

# Fraktura dna orbite

---

**Puzak, Klara**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, School of Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:105:641965>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-04**



*Repository / Repozitorij:*

[Dr Med - University of Zagreb School of Medicine Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
MEDICINSKI FAKULTET**

**Klara Puzak**

**Fraktura dna orbite**

**DIPLOMSKI RAD**



**Zagreb, 2019.**

Ovaj diplomski rad izrađen je na Specijalističkom zavodu za bolesti orbite i adneksa oka Klinike za očne bolesti Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i KBC Zagreb pod vodstvom dr.sc. Jelene Juri Mandić i predan je na ocjenu u akademskoj godini 2018./2019.

## POPIS I OBJAŠNJENJE KRATICA KORIŠTENIH U RADU

NOE	-engl. <i>nasoorbitoethmoidal</i>
ZMC	-engl. <i>zygomaticomaxillary complex</i>
EOM	-ekstraokularni mišić
HAR%	-engl. <i>Hess area ratio</i>
CT	-engl. <i>Computerized Tomography</i>
MR	-magnetska rezonanca
MSCT	-engl. <i>Multi-slice Computed Tomography</i>
RAPD	-engl. <i>relative afferent pupillary defect</i>
CBCT	-engl. <i>Cone-beam Computed Tomography</i>
m.	-lat. <i>musculus</i>
n.	-lat. <i>nervus</i>

## Sadržaj

SAŽETAK

SUMMARY

1. UVOD .....	1
2. ANATOMIJA I FIZIOLOGIJA ORBITE.....	3
3. EPIDEMIOLOGIJA .....	5
4. KLINIČKA SLIKA „BLOWOUT“ FRAKTURE DNA ORBITE .....	6
5. ETIOPATOGENEZA .....	9
6. DIJAGNOSTIKA .....	13
6.1. ANAMNEZA I KLINIČKI PREGLED .....	13
6.2. RADIOLOŠKA DIJAGNOSTIKA .....	16
6.2.1. MSCT .....	16
6.2.2. MRI .....	18
7. LIJEČENJE .....	19
7.1. INICIJALNO ZBRINJAVANJE.....	19
7.2. INDIKACIJE I KONTRAINDIKACIJE ZA KIRURŠKO LIJEČENJE PRIJELOMA DNA ORBITE: .....	19
7.3. KIRURŠKA REKONSTRUKCIJA .....	22
7.4. VRSTE MATERIJALA .....	22
7.5. TEHNIKE KIRURŠKOG ZAHVATA .....	26
7.5.1. KLASIČNI PRISTUP .....	27
7.5.2. ENDOSKOPSKI PRISTUP .....	28
7.6. KOMPLIKACIJE, FUNCIONALNI I ESTETSKI REZULTATI .....	29
8. KARAKTERISTIKE FRAKTURE DNA ORBITE U PEDIJATRIJSKOJ POPULACIJI.....	32
9. ZAKLJUČAK .....	35
10. ZAHVALE .....	36
11. LITERATURA .....	37
12. ŽIVOTOPIS .....	44

## SAŽETAK

### FRAKTURE DNA ORBITE

Klara Puzak

Frakture dna orbite su prekid kontinuiteta orbitalnog dna s nezahvaćenim orbitalnim rubom. Nastaju kao posljedica direktnog udarca usmjerenog prema infraorbitalnom rubu ili samom orbitalnom sadržaju. Dvije su teorije koje objašnjavaju mehanizam nastanka fraktura dna orbite. Prva, hidraulična hipoteza govori o djelovanju sile na područje orbite pri čemu dolazi do privremenog povećanja intraorbitalnog tlaka te posljedične frakture kosti i prolapsu intraorbitalnog sadržaja kroz koštani defekt u maksilarni sinus. Druga teorija pretpostavlja savijanje kosti zbog direktnog djelovanja sile na infraorbitalni rub kao mogući uzrok frakture. Međutim, u patogenezi frakture dna orbite sudjeluju oba mehanizma, pri čemu svaki od njih dovodi do različitog kliničkog i radiološkog nalaza. Klinička prezentacija uključuje diplopiju pri pogledu prema gore, enoftalmos, hipoesteziju u inervacijskom području maksilarne grane V. kranijalnog živca te ekhimozu i edem periorbitalno. MSCT je zlatni standard u dijagnostici fraktura dna orbite jer pruža brzu i detaljnu informaciju o lokalizaciji i veličini frakture te mogućoj hernijaciji orbitalnog tkiva kroz koštani defekt. Indikacije za hitnu kiruršku intervenciju su „white-eyed“ fraktura dna orbite kod djece i okulokardijalni refleks nastali kao posljedica uklještenja mišića unutar frakture i retrobulbarni hematoma. Enoftalmos veći od 2 mm s hipoglobusom ili diplopijom te veliki pomak koštanog fragmenta indikacije su za rani odgođeni kirurški zahvat unutar 2 tjedna od traume orbite. Najčešće korišteni materijali u rekonstrukciji frakture dna orbite su titanijska mrežica i porozni polietilen.

