

Ambliopija i strabizam

Batur, Marija

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Medicine / Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:184:941269>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-04**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Medicine - FMRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI
MEDICINSKI FAKULTET
INTEGRIRANI PREDIPLOMSKI I DIPLOMSKI
SVEUČILIŠNI STUDIJ MEDICINE

Marija Batur

AMBLIOPIJA I STRABIZAM

Diplomski rad

Rijeka, 2021.

Mentor rada: Doc.dr.sc. Goran Pelčić, dr. med.

Diplomski rad ocjenjen je dana 29.06.2021. god. na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci , na Klinici za oftalmologiju , pred povjerenstvom u sastavu:

1. izvr. prof. dr. sc. Kristina Pilipović, dr. med.
2. prim. doc. dr. sc. Tea Mance, dr. med.
3. izvr.prof. dr. sc. Gordana Pelčić, dr. med.

Rad sadrži: __34__ stranica, __4__ slika, __2__ tablica, __24__ literaturna navoda

Zahvala

Ovim se putem zahvaljujem mentoru doc. dr. sc. Goranu Pelčiću na suradnji, te na stručnom vodstvu i pomoći prilikom pisanja ovog diplomskog rada!

Posebno se zahvaljujem cijeloj mojoj obitelji, bez čije bezuvjetne ljubavi i podrške ništa od ovog ne bi bilo moguće!

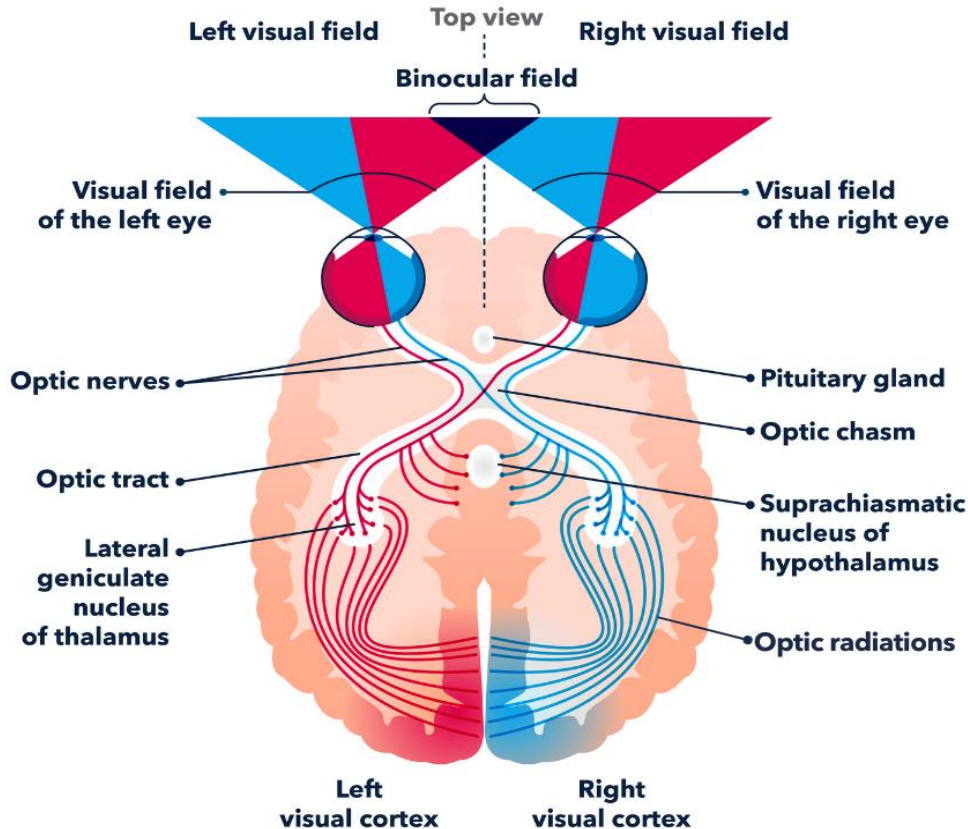
SADRŽAJ

1.ANATOMIJA VIDNOG PUTA	1
2.UVOD	2
2.1.Definicija.....	3
2.2.VRSTE AMBLIOPIJE.....	4
2.2.1.Deprivacijska ambliopija.....	4
2.2.2. Refraktivna ambliopija	4
2.2.3. Strabizmička ambliopija.....	5
2.SVRHA RADA	11
3.PREGLED LITERATURE NA ZADANU TEMU	11
4.PATOFIZIOLOGIJA AMBLIOPIJE	12
4.1. Strukturne i funkcionalne promjene u ambliopiji.....	12
4.2. Primarni vidni korteks – Areja V1	12
4.2.1.Deprivacijska ambliopija.....	13
4.2.2.Refraktivna ambliopija	13
4.2.3.Strabizmička ambliopija.....	14
4.3. Ekstrasrijatalni korteks.....	14
5.KARAKTERISTIKE AMBLIOPNOG VIDA.....	15
5.1.Zbijanje (crowding) i prekrivanje (overlap masking).....	15
5.2. Stereopsija	16
5.3. Nesigurnost pozicioniranja.....	17
6.DIJAGNOZA	18
7.PROBIR NA AMBLIOPIJU	22
8.LIJEČENJE	23
8.1.Korekcija refraktivne ambliopije.....	23
8.2.Okluzija	24
8.2.1. Klasična okluzija	24
8.2.2. Farmakološka okluzija.....	25
8.2.3. Bangerterovi filtri	25
8.3. Kirurško liječenje	26
8.4. Praćenje	26
9.ZAKLJUČAK	27
10.SAŽETAK.....	28
11.SUMMARY	29
12.LITERATURA.....	30
13.ŽIVOTOPIS	34

1. ANATOMIJA VIDNOG PUTA

Osjetilo vida, koje se u čovjeka sastoji od očnog aparata, smještenog u koštanim, očnim šupljinama, vidnog živca te središta za vid u velikom mozgu služi nam za svakodnevnu obradu i procesuiranje velikog broja svjetlosnih, vanjskih podražaja. Očni aparat dijelimo na glavni, u koji spada očna jabučica i pomoćni, zaštitni koji se sastoji od vjeđa, trepavica, suznih žlijezda, obrva i mišića pokretača oka. Očna je jabučica obavijena trima očnim ovojnica. Bjeloočnica je vanjska, fibrozna, neprozirna zaštitna ovojnica bijele boje, koja gotovo u potpunosti obavlja očnu jabučicu. Na prednjem dijelu oka bjeloočnica prelazi u prozirnu rožnicu. Srednju očnu ovojnicu čine žilnica, krvožilna ovojnica čija je uloga opskrba hranjivim tvarima i kisikom, šarenica prednji nastavak žilnice bogat melaninom te zrakasto tijelo. Zjenica, središnji otvor šarenice, refleksno mijenja svoju veličinu ovisno o količini svjetlosti koja ulazi u oko. Optičkim se uređajem oka zajednički nazivaju rožnica, leća, očna vodica i staklovina. Mrežnica, unutarnja očna ovojnica, dio je oka osjetljiv na svjetlo. Nakon što svjetlost prođe kroz prozirne optičke medije (rožnicu, očnu vodicu, leću i staklovinu) pada na unutarnju stranu mrežnice, prolazeći prvo kroz slojeve ganglijskih stanica, a zatim kroz mrežaste slojeve i slojeve jezgara asocijativnih i potpornih Müllerovih stanica nakon čega dolazi do fotoreceptora - štapića i čunjića. Smješteni u vanjskom mrežničkom redu, čunjići koji zapažaju boju, te štapići koji zamjećuju slabu svjetlost i koji su važni za crno - bijelo gledanje i vid u mraku, predstavljaju prve neurone vidnog puta. Podraženi fotoreceptori dalje signale prenose do vanjskog mrežastog sloja, gdje su sinapsama povezani sa bipolarnim i horizontalnim stanicama koje predstavljaju drugi neuron vidnog puta. (1) Glutamat, inhibicijski neurotransmitter normalno se izlučuje u sinaptičke pukotine bipolarnih i horizontalnih stanica, te na taj način onemogućava daljnje širenje impulsa. Inhibicijski signal što se prenosi sa svjetlošću podraženih fotoreceptora onemogućava lučenje glutamata, odnosno inhibira njegov inhibirajući učinak. Horizontalne se stanice lateralno povezuju sa sinaptičkim tjelešcima štapića i čunjića i sa dendritima bipolarnih stanica, te mehanizmom lateralne inhibicije omogućavaju prijenos vidnih obrazaca s odgovarajućom razinom vidnog kontrasta. Bipolarne su stanice sinaptički povezane sa dendritima amakrinih i ganglijskih stanica koje predstavljaju stanice trećeg neurona vidnog puta. (1) Aksoni stanica trećeg neurona tvore vidni živac (n. opticus) kojim će se impulsi provoditi dalje od papile vidnog živca do vidnog korteksa. Zbog dužine toga puta, elektrotonički način provođenja impulsa karakterističan za fotoreceptore i bipolarne stanice više neće biti moguć. Ganglijske će

stanice svoje impulse duž vidnog živca slati u obliku opetovanih akcijskih potencijala. Ulaskom u srednju lubanjsku jamu, intrakranijalni dio optičkog živca dolazi do hijazme. Optička hijazma (lat. chiasma opticum) predstavlja mjesto djelomičnog križanja vlakana vidnog živca. Vlakna iz nazalnih polovica mrežnice prelaze na suprotnu stranu, gdje zajedno sa neukriženim temporalnim vlaknima tvore optičke (vidne) trakte. Stoga, tractus opticus sadržava 50% vlakana iz nazalnog dijela mrežnice suprotne strane i 50% vlakana iz temporanog dijela iste strane. Vlakna traktusa opticusu su vlakna trećeg neurona koja završavaju u talamičkoj dorzalnoj lateralnoj genikulatnoj jezgri (lat. corpus geniculatum laterale), gdje se nalazi četvrti neuron vidnog puta. Preko snopa, brachium colliculli superioris, dio vlakana četvrtog neurona ide do gornjih kolikula mezencefalona gdje se nalazi refleksni vidni centar zadužen za nesvjesne pokrete glave i vrata na svjetlostni podražaj. Drugi dio vlakana četvrtog neurona formira snop, optičku radijaciju (lat. radiacio optica) koja vodi podražaje u koru okcipitalnog režnja, oko sulcusa calcarinusa gdje se nalazi primarno vidno područje. Vidni centar i susjedno asocijativno područje odgovorni su za primanje vidnih informacija, njihovu obradu i interpretaciju. (1,2)



Slika 1. Vidni put

2.UVOD

2.1.Definicija

Ambliopija (lat. amblopia, -ae, f. (grč. amblis – neosjetljiv, ograničen, mutan, zamagljen + ops, opos – oko)) je gubitak određenog stupnja vidnih funkcija (vidne oštine, percepcije, stereopsije, kontrastne osjetljivosti, binokularnog vida) u jednom ili oba oka, a nastaje kao posljedica abnormalne stimulacije vidnog korteksa u dojenačkoj dobi ili ranom djetinjstvu. Tijekom prvih nekoliko godina života mozak mora naučiti vidjeti i interpretirati slike nastale na foveama obiju mrežnica. U ambliopiji su impulsi što ih vidni korteks u kritičnom razdoblju dobiva insuficijentni, te kao posljedica nedostatne stimulacije dolazi do strukturnih i funkcionalnih promjena u živčanim strukturama vidnog sustava. Zbog navedenog ambliopija se primarno smatra razvojnom anomalijom, u slučaju koje može, a i ne mora postojati organski poremećaj očiju. Ambliopija predstavlja važan javnozdravstveni problem ne samo zbog svoje visoke prevalencije koja se u svijetu kreće od 0.3% do 5%, već i zbog činjenice da se radi o najčešćoj patologiji vida u djece i vodećem uzroku monokularne sljepoće u dobi od 20. do 70. godina. S prevalencijom ambliopije od 8,08% Hrvatska znatno odskače od svjetskog prosjeka.

