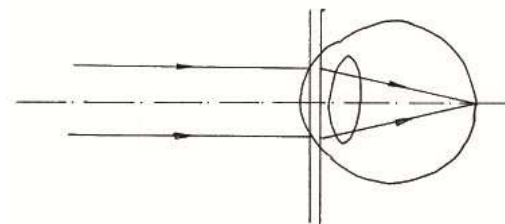


1. REFRAKCIONE ANOMALIJE OKA

1.1 Emetropija

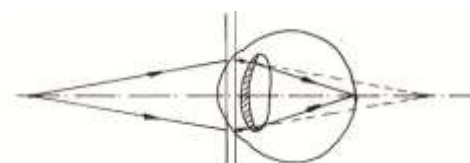
Emetropno ili normalno građeno oko podrazumeva takav odnos između moći razlaganja oka i veličine očne jabučice, da se svetlosni zraci koji dolaze iz daljine, kao paralelan snop svetlosti, prelamaju i seku na mrežnjači, bez učešća akomodacije (Slika 1.1)



Slika 1.1 - Paralelni svetlosni zraci iz daljine fokusiraju se na mrežnjači

Divergentni svetlosni zraci koji potiču od predmeta na konačnom rastojanju, fokusiraju se iza mrežnjače. Automatski, to je stimulans za cilijarni mišić tj. akomodaciju. Akomodacija fokusira divergentne zrake na mrežnjaču. (Slika 1.2)

Ovo znači da se daleka tačka jasnog vida emetropnog oka nalazi u beskonačnosti dok se bliska tačka jasnog vida nalazi negde ispred oka, na daljini koja zavisi od mogućnosti akomodacije, odnosno starosti pacijenta. Logično je da je bliska tačka bliža oku kod mlađih ljudi.



Slika 1.2 - Akomodacija fokusira divergentne zrake na mrežnjaču

1.2 Refrakcione anomalije (ametropije)

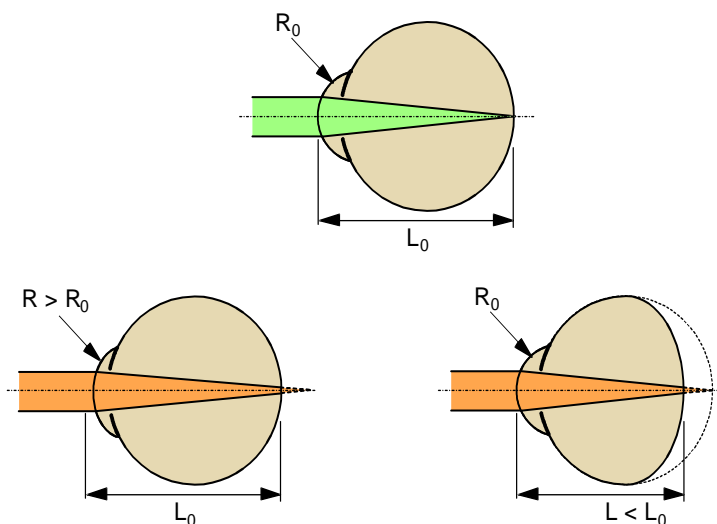
Pod ametropijom podrazumevamo takav odnos između moći razlaganja oka i veličine očne jabučice, da se svetlosni zraci koji dolaze iz daljine, kao paralelan snop svetlosti, prelamaju i seku ispred ili iza mrežnjače, bez učešća akomodacije.

Anizometropija je pojava nejednake refrakcije oba oka kod iste osobe.

1.2.1 Dalekovidost (hipermetropija)

Hipermetropija je refrakciona mana kod koje se paralelni svetlosni zraci koji dolaze iz daljine fokusiraju iza mrežnjače, bez učešća akomodacije (Slika 1.3)

Najčešći uzrok hipermetropije je malo oko tj. veličina očne jabučice manja od 24 mm. Znatno ređi uzrok je smanjena prelomna moć optičkog sistema oka (manja od 60 D).