Ključne riječi: frakture orbite, diplopija, MSCT, titanijska mrežica, uklještenje mišića

## SUMMARY

### BLOW OUT FRACTURES

Klara Puzak

Orbital floor blow out fractures are depicted as loss of continuity of the orbital floor while the orbital rim remains intact. It typically results from a direct impact to the orbital rim or to the orbit itself. There are two main theories describing mechanisms of fractures. The first one states that when orbital pressure increases it causes bone rupture and orbital content displacement to adjacent sinuses, thus known as hydraulic theory. The second theory postulates that the orbital wall bends as a result of direct blow to the infraorbital rim. However, both hydraulic and buckling can cause blowout fractures, but with different clinical and radiological characteristics. Clinical findings such as diplopia in upward gaze, enophthalmos, V2 distribution hypoesthesia, periorbital ecchymosis or oedema indicate high correlation of orbital blow out fracture. Multi-slice CT remains the imaging technique of choice, as it provides rapid, detailed information regarding orbital fracture location, size soft tissue involvement. Indications for immediate surgery include retrobulbar haematoma and „white-eyed“ blowout fractures in children or oculocardiac reflex due to muscle entrapment. Enophthalmos greater than 2 mm with significant hypoglobus or diplopia, large displaced fractures are indications for early surgical intervention within 2 weeks. The materials commonly used for orbital reconstruction include titanium mesh and porous polyethylene sheeting.

Key words: orbital fractures, diplopia, MSCT, titanium mesh, muscle entrapment

## 1. UVOD

Fraktura dna orbite (engl. *blowout fracture*) prekid je kontinuiteta orbitalnog dna prouzročen direktnim udarcem koji povećavajući intraorbitalni tlak dovodi do frakture zida orbitalne šupljine i istiskivanja orbitalnog sadržaja u maksilarni sinus, dok orbitalni rub ostaje intaktan. (1) Pojam frakture orbitalnog dna se po prvi put u medicinskoj literaturi spominje 1889. godine, no mehanizam nastanka Smith i Regar objašnjavaju tek 1957. godine kada nastaje definicija koja se koristi i danas. (2,3)

Converse i Smith svrstavaju izolirane frakture dna orbite, odnosno frakture orbitalnog zida bez zahvaćenog ruba u skupinu „čistih“ fraktura (engl. *pure blowout fracture*), dok su „nečiste“ frakture dna orbite (engl. *impure blowout fracture*) one koje zahvaćaju i orbitalni rub. Sličnu klasifikaciju predlaže Digman koji orbitalne frakture dijeli u tri kategorije: frakture koje zahvaćaju samo orbitalni rub, intraorbitalne frakture bez zahvaćenih rubova te skupina koja objedinjuje frakture dna orbite i orbitalnog ruba. (1) Ahmad i sur. svoju klasifikaciju fraktura dna orbite temelje na mehanizmu nastanka i opisuju dva tipa fraktura, a Manson i sur. razvrstavaju frakture prema intenzitetu sile koja je dovela do traume orbite i posljedičnim promjenama na CT-u. (1,4) Nekoliko autora iz praktičnih razloga frakture orbite klasificiraju ovisno o lokalizaciji na frakture medijalnog zida, lateralnog zida, krova i dna orbite. (5)

Naziv „orbitalne frakture“ često se primijenjuje za „blowout“ frakture. Međutim, sve orbitalne frakture nisu ujedno i izolirane frakture orbite. One se, osim kao izolirane, mogu javiti zajedno s drugim, neorbitalnim frakturama. Uzimajući u obzir mehanizam nastanka fraktura dna orbite, u najvećoj se mjeri opažaju udružene maksilofacijalne ozljede i to Le Fort



II i III frakture, frakture zigomatikomaksilarnog kompleksa (ZMC) te prijelomi nazo-orbito-etmoidalne regije kao najčešće (NOE). (5)

## 2. ANATOMIJA I FIZIOLOGIJA ORBITE

Orbitalna šupljina je parni koštani prostor piramidalnog oblika čija je baza usmjerena prema van, dok se vrh nastavlja na optički kanal. Omeđena je s 4 zida koje čine 7 različitih kosti: maksilarna, frontalna, zigomatična, lakrimalna, etmoidalna, sfenoidna i palatinalna kost. (6) Ukupan volumen orbite iznosi približno 30 ml od kojih očna jabučica zauzima 7 ml. Ove vrijednosti neznatno variraju ovisno o spolu i rasi. (7) Sprijeda dno orbite čini uglavnom maksilarna kost, a straga orbitalni nastavak palatinalne kosti. Anterolateralno dno orbite upotpunjuje zigomatična kost. (8) Kosti orbite općenito, a osobito kosti dna orbite, relativno su tanke i porozne s vrlo malo strukturalne potpore. (2) Izmjerena debljina maksilarne kosti u području krova infraorbitalnog kanala iznosi 0,5 do 1,0 mm. (6) Budući da je strukturalno slabiji dio orbite, tanak posteromedijalni dio orbitalnog dna najčešća je lokalizacija izoliranih fraktura orbite. Ovu tvrdnju dokazali su Jones i Evans davne 1967. godine eksperimentom na orbitama kadaveričnih modela. Direktnim pregledom orbitalnog dna pomoću sublabijalne antrostomije pokazali su da se fraktura dna orbite u skoro svim slučajevima nalazi posteriornije, 1 – 3 mm medijalno od infraorbitalne brazde, prateći njen tijek. (9) Ni u jednom slučaju nije zabilježena fraktura koja je presjecala infraorbitalni žlijeb što odgovara činjenici da anestezija u inervacijskom području infraorbitalnog živca nije dominantni simptom u kliničkoj prezentaciji pacijenata s frakturom dna orbite. (10) Iako je izmjerena debljina etmoidalne kosti u području lamine papiracee manja od debljine dna orbite u području krova infraorbitalnog kanala i iznosi između 0,2 i 0,4 mm, rjeđe se opisuje kao mjesto nastanka frakture zbog bolje strukturalne potpore etmoidalnih celula. (6) Veća učestalost fraktura u području orbitalnog dna pripisuje se i njegovoj konkavno-konveksnoj morfologiji koju karakterizira depresija u prednjem dijelu neposredno iza infraorbitalnog ruba koja postupno prelazi u blagi uspon prema apeksu. (10,11)

