

8. ОФТАЛМОЛОШКИ УРЕЂАЈИ

Офталмологија је област медицине која обухвата проучавање, дијагностику и терапију чула вида.

Чуло вида, односно **систем за визуелну перцепцију** састоји се од *ока*, *очног живца* и *центра за вид* у мозгу, и има функцију да светлосне зраке претвара у биоелектричне импулсе и преноси их до možданог центра за перцепцију и памћење слике.

Слика, у физичком смислу, представља расподелу осветљаја елемената слике – пиксела посматраног објекта, и настаје у процесу рефлексије светлости од посматраног објекта или транспаренцијом светлости кроз посматрану средину.

Око је сложен оптички и фотоелектрични сензорни систем чија је функција да пројетује слике посматраних објеката на фотоосетљиве сензоре мрежњаче ока, и да биоелектричне импулсе који се под дејством светлосних зрака посматране слике генеришу у сензорима мрежњаче проследи путем очног живца до možданог центра за вид.

Очни живац је сноп са око 120.000.000 нервних влакана која имају функцију да биоелектричне импулсе генерисане у фотосетљивим сензорима, такозваним ћепићима и штапићима, мрежњаче ока преноси до možданог центра за вид.

Центар за вид је регион у мозгу за перцепцију и памћење слика.

Чулом вида се у медицини баве *офталмолози*.

Офталмолози су лекари специјалисти који у офталмолошким ординацијма и очним клиникама врше дијагностику и терапију чула вида помоћу офталмолошких уређаја.

У офталмолошкој пракси се најчешће третира око, и то пре свега пројекциони систем ока. Међу офталмолошким уређајима најбројнији су оптички инструменти. Оптичке компоненте, и то првенствено оптичка сочива за корекцију пројекционих способности ока, користе се од самих почетака офталмолошке дијагностике и терапије. Развој оптичких уређаја, посебно микроскопа, допринео је интензивном развоју офталмологије као и микробиологије и медицине уопште. Основну офталмолошку дијагностички уређаји којим се опремају очне клинике, офталмолошке ординције и продвнице наочара су: *брил касете*, *пробни рамови*, *оптотип*, *шпалт лампа*, *офталмолскоп*, *рефрактометар*, *кератометар* и *пахометар*.

За конструкцију оптичких компонената и инструмената, као и свих офталмолошких уређаја, потребна су основна знања из *анатомије* и *физиологије* ока, и непосредна сарадња технолога и офталмолога. **Анатомијом** се описује састав ткива и органа, а **физиологија** описује биолошке процеса и начин функционисања биолошких система.

Основна анатомска структура ока од интереса за конструкцију оптичких компонената и инструмената је првенствено очна јабучица са очним *рожњачом*, очним *сочивом* и *мрежњачом*. Око као и електронска камера претвара елементе слике – пикселе у електричне импулсе који се преносе до процесора слике.

Основне физиолошке функције ока су: *рефракција*, *акомодација* и *рецепција* вида.

Рефракција или преламање светлосних зрака, у циљу пројектовања слике објекта у лик на мрежњачи, врше *рожњача* и *сочиво* ока. Највећу преломну моћ има предња површина сочива, а укупна преломна моћ ока износи 59D. Око у коме се нормално прелама светлост назива се *еметропно око* и код њега се лик посматраног предмета фокусира на мрежњачи. Лик је обрнут и умањен.

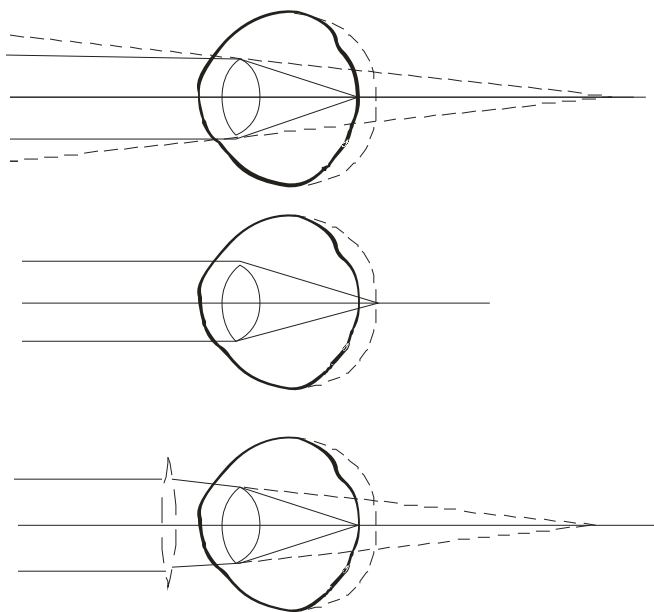
Акомодација ока је способност да се јасно види близу и далеко. Очно сочиво има две преломне површине: предњу и задњу. Предња има већу закривљеност и прелама јаче. Акомодациону способност ока карактерише обим и ширина акомодације. Обим акомодације се изражава бројем диоптрија за који је сочиво у стању да промени своју рефракциону моћ од стања потпуне дезакомодације до максималне акомодације. Обим акомодације износи од 13-14 D. Širina akomodacije se meri u metrima od tačke najdaljeg vida koji se kod emetroпа nalazi u beskonačnosti do tačke najbližeg vida i nalazi se na 7-8 cm испред ока. Из ове дефиниције је јасно да је ширина акомодације код еметропа код далековидости бесконачно велика и да само код кратковидости има дефинисану вредност.

Рецептори за вид налазе се у мрежњачи ока. Светлосни зраци улазе у око кроз отвор који се назива *зеница ока* а затим се преламају тако да се пројектовани лик формира на мрежњачи.

8.1. Поремећаја рефракције ока

Поремећаја рефракције ока су: *далековидост, кратковидост и астигматизам.*

Далековидост је рефракциона мана код које се паралелни светлосни зраци који долазе из даљине фокусирају иза мрежњаче без учешћа акомодације ока. Према основним узроцима далековидост се дели на осовинску и преломну. На сл. 8.1 приказани су односи у далековидном оку. На сл. 8.1а паралелни светлосни зраци који долазе из даљине секу се иза мрежњаће. На сл. 8.1б акомодација појачава преломну моћ сочива. На сл. 8.1с конвексно сочиво коригује рефракциону ману. Учесће акомодације у корекцији далековидости доводи до три облика далековидости: *тоталне, латентне и манифестне.*



Сл. 8.1. Врсте далековидости: а) тотална, б) латентна и ц) манифестна

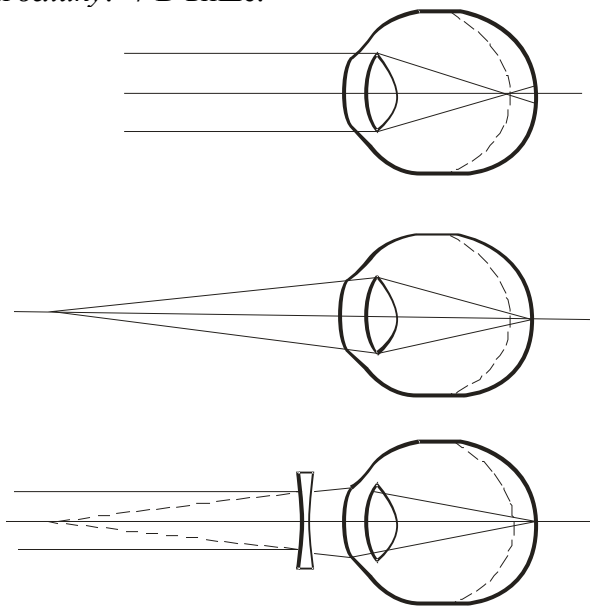
Тотална далековидост се добија у стању потпуне парализе акомодације и представља величину целокупне рефракционе грешке.