Slika 1.3 - Hipermetropno oko (refraktivna i aksijalna hipermetropija)

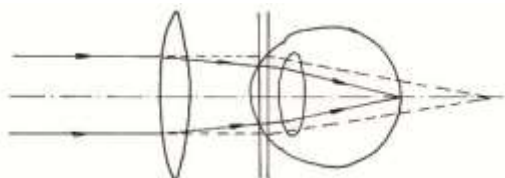
Ovo znači da dalekovidne osobe, bez učešća akomodacije, ne vide dobro na daljinu. Mlađe osobe, ukoliko nemaju hipermetropiju velikog stepena, mogu akomodacijom da pojačaju prelomnu moć oka i time iskoriguju sopstvenu hipermetropiju. Cena dobrog vida kod njih je stalni napor akomodacije pri gledanju na daljinu, a on postaje još veći kako predmet koji se gleda biva bliži oku.

Iz ovih razloga, često hipermetropne osobe u mladosti ne nose naočare ni kontaktna sočiva. Sa opadanjem akomodacione sposobnosti oka tokom godina nije više moguće korigovati postojeću hipermetropiju, pa takve osobe ne vide dobro ni na daljinu ni na blizinu.

Daleka tačka jasnog vida hipermetropnog oka realno ne postoji, pošto ono bez akomodacije ne vidi dobro ni na kom rastojanju. Grafički (optički) gledano ona se nalazi iza oka (virtualni položaj).

Bliska tačka jasnog vida hipermetropnog oka nalazi se na konačnom rastojanju ispred oka, ali je udaljenija od oka u odnosu na emetropa iste starosti. Udaljenija je upravo za deo akomodacije koju oko mora da "utroši" za korekciju postojeće hipermetropije.

Primer: Emetropno oko deteta starog 10 godina ima obim akomodacije od oko 14 dioptrija. To znači da je njegova daleka tačka jasnog vida udaljena od oka na oko 7 cm. Dalekovidno dete, sa + 5 dioptrija, iste starosti, ima daleku tačku jasnog vida na oko 11 cm.

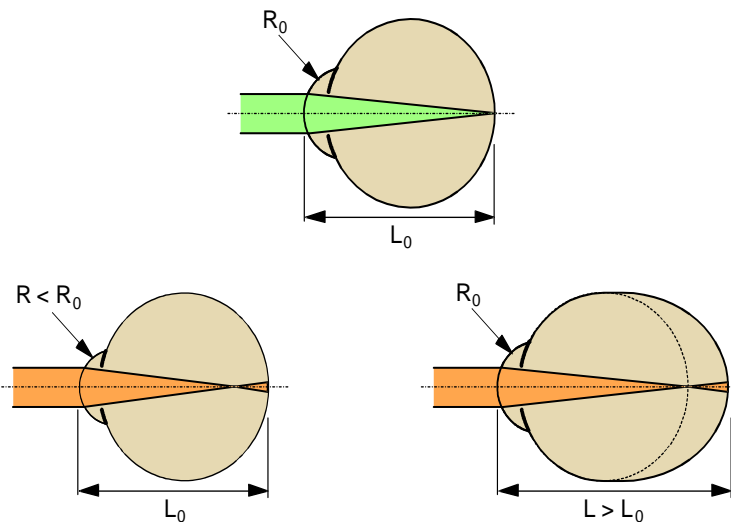


Slika 1.4 - Korekcija hipermetropije

Hipermetropija se koriguje konveksnim, sabirnim tj. pozitivnim sočivima (Slika 1.4)

1.2.2 Kratkovidost (miopija)

Miopija je refrakciona mana kod koje se paralelni svetlosni zraci koji dolaze iz daljine fokusiraju ispred mrežnjače, bez učešća akomodacije (Slika 1.5)



Slika 1.5 - Miopno oko (refraktivna miopija, aksijalna miopija)

Najčešći uzrok miopije je veće oko tj. veličina očne jabučice veća od 24 mm. Znatno ređi uzrok je povećana prelomna moć optičkog sistema oka (veća od 60 D).