Arhitektura orbitalne šupljine konstruirana je na način da prilikom udarca u orbitalni rub zaštiti oko, kao svoj najvažniji element, i smatra se da ima evolucijsku ulogu. Naime, fraktura orbitalnog dna, kao najslabijeg dijela orbite nastala posljedično udarcu, oponaša sigurnosni tlačni ventil. (9) Sprječavajući nagli porast intraorbitalnog tlaka ublažuju se potencijalno teške ozljede oka. Iako se u nekim radovima spominje relativno visok udio ozljeda oka u ukupnom broju fraktura orbita (između 14 i 40%), ozljede oka bile bi i intenzivnije i učestalije kada bi izostao zaštitni ventilni mehanizam. (8)

### 3. EPIDEMIOLOGIJA

Izolirane frakture orbite susreću se u 4 do 16% svih fraktura lica, a u 30 do 55% slučajeva udružene su s frakturama zigomatične i NOE regije. (12) Nadalje, prema Kwon i sur. udio fraktura dna orbite u ukupnom broju svih orbitalnih fraktura čini 22 do 47%. (13) Brojna istraživanja naglašavaju kako je populacija mladih muškaraca izložena najvećem riziku za nastanak frakture orbite. Chi i sur. u istraživanju na ukupno 733 pacijenata s frakturom dna orbite opažaju da su one najčešće upravo kod muškaraca dobne skupine od 20 do 29 godina. (14) Slične rezultate navode i Shin i sur. kod 952 pacijenata s orbitalnom frakturom, (15) dok Tomich i sur. najveću incidenciju fraktura dna orbite zapažaju kod muškaraca starosti između 15 i 35 godina.

Incidencija fraktura dna orbite u dobnoj skupini mlađoj od 10 godina je relativno mala i čini udio od svega 3% ukupnog broja svih slučajeva fraktura dna orbite. Iznesenim podacima idu u prilog anatomske karakteristike lubanje kod male djece, odnosno jače razvijen neurokranij u odnosu na viscerokranij te izostanak pneumatizacije maksilarog sinusa. (15)

Učestalost fraktura orbite kod muškaraca daleko je veća nego kod žena. U istraživanju na uzorku od 733 pacijenata, muškarci čine 75%, a žene svega 25% svih osoba s frakturom dna orbite. (14) Shin i sur. opisuju još veću razliku u incidenciji prema spolu s omjerom muškaraca prema ženama 4:1. (15)

#### 4. KLINIČKA SLIKA „BLOWOUT“ FRAKTURE DNA ORBITE

Vanjski znakovi traume orbite uključuju značajnu asimetriju lica nastalu kao rezultat velikih fraktura dna orbite i periokularno potkožno krvarenje, a upadljivi su već na prvi pogled. Hematom periokularnog rahlog tkiva posljedica je fokalnog nakupljanja krvi, dok je ekhimoza difuzno potkožno krvarenje manjeg intenziteta, u razini kože. Bilateralni prstenasti edem znak je frakture baze lubanje i viđa se kod fraktura orbitalnog dna koje ujedno zahvaćaju krov orbite. Edem mekog periorbitalnog tkiva kao takav ne predstavlja opasnost za dugoročne štetne posljedice, ali često otežava detekciju drugih, ozbiljnih stanja koja se primarno odnose na ozljede oka. (16) Osim toga, orbitalni edem u prvih nekoliko dana nakon traume prekriva enoftalmos i uzrokuje diplopiju koja se može pogrešno pripisati uklještenju orbitalnog tkiva unutar frakturne pukotine. (17) Nadalje, pacijenti s frakturom dna orbite navode bol i gubitak osjeta u području inervacije infraorbitalnog živca i maksilarne grane trigeminalnog živca. (5,13)

Klasični trijas u kliničkoj manifestaciji fraktura dna orbite čine enoftalmos, restriktivni strabizam i gubitak osjeta u inervacijskom području infraorbitalnog živca. Stupanj izraženosti enoftalmosa ovisi o veličini defekta dna orbite i kod većih fraktura je nerijetko udružen s hipoglobusom. Nekoliko je autora potvrdilo da klinički izražen enoftalmos nastaje pri povećanju orbitalnog volumena za 5 ili više posto. Tada govorimo o klinički značajnom enoftalmosu koji odgovara pomaku očne jabučice za više od 2 mm u aksijanoj ravnini u odnosu na zdravo oko. (7,12)