Rizični čimbenici za razvoj ambliopije su prijevremeno rođena djeca, nedostašćad, djeca s neurorazvojnim poteškoćama, konatalna katarakta, izražene refraktivne greške, strabizam te pozitivna obiteljska anamneza na ambliopiju. Podjela ambliopije temelji se na njezinoj težini i uzroku nastanka. S obzirom na težinu ambliopija se dijeli na blagu (amblyopia gradus levis) vidne oštine od 0.7 – 1.0, umjerenu (amblyopia gradus mitis) vidne oštine 0.4 - 0.6 i tešku (amblyopia profunda) vidne oštine manje ili jednako 0.3. Etiološki se ambliopija dijeli na deprivacijsku, refraktivnu (izoametropska ili bilateralna ametropska te anizometropska), strabizmičku te inverznu ambliopiju. Ambliopija zbog okluzije ili inverzna ambliopija predstavlja posebnu skupinu, a nastaje kao posljedica liječenja slabovidnosti okluzijom oka ili atropinskom penalizacijom prilikom čega dolazi do razvoja ambliopije na primarno neambliopnom, dominantnom oku. (3)

2.2.VRSTE AMBLIOPIJE

2.2.1.Deprivacijska ambliopija

Ambliopija zbog nekorištenja (amblyopia ex anopsia) ili deprivacijska ambliopija nastaje kao posljedica djelomične ili potpune opstrukcije vidne osi što dovodi do projekcije nejasne i mutne slike iz mrežnice u vidni korteks. Konatalna je katarakta najčešći uzrok nastajanja deprivacijske ambliopije, a slijede ju ptoza, blefarofimoza, intraokularne upale, opacitet rožnice, intravitrealna krvarenja, hemangiomi, retinalne distrofije i razvojne anomalije optičkog diska. (3) Ukoliko se organski poremećaj nalazi na oba oka riječ je o bilateralnom tipu deprivacijske ambliopije, dok monokularni tip označava zahvaćenost samo jednog oka. Poremećaj vida kod deprivacijske ambliopije ne nastaje samo zbog strukturnih i funkcionalnih promjena koje nalazimo u vidnom i susjednom asocijacijskom području, već i zbog kompetitivnosti između oba oka, koja je izraženija u slučaju monokularnog tipa ambliopije. Zbog brzine progresije i ireverzibilnosti promjena u vidnim putevima deprivacijski se tip ambliopije najteže liječi. Deprivacija prisutna po rođenju ili u razdoblju razvoja vida, rani postnatalni period do oko 2. ili 3. mjeseca života uzrokovati će razvoj manifestnog nistagmusa i gubitak vida. (3) Ireverzibilni gubitak vida nastupa ukoliko ne dođe do brzog uklanjanja uzroka deprivacije u navedenom periodu. Opće prihvaćeno je stajalište da je operaciju neonatalne katarakte koja u potpunosti onemogućava vizualizaciju očne pozadine ili prekriva vidnu os za više od 3 milimetra, potrebno izvesti prije navršenih 6 tjedana postnatalnog života. Nakon tog perioda, promjene nastale deprivacijom neće biti moguće u cijelost izliječiti. Katarakte koje tek djelomično prekrivaju očnu pozadinu mogu uzrokovati blagu do umjerenu ambliopiju, ili uopće nemaju utjecaj na razvoj vida. Zbog navedenog njihovo operativno liječenje neće biti potrebno odmah, takva stanja u početku zahtjevaju redovite kontrole i praćenje. Istraživanja također pokazuju kako je postoperacijski aksijalni rast oka sa unilateralnom ili bilateralnom konatalnom kataraktom manji u odnosu na zdravo oko. Ukoliko do deprivacije dođe nakon 2. godine djetetova života, strukturne i funkcionalne promjene vidnog korteksa bit će puno blaže, a ishod liječenja i prognoza znatno bolji.

2.2.2. Refraktivna ambliopija

Refraktivna je ambliopija druga po učestalosti, odmah iza strabizmičke. Oko uredne refrakcije (emetropno oko), prolaskom zraka svjetlosti kroz optički aparat, omogućava formiranje jasne i oštre slike na mrežnici. Pogreške lomne jakosti oka koje dovode do kroničnog defokusa slike

uzrok su refrakcijske ambliopije. Uzroke refrakcijske ambliopije dijelimo u dvije osnovne skupine – ametropiju i anizotropiju. Ametropija (grč. ametros – nepravilan, opis – gledanje) nenormalno je refrakcijsko stanje u kojem postoji nesrazmjer između refraktivne jakosti i veličine oka, a uključuje kratkovidnost (miopiju), dalekovidnost (hipermetropiju) i astigmatizam. Paralelne se zrake svjetlosti što prolaze optičkim aparatom ambliopnog oka ne sijeku u jednom žarištu na mrežnici već ispred nje (kratkovidnost), iza nje (dalekovidnost) ili u više različitih fokusa (astigmatizam). Navedene se refraktivne greške ametropnog oka djelomično mogu korigirati akomodacijom, zbog čega će na nekim udaljenostima doći do izoštravanja slike na mrežnici. (3, 4)

Anizotropija (grč. άνισος; nejednak + metro- + -opija) je stanje nejednake optičke snage oba oka, odnosno različite refrakcijske jakosti koja je uglavnom > 2 dioprije, koje dovodi do nastanka neujednačenih slika (anizekonije). (5) Interokularna kompeticija, fenomen karakterističan za anizotropiju, označava stanje kroničnog defokusa slike jednog oka, ali ne i drugog. Zbog navedenog će se fenomena impulsi oka sa većom refraktivnom greškom inhibirati, te će doći do modifikacije kortikalnih neurona drugog oka koje sada postaje dominantno. Probir djece na ambliopiju u ovom je slučaju od iznimne važnosti. Djeca rođena sa refraktivnim greškama neće se žaliti na zamagljen vid, što dodatno otežava brzo djagnosticiranje refraktivne ambliopije. (4)

2.2.3. Strabizmička ambliopija

Strabizmička je ambliopija sa prevalencijom od 50% najučestaliji tip ambliopije. Nastaje kao posljedica neliječenog strabizma, ali vrijedi naglasiti kako sama ambliopija predstavlja čimbenik rizika za razvoj strabizma. Gubitak vidne oštine što nastaje monokularno na oku koje bježi posljedica je nemogućnosti binokularnog povezivanja kortikalnih neurona. Ozbiljnost strabizma ogleda se u činjenici kako će on i uz postojanje normalne vidne oštine, koja se postigne u alterirajućoj tropiji, uzrokovati velike anomalije vidnog sustava kakve nalazimo primjerice u refraktivnoj ambliopiji, gdje je vidna oština smanjena. Također, za razliku od anizotropijske ambliopije gdje nema funkcionalnih oštećenja dominantnog oka, u slučaju strabizmičke ambliopije funkcionalne smetnje vida prisutne su i u neambliopnome, dominantome oku. Iste takve funkcionalne promjene dominantnog oka, iako se klinički kao i strabizmička svrstava u unilateralnu (monokularnu) ambliopiju, nalazimo i kod deprivacijske ambliopije. (3)

Funkcionalne promjene dominantnog oka blagog su intenziteta, a uključuju smanjenu lokalizacijsku, rezolucijsku i rekognicijsku vidnu oštrinu, smanjenu kontrastnu osjetljivost i nepravilnosti glatkog praćenja. Navedene promjene dominantnog oka kakve nalazimo u strabizmičkoj ambliopiji dokaz su kako je za optimalan razvoj monokularnog vida potreban normalan vid oba oka. (3)

2.2.3.1. Motorni aparat očne jabučice

Normalan položaj očiju ili ortoforija je stanje kada su oči postavljene ravno i paralelno pri čemu su vidne osi oba oka usmjerene prema točki fiksacije. (6)