Ovo znači da kratkovidno oko, bez učešća akomodacije, ne vidi dobro na daljinu. Za razliku od dalekovidnog oka, kratkvidom oku akomodacija ne može da "pomogne". Akomodacija podrazumeva dodavanje (+) pozitivne snage što bi lik u kratkovidom oku još više udaljila od mrežnjače.

Svetlosni zraci koji potiču od predmeta na konačnom rastojanju, posle prelamanja kroz optički sistem oka, fokusiraju se na ili u blizini mrežnjače.

Sve ovo znači da kratkovidna osoba ne vidi dobro na daljinu, a da vidi dobro na blizinu i to bez učešća akomodacije ili sa manjim naporom akomodacije.

Kao što stalna i pojačana akomodacija kod hipermetropa izaziva pojačani zamor cilijarnog mišića, kod miopa imamo slučaj nedovoljnog, pa čak i atrofije, cilijarnog mišića.

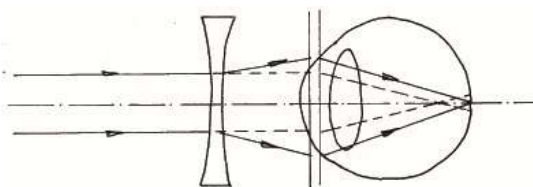
Daleka tačka jasnog vida miopnog oka nalazi se na konačnom rastojanju ispred oka.

Primer : Kod miopije od -1 D daleka tačka jasnog vida nalazi se na 1 metar od oka dok je kod miopije -3 D na 33 cm. Miopi na tom rastojanju vide jasno bez učešća akomodacije.

Bliska tačka jasnog vida miopnog oka nalazi se još bliže oku i u odnosu na emetropno oko ona je bliža upravo za vrednost miopije.

Primer : Ako emetropno oko ima zaostalu akomodaciju od +5 D njegova bliska tačka je na 20 cm od oka. Miop sa -1 D istih godina inače ima blisku tačku jasnog vida na 16,6 cm. U odnosu na emetropa, miop istih godina će akomodirati manje od miopa, upravo za vrednost njegove miopije.

Primer : Ako emetrop, da bi nešto čitao na rastojanju od 33 cm, treba da akomodira +3 D onda miop, sa miopijom od -2 D, na istom rastojanju akomodira samo -1 D.



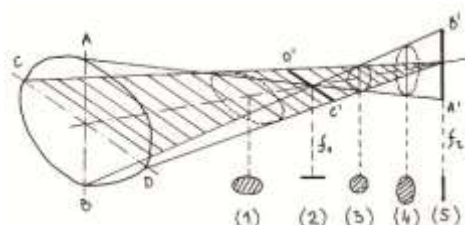
Slika 1.6 - Korekcija miopije

Miopija se koriguje konkavnim, rasipnim tj. negativnim sočivima (Slika 1.6).

Napomena : Najčešći uzrok kratkovidosti ili dalekovidosti je tzv. "malo oko" ili "veće oko". Kako je oko vrlo precizan optički sistem u uslovima kada prelomna moć ostaje nepromenjena, svaki milimetar rasta ili smanjenja oka u odnosu na "normalno oko" (24mm), manifestuje se kao emetropija od $\pm 2,5$ D.

Primer : Oko veličine očne jabučice od 26mm manifestuje se kao miopija od -5 D.

1.2.3 Astigmatizam



Slika 1.7 - Prelamanje astigmatske rožnjače (konoid Šturma)

Za razliku od miopije i hipermetropije kada se lik predmeta u beskonačnosti formira u jednoj tački (žiži) ispred ili iza mrežnjače, kod astigmatizma postoje složeni optički odnosi, nema jedne žiže već dve žižne linije. Uzrok miopije i hipermetropije je najčešće veličina očne jabučice. Uzrok astigmatizma je najčešće oblik rožnjače.

