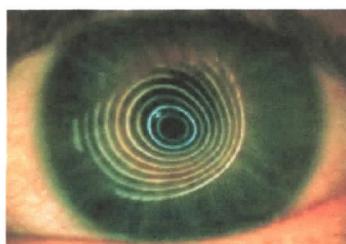
Topografija korne je veoma bitna metoda kojom dobijamo značajne podatke o zakriviljenosti rožnjače. Ovom metodom dobija se video keratograf – prikaz površine rožnjače u obliku reljefne mape različitih boja.

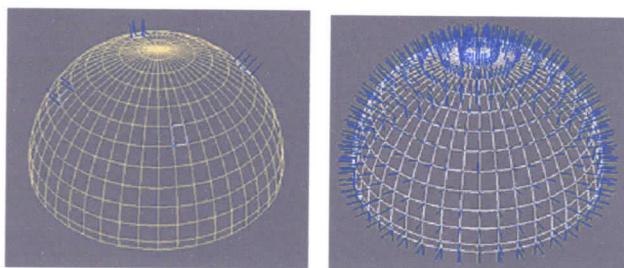
**OD PROF.**



**Mapa korne kod pravilne zakriviljenosti rožnjače**

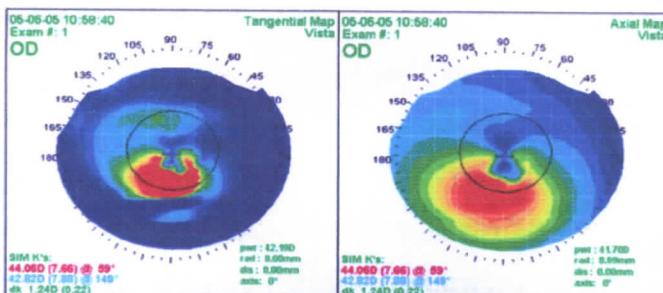
Topografijom se projektuje niz svetlosnih koncentričnih krugova na površinu rožnjače. Ukoliko je površina rožnjače glatka i pravilno zakriviljena, krugovi će biti pravilno koncentrični. Međutim, ako postoji povećana zakriviljenost rožnjače, formiraju se krugovi koji su nepravilni i iskrivljeni. Daljom kompjuterskom obradom dobijamo ilustrovanu sliku površine rožnjače sa svim njenim karakteristikama i parametrima. Ovim ispitivanjem moguće je evidentirati sve promene kao i najranije anomalije rožnjače.





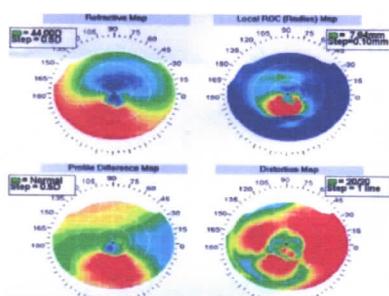
a. Tačke merene klasičnim keratometrom      b. Tačke merene topografijom

Keratometar koji se ranije koristio, meri zakrivljenost rožnjače smo u njenom centru, dok se kompjuterskom topografijom korne meri površina rožnjače od centra do periferije i na taj način dobija se precizna slika cele površine rožnjače. Taj opširan prikaz površine rožnjače od velikog je značaja za otkrivanje, određivanja refrakcione anomalije – astigmatizma. Naročito je bitan ovaj metod observacije u otkrivanju i diagnostici keratokonusa. Takođe je postala nezamenljiva u kontaktologiji. Nakon dobijenih parametara kontaktna sočiva se mogu lako i tačno aplicirati.