Латентна далековидост је онај део рефракционе мане који се коригује акомодацијом.

Манифестна далековидост је акомодацијом некориговани део далековидости и са годинама старости постаје све ближе тоталној.

Збир латентне и манифестне далековидости даје увек тоталну далековидост.

Кратковидост је рефракциона аномалија код које се паралелни светлосни зраци који долазе из даљине после преламања кроз рожњачу и сочиво фокусирају пре мрежњаче у стаклом телу, доспевши иза фокуса у стање дивергенције. Према томе да ли је узрок кратковидости веће око или је прејак преломни систем рожњача-сочиво, кратковидост се дели на аксијалну и преломну. У пракси се много чешће јављају облици аксијалне кратковидости. Када преломна моћ остаје непромењена, сваки милиметар раста преко нормале манифестује се као кратковидост од 2,5 D. Према јачини диоптријске грешке, кратковидост се конвенционално дели на *малу*: до -3 D, *средњу*: до -6 D и *велику*: -7 D више.



Сл. 8.2. Врсте кратковидости: а) тотална, б) латентна и ц) манифестна

8.2. Стакла за наочаре

Статистички посматрано више од 50% људи има потребу да користи средства за корекцију вида. Због слабљења функције акомодације ока после четрдесет и пете године живота, нагло расте потреба за употребом наочара за рад.

Стакла за наочаре су сочива у облику менискус диска са површинама које омогућавају одговарајућу оптичку јачину и кристе се за *корекцију недостатака вида*, или врше неку другу функцију као што је заштита: сунчане наочаре и наочаре за друге специјалне намене. Стакла за наочаре могу бити веома различите конструкције и намене. Могуће их је класификовати према различитим критеријумима: *оптичко дејство стакла*, *структура стакла*, *материјали*, *дијаметар*, *допунске обраде стакала* и др.

Према параметрима *оптичког дејства стакла* се деле на *фокална* и *афокална*.

8. ОФТАЛМОЛОШКИ УРЕЂАЈИ

Фокална стакла имају оптичку јачину односно способност да скупљају, што се означава као сабирна "+" или расипају, што се означава као расипна "-", сноп паралелних светлосних зрака.

Афокална стакла немају оптичку јачину и могу утицати само на померање правца простирања, означена као план-стакла или скретање правца простирања, означена као призматична стакла.

Према начину деловања на оптички сноп, фокална стакла се деле *неастигматична стакла* и *астигматична* стакла.

Неастигматична стакла су са јединственом жижом и могу имати сферне или асферне раздвојне површине. Оптичка јачина неастигматичних стакала изражава се преко сферне оптичке јачине (SPH). Асферне површине имају строго астигматична сочива великих јачина (преко -f- 7,50 D), тзв. катрална сочива.

Астигматична стакла имају различите оптичке јачине у главним вертикалној и хоризонталној равни стакла. Карактеристични представници ових стакала су сви облици цилиндричних стакала: план-цилиндри, bi-цилиндри, сферо-цилиндри, сфероторуси.

Разлика оптичких јачина изражава се преко јачине цилиндра CYL, а **положај осе цилиндра** у равни стакла изражава се преко угла цилиндра AXE.

Према **структури фокалног деловања** постоје *монофокална* и *мултифокална*: *бифокална*, *трифокална*, *прогресивна* стакла.

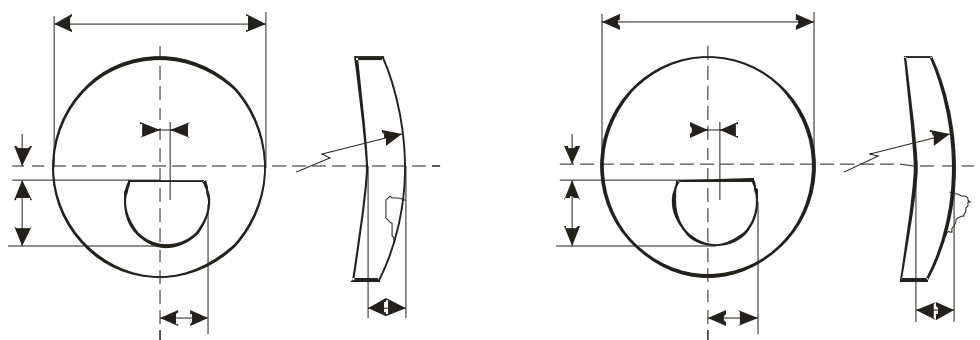
Монофокална, која имају само једну жижу. Могу бити сабирна и расипна. Праве се од једнородног оптичког материјала са хомогеном расподелом индекса преламања. Имају правилне раздвојне површине (раван, сфера, цилиндар, торус).

Мултифокална: бифокална, трифокална, прогресивна стакла имају различите оптичке јачине на различитим деловима површине стакла. Омогућавају истовремену корекцију рефракционих недостатака ока за гледање на близину и на даљину. Област стакла са различитом оптичком јачином у односу на централну зону стакла назива се адиција.

Бифокали се практично добијају спајањем два монофокална сочива у јединствену структуру при чему је једно сочиво, сегмент обухваћено другим. Сегмент омогућава додатну корекцију за близину. Основна мана бифокалних сочива је скок слике при преласку на сегмент услед нагле промене оптичке јачине стакла и призматичних ефеката због децентрираности сегмента. Оптичка јачина сегмента је једнака збиру оптичке јачине дела стакла за даљину и додатне оптичке јачине сегмента, која се технолошки реализује на два начина: уметањем у структуру основног стакла, додатне обликоване количине стакла са различитим индексом преламања (карактеристично за минерална стакла), локалном променом кривине стакла (чешће се примењује код органских стакала).

Трифокали су у свему стакла слична бифокалним, али је уметнути сегмент из два дела који омогућава ублажавање неких недостатака бифокала. Појавом прогресивних стакала потпуно се потискују из употребе.

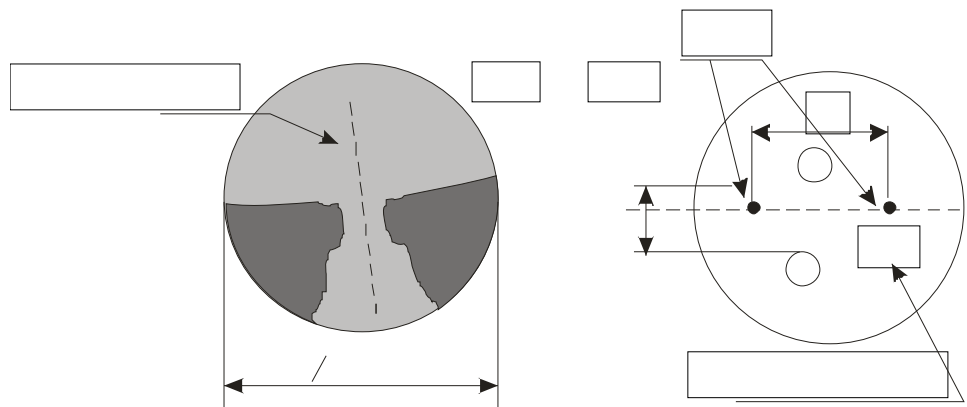
Прогресиви припадају групи мултифокалних, више од 3 жиже стакала. Израђују се тако што се у основну масу стакла утискује просторно деформисан сегмент који има градијентну, постепену промену индекса преламања у задатом правцу. То су оријентисана стакла па је потребно водити рачуна о положају прогресивног сегмента приликом уградње. Сегмент није видљив, па су на стакла нанесене одговарајуће ознаке и репери, који се користе током израде диоптријског стакла и током обраде стакла за монтажу у наочаре. Ознаке се једноставно скидају после монтаже у оквиру за наочаре, коришћењем растварача.