Za održavanje toga pravilnog položaja očiju potreban je usklađen rad svih očnih mišića (mišićna komponenta) i njihova pravilna inervacija (senzorna komponenta). Kordiniranim djelovanjem vanjskih očnih mišića, reguliranim od strane živčanog sustava, omogućene su kretnje očnih jabučica kojima se mijenja smjer vidne linije. Uvjet za uredan razvoj binokularnog vida jest usmjerenost vidnih linija oba bulbusa prema promatranj točki koja predstavlja mjesto njihova sjecišta. (6) Mišići pokretači oka dijele se u dvije skupine, četiri ravna: mm. recti medialis, lateralis, superior i inferior i dva kosa: mm. obliqui superior i inferior. Polazište je navedenim mišićima, izuzev donjeg kosog, vezivni prsten – anulus tendineus communis, koji se nalazi u vrhu piramide očne šupljine, učvršćen u njezinim stijenkama. Vrhu piramide očne šupljine odgovara otvor canalis opticus kroz koji n. opticus prošavši koštanim kanalom ulazi u orbitu. Ravni su mišići oka usmjereni od anulusa prema naprijed prateći priležeće stijenke očne jame. Približavanjem kornealnom rubu, prelaze u završne tetive kojima se na udaljenosti od otprilike 7 milimetara od ruba rožnice inseriraju. Gornji kosi mišić polazi kao i ravni s anulusa. Usmjeren je prema naprijed, u kutu što ga tvore krov i medijalna stijenka očne šupljine te se dalje nastavlja u tanku okruglu tetivu. Njome prolazi kroz hrskavično - vezivni poluprsten - trochleu, nakon čega tetiva zavija oštro prema lateralno i natrag te se inserira u skleri na stražnjem dijelu gornjeg temporalnog kvadranta očne jabučice. Donji kosi mišić polazi sa maksile, bočno od ulaza u canalis nasolacrimalis. Usmjeren je lateralno i natrag, a inserira se na skleri stražnjeg dijela donjeg temporalnog kvadranta. U inervaciji navedenih mišića sudjeluju tri kranijalna živca. N. oculomotorius, treći moždani živac, inervira sve vanjske mišiće oka, izuzev m. rectus lateralis i m. obliquus superior. Lateralni pravi mišić oka inervira n. abducens, šesti moždani živac, a u inervaciji gornjeg kosog mišića sudjeluje četvrti moždani živac, n. trochlearis. Urednim će se

djelovanjem navedenih mišića i živaca očni bulbus pokretati u različitim smjerovima. Očna se jabučica, približno kuglasta oblika, prema očnoj šupljini u kojoj je smještena, ponaša kao konveksno zglobno tijelo sferoidne artikulacije. S obzirom na to, bulbus se u konkavnoj očnoj jami može pokretati u tri glavne osi – vertikalnoj, transverzalnoj i sagitalnoj. U vertikalnoj se osi vrše kretnje adukcije i abdukcije, u transverzalnoj dizanje (elevacija) i spuštanje (depresija), dok se rotacija oka prema unutra ili van vrši u sagitalnoj osi. Četiri ravna mišića pokretat će oko u vertikalnoj i transverzalnoj osi, dok dva kosa mišića imaju nešto složenije kretnje, gornji kosi mišić spušta oko u adukciji, a donji kosi ga podiže također u adukciji. Funkcije su vanjskih mišića oka prikazane u položaju oka kada njegova os stoji sagitalno. Poznavanje djelovanja mišića, te pokreta i položaja oka od iznimne je važnosti u kliničkoj praksi prilikom pregleda smetnji motiliteta očne jabučice. (1)

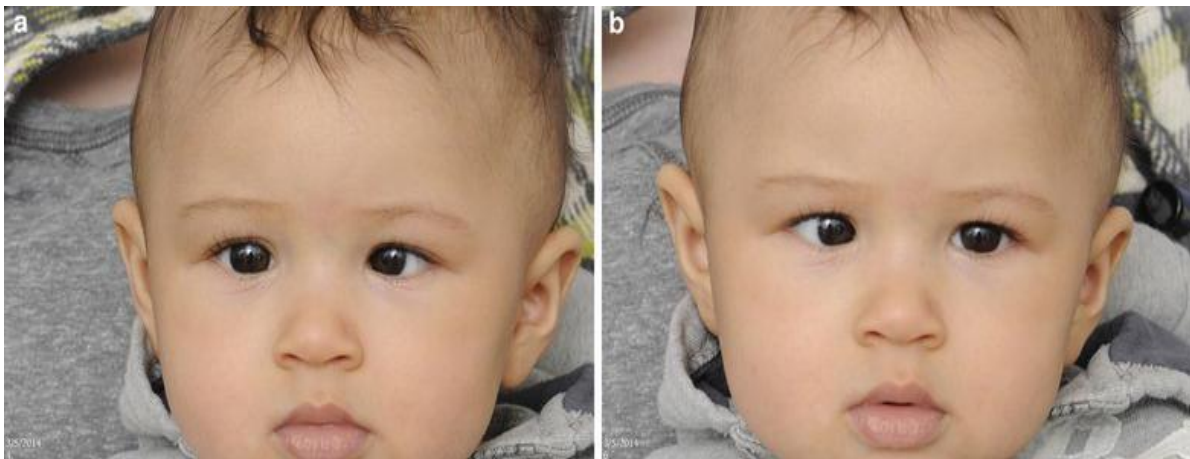
2.2.3.2.Strabizam

"Strabizam (škiljenje ili razrokost) je anomalija položaja očiju i poremećaj binokularne vidne funkcije, dakle motorna i senzorna anomalija pri kojoj postoji nemogućnost stapanja slika u očima u jednoj ili više vidnih koordinata." (7) S obzirom na intenzitet motornog poremećaja strabizam se dijeli na heteroforiju (latentni strabizam), s diskretnim neparalelnim vidnim osovinama, a snaga fuzije ih održava i ispravlja, i heterotropiju (manifestni strabizam) pri čemu je oko u otklonu u odnosu na normalan položaj, te vidne linije nije moguće usmjeriti prema točki fiksacije. (6)

S obzirom na uzrok manifestni se strabizam dijeli na primarni čiji je uzrok nepoznat, sekundarni koji nastaje kao posljedica druge očne bolesti ili ozljede, te konsekutivni koji označava prisustvo strabizma i nakon operativnog zahvata. (5) Komitantni strabizam (lat. strabismus concomitans) karakterizira kut škiljenja koji je uvijek isti, bez obzira koje oko fiksira objekt. Tri su glavne vrste komitantnog strabizma, komitantni konvergentni strabizam ili ezotropija i komitantni divergentni strabizam ili egzotropija te komitantni vertikalni strabizam.

Komitantni konvergentni strabizam dalje se dijeli na infantilnu ezotropiju i akomodativnu ezotropiju. Infantilnu ezotropiju karakterizira ezotropija ranog početka i nepoznate etiologije, a javlja se unutar prvih 6 mjeseci u inače neurološki zdravog djeteta bez značajnije refrakcijske anomalije i ograničenja pokreta oka. Izraz kongenitalna ezotropija često je pogrešno korišten sinonim, budući da je ovo stanje rijedak nalaz prisutan pri rođenju. Kao što

je već rečeno, etiologija dječije ezotropije nije poznata, a mnoge su teorije pokušale objasniti patogenezu ove bolesti. (5) Dvije najprihvaćenije su Worthova i Chavasseova. Worthova teorija sugerira postojanje nepopravljive urođene mane u vidnom sustavu dojenčeta, u tom bi slučaju svi operativni zahvati bili isključivo kozmetske prirode. S druge strane, Chavasse naglasak stavlja na primarnu motoričku disfunkciju, gdje su pridružena loša fuzija i nedostatak visokokvalitetne stereopsije vjerojatno senzorna prilagodba na abnormalnu vizualnu stimulaciju rijetkog ranog binokularnog razvoja uzrokovanog motornom neusklađenošću. Karakterizira ju velik i stabilan kut škiljenja (više od 30 PD) i ukrižena fiksacija, kod koje djeca naizmjenično fiksiraju jednim ili drugim okom, što je posebno izraženo pri pogledu u stranu. (7) Zbog ukrižene fiksacije često se stječe dojam ograničene abdukcije i pseudopareze abducensa što se lako može ispitati doll's head manevrom ili pokrivanjem jednog oka uz pokazivanje šarenog predmeta u temporalnim dijelovima vidnog polja drugog oka. Oko 50% djece sa infantilnom ezotropijom razvija lateralni nistagmus, koji predstavlja male, ritmične, vodoravne pokrete očiju kada je jedno oko zatvoreno ili pokriveno. Nistagmus može smanjiti jednostrani vid, ali obostrani vid (vid otvorenih očiju) obično nije pogođen. Uz navedeno moguć je razvoj određenog stupnja disocirane vertikalne divergencije u koju spadaju A- i V- sindromi pridruženi vertikalnom strabizmu.

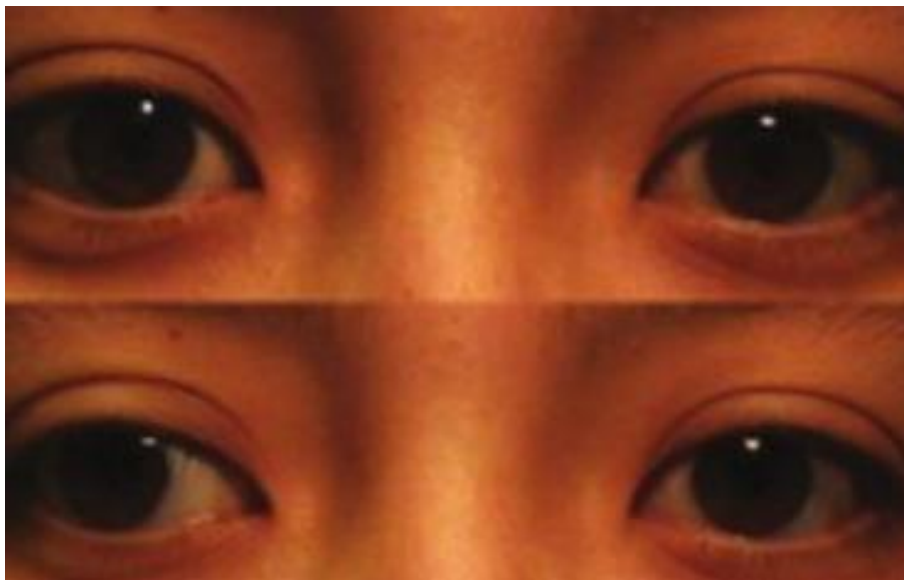


Slika 2. Infantilna ezotropija

Akomodativna se ezotropija javlja u prvih nekoliko godina života, a nastaje kao posljedica nekorrigirane hipermetropije ili poremećenog odnosa akomodacije i konvergencije, neovisno o refraktivnoj grešci. (5) Akomodacija je mehanizam kojim oko mijenja optičku snagu kako bi

retinalna slika bila jasna ili kako bi fokusiralo objekt čija udaljenost varira. Prilikom mehanizma akomodacije, istodobno se javlja i refleks konvergencije kojim se oči pomiču jedno prema drugome u nastojanju da se retinalna slika centriru u foveju mrežnice. Iz navedenog proizlazi kako je sustav fokusiranja oka povezan sa sustavom koji kontrolira usmjerenost i pokrete očiju. Pri pokušaju fiksacije promatranog predmeta, osobe sa nekorigiranom hipermetropijom morat će snažno akomodirati kako bi retinalna slika bila jasna i oštra. Koliko snažno oko akomodira, toliko će snažna biti i prateća konvergencija. Ukoliko sustav fuzije ne kompenzira pretjeranu konvergenciju, dolazi do traje ezotropije.