**Klasičan prikaz keratokonusa. Tangencijalana i aksijalana mapa**

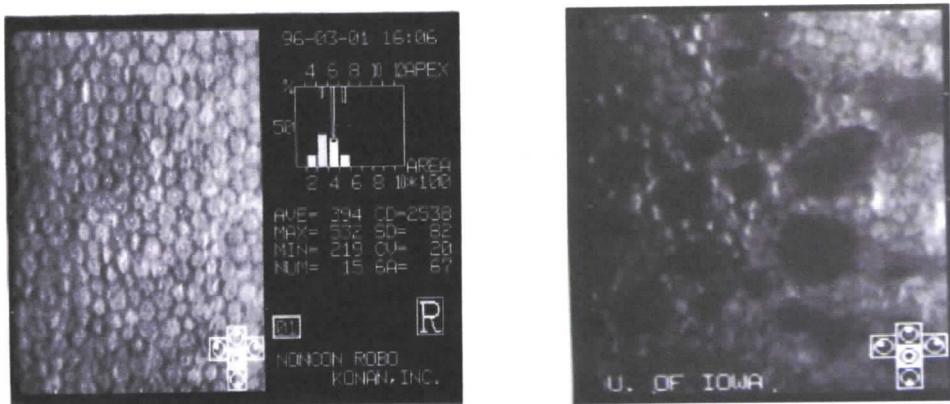
Na slici crvena boja ukazuje na neravne delove, dok plava boja predstavlja pravilno zakrivljene delove rožnjače. Jednom određeni podaci o obliku površine rožnjače, prenose se u kompjuter i potom mogu biti prikazivani na više načina. Jedan od najčešćih mogućnosti prikaza površine rožnjače jeste aksijalan i tangencijalan prikaz mape.





## 7.2. Pahimetrija

Kao jedna od važnih inovacija u kliničkom ispitivanju rožnjače jeste svakako pahimetrija – merenje debljine rožnjače. Najsavršenija metoda je upravo bezkontaktna pahimatrija kojom dobijamo broj i morfologiju ćelija endotela. Dobijeni podaci debljine rožnjače imaju značajnu ulogu u korekciji vrednosti očnog pritiska. Normalna debljina u centru rožnjače je nešto viša od pola milimetra (520-540 mikrona). Ako je debljina rožnjače veća, očni pritisak može biti prividno povišen dok ako je rožnjača tanja, vrednost očnog pritiska biće niža nego što je njegova stvarna vrednost. Ovakve dobijene korigovane vrednosti očnog pritiska pomoću pahimetrije od posebnog su značaja za prevenciju, dijagnostiku i liječenje glaukoma. Druga značajna primena pahimatrije je kod laserske korekcije dioptrije (refraktivna hirurgija). Takođe pahimetrija je veoma bitna metoda koja se sprovodi u dijagnostici nekih bolesti rožnjače kao što je keratokonus.

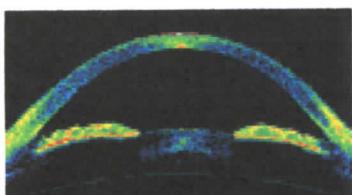


prikaz zadnjeg sloja – endotel

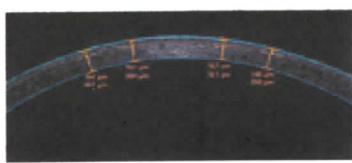
### **7.3. Visante OCT - optička koherentna tomografija**



**Visante OCT** - optička koherentna tomografija predstavlja najnoviju tehnologiju fondacije Carl Zeiss u dijagnostici bolesti prednjeg segmenta oka. Ovim novim OCT uređajem dobija se jasna, detaljna kao i dubinska analiza prednje očne komore, veličine komornog ugla. Pomoću ovog uređaja moguće je mjeriti debljinu rožnjače čak odmah nakon operativnog zahvata jer je OCT neinvazivna metoda ispitivanja.



Na slici se vidi prikaz prednjeg očnog segmenta na VisanteOCT-u



Na slici se vidi kompjuterska analiza mjerena debljina rožnjače

## **8. DISKUSIJA**

U radu smo više puta ukazali na složenu strukturu prednjeg segmenta oka posebno rožnjače. Ona je transparentna, prozirna, zbog intaktnosti njenog epitela te zbog pravilnog rasporeda kolagenih vlakana, temeljne supstance (mukopolisaharida). Njenu prozirnost obezbeđuje i normalan sadržaj vode, odnosno pravilno odvijanje metaboličkih procesa na njenim strukturama.

Rožnjača, osim providnosti, kao deo optičkog sistema oka poseduje temeljno optičko svojstvo – refrakciju. Ona je konveksno-konkavno sočivo. Njena prednja površina ima prelomnu moć oko + 49 D, dok prelomna moć njene zadnje površine je – 6 D, tako da ukupna dioptriska moć rožnjače iznosi oko +43 dioptrije. Pored normalnog refrakcijskog stanja oka – emetropije, u radu su navedene refrakcione anomalije. Jedna od refrakcionih anomalija koja je najčešće vezana za rožnjaču je astigmatizam, bilo da se reč o regularnom ili iregularnom astigmatizmu.