Сл. 8.3. Типични облик бифокалних стакала за: А) минерална стакла; Б) органска стакла

Облик и положај сегмента, просторна растојања индекса преламања су различита код различитих произвођача, па се разликује и систем означавања. Типична структура и изглед приказани су на слици 8.4.

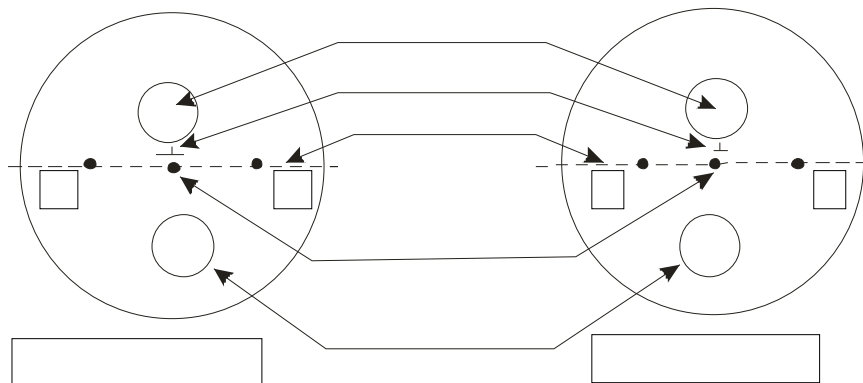
Јединствена асферична базна површина мултифокалних прогресивних стакала омогућава оптималну ширину поља вида без дисперзије за мултифокално виђење при чему су карактеристичне следеће области: област за близину: широка и без изобличења, област за даљину: уједначено балансирана дисперзија ниског нивоа што омогућава максималан комфор за кориснике, и област прогресије: широк коридор за удобно гледање на средњим удаљеностима. Редуковани призматични ефекат омогућава уједначене и танке ивице по ћелом обиму стакла.



Сл. 8.4. Структура и димензије мултифокалних прогресивних диоптријских сталака

Прогресивна стакла се могу уграђивати само у оквир погодних димензија, тако да рам у целини обухвата област стакла за гледање на даљину и област за гледање на близину. Пуни ефекти корекционог деловања се постижу ако су стакла тачно и пажљиво монтирана у оквир. Пре резања и монтаже стакла, треба специфицирати димензије од значаја за уградњу стакала у оквире са тачношћу бољом од 0,5 мм. Центрирање и резање стакла врши се на обележеном стаклу при чему је пожељна тачност резања, такође, боља од 0,5 mm.

Постоје и специјална стакла: *лентикулама, поларизациона, асферична, Френелова.*



Сл. 8.5. Структура и димензије мултифокалних прогресивних диоптријских сталака

Лентикуларна стакла су диоптријска стакла, по структури монофокална, али је њихова конструкција таква да само у централној зони имају оптичку јачину, док периферни део стакла служи само за уградњу у рани. Корекционо сочиво има велику оптичку јачину (10-20 D), док је периферни део или мање оптичке јачине или план стакло, излогу бити негативна (често се називају и фацетна) и позитивна. Негативна се раде као план-конкавна или биконкавна. Производе се као органска или минерална. Често се раде од високоиндексних стакала. Позитивна се најчешће производе од органских материјала директним ливењем, полимеризацијом у калупима.

Поларизациона стакла најчешће се израђују од органских материјала који имају поларизациона својства или од минералних стакала наношењем специјалних поларизационих слојева. Користе особине поларизације светлости, па омогућавају већи степен заштите од сучевог зрачења а посебно од рефлектованог сучевог зрачења, што повећава степен заштите за 30% без губитка осећаја сјајности објекта и даје потпуну UV заштиту ока. Посебан значај има примена при раду са компјутерима, а најбољи ефекат се постиже уз истовремену употребу поларизационог филтера на монитору прилагођеног поларизационим стаклима наочара.

Асферична стакла имају једну површину која није правилна. Примена асферичних површина омогућава остваривање два основна вида корекције: различит астигматизам у централном и периферном делу стакла и варијацију оптичке јачине од центра ка ивицама стакла.

Френелова стакла су стакла код којих је једна страна специјално обрађена, тако да се састоји од великог броја степенастих површина које могу бити концентрично, спирално или паралелно распоређене. Степенасте површине формирају оптички клин, призму. Њиховим обликом, нагибом, распоредом, димензијама и интеграцијом деловања могу се остварити различите оптичке компоненте. Производе се ливењем или пресовањем органских материјала. Предност је мала дебљина компоненте. Друга страна Френеловог стакла може бити сферна или равна.

Френелова сочива садрже концентричне зарезе чији се профил и распоред прорачунава тако да може да задовољи полазне захтеве (формирање слике предмета на оси без аберација).

Френелова призматична стакла садрже паралелне зарезе чији се нагиб прорачунава према захтеваном призматичном дејству.

Према материјалима од којих су израђена разликујемо две основне групе стакала:

минерална и органска.

Минерална стакла добила су назив од начина производње стакла, јер се користе минералне сировине, силицијум диоксид- кварцни песак, и минерални адитиви, оксиди метала.

Према саставу и намени у изради диоптријских стакала разликују се *бела, обојена, фото осетљива и високо индексна стакла*. Састав стакала утиче и на оптичке и на физичке карактеристике стакала.

Према густини стакла постоје: *лака и тешка*.

Према начину производње стакла се деле на: **крон (CROWN)** и **флинт (FLINT)**.

Према индексу преламања стакла разликују се: **нискоиндексна** и **високоиндексна** стакла.

Преглед основних карактеристика материјала

Материјал	Индекс преламања	Абеов број	Спец. Густина [g/cm^3]
Бело стакло	1,523	59	2,55
Фотоосетљиво стакло	1,523	56	2,41
Баријумско стакло	1,600	42	3,71
Густо флинт стакло	1,690	30	4,04
Титанијумско стакло	1,701	34	3,21
Флинт 1,8 стакло	1,805	35	3,65
Флинт 1,9 стакло	1,891	31	3,99
Органско стакло ЦР-39	1,498	58	1,32
Фотоосетљива пластика	1,498	58	1,32
Високоиндексна пластика	1,595	36	1,36
Пилокарбонатна пластика	1,586	30	1,20

Трансмисионе карактеристике фотоосетљивих и титан стакала

Врста Стакла	Услови	Тал. дуж. прага UV трансмисије $T < 1 [nm]$	Трансмисија на 350 nm	Трансмисија за видљиво зрачење
Photo gray	Дневно светло	315	<25%	83%
	Ноћ	325	<15%	44%
Photo gray extra	Дневно светло	330	<10%	87%
	Ноћ	330	<5%	22%
Photo brown	Дневно светло	315	<25%	83%
	Ноћ	325	<15%	44%
Титан		340	<15%	87%

Органска стакла односно **транспарентна пластика** се производе од органских материјала као што су: поли-метил-метакрилат, полистирол, поликарбонат, половину, полиестер. Предност у односу а минерална стакла је: мања тежина и кртост-већа еластичност, а недостатак је мала тврдоћа и неотпорност на гребанје и друга механичка оштећења. Неотпорна су и на утицај повишене температуре ($> 85^{\circ}C$) и утицај хемијских реагенаса и влаге. Отпорност на оштећење се повећава применом поступка наношења тврдог слоја.