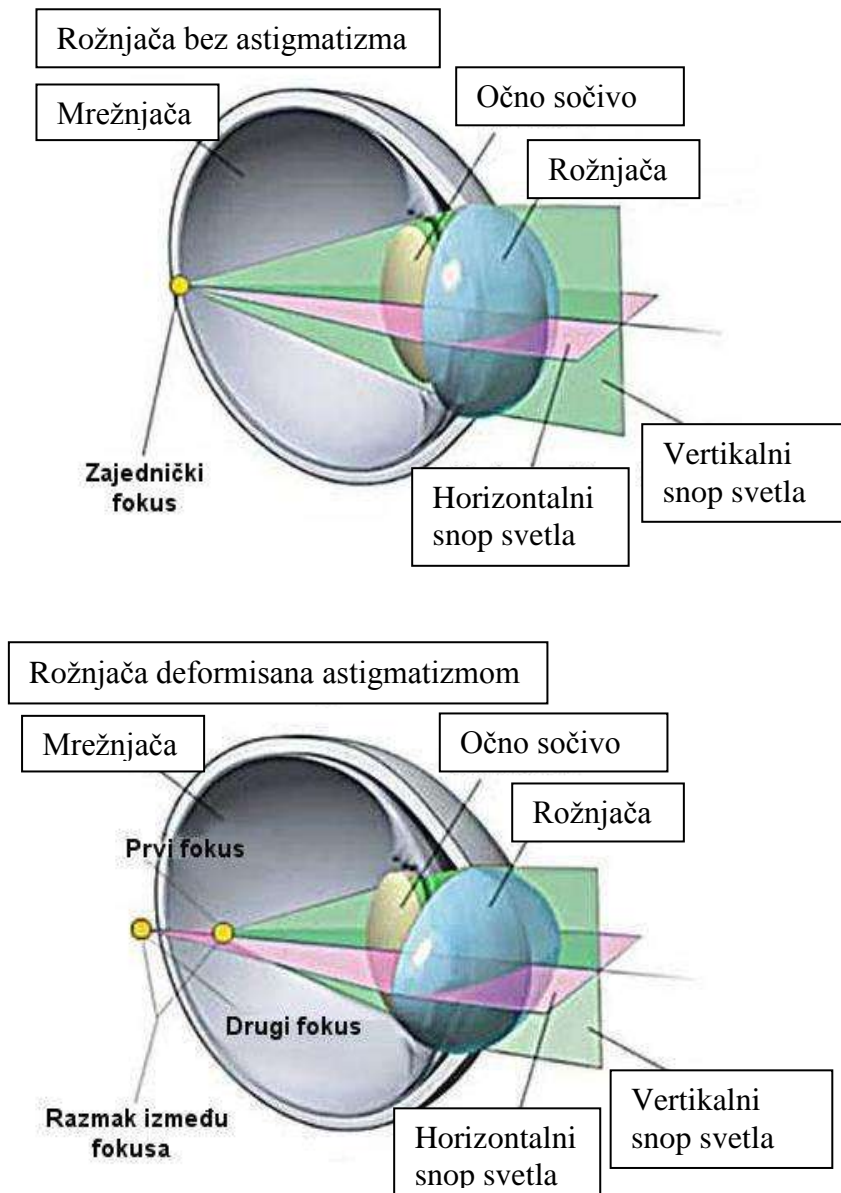
Astigmatska rožnjača ima oblik "kašike za supu" ili "lopte za ragbi". Geometrijski posmatrano, astigmatska rožnjača nema istu zakrivljenost u svim meridijanima već najveću zakrivljenost u jednom meridijanu, a najmanju zakrivljenost u meridijanu koji je prema prethodnom pod uglom od 90° . Ovo izaziva i različit nivo prelamanja u različitim meridijanima. Svetlosni zraci će se najviše prelamati u meridijanima sa najvećom zakrivljenošću i obrnuto, najmanje će se prelamati u meridijanu sa najmanjom zakrivljenošću (Slika 1.7).

Astigmatski lik se ni na jednom mestu ne stvara u celini jasno već je, saglasno odnosima koji postoje u konoidu Šturma, negde kao linija (horizontalna (2) ili vertikalna (5)), negde kao elipsa (1;4) a na jednom mestu kao krug (3).