Komitantni divergentni strabizam ili egzotropija predstavlja podtip strabizam sa temporalnom devijacijom bulbusa, za razliku od ezotropije gdje je devijacija bulbusa nazalna. Ovaj oblik strabizma može biti intermitentan (povremen) ili konstantan. Javlja se uglavnom kasnije, oko šeste godine života zbog čega će djeca sa ovim tipom strabizma imati uredno razvijen binokularni vid. Egzotropija nastaje kao posljedica egzoforije. U početku je egzodevijacija dobro kontrolirana akomodativnom konvergencijom, čija se snaga sa godinama smanjuje i dovodi do razvoja divergentnog strabizma. Najčešći oblik divergentnog strabizma je intermitentni divergentni strabizam, najuočljiviji u naporu, kod umora i bolesti. (5)



Slika 3. Intermitentna egzotropija

Komitantni vertikalni strabizam dijeli se na hipertropiju i hipotropiju. Najčešće je ovaj oblik strabizma povezan sa divergentnim i konvergentnim strabizmom, a uzrok je poremećaj inervacije gornjih i donjih ravnih te kosih mišića.

Inkomitantni ili neprateći oblik strabizma karakterizira promjenjiv kut škiljenja ovisno o razilčitim smjerovima pogleda, odnosno ovisno o oku koji fiksira promatrani predmet. Najčešće nastaje kao posljedica oštećenja mišića (miogeni) ili živaca koji inerviraju mišiće (neurogeni). Upala (miozitis), stvaranje ožiljaka ili infiltracije mišića najčešći su uzroci miogenog oblika. Neurogeni oblik koji dovodi do djelomične (pareze) ili potpune (paralize) nastaje kao posljedica aplazije jezgre živaca ili oštećenja živca na bilo kojem dijelu njegova puta od jezgre u moždanom deblu do očnih mišića. Paralitički (lat. strabismus paralyticus) strabizam je najčešća podvrsta inkomitantnog strabizma, a karakterizira ga kljenut jednog ili više očnih mišića, uz diplopiju kao vodeći simptom. Pokretljivost oka ograničena je u smjeru zahvaćenog, paretičnog mišića. Prisilan položaj glave kao motorička prilagodba kojom bolesnik kompenzira ograničenu pokretljivost oka i polja pogleda čest je u osoba sa paralitičkim strabizmom. (5, 7)

2. SVRHA RADA

Svrha ovog rada je pregledni prikaz ambliopije i strabizma. Budući da se radi o jednim od najčešćih stanja u oftalmološkoj praksi važno je upoznati se sa osnovnim značajkama istih. Sukladno navedenom, u radu su opisani razvoj, podjela, klinička slika i simptomi ambliopije i strabizma. Zbog rastuće prevalencije poseban naglasak stavlja se na brzu dijagnostiku i probir, pomoću kojih se i ishod liječenja znatno poboljšava.

3. PREGLED LITERATURE NA ZADANU TEMU

Glavna literaturna okosnica pri izradi ovog diplomskog rada bila je knjiga "Ambliopija" (autori: Bušić M, Bjeloš M, Kuzmanović Elabjer B, Bjeloš M, Bosnar D.), obvezna stručna literatura iz oftalmologije "Seminaria ophtalmologica" (autori: Bušić M., Kuzmanović Elabjer B., Bosnar D.) te "Dječja oftalmologija i strabologija" (autori: Konjevoda S, Boergen Klaus P).

Osim internetske stranice PubMed na kojoj sam pronalazila brojne stručne i znanstvene članke, koristila sam se i e-knjigama od kojih su najzastupljenije "Handbook of pediatric strabismus and amblyopia" (autori: U. Stout A, Wright K, Spiegel P i Thompson L) i "Amblyopia: a multidisciplinary approach" (autori: Moseley M, Fielder A).

4.PATOFIZIOLOGIJA AMBLIOPIJE

4.1. Strukturne i funkcionalne promjene u ambliopiji

Početak 60-tih godina 20. stoljeća, dva neurofiziologa David Hubel i Torsen Wiesel objasnila su patofiziološke mehanizme ambliopije, kao i prateće strukturne i funkcionalne promjene kortikalnih vidnih neurona. (3)

Svojim su pokusima pokrivanja oka, imitirajući tako neonatalnu kataraktu, Hubel i Wiesel dokazali da u ambliopnom oku dolazi do znatnog gubitka i strukturnih promjena binokularnih neurona, dok istodobno u fiksirajućem oku oni jačaju. Zbog važnosti i velikog doprinosa navedenih istraživanja dvojica su znanstvenika nagrađeni 1981. godine Nobelovom nagradom za medicinu. Sama ambliopija ne nastaje rođenjem, nego oko 6. tjedna postnatalnog života kada započinju binokularne interakcije u strijatalnome korteksu, to je period intenzivnog natjecanja oba oka za kortikalne sveze. Promjene struktura vidnog puta ne započinju u mrežnici, kao njegovu izvoru. Mrežnica, vidni živac kao i peripapilarna debljina sloja živčanih vlakana ambliopnoga oka odgovaraju onima zdravog oka. Prve strukturne promjene nalazimo na razini corpus geniculatum laterale (CGL) u vidu promjene veličine neurona sa posljedičnom disfunkcijom jezgre. Strijatalni je korteks područje najpogođenije promjenama koje nastaju kao posljedica ambliopije, a one uključuju gubitak monokularnih i binokularnih neurona ambliopnog oka, kao i dominantno usmjeravanje impulsa ambliopnog oka prema korteksu zdravoga. (3, 9)

4.2. Primarni vidni korteks – Areja V1

Primarna vidna kora naziva se i vidno područje ili strijatalni korteks, smještena je u području fisure kalkarine i proteže se od okcipitalnog pola na medijalnoj strani obiju okcipitalnih kora naprijed. (1) U tom području završavaju izravni vidni signali iz očiju, te nam ono omogućava definiranje vidne oštine, kontrastne osjetljivosti i perifernog vida kao osnovnih komponenti vida. Promjene koje nalazimo u primarnom vidnom korteksu izraženije su kod unilateralnih mehanizama nastanka ambliopije u odnosu na bilateralne zbog kompetitivnih interakcija između zdravoga oka i oka sa ambliogenim čimbenikom. (3) Zbog slabijih impulsa što ih šalje ambliopno oko, dolazi do povećavanja neurona primarne vidne kore zdravog oka, što u konačnici dovodi do slabljenja vidne oštine ambliopnog oka. Nepravdna kompeticija za kortikalne sveze ne prestaje ni u trenutku uklanjanja ambliogenog čimbenika (primjerice

operacija neonatalne katarakte) jer ambliopno oko i dalje nastavlja slati slabije signale u odnosu na ono zdravo. Navedeno je moguće korigirati pojačavanjem signala ambliopnog oka – pokrivanjem zdravoga oka. (9)

4.2.1. Deprivacijska ambliopija

Prethodno opisani kompeticijski mehanizmi najbolje opisuju patofiziološke događaje deprivacijske ambliopije. Uklonimo li uzrok unilateralne deprivacijske ambliopije (primjerice operativni zahvat konatalne katarakte) prije 6. tjedna postnatalnog života uz zatvaranje zdravog oka 50% budnih sati u prvih 8 mjeseci, a poslije i do 90% budnih sati do 5. godine života, moguće je postići dobru vidnu oštrinu i kontrastnu osjetljivost. (3) Nasuprot tome, bilateralna deprivacijska ambliopija ima puno bolju prognozu od one unilateralne, čak i ako je uzrok uklonjen u istom razdoblju. Ishod u takvom slučaju može biti normalna ili gotovo normalna vidna oštrina i kontrastna osjetljivost. Ukoliko je deprivacija prisutna i nakon 2. postnatalnog mjeseca nastaju ireverzibilne promjene u vidnom korteksu koje kasnije nije moguće nikakvim terapijskim postupcima povratiti. (3, 9)

4.2.2. Refraktivna ambliopija

Nastanak i razlike vida ambliopnih osoba nastalih kao posljedica anizometropije ili strabizma nastoje objasniti dvije hipoteze. Hipoteza etiologije navodi kako je riječ o dva različita patofiziološka mehanizma, gdje u slučaju strabizma ambliopija nastaje kao posljedica jake binokularne kompeticije dviju potpuno različitih slika. A s druge strane refrakcijska ambliopija nastaje zbog binokularne kompeticije između mutne i oštre slike. Hipoteza efektivne dobi naglasak stavlja na vrijeme pojavnosti ambliopije, čime se objašnjava niska prevalencija djece sa anizometrijskom ambliopijom prije 3. godine života, budući da ista nastaje kasnije u procesu sazrijevanja vidnih funkcija. Refraktivnu ambliopiju dijelimo na ametropsku i anizometrijsku ambliopiju. Ametropska ambliopija nastaje kao posljedica nejasne slike, pri čemu će osobe sa visokim, nekorigiranim refraktivnim greškama jednakima u oba oka razviti izoametropsku, odnosno bilateralnu ambliopiju. Takav, bilateralni tip ambliopije znatno manje utječe na funkcionalni vid u odnosu na unilateralni tip kakav imamo kod anizometrijske ambliopije. Anizometrijska ambliopija nastaje ne samo zbog pasivne deprivacije slike koja nije u fokusu, već i zbog kompeticije signala oba oka. Razlog boljeg terapijskog ishoda i kliničke slike u slučaju ametropske ambliopije leži u činjenici da osobe

izoametropi miopi ili izoametropi hipermetropi akomodacijom mogu postići razdoblja dobre i jasne vidne stimulacije. Isto je moguće i u slučaju anizomiopije, no u slučaju anizohipermetropije nije moguće postići jasnu sliku ni na kojoj udaljenosti, zbog čega će oko sa većom refraktivnom greškom uvijek imati retinalnu sliku izvan fokusa. Ovim se objašnjava i veća prevalencija ambliopije u hipermetropa u odnosu na miope.