Ispad funkcije u najvećoj je mjeri povezan s uklještenjem ekstraokularnih mišića te intraorbitalnog mekog tkiva i posljedičnom diplopijom. Rezultati istraživanja opisuju diplopiju kod svakog trećeg pacijenta s orbitalnom frakturom. (15) Razlikujemo diplopiju koja nastaje zbog traumatske dislokacije kod kominutivnih prijeloma pri čemu se dvoslike

javljaju u svim položajima oka, dok je kod linearnih fraktura diplopija posljedica uklještenja donjeg ravnog mišića (lat. *m. rectus inferior*) ili donjeg kosog mišića (lat. *m. obliquus inferior*) i primjećuje se pri pogledu prema gore, a rjeđe prema dolje. (7,18) Nadalje, odignuće mrežnice ili dislokacija leće prezentira se kao monokularna diplopija, a edem ili ozljeda optičkog živca uzroci su binokularne diplopije. (13) Restrikciju pokreta EOM posebno je važno prepoznati kod djece kod kojih je ona često i jedini znak ozljede orbite. Budući da ne postoje vanjski znakovi frakture kao što su edem i ekhimoza koji bi liječnika usmjerili prema ispravnoj dijagnozi, neophodno je isključiti uklještenje EOM u što ranijoj fazi i omogućiti adekvatno zbrinjavanje. (5)

Nerijetko laceracija vjeđe bude jedini znak penetrantne traume oka i ukazuje na potencijalno teške ozljede očne jabučice. U svom radu, Turbin i sur. upozoravaju na visoku učestalost fraktura dna orbite kod pacijenata s anamnestičkim podatkom o traumi i laceracijom gornje ili donje vjeđe te ukazuju na važnost radiološke dijagnostike u svrhu detekcije potencijalnog stranog tijela kod tih pacijenata. (19)

Retrobulbarno krvarenje prezentira se naglo nastalom proptozom, dilatiranom zjenicom, kemozom i boli u području oka, sa ili bez gubitka vida. Nerijetko uzrokuje distopiju očne jabučice i posljedično diplopiju. (9)

Okulokardijalni refleks opisan je u mnogim radovima i prepoznat je kao životno ugrožavajuća komplikacija frakture dna orbite. Nastaje kao rezultat uklještenja mišića u frakturnoj pukotini i karakterističan je za dječju dob, iako se viđa i kod odraslih. Da bi došlo do okulokardijalnog refleksa, uklješteni donji ravni mišić oka mora stimulirati oftalmičnu granu trigeminalnog živca čijim se aferentnim vlaknima impuls preko cilijarnog ganglija prenosi do retikularne formacije. Eferentni put čine živčana vlakna n. vagusa čiji živčani završeci parasimpatički inerviraju unutarnje organe. (7,20) Klinički se okulokardijalni refleks

manifestira mučninom, povraćanjem te kardijalnim simptomima, uključujući bradikardiju, srčani blok i asistoliju. (5,21) Stoga je prioritet adekvatno zbrinuti takve pacijente i pripremiti ih za hitnu operaciju.

Sindrom gornje orbitalne fisure rijetka je komplikacija fraktura dna orbite. Kao posljedica širenja frakture prema gornjoj orbitalnoj fisuri dolazi do paralize III., IV. i VI. kranijalnog živca te oftalmične grane trigeminalnog živca. Klinička slika podrazumijeva gubitak osjeta u području čela i gornjih vjeđa, odnosno u inervacijskom području oftalmične grane trigeminalnog živca. Ptoza gornje vjeđe uzrokovana je gubitkom tonusa mišića podizača gornje vjeđe (lat. *m. levator palpebrae superioris*) i Müllerovog mišića, dok je oftalmoplegija posljedica disfunkcije ekstraokularnih mišića. Prekid parasimpatičke inervacije cilijarnog mišića rezultira dilatiranom, fiksiranom zjenicom bez sposobnosti akomodacije. (7)

## 5. ETIOPATOGENEZA

Frakture orbite nastaju kao posljedica tupe traume usmjerene periorbitalno i pokazuju trend porasta incidencije zbog sve većeg broja prometnih nesreća i fizičkog nasilja. (14) Razmatrajući mehanizam ozljede, Chi i sur. izdvajaju fizičko nasilje kao uzrok fraktura dna orbite u skoro polovice slučajeva, a na drugo mjesto prema učestalosti stavljaju padove (18,7%). Slijede prometne nesreće s 12,8% te sportske aktivnosti sa 6,5%. Osim toga, autori ističu prometne nesreće kao najčešći uzrok fraktura dna orbite kod žena (20,1%). (14)

Shin i sur. u svom radu opisuju slične rezultate i navode fizičko nasilje kao uzrok 40,7% fraktura dna orbite. Padovi su opisani u 27,9%, a prometne nesreće u 12,2 % fraktura, dok su frakture uzrokovane sportskim aktivnostima primijećene u 8,1% slučajeva. Fizičko je nasilje izdvojeno kao glavni uzrok orbitalnih fraktura kod muškaraca, a kod žena su to padovi i to u najvećem broju u dobnoj skupini iznad 60 godina. (15) Tomich i sur. najveći broj fraktura dna orbite povezuju s prometnim nesrećama (58%), a slijede ozljede nastale kao posljedica fizičkog nasrtaja (24%) ili bavljenja sportom (15%). (1)

Tong i sur. uočavaju razlike u etiologiji ovisno o tipu frakture. Čiste frakture orbite uglavnom nastaju kao rezultat djelovanja lokaliziranog udarca nogom ili šakom slabijeg intenziteta. S druge strane, u prometnim nesrećama djeluje udarac veće energije pri čemu nastaje ne samo fraktura orbitalnog zida, već i orbitalnog ruba. (15)

Frakture dna orbite pedijatrijske populacije uglavnom nastaju kod sportskih aktivnosti. Osim toga, Egbert i sur. ističu fizičko nasilje kao značajan uzrok ozljeda orbite kod djece starije od 12 godina. (22)