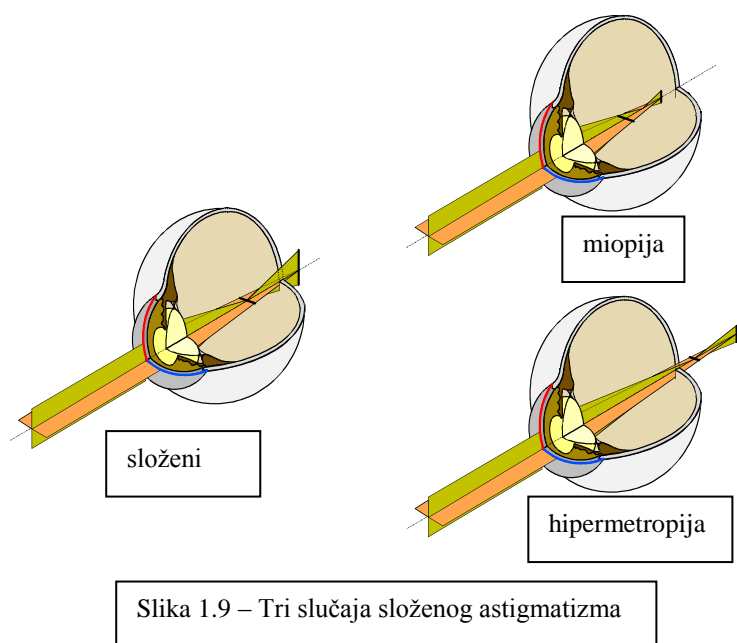
Astigmatski lik najčešće je posledica astigmatizma prednje površine rožnjače, ali astigmatizam može da, u izvesnoj meri, potiče i od astigmatizma zadnje površine rožnjače kao i od astigmatizma očnog sočiva.

Statistika pokazuje da oko 20% emetropa ima astigmatizam.

BIOMEDICINSKA FOTONIKA



Slika 1.8 – Prikaz rožnjače sa i bez astigmatizma



Astigmatizam se retko manifestuje kao izolovana refrakciona greška - oko 20%. Najčešće, on se manifestuje kao složeni astigmatizam tj. u kombinaciji sa miopijom ili hipermetropijom. Složeni miopni astigmatizam je najčešći oblik astigmatizma (Slika 1.9).

U zavisnosti od položaja žižnih linija (f_1 i f_2) u odnosu na mrežnjaču, razlikujemo :

- mešoviti astigmatizam gde je mrežnjača između f_1 i f_2 .
- složeni hipermetropni astigmatizam gde su f_1 i f_2 iza mrežnjače.
- složeni miopni astigmatizam gde su f_1 i f_2 ispred mrežnjače.

U zavisnosti od položaja meridijana najjačeg i najslabijeg prelamanja, razlikujemo :

- regularni astigmatizam gde najjače prelama vertikalni meridijan, a najslabije horizontalni meridijan.
- iregularni astigmatizam gde najjače prelama horizontalni meridijan, a najslabije vertikalni meridijan.
- kosi astigmatizam gde su glavni meridijani pod nekim uglom u odnosu na horizontalu.

Osobe sa astigmatizmom ne vide dobro ni na daljinu ni na blizinu. Osim toga, zbog različitog prelamanja u horizontalnom i vertikalnom meridijanu, dolazi i do deformacije slike na mrežnjači.

Kao i kod hipermetropije, tako i kod hipermetropnog astigmatizma, akomodacija je stalno "uključena" zbog potrebe da se na makulu (žutu mrlju) dovede čas jedna čas druga žižna linija.

Kosi astigmatizam uzrokuje ponekad i kosi položaj glave kod pacijenta.

Najbolju nekorigovanu oštrinu vida imaju pacijenti sa mešovitim astigmatizmom. Kod njih je najmanja i deformacija lika na mrežnjači, pošto su preseći između dve žižne linije u obliku krugova. Čist astigmatizam se koriguje cilindričnim sočivima. Složeni i mešoviti oblici astigmatizma koriguju se sfero-cilindričnim sočivima. Uloga cilindra je da dve žižne linije fokusira u jednu tačku, a sferna komponenta tu tačku treba da "premesti" u makulu.