4.2.3. Strabizmička ambliopija

Gubitkom paralelizma očiju, slike na korespondentnim točkama mrežnice neće biti jednake što će rezultirati prilagođavanju vizualnog sustava novonastaloj promjeni. U odrasloj dobi, kada je vizualni sustav potpuno oblikovan, percepcija nepodudarajućih slika sa dva oka dovodi do dvostrukog vida. S druge strane, tokom plastičnog (kritičnog) razdoblja u djetinjstvu, mozak je još uvijek sposoban koristiti mehanizme za izbjegavanje diplopije inhibiranjem aktivacije retinokortikalnih puteva što potiču iz fove odstupajućeg oka. (9) Navedenim mehanizmima prilagodbe izbjegava se diplopija, ali zbog dominantnog odašiljanja impulsa iz fiksirajućeg, zdravog oka dolazi do restrukturiranja vizualnog korteksa. Funkcionalne i strukturne novonastale promjene primarno zahvaćaju devijirano oko, no u slučaju teške ambliopije dolazi do promjena i na dominantnom oku. U strabizmu različiti podražaji koje oči primaju sprječavaju normalnu fuziju slike, ugrožavajući binokularni vid i sposobnost razlikovanja nejednakosti i dubine vida s promijenjenom stereoskopskom oštrinom vida, te nesigurnosti pozicioniranja. Kontrastna osjetljivost kod strabizmične ambliopije manje je pogođena nego kod ambliopije zbog deprivacije ili anizometropije, s promjenom uglavnom na visokim spacijalnim frekvencijama. Ambliopija uzrokovana strabizmom stoga ima velik utjecaj na oštrinu vida i binokularni vid, a kontrastna osjetljivost relativno je pošteđena. (3,8)

4.3. Ekstrastrijatalni korteks

Sekundarna vidna područja kore, nazvana još i vidni asocijacijski korteks okružuju područje primarne vidne kore te uključuju V2, V3, V4, V5 i V6 areje. Primarna vidna kora je mjesto gdje dolazi do obrade podataka receptivnih polja vidnih neurona, odnosno tzv. lokalnog procesuiranja. (3) Globalno procesuiranje je postupak koji se odvija u višim, asocijativnim kortikalnim područjima, koji omogućuje da se od dvodimenzijske slike vidnog prizora nastalog u primarnoj vidnoj kori stvori trodimenzijska struktura kojoj se pridodaje i vremenska komponenta. Primarni vidni korteks razlučuje vidne informacije o obliku, boji i

kretanju predmeta na temelju prepoznavanja orijentacije ravnih linija i rubova objekta, dok asocijativno područje služi za obradu i prepoznavanje objekta fiksacije kao cjeline, te složenijih komponenti kao što su zakrivljenje linije i koncentrični uzorak. Osim navedenog asocijativni je korteks zadužen za raspoznavanje lika od pozadine, opažanje dubine prostora, vizualnu kontrolu pokreta ruku te obradu podataka potrebnih za formiranje sakada. Strukturne i funkcionalne promjene u ambliopiji izraženije su u području ekstrastrijalnog u odnosu na primarni vidni korteks, što se očituje nedostatkom globalne percepcije oblika i pokreta, prebrojavanja i praćenja objekta. (3,8)

5. KARAKTERISTIKE AMBLIOPNOG VIDA

5.1. Zbijanje (crowding) i prekrivanje (overlap masking)

Sposobnost čitanja ne zauzima važno mjesto samo u svakodnevnim aktivnostima, već i u oftalmološkoj dijagnostici. Određivanje vidne oštine temelji se na mogućnosti čitanja optotipa, dok samo čitanje ovisi o razvijenosti centralnog i perifernog vida te fenomenu zbijanja koji omogućava nesmetano, fluentno čitanje razmaka među slovima. (3)

Za prepoznavanje objekta interesa potrebno je identificirati pojedine njegove dijelove, čijom će se integracijom u vidnom korteksu stvoriti završna slika koja omogućuje njegovu identifikaciju. Za potpunu identifikaciju objekta potrebno je spriječiti međusobne interakcije među objektima, odnosno izdvojiti objekt interesa iz okoline. Osim toga, da bi zdrava osoba koja fiksira foveom mogla identificirati određeni objekt on mora imati kritičnu veličinu, odnosno mora biti dovoljno velik. Ukoliko bočni distraktori prekrivaju interesni objekt, koji posjeduje kritičnu veličinu, zdrava ga osoba neće moći zamijetiti. Ta se pojava naziva overlap masking, odnosno maskiranje, prekrivanje interesnog objekta drugim, okolnim objektima. Zbijanje (crowding) perceptivni je fenomen kod kojeg je prepoznavanje predmeta koji su udaljeni od fovee otežano prisutnošću drugih susjednih predmeta (distraktora). (11) Razmak od svega nekoliko kutnih minuta među objektima dovoljan je da zdrava osoba koja gleda foveom identificira objekt fiksacije. S druge strane, dok osoba fiksira objekt interesa, perifernim će vidom zamijetiti i ostale predmete u njegovoj okolini samo ukoliko se isti nalaze na kritičnoj udaljenosti, neovisno o njihovoj veličini. (3) Iz navedenog proizlazi kako je maskiranje zajednička karakteristika obaju vizualnih fenomena, i zbijanja i prekrivanja, no u osnovi riječ je o dvijema potpuno različitim pojavama. Kad je riječ o prekrivanju, interesni signal će biti toliko inhibiran tako da se objekt neće moći zamijetiti dok s druge strane

učinkom zbijanja, osoba zamjećuje interesni signal, ali budući da je isti izmještan sa signalima okolnih predmeta osoba ga neće moći raspoznati. Učinak zbijanja najčešće se povezuje sa raspoznavanjem slova i procesom čitanja, no njegov utjecaj nalazimo i u određivanju lokalizacijske vidne oštine, orijentacije, stereopsije i kontrasta. (3) Za razliku od vidne oštine, opseg fenomena zbijanja ne ovisi o veličini slova ili određenog obrasca. Umjesto toga, ovisi o udaljenosti između pojedinih slova ili objekta, te ukoliko je udaljenost dovoljna, zbijanje nestaje. Navedeno je detaljno 1970. godine opisao Herman Bouma opisavši kritičnu udaljenost, gdje je ista proporcionalna ekscentričnosti mete. (10) Iz navedenog proizlazi, *"da bi predmet bio identificiran perifernim vidom mora postojati to veći razmak što je fiksacija više ekscentrična, neovisno o njegovoj veličini, i suprotno, razmak između objekta postaje nevažan fiksira li osoba fovejom, pri čemu jedino veličina objekta i prekrivanje distraktorima postaju temeljne značajke raspoznavanja interesnog predmeta."* (3)

Za razliku od zdravih osoba, kod kojih identifikacija slova ili objekta pri fovealnoj fiksaciji ovisi isključivo o veličini istih te o prekrivanju, identifikacija objekta u ambliopnih je osoba otežana zbog stalno prisutnih fenomena zbijanja i prekrivanja. Također, u ambliopa ne nalazimo obilježja perifernog vida zdrave osobe, što znači da ne postoji proporcionalnost između ekscentričnosti fiksacije i potrebnog razmaka između objekta. Najbolja usporedba za opis centralnog vida u strabizmičkoj ambliopiji jest periferni vid zdrave osobe, tj. ekscentrično gledanje. Zamagljen centralni vid zdrave osobe koristi se kao model za opisivanje centralnog vida u anizotropskoj ambliopiji nastaloj kao posljedica kroničnog defokusa, zbog čega dolazi do pada vidne oštine. U slučaju anizotropske ambliopije prisutna je proporcionalnost koja se ogleda u činjenici da se smanjenjem vidne oštine nastalom povećanjem zamagljenja, povećava i razmak između optotipa potreban za njegovu identifikaciju. U slučaju strabizmičke ambliopije taj odnos nije razmjernan, pa je za identifikaciju optotipa jednake vidne oštine potreban puno veći razmak u odnosu na anizotropsku ambliopiju. (3, 10, 12)

5.2. Stereopsija

Stereopsija je pojam koji se najčešće rabi za percepciju dubine i trodimenzionalne strukture nastale na temelju vizualnih podataka dobivenih iz oba oka u osoba sa normalno razvijenim binokularnim vidom. (13) Normalno su zenice u ljudi razmaknute za 6-7 cm što rezultira nastajanjem dviju malo drugačijih slika na korespondentnim točkama mrežnica. Nastale se binokularne, položajne nejednakosti procesom fuzije obrađuju u vidnom korteksu kao

posljedica čega nastaje jedinstvena trodimenzionalna slika. Mozak može i monokularnim vidom postići percepciju dubine i trodimenzionalne strukture stimuliranom stereopsijom i upotrebom monokularnih znakova, uključujući varijacije teksture i gradijenta, defokusiranje, boju i relativnu veličinu objekta. Ove jednostavne karakteristike omogućavaju korteksu da procjeni udaljenost i dubinu objekta, no dojam dubine u tim slučajevima često nije toliko živopisan kao onaj stečen binokularnim vidom. (14)

Stereopsija nije prisutna rođenjem djeteta, već se razvija u periodu od 3-6 mjeseca prateći razvoj rezolucijske vidne oštine i neometan razvoj binokularnog vida.(3) Smetnje nastale oštećenjem binokularnog vida unutar tog perioda dovode do poremećaja procesa percepcije dubine što rezultira neispravnom stereopsijom. Poremećaje stereopsije nalazimo u nekim od najčešćih oftalmoloških stanja dječije dobi kao što su strabizam i refraktivne greške (anizotropija), u slučaju kojih je mjerenje stereopsije bitno u dijagnostičke i terapijske svrhe. U ambliopiji nastaloj kao posljedica anizotropije novorođenče ne može spojiti slike oba oka, već stvara dvije odvojene slike u vidnom korteksu. Ovisno o razlici u vidnoj oštini mozak tada može suzbiti vidni podražaj u oku sa većom refraktivnom greškom ili održati stereopsiju. U većini slučajeva anizotropijske ambliopije određeni je stupanj stereopsije ipak zadržan zbog toga što dominantno oko gotovo nikad nije u potpunosti suprimirano te sudjeluje u binokularnim interakcijama. (13) S druge strane, rani će razvoj strabizma uvijek uzrokovati supresiju jednog oka što sprječava mogućnost binokularnih interakcija. Djeca sa strabizmom pokazuju tropije koje se očituju kao dvosmjerne neusklađenosti. Ako su ove tropije prisutne od najranije dobi, očekivao bi se razvoj stereopsije, samo pomaknute i s receptivnim poljima vidnih neurona pomaknutim na mrežnicama za stupanj devijacije. Međutim, s neusklađenošću nije moguća normalna stereopsija jer su slike na mrežnicama predaleko da bi procesom fuzije u vidnom korteksu došlo do njihove integracije. Osim toga, ne samo da je položaj očiju u strabizmu neusklađen već može biti i promjenjiv. Iz svega navedenog proizlazi kako do razvoja stereopsije u slučaju djece sa strabizmom neće doći. (14, 15)

5.3. Nesigurnost pozicioniranja

"Nesigurnost pozicioniranja (engl. spatial uncertainty) definira se kao omjer rezolucijske ili rekognicijske vidne oštine u odnosu na lokalizacijsku vidnu oštrinu". (3)