Refrakcione anomalije veoma često zastupljene kod svih populacija stanovništva (dece, srednjeg uzrasta i starijeg doba) najčešće se koriguju naočarima, zatim aplikacijom kontaktnih sočiva kada se kod većih refrakcionih anomalija dobija bolja korekcija, odnosno oštrina vida.

U radu smo poseban akcenat stavili na primeni odgovarajuće aparature i metoda u ispitivanju rožnjače i prednjeg segmenta oka. Za detaljnije i egzaktnije ispitivanje zakrivljenosti ronjače kao i dijagnostiku njenih anomalija opisali smo primenu kompjuterske topografije cornea.

Posebno smo naglasili upotrebu novog svremenog aparata – bezkontaktnog pahimetra koji meri debljinu rožnjače što je značajno kako sa aspekta kontrole merenja očnog pritiska, dijagnostike glaukoma, tako i kod sve rasprostranjenije primene refraktivne hirurgije. Takođe smo naveli Visante OCT - optička koherentna tomografija, koja predstavlja najsavremeniju metodu u dijagnostici prednjeg segmenta oka.

Poznato je da kod dece i mlađih osoba ima više elastičnih vlakana u spoljašnjoj fibroznoj opni oka, čiji prednji prozirni dio čini rožnjaču. Ovaj odnos se u toku života menja.

Upravo ispitivanje histereze rožnjače zapravo njene elastičnosti i rigidnosti izvodi se novom metodom ORA (Ocular Response Analyzer). Ovaj instrument koristi kratki vazdušni impuls da brzo deformiše rožnjaču (prvo rožnjaču aplanira – zaravni, a potom ona dobija konkavni oblik, zatim prestankom vazdušnog impulsa rožnjača se ponovo zaravni, a onda se vратi u svoj normalan konveksni oblik). Putem savremenog elektro-optičkog sistema dobijamo prikaz njenog oblika za vreme deformacije rožnjače. Razlika između ova dva gore navedena merenja odnosi se na histerezu rožnjače odnosno na njenu viskoznost i elastičnost.

Danas je u svrhu korekcije refrakcionih grešaka veoma rasprostranjena metoda refrakcijske hirurgije. Ova metoda izvodi se na samoj rožnjači u relativno kratkom vremenu. Za ovu sofisticiranu hirurgiju potrebna je veoma zahtevna tehnička logistika – aparatura. Prije same intervencije potrebno je sprovesti ispitivanje svih svojstava rožnjače – od optičkih do biomehaničkih. Danas se uglavnom primenjuju dve metode: LASIK (Lasser-assisted in situ keratomileusis), Lasik metodom napravi se kružni rez pomoću keratoma i nakon toga sledi primena excimer lasera na rožnjači ispod režnja. Excimer laser ne proizvodi toplinu. Fotorefrakcionala keratektomija (PRK) kojom se upotrebljava ultraljubičasto svetlo visoke energije, i putem fotoablacije ispravlja se refrakcionalna greška novim oblikovanjem rožnjače. Ovom metodom oblikuje se centar rožnjače, koji se kod miopa izravna, dok se kod hipermetropa izboči. Prije ovih metoda na rožnjači se izvodila radijarna keratotomija – ranija metoda refraktivne hirurgije. Na rožnjači su rađeni radijarni rezovi, po čemu je metoda i dobila ime.

Zamućenja rožnjače mogu imati za posledicu astigmatizam različitog tipa. Međutim, mnogo teže posledice nastaju ako su zamućenja veće površine i dublja jer nastaje gubitak njene providnosti, što dovodi do smanjenja oštine vida. Ova zamućenja rožnjače najčešće nastaju usled traume ili su poledica različitih upalnih procesa. Površne traume epitela (erosio cornea) ne ostavljaju zamzćenja. Rožnjača epitelizira i ostaje sjajna i providna. Traume koje zahvataju dublje strukture rožnjače ostavljaju različite ožiljke – zamućenja u vidu maculae ili pak leukoma. Upale koje izazivaju zamućenja rožnjače najčešće su bakteriskog (ulcus cornea) i virusnog porekla (keratitis herpetica).