1.2.4 Prezbiopija

Prezbiopija ili "staračka dalekovidost" nastaje kao posledica opadanja obima akomodacije. Gubitak akomodativne sposobnosti je individualna ali, u proseku, kod osoba sa 45 godina starosti, obim akomodacije opada ispod 4 D. To znači da je bliska tačka jasnog vida udaljena na više od 25cm što već predstavlja problem pri čitanju i pri preciznom radu na blizinu (zapažanje sitnih detalja). U daljim godinama života obim akomodacije nastavlja da opada, pa je bliska tačka još dalje.

Prezbiopija se koriguje nošenjem sabirnih, pozitivnih sočiva prema principu da preostali obim akomodacije i dodatna korekcija omogući normalan rad na udaljenosti od 25cm.

Primer : Emetropna osoba stara 45 godina dobija prezbiopnu korekciju +0,75 D ili +1,0 D što sa preostalim obimom akomodacije od +3,5 D omogućava rad i čitanje na udaljenosti od 25cm.

Jačina prezbiopnih naočara povećava se svakih 5 godina za otprilike +0,75 D, sve do 65-70 godina života, kada korekcija od +4,0 D ostaje do kraja života. Deo emetroernih prezbiopa do u duboko u starost postiže dobru korekciju i sa +3,0 D. To su one osobe koje su i u tim godinama zadržale ostatak obima akomodacije od 1,0 D.

Kratkovidim i dalekovidim osobama prilikom korekcije prezbiopije moraju se obračunati visina refrakcione mane i jačina potrebne korekcije.

Primer : Hipermetrop od +2,0 D ispoljiće svoju prezbiopiju i pre 40. godine starosti i dobiće kao prve prezbiopne naočare od +3,0 D i pored korekcije na daljinu od +2,0 D.

Nasuprot, kod miopa se prezbiopija javlja kasnije. Jedan miop od -2,0 D počinje da nosi prezbiopne naočare od +0,75 D tek od svoje 55. godine života. Miopi čitaju na blizinu bez učešća akomodacije.

Za korekciju prezbiopije kod hipermetropa ili miopa, koriste se bifokalne ili čak trifokalne naočare, a u poslednje vreme i progresivna korekciona sočiva.

2. STRABIZAM

Strabizam (razrokost) predstavlja anomaliju položaja očiju i binokularnog vida, zapravo motornu i senzornu anomaliju. To praktično znači nemogućnost istovremenog usmeravanja oba oka ka tački koja se fiksira i formiranje jedinstvenog lika gledanjem sa oba oka.

Postoji više vrsta strabizma: urođjeni, stečeni, na jednom oku (monokularni) i dr. Strabizam je česta pojava (4-6% populacije), sa polovinom slabovidih u toj grupi. Nastaje u bilo kom dobu, najčešće kod dece od 3 do 6 godina.

Ambliopija prati strabizam i gotovo je svaki drugi pacijent sa strabizmom ima. Ona predstavlja slabovidost, odnosno nemogućnost dobijanja jasne, oštre slike bez obzira na korektno datu dioptrijsku korekciju.

Ambliopija (slabovidost) i strabizam predstavljaju veliki problem, kako za pacijente tako i za društvo.

Za formiranje normalnog binokularnog vida potrebno je da slika koja se stvara na mrežnjači oba oka bude oštra.

Takva jasna slika u detinjstvu preduslov je za normalan razvitak vidne funkcije. Binokularni vid se formira oko trećeg meseca života. Za to je potreban normalan oblik i položaj oka, zdrav refraktivni aparat, odnosno oko bez greške u refrakciji ili sa, dobro i na vreme, iskorigovanom refraktivnom manom.

Ako na bilo kom od nivoa nastane poremećaj u ranom detinjstvu, poremeti se formiranje binokularnog, funkcionalnog vida. Oko koje ne fiksira "beži", a ako prepreka postoji na oba oka, javlja se i nistagmus (brzi nekontrolisani, nevoljni pokreti očiju), sa velikom slabovidošću.