Izolirane frakture dna orbite rezultat su izravnog udarca predmetom većeg dijametara od otvora orbitalne šupljine (više od 5 cm). (16) Često takve traume nastaju prilikom



bavljenja sportom s loptom, kao posljedica udarca stisnutom šakom kod fizičkog sukoba ili u prometnim nesrećama. (13) Nekoliko teorija objašnjava mehanizam nastanka takvih fraktura. Le Fort (23) prvi predlaže, a kasnije potvrđuju Fujino i sur. (24) koncept mehanizma savijanja (engl. *buckling mechanism*) koji podrazumijeva primjenu sile izvana na infraorbitalni rub i njenu transmisiju do orbitalnog zida. Fraktura nastaje kao posljedica savijanja (engl. *bulcking*) orbitalnog zida. (6) Pfeiffer (25) 1943. godine postavlja hidrauličnu hipotezu (engl. *hydraulic theory*) kojom opisuje djelovanje vanjske sile na orbitalni sadržaj i posljedično povećanje intraorbitalnog tlaka. Jones i sur. u svom radu (10) naglašuju da je fraktura dna orbite posljedica udarca predmeta glatkih površina na prednji dio orbite te da njegov dijametar mora prelaziti dimenzije otvora orbitalne šupljine. U suprotnom, primarno dolazi do rupture očne jabučice. Nadalje, sila udarca pomiče očnu jabučicu prema straga gdje orbita postaje uža, slično kao pomak klipa u cilindru, što je uzrok naglog porasta intraorbitalnog tlaka. On zatim prenosi silu na najslabije dijelove zida orbite – etmoidalnu kosti, točnije – laminu papiraceu u medijalnom zidu, odnosno maksilarnu kost koja prekriva krov infraorbitalnog kanala u području dna orbite. Opisane frakture većeg su razmjera od onih nastalih mehanizmom izvijanja, lokalizirane su na dnu orbite posteriorno i posteromedijalno s mogućnosti širenja prema anteriorno te često dovode do hernijacije orbitalnog tkiva u maksilarni ili etmoidalni sinus. (4,26) Jones i sur. preciziraju mjesto frakture kao područje 1 do 3 mm medijalno od posteriornog dijela infraorbitalnog kanala. Hidraulična teorija eksperimentalno je dokazana i objašnjena u nekoliko navrata. (10,26,27)

Ahmad i sur. u svom radu (4) kvalitativno i kvantitativno opisuju učinak sile usmjerene infraorbitalnom rubu ili očnoj jabučici na kadaveričnim modelima. Njihovi podaci pokazuju da je fraktura nastala kao posljedica mehanizma savijanja lokalizirana anteriorno na dnu orbite bez zahvaćene medijalne stijenke. Rezultat hidrauličnog mehanizma bila je fraktura većih razmjera u posteriornom dijelu dna orbite s tendencijom širenja prema

anteriorno te značajno češća pojava hernijacije. Ove nalaze potvrđuju i kvalitativna mjerenje koštane napetosti. U kontekstu opisanih zapažanja autori nastoje objasniti kliničku prezentaciju pacijenata pomoću pojedine teorije. Enoftalmos pripisuju velikim frakturama s prisutnom hernijacijom orbitalnog tkiva u maksilarni sinus kod djelovanja hidrauličnog mehanizma. Manje, anteriorno smještene frakture nastale kao posljedica efekta savijanja dovode do prolazne depresije koštanog fragmenta te njegovo vraćanje u prvobitni položaj nakon prestanka djelovanja sile. U takvim okolnostima često dođe do uklještenja mekih tkiva između koštanih fragmenata. Podaci iz opisane studije poklapaju se s prijašnjim spoznajama na kojima se temelji jedna od klasifikacija fraktura orbitalnog dna: tip 1 i tip 2 frakture. Male frakture, ograničene na prednji dio orbite bez protruzije orbitalnog sadržaja predstavljaju tip 1 i nastaju kao posljedica djelovanja sile usmjerene infraorbitalnom rubu. Frakture većih dimenzija koje zahvaćaju čitavo orbitalno dno i često uključuju hernijaciju orbitalnog tkiva u maksilarni sinus pripadaju tipu 2 fraktura, a nastaju hidrauličnim mehanizmom. (26) Osim kvantifikacije intraokularnog tlaka i sila koje djeluju kod orbitalne traume te utvrđivanja distribucije frakture dna orbite ovisno o mehanizmu nastanka, Ahmad i sur. zaključuju da vrlo često pri ozljedi orbite hidraulični i mehanizam savijanja djeluju zajedno pri čemu klinički i radiološki nalaz pokazuju karakteristike oba mehanizma. (1)

Interakciju ova dva mehanizma razmatraju Nagasao i sur. (28) u pokusu na 10 lubanjskih modela primjenjujući učinak oba mehanizma pojedinačno, a potom zajedno. Rezultati pokazuju da, kada ta dva mehanizma djeluju istodobno, područje frakture zauzima veću površinu od zbroja površina fraktura nastalih efektom pojedinačnog mehanizma. Autori opisani fenomen objašnjavaju teorijom o području povećane napetosti, unutar kojeg dolazi do frakture jer sila napetosti premašuje granicu izdržljivosti. Oko nje se nalazi rubno područje manje napetosti koje nije doseglo granicu izdržljivosti i zato nije došlo do frakture. Međutim, kad se zbroje rubne zone povećane napetosti prouzročene međudjelovanjem oba mehanizma,

rezultantna sila napetosti prelazi prag izdržljivosti budući da jedan mehanizam pojačava učinak drugog i obrnuto te posljedično dolazi do nastanka frakture. (28) Sinergizam ova dva mehanizma treba uzeti u obzir kod pacijenata s anamnestičkim podatkom traume orbite. Prisutnost edema i hematoma sklere ili rožnice, opisani kao „simptomi očne jabučice“ ukazuje na učinak hidrauličnog mehanizma. Kada se pacijent prezentira hematomom i edemom donje vjeđe, odnosno „simptomima orbitalnog ruba“, pretpostavlja se da se radi o mehanizmu savijanja. (28)