## **9. ZAKLJČUAK**

Može se izvesti zaključak da je rožnjača kao prvi prozirni medij oka, sa svim svojim anatomskefiziološkim svojstvima neophodna za ostvarivanje funkcije vida.

Potrebno je stoga sprovesti sve preventivne mere redi očuvanja i zastite njene suptilne strukture, na koju smo više puta u ovom radu ukazali. Ove se mere odnose na njeno kliničko ispitivanje te aplikacije kontaktnih sočiva preko epitela rožnjače, do njene posebne senzibilnosti i održavanja potrebne higijene. Neophono je zato shvatiti značaj rožnjače kao važnog, ali i vrlo osjetljivog segmenta vizuelnog sistema oka.

## **10. LITERATURA**

1. Parunović A. Rožnjača, Oftalmologija, Blagojević M. Litričin O. i sar. IX izdanje Beograd-Zagreb medicinska knjiga 1989.
2. Parunović A. Cvetković D. i sar. Korekcija refrakcionih anomalija oka, Zavod za učbenike i nastavna sredstva, Beograd, 1995.
3. Raić N. Oftalmološka optika, refrakcija i refrakcijske anomalije. Oftalmologija. Čupak K. i sar. Zagreb. Jumena 1985.
4. Rossetti A. Gheller P. Manuale di optometria e contattologia. Seconda edizione 2003. Ristampa 2007. Zanichelli editore s.p.a Bologna 2007.
5. Catalano F. La misura della permeabilità all'ossigeno dei materiali per lenti a contatto, Professional Optometry 2000. 4: 26 – 40
6. Corneal Hysteresis, Resistance Factor, Topography, and Pachymetry After Corneal Lamellar Flap, Journal of Refractive Surgery. January 2007. 23:
7. Bernd A., Kamppetter M., Jonas , J.B.: Dynamic contour tonometry for intraocular pressure measurement. Am. J. Ophthalmol., 2005; 140: 318-320
8. Barr J.T. , Schoessler J.: "Corneal endothelial response to rigid contact lenses"- Am.J. Optom. Phzsiol,Optics 1982. 66: 667
9. Zantos St., Holden B.: "Transient endothelial chandes soon after wearing soft contact lenses" – Am. J. Optometry and Phisiol.Optics 1977. 54: 12: 856
10. Wiliams L., Holden B.: "The blebs response of the endothelium" – Am. Experim. Optometry 1986. 69: 90-92

11. Brennan NA. Modello del flusso di ossigeno attraverso le lenti a contatto. Cornea, 2001. 20: 104-8
12. Brennan NA. Comparazione di due modelli di ossigenazione corneale. Optom Vis Sci, 2003. 80: 250
13. Efron N. Fitzgerald JP Distribuzione dell'ossigeno attraverso la superficie della cornea umana durante l'uso di lenti a contatto morbide. Optom Vis Sci, 1996. 73:659-65
14. Rengstroff R.H., "Relationship Between Myopia and Corneal Curvature Changes after Wearing Contact Lenses". Am.J.Optom.Arch.Am.Acad.Optom., 1969.
15. G. Renard, M. Montanez-Mendoza, M. Savoldelli, Y. Pouliquen, Etude en microscopie a balayage de l'epithelium cornee. Relation de certains aspects avec le film lachrymal. J.Francais D' Ophtalmologie. 1983. 6: 697-705
16. Lovisolo C., Buratto L., Abati S., Montani G. "Occhiali in Ottica Oftalmica". C.A.M.O. Prima edizione 1993.
17. Appiotti A. Laser ad eccimeri per il trattamento di astigmatismi elevati associati o meno a miopia. Ottica Italiana, 1996. 4: 75-77
18. [www.zaiss.it](http://www.zaiss.it)
19. [www.drsiravoduilio.beepworld.it](http://www.drsiravoduilio.beepworld.it)
20. [www.unipisa.it](http://www.unipisa.it)

## BIOGRAFIJA



Ivana Jovović je rođena 05.11.1982. godine u Baru, Crna Gora. Osnovnu školu i Gimnaziju „Niko Rolović“ završila je 2001. godine u Baru. Višu školu optometrije „Centro Studi Mecenate“ završila je 2006. godine. Bitonto (Bari) Italija. Prirodno-matematički fakultet u Novom Sadu, smer Optometrija, upisala je 2007. godine. Radi u Optičkom centru – „Opticus“ u Baru.