Strabizam može nastati i kasnije u životu kod svih stanja i oboljenja oka koje duže traju: nekorigovana dioptrija, zamućenje rožnjače, katarakta, bolesti mrežnjače i vidnog živca, i dr.

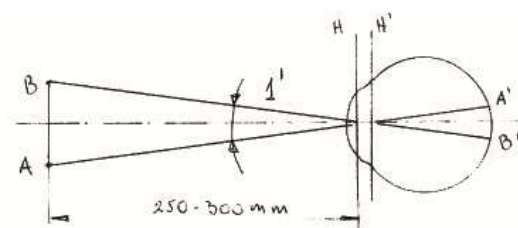
Kod dece je češći konvergentni strabizam (oko ka nosu), a kod odraslih divergentni (oči u stranu, od nosa).

Prevenција slabovidosti i strabizma se može ostvariti blagovremenim otkrivanjem i korigovanjem refraktivne mane pre svega (dalekovidosti, kratkovidosti, astigmatizma), potom odredjenim vežbama i kontrolisanom okluzijom (zatvaranjem) zdravog oka da bi se forsiralo i vežbalo "lenjo" oko. Ne dugo nakon ovoga, ako ovaj tretman nije dao dobre rezultate, pristupa se hirurškoj korekciji strabizma.

3. VIDNA OŠTRINA

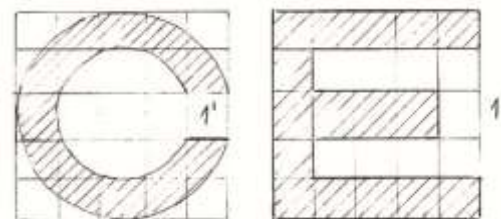
Moć razlaganja optičkog sistema je jedan od osnovnih optičkih karakteristika pod kojom se podrazumeva sposobnost tog optičkog sistema da razlikuje sitne detalje na objektima.

Oštrina vida je vezana za moć razlaganja i ona predstavlja sposobnost oka da vidi razdvojeno dve bliske tačke ili linije. Praktično je ustanovljeno da će normalno oko videti dve tačke kao dve razdvojene tačke ako se one nalaze pod minimalnim uglom od 1' (jednog minuta). Kažemo da je ugao od 1' granični ugao moći razlaganja oka (Slika 2.1).



Slika 2.1: Moć razlaganja oka

Ako se dve tačke A i B nalaze na rastojanju najboljeg vidjenja od 250 – 300 mm, pod uglom od 1', na mrežnjači će se formirati lik tih tačaka A' i B' na rastojanju $A'B' = 6\mu$. To odgovara veličini čepića na žutoj mrlji.



Slika 2.2: Landoltov prsten i Pflugelova kuka

Oštrina vida (VIZUS) određuje se primenom subjektivnih i objektivnih metoda.

Najširu primenu imaju subjektivne metode i među njima je i tzv. Landoltov prsten (Slika 2.2).

To je zapravo krug ucrtan unutar kvadrata čije stranice odgovaraju ugla od 5' i čija je debljina linije 1'. Na jednom mestu postoji linija kruga čija je širina takodje 1'.

Za ispitivanje vizusa često se koriste i drugi simboli kao što su Pflugelova kuka (Slika 2.2) ili slova, brojevi ili različiti predmeti (test za decu). Svi oni su složeni u određene tablice koje zovemo OPTOTIP ili su projektovani na ekranu iz projektor koji nazivamo "CHART" projektor.

Simboli su najčešće poredjani u 10 veličina, počev od najvećeg, što odgovara normalnom vidu na 60 m, pa do najmanjeg, što odgovara normalnom vidu na 6 m.

Ispitivana osoba se, u odnosu na optotip, postavlja na rastojanju od 6 m što odgovara vidu bez akomodacije (beskonačno udaljenih predmeta). Normalno, emetropno oko, sa ovog rastojanja treba da raspozna najsitnije simbole.

Oštrina vida (V-vizus) se određuje formulom:

$$V = d/D$$

gde je:

d – rastojanje sa koga se obavlja ispitivanje

D – rastojanje sa koga osoba sa normalnim vidom treba da prepozna pokazani simbol.