Manje poznata „*globe to wall*“ teorija pretpostavlja da je djelovanjem sile očna jabučica potisnuta posteriorno te da ona izravno uzrokuje frakturu orbite. Toj teoriji ide u prilog podatak studije u kojoj su kod 20 od ukupno 45 pacijenata veličina i oblik frakture odgovarali dijametru očne jabučice. Međutim, do sada ona nije potvrđena eksperimentalno, a frakture nastale ovim mehanizmom ne zahvaćaju dno orbite, već samo njen medijalni i inferomedijalni zid. (29)

## 6. DIJAGNOSTIKA

### 6.1. ANAMNEZA I KLINIČKI PREGLED

Rana procjena u okviru hitnog zbrinjavanja pacijenta s traumom lica usmjerena je na životno ugrožavajuća stanja. ABC protokolom utvrđuje se otvorenost dišnih puteva, prisutnost i frekvencija spontanog disanja i procjenjuje hemodinamski status i srčana frekvencija. Nakon utvrđivanja urednih vitalnih znakova, a prije pregleda orbite, potrebno je isključiti ozljedu vratne kralježnice i procijeniti neurološki status. Anamnestički podatak o gubitku svijesti usmjerava kliničara prema dijagnozi intrakranijalne ozljede ili potiče sumnju na okulkardijalni refleks. (19)

Ovisno o slučaju, klinička slika varira između asimptomatskih pacijenata do vrlo teških i izraženih simptoma i znakova. Stoga je kod svih pacijenata s anamnestičkim podatkom o udarcu tupim predmetom u području lica, neovisno o prezentaciji potrebno isključiti frakturu orbite. (8) Identifikacija uzroka i mehanizma nastanka traume pruža ključne informacije o intenzitetu ozljede orbite i pomaže pri prepoznavanju udruženih ozljeda. (13,19) Inspekcijom orbite i periorbitalnog tkiva je moguće utvrditi subkonjunktivalno krvarenje, kemozu, preiorbitalni hematoma ili oteklinu, ekhimozu vjeđe, ptozu, hipertelorizam i asimetriju lica. (5,19,30) Palpacijom orbitalnog ruba i okolnih mekotkivnih struktura dokazuje se njihov diskontinuitet, pomičnost ili postojanje supkutanog emfizema. (11)

Kod pregleda pacijenta s traumom orbite neophodno je utvrditi koje su strukture zahvaćene ozljedom. Prepoznavanje ozljeda oka kod pacijenata s frakturom orbite dijagnostički je izazov, a pravovremeno liječenje smatra se imperativom u daljnjem zbrinjavanju jer bi odgađanje hitne intervencije predstavilo opasnost gubitka vida. Istraživanje provedeno na 410 pacijenata s frakturom orbite pokazalo je da njih 29,4% ima oštećenja

intraorbitalnih struktura od kojih su najčešće opažene komocija retine, hifema, erozije rožnice, ruptura očne jabučice te subluksacija ili luksacija očne leće. (31) Sličan postotak ozljeda intraorbitalnih struktura (22%) opisan je na uzorku od 365 pacijenata s frakturom orbite. (32) Putterman oštećenja intraorbitalnih tkiva povezuje s 5-10% slučajeva orbitalne traume i navodi iritis, odignuće mrežnice i glaukom kao najučestalije. (33) U istraživanju na uzorku od 733 pacijenata s frakturom orbite, Chi i sur. ističu subkonjunktivalno krvarenje kao najčešću okularnu ozljedu detektiranu u 65,8% pacijenata s frakturom dna orbite. Razmatrajući konkomitantne ekstraokularne ozljede primjećeno je da je najviše ozljeda lica od kojih znatan postotak čine ozljede nosne kosti. Slijede razderotine vjeđe, intraorbitalno krvarenje i traumatska optička neuropatija. (14)

Oštrina vida utvrđuje se pomoću Snellovih kartica i brojni je autori svrstavaju u skupinu bitnih faktora u procjeni prognoze orbitalne traume. (13)

Retrobulbarno krvarenje predstavlja hitno stanje u kirurgiji orbite zato što kompresija vaskularnih struktura koje opskrbljuju optički živac može dovesti do ireverzibilnog gubitka vida već nakon 90 minuta od pojave krvarenja. Stoga valja što prije procijeniti vid, intraokularni tlak i relativni aferentni pupilarni defekt te ustanoviti točnu lokalizaciju krvarenja na CT-u. (9) U liječenju orbitalnog krvarenja često bude dovoljna lateralna kantotomija i kantoliza zajedno s farmakološkom terapijom koja uključuje manitol, acetazolamid i deksametazon. (19) Pacijenta je nužno pratiti do potpune rezolucije krvarenja. Kod većih krvarenja metoda liječenja je kirurška eksploracija i drenaža. (9)