У изради офталмолошких стакала најширу примену има термоотпорна пластика **CP - 39** за израду стакала за наочаре и **PMMA** (полиметил-метакрилат) за израду тврдох

8. ОФТАЛМОЛОШКИ УРЕЂАЈИ

контактних сочива. ПММА је транспарентни, стабилни, нетоксични и отпорни полимер. Нагриза га и раствара ацетон. Различити обојени пуниоци могу бити; полимеризовани заједно са материјалом (производња обојених органских стакала и филтера). Основни недостатак је слаба пропустљивост за кисеоник, што се отклања полимеризацијом ФММА заједно са силиконима. СР-39 користи се за израду монофокалних и мултифокалних стакала. У новије време производе се и фотоосетљива органска стакла добијена заједничком полимеризацијом основног материјала и фотоосетљивог пуниоца (комполитна стакла), а применом додатних поступака за обраду готових диоптријских стакала, побољшавају се карактеристике.

Да би се побољшале неке карактеристике стакала могу се урадити и допунске обраде (третмани) стакла, као што су: *тврди заштитни слој*, антирефлексни слој, бојење стакала и друго.

Тврди заштитни слој се разликује код минералних и органских стакала.

Основна намена на диоптријским стаклима је повећање отпорности површине стакла на хабање и повећање дуговечности примене стакла.

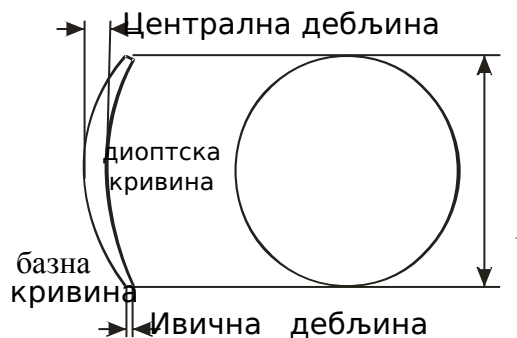
Код минералних стакала заштита површине од хабања није примарни задатак. Допунским третманом се повећава отпорност стакла на разбијање. Иако је површина стакла полирана, микроруптуре на њој се услед удара лако шире изазивајући лом стакла. Ако је површина стакла отпорнија на лом, то ће и ђело стакло бити отпорније, па су од посебног значаја поступци који повећавају тврдоћу или хомогеност површине стакла.

Променом површинске структуре стакала може се повећати отпорност стакала на лом и променити рефлексивност стакла.

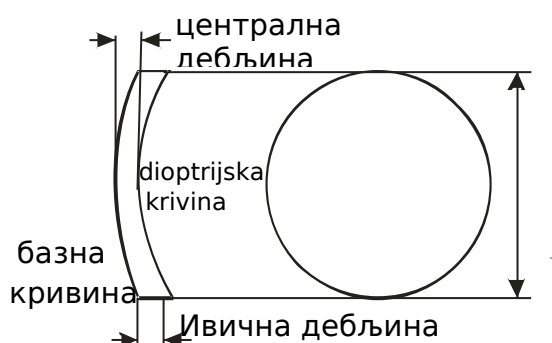
При проласку светлости кроз стакло (минерално и органско) долази до делимичне рефлексije светлости (4-5% на свакој развојној површини, зависно од индекса преламања), тако да је трансмисија стакла око 92%. Рефлексija, поред смањења трансмисије стакла, може изазвати и друге нежелјене ефекте на процес виђења као што је смањење контраста. Антирефлексни слој (АР-слој) се наноси напаравањем материјала у високовакуумском реактору (10 ° до 10⁻⁶ мм Хг). АР може бити једнослојни и вишеслојни. За једнослојне превлаке најчешће се користи магнезијум-флуорид дебљине 0,12 микрометара. Поступак траје око 45 минута. Површина за наношење АР слоја се посебно припрема (прање, одмашћивање, активирање), а након наношења примењује се термички поступак одгревања ради отклањања површинских напона на стаклу. АР се може наносити и на органска стакла по посебном поступку.

Метализација и бојење минералних стакала је високовакуумски поступак, сличан наношењу АР слоја. У поступку метализације наноси се танак полутранспарентни слој метала (хром, злато и слично), чиме се постиже смањење трансмисије стакла али и естетски ефекти.

Бојење органских стакала има посебан значај, како у примени код сунчаних тако и у примени код диоптријских наочара. Бојење органских стакала је релативно једноставан поступак, у коме се користе водени раствори специјалних молекуларних боја. Траје око 1 минут. За органска стакла постоје следеће боје: неутралне боје за смањење трансмисије (браон, сива), јарке боје чији је избор подложен утицају сезонских модних трендова, прозирне са UV заштитним фактором и прозирне са UV заштитним фактором и повећаном заштитом од хабања (до 20%). Поступак бојења се може пројектовати тако да се постигне градација нијансе по површини стакла или мешање боја са постизањем занимљивих естетских ефеката



Сл. 8.6. Структурни параметри конструкције
стакала за наочаре: «плус» стакла (горе),
и «минус» стакла (доле)



Основни конструкциони параметри стакала за корекцију вида су: *Дијаметар стакла*, *Сентрална дебљина*, *Ивична дебљина (Е/Т)*, *Базна кривина* и *Диоптријска кривина*.

Дијаметар стакла је пречник диска, стандардизован у неколико величина. При избору пречника за »плус« стакла треба изабрати што мањи пречник јер се тада добија најтанје стакло, док за »минус« стакла пречник не утиче на дебљину стакла (утиче само на време обраде).

Сентрална дебљина (CD) је дебљина стакла у центру диска. За »минус« стакла ограничена је врстом материјала и захтеваном чврстоћом на лом стакла, због сигурносних разлога и износи око 1,2 mm. Код " плус" стакала централна дебљина је променљива и зависи од врсте материјала, пречника и оптичке јачине стакла.

Ивична дебљина (Е/Т) је дебљина на ивици стакла. Константна је за "плус" стакла и износи око 0,9 mm, док је код "минус" стакала променљива.

Базна кривина је дефинисана радијусом кривине испупчене површине стакла. Изражава се преко преломне јачине површине ($B=(n-1)/R_b$), и основа је за прорачун и израду стакла. На основу анализе оптималног облика који обезбеђује минималну дебљину стакла за захтевану оптичку јачину стакла, стандардизован је избор базних кривина у функцији оптичке јачине стакла.

Диоптријска кривина је дефинисана радијусом кривине издубљене површине стакла. Заједно са базном кривином одређује оптичку јачину стакла.