Foveja je područje mrežnice površine od 1 mm² koje svojom specifičnom građom omogućava oštar i precizan vid. Građa i broj štapića i čunjića fovealnog područja razlikuje se od perifernih

dijelova mrežnice. Naime u ovom su dijelu fotoreceptori tanji, a samo središte foveje, područje promjera svega 0.3 mm građeno je isključivo od 35 000 tankih čunjića. (1) Ganglijske stanice i vlakna vidnog živca na koje se nastavljaju čunjići, gusto su raspoređeni tako da im je broj gotovo jednak onome fotoreceptora. Retinotopska organizacija ganglijskih stanica označava prijenos informacija sa točke na točku, tj precizno proiciranje dijelova mrežnice u odgovarajuća mjesta u corpus geniculatum laterale, pa dalje vidnom radijacijom sve do primarnog vidnog korteksa. (16) Ovakav je način prijenosa informacija pravilan, ali ne i proporcionalan zbog spomenute razlike u građi fovealnog i perifernih dijelova mrežnice. (17) Tako će područje fovee, koje zauzima svega 1% površine mrežnice aktivirati znatno veći dio vidnog korteksa čak 30%, u odnosu na veličinu vidnog korteksa koja se aktivira ukoliko se objekt nalazi na periferiji mrežnice. (18) Navedeni će efekt uvećanog aktiviranja vidnog korteksa izostati u slučaju ambliopije, što dovodi do poteškoća u percepciji finih detalja i nesigurnosti pozicioniranja. Poremećaj monokularne stimulacije kakvu nalazimo u ambliopiji zbog supresije strabizmičkog oka ili zbog kroničnog defokusa slike u anizotropiji, dovodi do promjena u retinotopskom mapiranju i provođenju impulsa od mrežnice do vidnog korteksa. (16)

Iz svega navedenog proizlazi kako je nesigurnost pozicioniranja zapravo nemogućnost slabovidnog oka da smjesti promatrani objekt u prostoru, neovisno o položaju istog u vidnom polju. Nesigurnost pozicioniranja nije samo obilježje strabizmičke ambliopije, već je i obilježje perifernog vida mrežnice zdrave osobe. Slika će promatranog predmeta osobe sa strabizmom biti pomaknuta u smjeru devijacije strabizmičkog oka za onoliko stupnjeva koliko iznosi kut devijacije. Retinotopske promjene nalaze se i u dominantnom i ambliopnom oku, u kojem su iste ipak nešto izraženije. Bitno je naglasiti kako je pravilno mapiranje posljedica isključivo urednog binokularnog vida, te isto nije moguće postići monokularnom stimulacijom.(3,18)

6. DIJAGNOZA

Zlatni je standard za dijagnostiku ambliopije cijeloviti oftalmološki pregled. (3)

Dijagnoza unilateralne slabovidnosti postavlja se na temelju smanjene vidne oštine tipične za dob, uz najbolju moguću korekciju te postojanje nekog od ambliogenih čimbenika bez drugih okularnih abnormalnosti.

Najčešći ambliogeni čimbenici su strabizam, anizometropija, refraktivne greške oka, opacitet optičkog medija te pozitivna obiteljska anamneza na ambliopiju.

S obzirom da se ambliopija definira kao smanjena vidna oštrina, određivanje iste smatra se temeljnim testom za postavljanje dijagnoze.

Rekognicijska se vidna oštrina djeci mlađoj od tri godine ne može odrediti, zbog čega se vidna oštrina procjenjuje na temelju nekoliko testova: izazivanjem optokinetičkog nistagmusa, ispitivanjem fiksacijskog refleksa, testom preferencijalnoga pogleda, Cardiff kartama te Tellerovim kartama. (16) Osjetljivost na ambliopiju ovih je testova mala, te je potreban oprez prilikom određivanja vremenskog intervala okluzije oka zbog mogućeg razvoja inverzne ambliopije dominantnog oka. Postojanje nekog od ambliogenih čimbenika znatno povećava osjetljivost i specifičnost navedenih testova. (3)

Za dijagnozu ambliopije te kvantifikaciju vidne oštrine djece starije od 3 godine koriste se optotipovi, a najčešće je riječ o Snellovom ili logMAR optotipu. (3)

Zbog fenomena zbijanja, karakterističnog za ambliopno oko, prilikom čega dolazi do poremećaja separacije, odnosno nemogućnosti prepoznavanja blisko smještenih predmeta, danas se preporuča linijski organizirani optotip prema logMAR principu. Kao najčešći uzrok ambliopije djece do 3 godine, strabizam se dijagnosticira inspekcijom, pregledom vidne oštrine, Hirschbergovim testom, ispitivanjem motiliteta te cover i cover-uncover testovima. (19,22) Postojanje nekih od čimbenika rizika za razvoj ambliopije kao što su prematuritet, porođajna masa manja od 1500g, usporeni neurološki razvoj, genske i metaboličke bolesti, ptoza, strabizam, blefarofimoza, katarakta, uveitis, pozitivna obiteljska anamneza na ambliopiju te glaukom, predstavlja indikaciju za cjelovit oftalmološki pregled barem jednom godišnje.

Tablica 1. Dijagnostički kriteriji za ambliopiju u preverbalne djece (tablica preuzeta iz Bušić M, Bjeloš M, Kuzmanović Elabjer B, et al. Ambliopija.)

DIJAGNOSTIČKI KRITERIJI ZA AMBLIOPIJU U PREVERBALNE DJECE	
UNILATERALNA AMBLIOPIJA	
Test pokrivanja	Buni se na okluziju jednog oka.
Test preferencije fiksacije	Ne uspostavlja ili ne održava fiksaciju.
Test fovealne fiksacije	Ne izaziva se pokret namještanja oka.
Test preferencijalnog pogleda	≥ 2 oktave interokularne razlike.* *1 oktavu čini udvostručenje ili pola vrijednosti dobivene spacijalne frekvencije
BILATERALNA AMBLIOPIJA	
Test preferencijalnog pogleda	Vidna oštrina manja od normativa rezolucijske vidne oštine za dob.

Tablica 2. Dijagnostički kriteriji za korekciju refraktivne greške u preverbalne djece. Preporuke. Prikazane granične vrijednosti za korekciju odnose se na refraktivnu grešku određenu cikloplegijom. (tablica preuzeta iz Bušić M, Bjeloš M, Kuzmanović Elabjer B, et al. Ambliopija.)

DIJAGNOSTIČKI KRITERIJI ZA KOREKCIJU AMBLOGENE REFRAKTIVNE GREŠKE U PREVERBALNE DJECE			
	DOB		
	< 1 godine	1-2 godine	2-3 godine
REFRAKTIVNA GREŠKA			
IZOAMETROPIJA			
Hipermetropija (D)	≥ 6	≥ 5	≥ 4.5
	Korigirati refraktivnu grešku za oko 1 D manje kako bi se poticala emetropizacija		
Miopija (D)	≥ 5	≥ 4	≥ 3
	U prvoj godini života korigirati refraktivnu grešku za oko 2 D manje kako bi se poticala emetropizacija		

	Od 2. do 4. godine života korigirati refraktivnu grešku za 1 D ili 0.50 D manje kako bi se poticala emetropizacija		
Astigmatizam (Dcyl)	≥ 3	≥ 2.50	≥ 2
	U prvoj godini života sve do navršene treće godine života korigirati refraktivnu grešku za oko 50% vrijednosti Od navršene 3. godine života korigirati refraktivnu grešku u cijelosti		
ANIZOMETROPIJA			
Hipermetropija (interokularna razlika u D)	≥ 2.50	≥ 2	≥ 1.50
Miopija (interokularna razlika u D)	≥ 4	≥ 3	≥ 3
Astigmatizam (interokularna razlika u Dcyl)	≥ 2.50	≥ 2	≥ 2
	Obostrano korigirati refraktivnu grešku u cijelosti		
AFAKIJA I PSEUDOFAKIJA			
	Korigirati refraktivnu grešku za oko 2-3 D više jer je svijet dojenčeta svijet blizine	Korigirati refraktivnu grešku za oko 1.50 - 2 D više, primarno za intermedijalnu udaljenost	Ordinirati bifokale
STRABIZAM			
IZOAMETROPIJA	Obostrano korigirati punu vrijednost refraktivne greške koja je iznad normativa za dob		
ANIZOMETROPIJA	Obostrano korigirati punu vrijednost refraktivne greške ako jedno oko ima refraktivnu grešku veću od normativa za dob, uz uvjet da je interokularna razlika \geq normativa za dob		

7. PROBIR NA AMBLIOPIJU

Provođenje probira na ambliopiju opravdano je s obzirom da pravovremeno liječenje ambliopije unutar prvih šest godina djetetova života predstavlja jedinu učinkovitu habilitaciju vidne oštine. (3)"Godine 1968. Svjetska zdravstvena organizacija definirala je kriterije koje određena bolest mora zadovoljiti, kako bi provođenje prevencije, odnosno probira u zajednici bilo opravdano i u medicinskom i u ekonomskom smislu".(3) Samo su dvije bolesti , za predškolsku dobnu skupinu, koje zadovoljavaju navedene kriterije: slabovidnost (odnosno ambliopija) na prvom mjestu i drugo oštećenje sluha. U znanstvenoj literaturi, vezano za probir na ambliopiju nisu zabilježeni neželjeni događaji. U zemljama svijeta koriste se različite metodologije i protokoli u probiru na ambliopiju. Zlatni standard za provođenje još nije definiran prvenstveno zbog toga što ne postoji jedinstvena definicija ambliopije. Postoje dva načina provođenja probira: tradicionalni kojim se testira vidna oštrina i noviji koji se temelji na fotoprobiru (engl.photoscreening) i automatiziranoj refrakciji. Prvim se testom uz mjerenjem vidne oštine izravno prikazuje i funkcija vida, dok drugi otkriva moguće ambliogene čimbenike rizika, ali ne daje podatke o funkciji vida. (21)

Upravo zbog najprihvaćenije definicije kojom se ambliopija definira kao smanjenje vidne oštine tipične za dob, većina probirnih testova provodi se na tradicionalan način. Nakon odabira načina, određuje se dobna skupina među kojom će se provoditi probir. Kad se određuje vidna oštrina, uzimajući u obzir razvoj govora i kognitivnih funkcija probir je pouzdan među trogodišnjacima i četverogodišnjacima, s tim da je testabilnost prvih 80%, a drugih 90%. (3) Osim visoke testabilnosti, probirni testovi moraju osigurati i visoku osjetljivost kojom se otkrivaju stvarno bolesni, te visoku specifičnost kojom se otkrivaju stvarno zdravi. U slučaju ambliopije, bolesti koja neliječena ostavlja trajne posljedice na život pojedinca, iznimno je bitno da probirni testovi imaju visoku osjetljivost čija pouzdanost raste sa djetetovom dobi.