Traumatska optička neuropatiju javlja se u 3% slučajeva izoliranih fraktura orbite i na nju treba posumnjati kod znatnog gubitka vida, prisutnog relativnog aferentnog pupilarnog defekta, a naročito ako je došlo do posttraumatskog poremećaja svijesti. (5,19)

Po isključenju ozljede očnog bulbosa mjeri se očni tlak koji, ukoliko je povišen, govori u prilog razvoja orbitalnog kompartment sindroma i eventualnoj optičkoj neuropatiji. Očni tlak ispod 40 mmHg može se liječiti konzervativno, dok veće vrijednosti zahtijevaju kiruršku dekompresiju. (5)

Prisutnost i težina diplopije objektiviziraju se testom na dvoslike prema Hess Lancasteru koji se temelji na izoliranim pokreta pojedinog oka. Drugim riječima, ovaj test detektira poremećaje pokreta očne jabučice razdvajajući binokularni vid pomoću crvenih i zelenih filtera. Nalaz Hess Lancaster testa koristi se u svrhu računanja omjera Hessovih površina (engl. *Hess area ratio* ili HAR%) koji je jednak kvocijentu površine Hessovog dijagrama zahvaćenog i zdravog oka. Mnogi autori smatraju kako je HAR% objektivni parametar koji omogućuje praćenje razvoja bulbomotorike, a time i usporedbu postoperativnih rezultata. (3)

Kod osobe bez svijesti ili nesuradljivog pacijenta pokreti EOM ispituju se testom forsirane dukcije. Zbog moguće nelagodnosti, test se izvodi pod sedacijom u općoj ili lokalnoj anesteziji. (7)

Egzoftalmometrija po Hertelu se koristi u svrhu preciznog mjerenja položaja očne jabučice u sagitalnoj ravnini, iako se njen značajniji pomak u anterio-posteriornom, ali i vertikalom smjeru, zapažaju već prilikom inspekcije. Enoftalmos kao posljedica frakture dna orbite obično nije odmah klinički manifestan zbog edema intraorbitalnog tkiva. Štoviše, edem i krvarenje ubrzo nakon traume oka mogu rezultirati proptozom, a tek njihovom rezolucijom do izražaja dolazi enoftalmos. (30)

Procjepna svjetiljka ili biolikroskop temeljni je instrument u kliničkom pregledu prednjeg segmenta oka, iako se može adaptirati i za pregled stražnjeg segmenta oka. Koristeći procijepno svjetlo procijenjujemo izgled rožničkog epitela i postojanje erozija i ulkusa

rožnice. Ovom pretragom moguće je otkriti dislokaciju leće, komociju retine, hifemu i odignuće retine. (5)

Pregledom zjenica procijenjuje se njihova veličina, simetričnost, reakcija na svjetlost i konsenzualna reakcija. Izostanak konstrikcije pupile kontralateralnog oka na svjetlost ukazuje na oštećenje autonomnih vlakana III. kranijalnog živca. Utvrđeni relativni aferentni pupilarni defekt (engl. *relative afferent pupillary defect* ili RAPD) uz odsutnu ili smanjenu konstrikciju zjenice ukazuje na ozljedu optičkog živca prije hijazme. (7) Smanjena oštrina vida, nemogućnost prepoznavanja boja ili RAPD govore u prilog oštećenju neuralnih struktura i povezuju se s lošijom prognozom. (34,35)

## **6.2. RADIOLOŠKA DIJAGNOSTIKA**

### **6.2.1.MSCT**

Brojni radovi ukazuju na prednosti primjene CT dijagnostike, odnosno MSCT-a koji predstavlja zlatni standard u evaluaciji fraktura dna orbite zahvaljujući svojoj dostupnosti i isplativosti. (36) Radi se o metodi koja pruža brze i vrlo detaljne informacije glede veličine i lokalizacije frakture i prisutnosti udruženih fraktura kostiju lica. CT dijagnostika olakšava identifikaciju pridruženih ozljeda vratne kralježnice i kralježnične moždine. (36) Vjerno prikazuje položaj očne jabučice, strana tijela te ozljede mekotivnih intraorbitalnih struktura s naglaskom na uklještenje EOM. (7) U svom radu, Hammerschlag i sur. predlažu aksijani presjek s kosom sagitalnom rekonstrukcijom (5) koji se pokazao osjetljivijim od koronarnog presjeka u detekciji fraktura dna orbite i evaluaciji položaja donjeg ravnog mišića u odnosu na rubove frakture. (37) Drugi izvori kao metodu izbora razmatraju koronarni presjek sa sagitalnom rekonstrukcijom. (7)

Furta i sur. ističu da broj kontaktnih mjesta ekstraokularnih mišića s rubom frakture detektiran CT-om korelira sa slabijim postoperativnim rezultatom u smislu perzistentne diplopije. (38) Nadalje, Shah i sur. ukazuju na povećan rizik za perzistentnu diplopiju kod CT-om utvrđene transverzalne frakture dna orbite ili nalaza hernijacije mekog tkiva. (38)