Стакло за наочаре има одговарајуће вредности оптичких параметра који треба да су у оквиру дозвољених толеранција, које се препоручују стандардима. Оптичка јачина се специфицира са дефинисаним кораком (0,25 D), што задовољава и могућности адаптације и акомодације ока. Оптичке карактеристике се могу сврстати у три основне групе.

8. ОФТАЛМОЛОШКИ УРЕЂАЈИ

Параметри оптичког деловања диоптријских стакала (сферна диоптријска јачина, оптичка јачина цилиндра, оптичка јачина призматичног деловања), који се директно контролишу за свако произведено стакло.

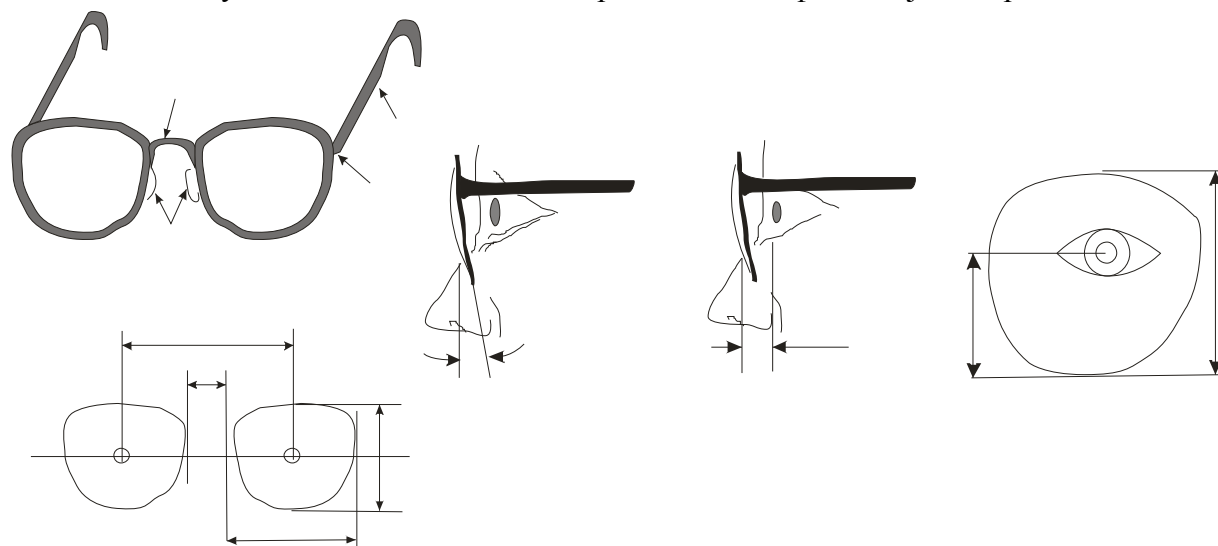
Параметри квалитета материјала (индекс преламања, хомогеност-мехурови, двојно преламање, заостали напони и др.) који се контролишу на бази узорка и по посебном захтеву.

Параметри квалитета обраде површине ("козметички" квалитет обраде површине - топографија површине, који се контролишу за свако израђено стакло.

8.3. Избор наочара

Формирање основног офталмолошког помагала за корекцију рефракционих аномалија ока -наочара је примарни задатак сваког оптичара. Полазна основа за избор стакала је рецепт за наочаре, који прописује офталмолог, а у коме се дефинишу основни параметри као на пример: оптички захтеви (sph или cyl са прецизно одређеном оптичком јачином, положајем осе цилиндра - ТАБО шема; и евентуално специјални захтеви допунске обраде стакла). Поред ових основних, потребно је дефинисати и све остале, раније поменуте параметре (структура стакла, материјал, боја и друго).

Оно што се не дефинише лекарским рецептом, а игра важну улогу при коначном избору стакала за наочаре, је свакако оквир. Наочаре, као офталмолошко помагало, које омогућава да се светлост после преламања кроз диоптријски систем ока фокусира на централној јамици жуте мрље стоје жижна тачка ока, састоје се од два основна дела: оквир и стакло које се уграђује у оквир. Оквир омогућава правилно постављање и држање стакала. Састоји се из два основна дела: предњи (фронтални) на коме се налазе два рама за уградњу стакала, мост који их повезује и папучице за ослањање на нос; слепоочни део на коме се разликује везни крај са шарком и дршка за наслањање на уво. На слици 3.30 су дати основни делови и мере важне за дефинисање оквира.



Сл. 8.7. Оквир наочара са основним параметрима и мерама: ГЛ – главна линија, ГС – геометријски центар, РС – размак стакала, РГС – размак геометријских центара, А – ширина рама, Б – висина рама

У производњи оквира користе се различити материјали (метали и пластика), при чему се разликују различита техничка решења и различит дизајн оквира, који прате естетске и модне захтеве.

8. ОФТАЛМОЛОШКИ УРЕЂАЈИ

При конструкцији оквира треба заоволјити следеће захтеве: добро и трајно држање стакла у погодном положају у односу на оптичку осу ока, добро налагање и удобно лежање на носу, удобно и чврсто држање оквира на ушима, мала тежина.

При каталожном означавању оквира најчешће се користи тзв. »бохинг« систем који подразумева димензије рама: ширина и висина, размак између стакала и дужину дршке.

Избор оквира подразумева поштовање две основне групе критеријума: функционални критеријуми који обухватају две основне групе захтева: ергономски - величина оквира треба да одговара облику и основним димензијама главе корисника, облик и величина рама не смеју битно утицати на видно полје наочара.

У случају мултифокалних стакала растојање између центра рама и доње ивице рама треба да буде бар 25 mm да би се омогућила правилна уградња и функције уграђених мултифокалних стакала.

Оквир треба да обезбеди и одговарајући положај и нагиб стакла.

Естетски критеријуми укључују субјективни избор корисника, који је пресудан уколико се не нарушава било који од функционалних захтева. Често се више поштују модни трендови него сви други захтеви за избор оквира.

Растојање између зеница, пупиларна дистанца (PD) или тачније интерпупиларна дистанца, може се мерити на различите начине. У ствари, мери се размак између назалне ивице једне и темпорилне ивице друге рожњаче, па се то растојање изражава у милиметрима. По другој ређе коришћеној, али знатно тачнијој методи, мери се растојање од једног до другог корнеалног рефлекса. Обично се овим меренјем добија нешто нижа вредност него претходним. Код монокулуса, или ако је око неспособно да фиксира, или ако је једно око стабилно, мери се растојање од максималног конкавитета једног и другог капка. Уколико при одређивању пупиларне дистанце пацијент фиксира на близу, таквим меренјем добија се вредност пупиларне дистанце за рад. Пупиларна дистанца за даљину добија се тако што се на измерену вредност додају још 2mm. Води се рачуна и о специфичности посла којим се корисник бави. Уколико је радна дистанца мања, разлика у пупиларној дистанци између наочара за близу ће бити већа, и обрнуто. Ако се при меренју пупиларног растојања (дистанце) пацијента фиксира на даљину, поступак је обрнут. Најтачније меренје интерпупиларне дистанце би било од средине носа до центра зенице, односно видне осовине, јер немају сви људи симетрично постављене видне осовине у односу на нос.