Kao što je već rečeno, zlatni standard za dijagnostiku ambliopije kojim se definira rezultat probira cjelovit je oftalmološki pregled koji je neinvazivan, nije skup niti tehnološki složen postupak. Svjetska zdravstvena organizacija 1995. godine definirala je vid kao temeljno pravo svakog čovjeka i pokrenula globalnu inicijativu za smanjenje preventabilnog gubitka vida pozivajući sve zemlje svijeta da do 2020. godine doprinesu lokalno u ovoj globalnoj inicijativi. Ministarstvo zdravstva Republike Hrvatske 1. lipnja 2015. godine donijelo je odluku kojom probir na ambliopiju postaje dostupan svoj četverogodišnjoj djeci kao dio

preventivne politike očuvanja zdravlja ne samo djece već prospektivno i cjelokupne populacije. (20, 21) Smatra se da je probir testiranjem vidne oštine četverogodišnjaka najpouzdaniji za otkrivanje ambliopije, s obzirom da se tim jednostavnim testom može otkriti i do 97% svih anomalija oka. (3) Ovisno o nalazu probirnog testa koji u Republici Hrvatskoj obuhvaća ispitivanje vidne oštine monokularno i binokularno, na blizinu (40cm) i na daljinu (3m), standardiziranim testom, daju se preporuke za daljnje dijagnostičko i terapijsko postupanje. (20) Kako se kod slabovidnosti radi o gubitku vida koji je preventivnim mjerama moguće izliječiti u preko 90%, potrebno je pravovremeno provoditi dijagnostičko testiranje kako bi i liječenje bilo pravovremeno. A stoga je rano liječenje ambliopije među najisplativijim postupcima ne samo u oftalmologiji, već u medicini uopće. (21)

8.LIJEČENJE

Metode liječenja ambliopije, kao i njihov ishod ovise o uzroku i vremenu gubitka vida, njegovu trajanju, jasnoći i oštini retinalne slike, udruženim teškoćama razvoja, početku liječenja te pridržavanju uputa za liječenje. Binokularni je tip ambliopije, kakav nalazimo u 1/3 ambliopa, povezan sa boljim terapijskim ishodom. Konačan cilj liječenja ambliopije jest postizanje najbolje korigirane vidne oštine, odnosno interokularne razlike ≤ 1 logMAR reda. Prije početka liječenja ambliopije potrebno je odrediti organski uzrok bolesti te pristupiti njegovu rješavanju jednom od metoda: korekcija refraktivne greške, okluzija, optička ili atropinska penalizacija ili kirurško liječenje. (3)

8.1.Korekcija refraktivne greške

Budući da su refraktivne greške čest uzrok ambliopije, liječenje u pravilu započinjemo razdobljem optičke korekcije ili tzv. refraktivne adaptacije u trajanju od 12 do 18 tjedana. (3) Cilj optičke korekcije jest ispravljanje refraktivne greške kako bi se postigla najbolja korigirana vidna oština. Korekcija se najčešće provodi naočalama, a u slučaju anizometrije ili ametropije koriste se kontaktne leće. U oko 1/3 djece nakon korekcije refraktivne greške vidna će oština biti jednaka vidnoj oštini očekivanoj za dob, zbog čega daljnje liječenje neće biti potrebno. U preostale 2/3 djece nakon korekcije refraktivne greške biti će potrebno provoditi druge oblike liječenja, a najčešće je riječ o okluziji (pokrivanju) zdravoga oka. (3) Trajanje režima okluzije oka teško je procijeniti, no svakako je bitno naglasiti - što je vidna

oštrina bolja, potreban je i manji broj sati pokrivanja zdravoga oka, čime se svakako povećava i suradljivost bolesnika u čitavom postupku. (23)

8.2.Okluzija

8.2.1. Klasična okluzija

Klasična okluzija, ujedno i najstarija metoda liječenja ambliopije, predstavlja postupak zatvaranja neambliopnog, dominantnog oka neprozirnim flasterom koji se lijepi na kožu lica, ispod naočala. (3) Ova se metoda liječenja temelji na fenomenu neuroplastičnosti mozga, kojim se omogućuje stvaranje novih neuronskih veza, reorganizacijom i re-mapiranjem uspostavljaju se nove funkcije. Okluzijom zdravog oka smanjuje se procesuiranje signala koje ono odašilje, te se pojačava procesuiranje signala iz ambliopnog oka. Na ovaj se način ne poboljšava samo vidna oštrina, već i položaj oka ukoliko je riječ o strabizmičkoj ambliopiji. Pored funkcionalnih promjena u vidu korekcije vidne oštrine, dolazi i do morfoloških promjena na razini vidnog puta od retine, lateralnog nucleusa geniculatusa do vidnog korteksa. (22) Ovisno o težini ambliopije i dobi djeteta liječenje se provodi svakodnevno, po nekoliko sati. Okluziju zdravog oka preporuča se započeti u jutarnjim satima kada je dijete odmorno, te mu u tom periodu zadati zadatke koji bi dodatno poticali razvoj vida. Naime, što je zadatak za vid zahtjevniji, to će i učinak okluzije biti bolji. Tokom čitavog ciklusa okluzije potrebno je redovito praćenje djeteta, kao i informiranje roditelja o pravilnom provođenju terapije, o čemu u konačnici ovisi i rezultat liječenja.

Duljina se liječenja na početku ne može predvidjeti. Ukoliko se sa okluzijom započne na vrijeme i kontinuirano, očekivano je poboljšanje vida do polaska u školu. Unatoč tome, preporuča se do 10.godine povremeno nošenje flastera kako bi se postignuta vidna oštrina očuvala i spriječio mogući povrat ambliopije. (23,24)



Slika 4. Liječenje ambliopije desnog oka okluzijom

8.2.2. Farmakološka okluzija

Atropinska okluzija, koja se na temelju postignute vidne oštine pokazala jednako učinkovitom metodom liječenja kao i klasična okluzija, prihvaćena je kao prvi izbor za liječenje umjerene ambliopije. Ova se metoda primjenjuje i u liječenju ambliopije udružene sa nistagmusom, pri nesuradljivosti bolesnika tijekom klasične okluzije ili kao terapija održavanja. (3, 24) Također, primjena ove metode liječenja učinkovita je samo u slučaju hipermetropije zdravoga oka. Liječenje atropinom uključuje primjenu 1%-tnog atropina jednom dnevno, no učinkovitim se pokazao i tzv. atropinski vikend gdje je primjena 1%-tnog atropina ograničena na subotu i nedjelju. (3) Negativne strane ove metode liječenja jesu moguće lokalne nuspojave kao što su fotofobija i pečenje oka, kao i sistemske nuspojave tahikardija, povišena tjelesna temperatura te suhoća kože i usta. Sigurnost primjene atropina u djece mlađe u 3 godine još uvijek nije dokazana. (24)

8.2.3. Bangerterovi filtri

Bangerterovi se filtri upotrebljavaju za liječenje blage do umjerene ambliopije ili kao terapija održavanja nakon liječenja klasičnom ili farmakološkom okluzijom. Riječ je o poluprozirnim

folijama sa koje se lijepe na naočalnu leću zdravog oka, a čija se gustoća može mijenjati s vremenom ovisno o poboljšanju vidne oštine ambliopnog oka. (3)

8.3. Kirurško liječenje

Liječenje ambliopije uzrokovane strabizmom, unutar plastičnog perioda, završava postizanjem identičnih vidnih oština oba oka i alterirajuće fiksacije, no i nakon navedenoga potrebno je redovito oftalmološko praćenje djeteta.(3) Kirurškom se zahvatu pristupa kada je liječenje ambliopije završeno, te se korekcijom položaja oka u plastičnom periodu može utjecati na normalan razvoj stereopsije. Završetkom plastičnog perioda operativnim se zahvatom može postići samo kozmetički učinak čija se važnost osobito u dječijoj dobi ne bi smjela zanemariti. Kirurški zahvati za liječenje strabizma uključuju retropoziciju (recesiju) i/ili resekciju ekstraokularnih mišića. (5)

Resekcijom se skraćuje duljina ekstraokularnog mišića čime jača njegova funkcija, dok se retropozicijom hvatište ekstraokularnog mišića pomiče prema natrag čime njegova funkcija slabi. Operativnom je liječenju u slučaju deprivacijske ambliopije, čiji je najčešći uzrok konatalna katarakta, potrebno pristupiti što ranije kako bi se uspostavilo uredno funkcioniranje svih neuralnih vidnih puteva. Naime, senzorička deprivacija u prvih nekoliko mjeseci života dovodi do nepovratnih promjena u CGL i okcipitalnom režnju nakon čega ni operativnim zahvatom nije moguće liječiti nastalu ambliopiju. (23,24) Operativni se zahvat najčešće izvodi nakon prvog mjeseca života kako bi se izbjegle moguće komplikacije, a po završetku istog precizno se određuju ostalne postoperativne refrakcije koje zahtijevaju redovito praćenje i primjenu okluzivnih terapijskih metoda.

8.4. Praćenje

Uspjeh terapije ambliopije uvelike ovisi o poštivanju odgovarajućeg liječenja. Edukacija roditelja o posljedicama ambliopije je najvažnija. Pisane upute pojačavaju važnost terapije i pokazalo se da poboljšavaju ishod. Vid se kod većine pacijenata može poboljšati, često drastično. (22) Međutim, ambliopija se može ponovno javiti mjesecima ili godinama nakon uspješno provedene terapije. Zato je od velike važnosti provođenje tzv. terapije održavanja koja uključuje primjenu klasične okluzije do sat vremena dnevno, ili korištenje Bangerterovih folija barem još godinu dana.(3) Prekine li se sa okluzijom naglo bez terapije održavanja rizik

od recidiva iznosi čak 24% unutar prve godine. Ako se ambliopija ponovno vrati, liječenje okluzijom može se nastaviti sve dok ambliopno oko ne povratu svoj puni vidni kapacitet. (3)

9.ZAKLJUČAK

Ambliopija je najčešći uzrok monokularnog gubitka vida u djece, a sa rastućom prevalencijom predstavlja gorući zdravstveni problem čitave populacije. Provođenje organiziranih preventivnih programa omogućava brzu dijagnostiku ambliopije, čime se sprječava nastanak trajnih oštećenja vidnog korteksa i poboljšava terapijski uspjeh. Liječenje ambliopije uglavnom se provodi samo kod djece, međutim novija istraživanja dokazuju da liječenje može biti korisno i u odraslih. Ova otkrića, zajedno sa rezultatima novih eksperimentalnih studija i kliničkih ispitivanja, sugeriraju preispitivanje dosadašnje predodžbe o neuroplastičnosti u ambliopiji.