**UNIVERZITET U NOVOM SADU  
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET**

**KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA**

*Redni broj:*

**RBR**

*Identifikacioni broj:*

**IBR**

*Tip dokumentacije:*

**TD**

*Tip zapisa:*

**TZ**

*Vrsta rada:*

**VR**

*Autor:*

**AU**

*Mentor:*

**MN**

*Naslov rada:*

**NR**

*Jezik publikacije:*

**JP**

*Jezik izvoda:*

**JI**

*Zemlja publikovanja:*

**ZP**

*Uže geografsko područje:*

**UGP**

*Godina:*

**GO**

*Izdavač:*

**IZ**

*Mesto i adresa:*

**MA**

*Fizički opis rada:*

**FO**

*Naučna oblast:*

**NO**

*Naučna disciplina:*

**ND**

*Predmetna odrednica/ ključne reči:*

**PO**

**UDK**

*Čuva se:*

**ČU**

*Važna napomena:*

**VN**

*Izvod:*

**IZ**

*Datum prihvatanja teme od NN veća:*

**DP**

*Datum odbrane:*

**DO**

*Članovi komisije:*

**KO**

*Predsednik:*

*član:*

*član:*

Monografska dokumentacija

Tekstualni štampani materijal

Stručni rad

Ivana Jovović

Prof.dr Slobodanka Latinović

Rožnjača kao glavni refraktivni sistem oka

srpski (latinica)

srpski/engleski

Srbija

Vojvodina

2008

Autorski reprint

Prirodno-matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad

**MA**

**FO**

*Naučna oblast:*

**NO**

*Naučna disciplina:*

**ND**

*Predmetna odrednica/ ključne reči:*

**PO**

**UDK**

*Čuva se:*

**ČU**

*Važna napomena:*

**VN**

*Izvod:*

**IZ**

U radu su prikazana anatomska i fiziološka svojstva rožnjače, optička svojstva, refrakcija, refrakcione anomalije i njihova korekcija. Opisane su nove, savremene metode ispitivanja svojstava rožnjače i naveden je njihov značaj u dijagnostici i korekciji refrakcionih anomalija.

19.11.2008

22.12.2008

Prof.dr Zoran Mijatović

Prof.dr Slobodanka Latinović

Prof.dr Olivera Klisurić

**UNIVERSITY OF NOVI SAD  
FACULTY OF SCIENCE AND MATHEMATICS**

**KEY WORDS DOCUMENTATION**

*Accession number:*

**ANO**

*Identification number:*

**INO**

*Document type:*

**DT**

Monograph publication

**TR**

Textual printed material

**CC**

Final paper

**AU**

Ivana Jovović

**MN**

*Mentor/comentor:*

Prof.dr Slobodanka Latinović

**TI**

*Title:*

Rožnjača kao glavni refraktivni sistem oka

**LT**

*Language of text:*

Serbian (Latin)

**LA**

*Language of abstract:*

English

**CP**

*Country of publication:*

Serbia

**LP**

*Locality of publication:*

Vojvodina

**PY**

*Publication year:*

2008

**PU**

*Publisher:*

Author's reprint

**PP**

*Publication place:*

Faculty of Science and Mathematics, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad

**PD**

*Physical description:*

5/182/32/0/71/0/3

**SF**

*Scientific field:*

Physics

**SD**

*Scientific discipline:*

Cornea, refraction, astigmatism, methods of examination

**SKW**

**UC**

*Holding data:*

Library of Department of Physics, Trg Dositeja Obradovića 4

**HD**

*Note:*

none

**N**

*Abstract:*

During the work it was shown anatomical and physiological features of the cornea, optical features, refraction, refraction anomalies and their correction.

**AB**

It was described new, advanced methods of examination features of the cornea and it was noted their significance in diagnostics and correction of

refractive anomalies.

*Accepted by the Scientific Board:*

19.11.2008

**ASB**

*Defended on:*

22.12.2008

**DE**

*Thesis defend board:*

**DB**

*President:* Prof.dr Zoran Mijatović

*Member:* Prof.dr Slobodanka Latinović

*Member:* Prof.dr Olivera Klisurić