Брил касета је кутија са скупом различитих пробних стакала и користи се као основни офталмолошки прибор. Састоји се од низа диоптријских стакала, а служи за одређивање диоптрија. Диоптријска стакла називају се *пробна стакалца*. Постављају се у пробни оквир и помоћу њих се субјективном методом одређује рефракција. Пробна стакалца су *сферна* и *цилиндрична*. **Сферна стакалца** су и диоптрији од +0,25 Dsph до 20 Dsph као и у диоптрији од -0,25 Dsph до -20 Dsph. Нумерисана су на по 0,25 Dsph до 4 Dsph, а затим на по 0,50 Dsph до 16,00 Dsph, а затим на по 2,00 Dsph до 20 Dsph. **Силиндрична стакалца** су израђена од +0,25 Dcyl до +6,00 Dcyl, као и у -0,25 Dcyl до -6,00 Dcyl. У брил касети се налази стенопеични отвор који пружа помоћ при испитивању вида код пацијената са билатираним зеницом или пупиларном аномалијом. Поред описаних стакалаца у касети се налазе и црвено зелена стакалца која служе за извођење црвено зеленог теста, коришћеног у стробологији. У стробологији се такође користе и призматска стакалца која служе за одређивање угла разрокости и она су саставни део брил касете. Скуп пробних сочива садржи сва плус и сва минус сочива до 20D, затим цилиндрична плус и минус сочива до 10D, призме, укрштене цилиндричне, стенопеичне отворе и пукоидне, црвене, зелене и поларизационе филтре, и др. Њима је

8. ОФТАЛМОЛОШКИ УРЕЂАЈИ

могуће комплетно испитивање оштрине вида, рефракцију и бинокуларну сарадњу оба ока. Пробна сочива одликује висок квалитет израде и такву форму да лако и прецизно постављају у пробни оквир. Сочиво постављено у пробни оквир мора да буде окренуто својом конкавном страном ка оку испитиване особе.

Пробни рам или **пробни оквир** су специјалне тест наочаре у које се могу лако уметати и менјати пробна стакла и подешавати растојања спојева и лежишта. Пробни рам мора да омогућава прецизно постављање на главе различитих особа са могућим асиметријама лица и различитим великим пупиларним дистанцама, са добрим подешавањем вертекс-дистанце (стакло-рожњача 12mm) и правилним центрирањем и нагибом стакала према лицу пацијента. Свако децентрирање сочива, било у хоризонталном, било у вертикалном меридијану, доводи до појаве призматског ефекта. Вертикалне децентрализације доводе до већих субјективних сметњи. Уколико линија вида пролази кроз (периферну) периферију сочива, мењају се његове карактеристике у погледу јачине и астигматског ефекта.

Положај сочива у пробном раму треба да приближно одговара односима који ће постојати у преписаним сочивима наочара.

Обележавање астигматизама треба да је у складу са Табо скалом на којој су степени означени од 0 до 180 степени, супротно од смера казаљке на часовнику: 0° је 3h, 90° је на 12h, и 180° је на 9h.

При прављењу комбинација у пробни рам не треба стављати више од два сочива (једно сферно и једно цилиндрично сочиво) због могућих оптичких аберација.

Фороптер је уређај у коме су и скуп пробних сочива и пробни рам интегрисани у један апарат који се приноси лицу испитиване особе. У отворе који договарају десном и левом оку могуће је довести све могуће комбинације сферних и цилиндричних сочива и призма. У односу на скуп пробних сочива и пробни рам фороптер поседује више предности: избегнута је дуга манипулација сочивима која се ваде из сета и постављају у лежишта пробног рама, сочива се не прљају, не ломе, не губе и увек су на свом месту; могућа је брза промена сферних и цилиндричних сочива, што олакшава пацијенту међусобно поређење; осовина цилиндра остаје непроменјена приликом замене сочива; прецизније се мери пупиларна дистанца, по потреби за свако око посебно.

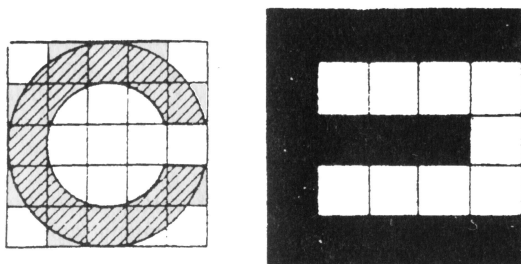
Фороптер има и своје мане: он се приноси лицу пацијента и заклања га од лекара. Испитиване особе, посебно млађе, манифестују феномен инструменталне миоптије за -0,25 до 0,5D, спh («псићолошка акомодација»). Сам апарат не личи на наочаре које пацијент очекује и доводи му главу у принудни положај, да посматра кроз предвиђене отворе. У старијим варијантама фороптера јављао се и проблем међусобних растојања између комбинованих сочива. Савремена технологија решава ове проблеме, да употребом тзв. виртуелних сочива, испред лица пацијента не стоји плоча фотоптера, већ провидно стакло које истовремено и рефлектује посматране тестове у далјини.

Оптотипи су тест слике за испитивање *оштрине вида*. Оптотипи могу бити штампани и пројекциони.

Оштрина вида је способност ока да види одвојено две тачке под одређеним минималним углом. Оштрина вида је сложена функција која не зависи само од анатомске грађе и оптике ока већ и од функције централног нервног система (пре свега оптичких зона), искуства, пажње, асоцијативних веза. Оштрина вида, висус одређује се применом објективних и субјективних метода. Најширу примену имају објективне методе које су тако прилагођене да испитивана особа посматра симболе одређених величина и на њима треба да уочи карактеристичан детаљ под углом од 1'. Физиолошки је најисправнији такозвани Ландолтов прстен приклатан на слици Х.8, који је заправо круг уцртан у квадрат величине 5', делјине кружне линије 1'. На једном месту тога круга

8. ОФТАЛМОЛОШКИ УРЕЂАЈИ

постоји прекид дужине 1', тако да формира отвор облика квадрата димензија 1'x1', усмерен на разне стране.



Сл. 8.8. Ландолтов прстен и Пфлугерове куке

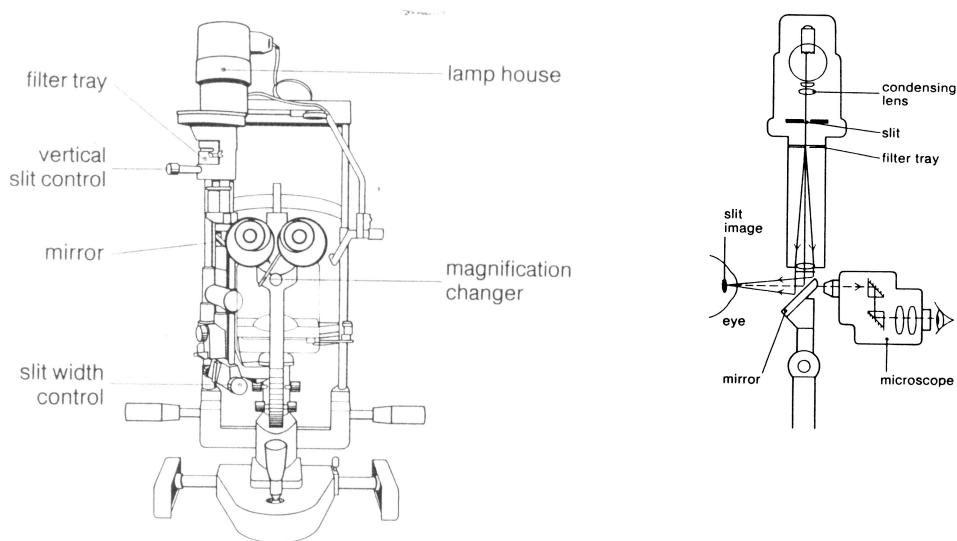
Задатак испитиване особе је да покаже у ком је правцу окренут отвор на приказаном прстену. Величина отвора и теста у целини подешена је тако да га особа са нормалном оштрином вида треба прецизно да види са одређене удаљености. Разумљиво је да приближавањем теста оку његова величина постаје све мања да би величина угла (под којом се тест види) остала иста. Ови симболи могу бити сложени у одређене таблице - опто tipe или пројектовани на екран са пројектора. Испитивана особа треба да препозна све показне тестове, почев од великих који се нормално виде са 60 (50) метара, до најмањих предвиђених за 6 (5) метара. Како се испитивана особа стално налази на растојању од 6 (5) метара од оптичара или екрана, оштрина вида V , добија се према формули:

$$V = \frac{d}{D},$$

где је d растојање са кога се обавља испитивање, док је D растојање са кога особа са нормалним видом треба да препозна приказани симбол. Ако, на пример, испитивана особа са растојања од 6 метара види тест који је предвиђен да се види са растојања од 60 метара, онда је оштрина његовог вида према формули $V = 6/60$ или 0,1 нормалне оштрине вида. Кад неко са 6 метара види тестове предвиђене за ово растојање онда му је оштрина вида 6/6, односно 1,0 нормална.

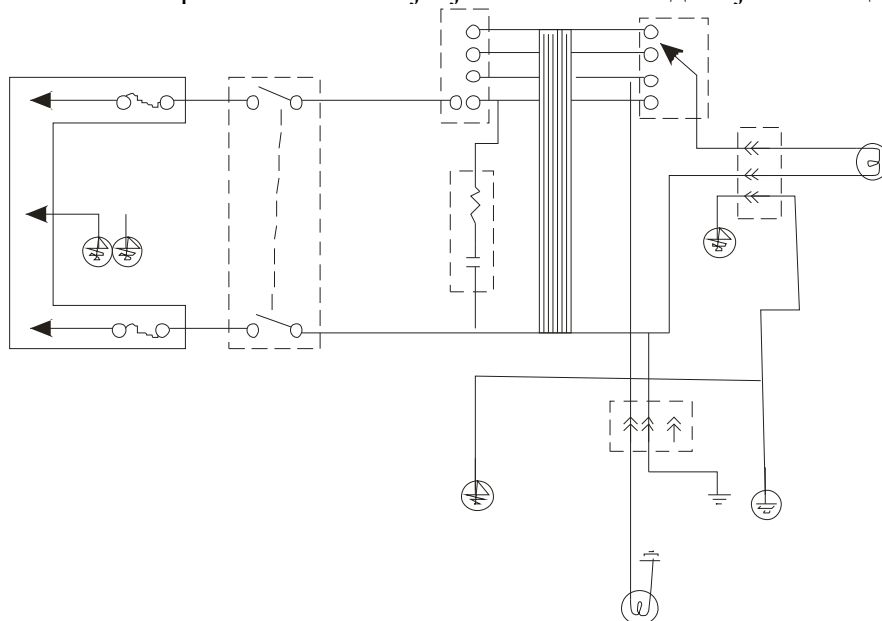
Друга врста физиолошких симбола који се доста користе су тзв. Пфлугерове куке налик на штампано слово Е, приказана на слици X.8, које се може окретати на разне стране. Тест је конструисан на исти начин као и прстен, само што има два отвора величине 1'.

У пракси се најчешће користе мање тачни тестови направљени или од бројева или од слова, за децу од разних сличица. Задатак испитиване особе је да именује показани број или слово што са једне стране тражи одређени узраст и писменост, док са друге стране чешће одређује минимум конгосцибиле. Тестови са бројевима код писмених особа дају већу оштрину вида од оне која се добија Ландолтовим прстеновима из простог разлога што се 1 (вертикална цртица), 0 (кружић) 4 (углови на све стране) лако разликују, чак и када испитивана особа не види добро. Међутим, тешко се разликују 6,8 и 9 што може да наведе на помисао да се ради о астигматизму. Свакако најтежи тест су слова која није лако међусобно разликовати и траже, наравно, писменост. Најбоље применљив код деце је тест са Пфлугеровим кукама. Ако дете добије у руку виљушку или трозубац, веома лако научи да показује како су симболи на тесту оријентисани.



Sl. 11.11. Конструкциони изглед и цртеж попречног пресека шпалт лампе

Електрична шема напајања шпалт лампи дата је на слици 8.8.



Сл. 8.12. Шема напајања шпалт лампи

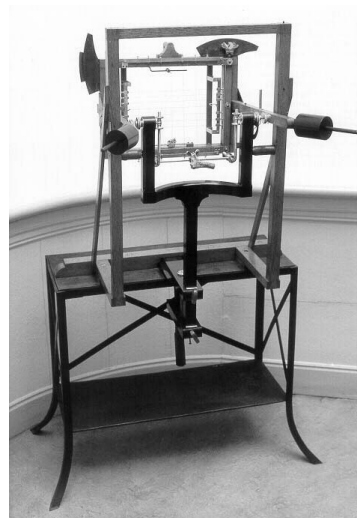
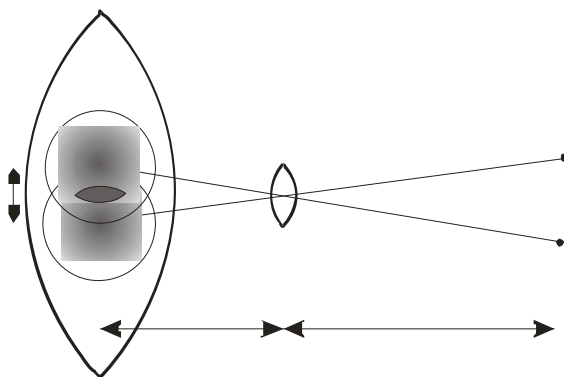
Напаја се из мреже 110V или 220V што се регулише посебним преклопником. Испред тог преклопника налази се главни прекидач. Мрежни напон се води на трансформатор. На секундару трансформатора имамо напоне 4V, 5V, 6V, 7,5V. Фиксна лампа напаја се константним напоном од 5 V. Шпалт лампа напаја се променљивим напоном преко преклопника, бирача, чиме се мења интензитет светлости.

8.5. Офталмоскоп

Офталмоскоп је оптички уређај који се састоји од светлосног извора и система софива и огледала за посматрање очног дна односно мрежњачу ока.

8. ОФТАЛМОЛОШКИ УРЕЂАЈИ

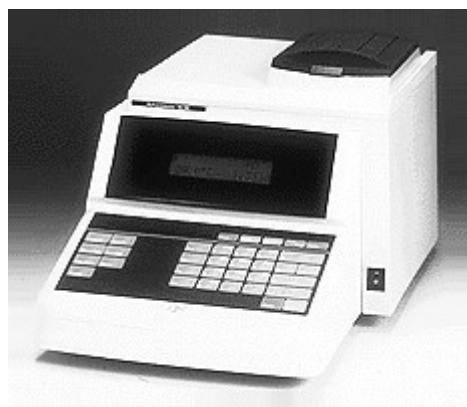
Светло офталоскопа се фокусира директно на мрежњачу кроз мало угаоно огледало, које испуњава пола бленде (прореза), или цео прорез. Средиште (центар) огледала није посребрен, тако да се осветљена мрежњача може видети кроз њега. Између светлосних зрака који се враћају из ока постоје варирајући магазин сочива која обично варирају од диоптрије $+30\text{ D}$ до -30 D , који исправља било коју својствену грешку у преламанју зрака било пацијента било испитивача.