Stalni nadzor ambliopije trebao bi ostati sastavni dio brige o djeci. Pacijente i njihove roditelje treba podučavati o potrebi kontinuiranog praćenja, mogućnosti ponovne pojave, riziku trajnog gubitka vida i mogućnosti razvoja ambliopije povezane s okluzijom na zdravom oku zbog pretjeranog zatvaranja.

I za kraj bitno je naglasiti važnost edukacije ne samo obitelji oboljenog djeteta, već čitave zajednice jer liječenjem djece danas, stvaramo zdravije društvo sutra!

10. SAŽETAK

Ambliopija se definira kao jednostrano, rjeđe obostrano smanjenje vida koje je rezultat neodgovarajućeg vizualnog iskustva tijekom perioda ranog razvoja vidnog sustava. Mozak dojenčadi izuzetno je osjetljiv na promjene, zbog čega se ambliopija i progresivna ireverzibilna oštećenja mogu javiti već u prvim tjednima života. Prevladavajuća teorija nastanka pretpostavlja konkurenciju između neuronskih mreža dva oka za utjecaj na kortikalne neurone, pri čemu se jači impulsi iz dominantnog oka obrađuju u vidnom korteksu, a oni ambliopnog se potiskuju. Kritični period sazrijevanja mozga i razvoja vida uključuje razdoblje do 7 godine djetetova života, tijekom kojeg sposobnost plastičnosti dječijeg mozga može omogućiti restituciju vida narušenog ambliopijom. Stanja koja najčešće dovode do razvoja ambliopije su strabizam, visoke refraktivne greške i anizotropija te neonatalna katarakta. S visokom prevalencijom ambliopije od čak 5% raste i važnost preventivnih programa pomoću kojih se jednostavnim pregledom vidne oštrine mogu otkriti i do 97% svih anomalija oka. Na vrijeme liječena ambliopija sprječava trajno oštećenje i moguć gubitak vida. Ovisno o uzroku, liječenje će uključivati korekcije refraktivnih grešaka, različite tipove okluzija, kirurško liječenje te psihološku pomoć djetetu. Kombinacija svih navedenih metoda liječenja pokazala se najboljim izborom u sprječavanju ponavljajuće ili rezidualne ambliopije te poboljšanju motoričkih i senzornih funkcija oka koje prate ambliopiju.

Ključne riječi: ambliopija, kritični period, strabizam, okluzija, rezidualna ambliopija

11.SUMMARY

Amblyopia is defined as a unilateral, rarely bilateral, decrease in vision that results from inadequate visual experience during a period of early development of the visual system. The brain of infants is extremely sensitive to change, which is why amblyopia and progressive irreversible damage can occur as early as the first weeks of life. The prevailing theory of origin assumes competition between the neural networks of two eyes to influence cortical neurons, with stronger impulses from the dominant eye being processed in the visual cortex and those of the amblyopic being suppressed. The critical period of brain maturation and vision development includes a period of up to 7 years of the child's life, during which the plasticity ability of the child's brain can allow restitution of vision impaired by amblyopia. The conditions that most often lead to the development of amblyopia are strabismus, high refractive errors and anisometropia, and neonatal cataracts. With a high prevalence of amblyopia of as much as 5%, the importance of preventive programs is growing, with the help of which up to 97% of all eye anomalies can be detected by a simple examination of visual acuity. Timely treatment of amblyopia prevents permanent damage and possible loss of vision. Depending on the cause, treatment will include corrections of refractive errors, different types of occlusions, surgical treatment, and psychological assistance to the child. The combination of all the above treatment methods proved to be the best choice in preventing recurrent or residual amblyopia and improving the motor and sensory functions of the eye that accompany amblyopia.

Key words: amblyopia, critical period, strabismus, occlusion, surgical treatment, residual amblyopia

12.LITERATURA

1. Guyton A. C.Hall J. E. (1999.) Medicinska fiziologija;deveto izdanje; ur. hrv. izd. Sunčana Kukolja Tardiet al.; Medicinska naklada Zagreb; ISBN: 953 176-092 6
2. . Križan Z. Kompendij anatomije čovjeka - II. dio: Pregled građe glave, vrata i leđa. 3. izdanje. Zagreb: Školska knjiga, 1999.
3. . Bušić M, Bjeloš M, Kuzmanović Elabjer B, et al. Ambliopija. Osijek, Zagreb: Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, 2016
4. Smith, Earl L 3rd et al. "Observations on the relationship between anisometropia, amblyopia and strabismus." *Vision research* vol. 134 (2017): 26-42.
doi:10.1016/j.visres.2017.03.004 Dostupno na:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0042698917300494?via%3Dihub>
5. Bušić M., Kuzmanović Elabjer B., Bosnar D. Seminaria ophthalmologica Udžbenik oftalmologije i optometrije. 2.izmijenjeno i dopunjeno izdanje, Osijek: Cerovski d.o.o., 2012.
6. Cerovski B,Jukić T, Juratovac Z, Juri J, Katušić D, Kordić R, et al. Oftalmologija Udžbenik za studente medicine. 1.izdanje, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu- Medicinski fakultet, travanj 2012.
7. Konjevoda S, Boergen Klaus P, et al. Dječja oftalmologija i strabologija. Zadar : Sveučilište u Zadru, Odjel za zdravstvene studije, 2018
8. Levi, D M, and R E Manny. "The pathophysiology of amblyopia: electrophysiological studies." *Annals of the New York Academy of Sciences* vol. 388 (1982): 243-63.
doi:10.1111/j.1749-6632.1982.tb50795.x Dostupno na:
<https://nyaspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1749-6632.1982.tb50795.x>

9. Gopal, Santhan K S; Kelkar, Jai; Kelkar, Aditya; Pandit, Abhishek Simplified updates on the pathophysiology and recent developments in the treatment of amblyopia, *Indian Journal of Ophthalmology*: September 2019 - Volume 67 - Issue 9 - p 1392-1399 doi: 10.4103/ijo.IJO_11_19 Dostupno na: https://journals.lww.com/ijo/Fulltext/2019/67090/Simplified_updates_on_the_pathophysiology_and.3.aspx
10. Bonne, Yoram S et al. "Spatial and temporal crowding in amblyopia." *Vision research* vol. 47,14 (2007): 1950-62. doi:10.1016/j.visres.2007.02.015 Dostupno na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0042698907000600>
11. 7. Chung, Susana T L et al. "Crowding between first- and second-order letters in amblyopia." *Vision research* vol. 48,6 (2008): 788-98. doi:10.1016/j.visres.2007.12.011 Dostupno na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0042698907005603?via%3Dihub>
12. 8. Levi, Dennis M. "Crowding--an essential bottleneck for object recognition: a mini-review." *Vision research* vol. 48,5 (2008): 635-54. doi:10.1016/j.visres.2007.12.009 Dostupno na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0042698907005561?via%3Dihub>
13. Dorn Lj, Petrinović-Dorešić J. Stereoscopic Visual Acuity in Different Types of Amblyopia. *Acta clinica Croatica* [Internet]. 2007 [pristupljeno 08.06.2021.];46(1-Supplement 1):63-70. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/14374>
14. Levi, Dennis M et al. "Stereopsis and amblyopia: A mini-review." *Vision research* vol. 114 (2015): 17-30. doi:10.1016/j.visres.2015.01.002 Dostupno na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0042698915000085?via%3Dihub>
15. Danah Albreiki, MBBS FRCSC on April 2, 2018. Stereopsis and Tests for Stereopsis https://eyewiki.aao.org/Stereopsis_and_Tests_for_Stereopsis

16. Birch, Eileen E. "Amblyopia and binocular vision." *Progress in retinal and eye research* vol. 33 (2013): 67-84. doi:10.1016/j.preteyeres.2012.11.001 (internet)
Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3577063/>
17. Warnking, J et al. "fMRI retinotopic mapping--step by step." *NeuroImage* vol. 17,4 (2002): 1665-83. doi:10.1006/nimg.2002.1304 Dostupno na:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1053811902913042?via%3Dihub>
18. Norman Liam J. and Thaler Lore 2019 Retinotopic-like maps of spatial sound in primary 'visual' cortex of blind human echolocators. *Proc. R. Soc. B.* 286:20191910-20191910 Dostupno na: <https://doi.org/10.1098/rspb.2019.1910>
19. Nipa R. Doshi, M.D., and Maria Lourdes F. Rodrigez, M.D., Drexel University College of Medicine, Warminster, Pennsylvania. ' ' *Am Fam Physician* '. 2007 Feb 1;75(3):361-367 Dostupno na: <https://www.aafp.org/afp/2007/0201/p361.html>
20. Bušić M, Bjeloš M, Petrovečki M, et al. Zagreb Amblyopia Preschool Screening Study: near and distance visual acuity testing increase the diagnostic accuracy of screening for amblyopia. *Croat Med J.* 2016;57(1):29-41.
21. Bušić M, Bjeloš M, Bišćan Tvrdi A, et al. Preventivni programi u pedijatriji – Prevencija ambliopije. *Paediatr Croat.* 2016;60(Supl 1):216-20
22. Tailor, Vijay et al. "Childhood amblyopia: current management and new trends." *British medical bulletin* vol. 119,1 (2016): 75-86. doi:10.1093/bmb/ldw030 Dostupno na: <https://academic.oup.com/bmb/article/119/1/75/1744651>
23. Maconachie, Gail D E, and Irene Gottlob. "The challenges of amblyopia treatment." *Biomedical journal* vol. 38,6 (2015): 510-6. doi:10.1016/j.bj.2015.06.001 Dostupno na:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2319417016000093?via%3Dihub>

24. Chen, Angela M, and Susan A Cotter. "The Amblyopia Treatment Studies: Implications for Clinical Practice." *Advances in ophthalmology and optometry* vol. 1,1 (2016): 287-305. doi:10.1016/j.yaoo.2016.03.007 Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5396957/>

13.ŽIVOTOPIS

Marija Batur rođena je 24.07.1995. godine u Zadru. Do 2010. godine pohađa Osnovnu školu Šime Budinić, te iste godine upisuje Gimnaziju Vladimir Nazor koju završava 2014. godine. Nakon završetka srednjoškolskog obrazovanja upisuje studij Očne optike gdje joj se rađa ljubav prema oftalmologiji zbog čega 2015. godine upisuje Medicinski fakultet u Rijeci.