Сл. 11.13. Офталмоскоп: принцип рада и фотогрфија класичног инструмента

8.6. Рефрактометар

Рефрактометар је оптоелектроски уређај за објективно, а често и аутоматизовано одређивање рефракције ока. Код коришћења овог апарата испитивач треба да анализира рефлексiju светлости са очног дна пацијента. За осветљивање очног дна користи се инфрацрвено светло а за само мерење аутоматским рефрактометром потребно је 0,2 до 10 секунди. На слици 8.14. дата је слика једног рефрактометра.



Сл. 8.14. Рефрактометар

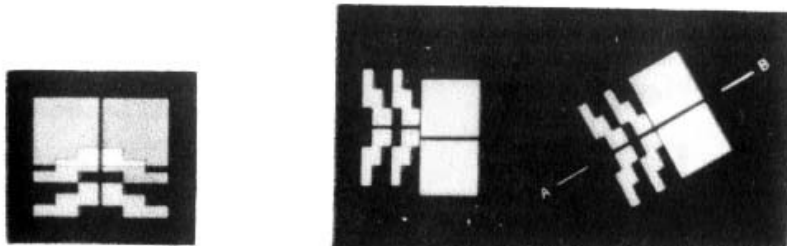
Рефрактометрија даје променљиве резултате зависно од сарадње пацијента. Да би резултати рефрактометрије били тачни и употребљиви, акомодација ока пацијента мора да буде релаксирана, инструмент да је тачно на видној осовини ока, зеница бар

8. ОФТАЛМОЛОШКИ УРЕЂАЈИ

умерено широка, и најзад, да су оптичке средине ока довољно провидне. За руковање рефрактометром потребна је посебна обука уз инструктора.

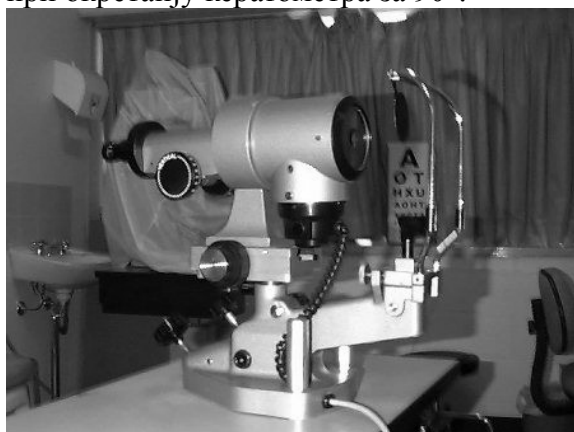
8.7. Кератометри

Кератометар је уређај којим се мери диоптријска моћ рожњаче и закривљеност рожњаче. Као што му име каже, служи за одређивање рефракције рожњаче. Рожњача се користи као конвексно огледало које рефлектује одраз два светлосна лика који се налазе у кератометру. Код модела који је најчешће у употреби, један од ликова има облик правоугаоника, а други облик степеница, као што је приказано на слици 8.15.



Сл. 8.15. Облици ликова који се користе у кератометру

Сваки степен одговара једној диоптрији. Значи, разлика између преламања главних меридијана мери се бројем степеника који су се поклопили са правоугаоником при окретању кератометра за 90° .



Сл. 8.16. Фотографија једног савременог кератометра

У новије време у употреби су аутоматски кератометри који, користећи инфрацрвено светло и микрокомпјутер, брзо и ефикасно дају тачне резултате као и ручни кератометар.

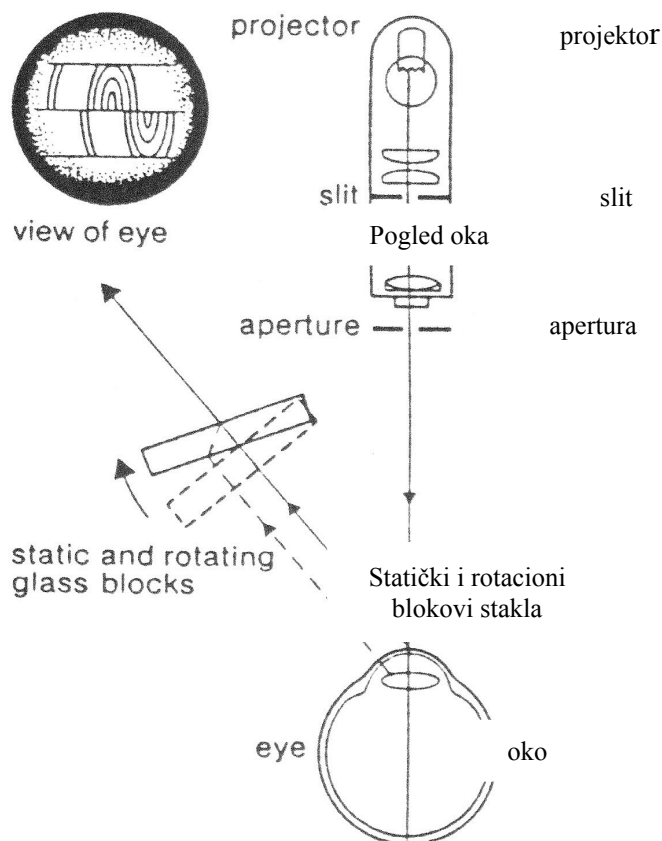
8.8. Пахометар

Пахометар је оптички уређај за мерење дебљина рожњаче и дубина предње коморе. Састоји се од светлосног извора *sitma* сочива и прореза ко што је приказано на слици 8.17. Уски усправни (вертикални) зрак светлости са прорезом усмерава се осно на рожњачу која се онда посматра под углом од 40° . Слика ока посматра се кроз стаклени блок (плочицу) која је поделјена хоризонтално, једна половина је фиксирана (статична), а друга се може окретати по вертикалној оси. Ово омогућава слику предњег дела ока

8. ОФТАЛМОЛОШКИ УРЕЂАЈИ

кроз хоризонтално поделјен прорез, где ће донја слика бити статична, а горња покретљива померањем горњег стакленог блока (плочице).

Код мерења дубине предње коморе, задња (дубња) површина рожњаче у полуслици (у једном делу слике ока) може се изједначити са предњом површином сочива у другој половини слике. Ово се постиже окретањем покретног дела стакленог блока (плочице) и тај покрет се чита на скали на врху инструмента.



Сл. 8.17. Пресек пахометра

Контролна питања

1. Шта је **офталмологија**?
2. Шта представља **чуло вида**?
3. Које су **физиологијске функције ока**?
4. Који су поремећаји рефракције ока и којим средствима се коригују?
5. Који су основни парметри наочара?
6. Шта је **Брил касета**?
7. Шта су **Оптитипи** и како се могу класификовати?
8. Шта је **Шналт лампа**?
9. Шта је **Офталмоскоп**?
10. Шта је **Рефрактометар**?
11. Шта је **Кератометар**?
12. Шта је **Пахометар**?