Nerijetko je pri planiranju modaliteta liječenja neophodna 3D rekonstrukcija na temelju CT snimaka koja daje dodatne informacije o defektu dna orbite i omogućuje detekciju multiplih i kominutivnih fraktura. (19) Osim toga, prema dimenzijama nezahvaćene orbite izrađuje se preoperativni plan rekonstrukcije frakture dna orbite koji uz intraoperativnu CT navigaciju omogućuje preciznu ugradnju implantata. Preoperativni MSCT primjenjuje se i u izradi implantata prilagođenih pacijentu i individualnih za pojedinačni defekt dna orbite. (5,39) Na taj se način skraćuje dragocjeno intraoperativno vrijeme potrebno za oblikovanje materijala, a implantat u potpunosti odgovara anatomskim značajkama orbite. Istraživanja su pokazala da je nakon plastike orbitalnih defekata poroznim polietilenom potpomognute CT dijagnostikom i 3D rekonstrukcijom moguće s većom sigurnošću predvidjeti dugoročne estetske rezultate. (40)

Novije studije daju prednost cone-beam CT dijagnostici (CBCT) koja se od konvencionalnog CT-a razlikuje po koničnom obliku izvora ionizirajućeg zračenja i divergentno usmjerenim rendgenskim zrakama. Ova metoda pojedinom rotacijom u trajanju od 30 sekundi može snimiti multiple sekvencijske planarne snimke te pruža mogućnost 3D rekonstrukcije. Osim brzine, CBCT nudi i druge prednosti, uključujući manju dozu zračenja, snimke veće rezolucije te manje troškove snimanja. (19)



## 6.2.2. MRI

Zbog dugog trajanja postupka i slabije vizualizacije kosti, magnetska rezonancija nema veću ulogu u inicijalnoj procjeni traume dna orbite.(41) Ipak, neke studije ističu kako je MR superiornija metoda dijagnostike od CT-a kada se govori o procjeni stupnja hernijacije tkiva i služi kao nadopuna CT nalazu. (13) Osim toga, MRI se razmatra kada postoje klinički znakovi uklještenja mišića, a CT nalaz je uredan.(42,43)

MRI je metoda izbora kod evaluacije postoperativnih rezultata po rekonstrukciji dna orbite jer jasnije prikazuje poziciju aloplastičnog materijala u odnosu na intraorbitalne strukture – ekstraokularne mišiće i peribulbarno masno tkivo. (44)

## **7. LIJEČENJE**

### **7.1. INICIJALNO ZBRINJAVANJE**

Rizik za infekciju kod čistih kirurških zahvata i prethodno zdravih pacijenata je vrlo mali i iznosi 1,5% i u tim slučajevima ne postoji potreba za propisivanje antibiotika. (45) Međutim, antimikrobna profilaksa opravdana je u slučajevima orbitalne frakture udružene sa sinusitisom ili otvorenom ranom sa ili bez stranog tijela. Nadalje, antibiotici su indicirani kod osteoplastike dna orbite aloplastičnim materijalom i komorbiditeta koji povećavaju rizik za infekciju kirurške rane. (45) Classes i sur. ističu kako propisivanje antibiotika 2 sata prije zahvata korelira s nižom stopom infekcije kirurške rane. (46)

Sustavni kortikosteroidi preporučaju se kod suspektne frakture dna orbite s ciljem redukcije posttraumatskog edema koji povećavajući orbitalni volumen maskira simptome (enofthalmos). Millman i sur. preporučuju prednizolon 1 mg/kg per os kroz period od 10 dana. (33) Farmakološka terapija uključuje i dekonjestive i analgetike. (13)

### **7.2. INDIKACIJE I KONTRAINDIKACIJE ZA KIRURŠKO LIJEČENJE PRIJELOMA DNA ORBITE:**

Kompresija očne jabučice i optičkog živca kao rezultat nakupljanja krvi retrobulbarno, odignuće mrežnice, ozljeda optičkog živca i penetrantna ozljeda očne jabučice stanja su koja dovode do oštećenja vida i potrebno ih je kirurški zbrinuti bez odgode, unutar 6 sati od pojave simptoma. (13,47) Indikacija za hitni kirurški zahvat je inkarceracija EOM kod pacijenata pedijatrijske dobi s kliničkom prezentacijom frakture dna orbite bijelog oka (restrikcija bulbomotorike u odsutnosti vanjskih znakova ozljede) i radiološki evidentnim uklještenjem

mišića. (5,7) Naime, kod djece već i manje uklještenje ekstraokularnog mišića može rezultirati ishemijom i fibrozom. Stoga je kirurška intervencija neizbježna i izvodi se najkasnije 2 do 4 dana od nastupa traume. (47) Neki autori predlažu operacijski zahvat i ranije, unutar 24 sata. (48) Okulokadijalni refleks se ubraja u skupinu hitnih stanja nastalih zbog traume ekstraokularnog mišića i traži promptno zbrinjavanje zbog opasnosti nastupanja životno ugrožavajućih komplikacija, misleći pritom na poremećaje srčanog ritma. (7,12)

Najveći se postotak orbitalnih fraktura u ranoj fazi liječi konzervativno, a tijek razvoja simptoma prati kroz period od 2 tjedna. Smatra se da je to dovoljno vremena za povlačenje periorbitalnog edema i upale mekog tkiva. Tada je moguće s većom sigurnošću procijeniti težinu ozljede na temelju koje je lakše donijeti odluku o kirurškom liječenju. Naime, oteklina periorbitalnog tkiva i udružena nesuradljivost pacijenta onemogućuje adekvatnu ocjenu bulbomotorike, stupnja enoftalmosa te prisutnost perzistentne diplopije. (5) Većina autora zagovara ekspektativni stav za nekoliko sljedećih stanja. Za razliku od diplopije nastale zbog edema koja pokazuje postupno poboljšanje kroz period od 14 dana, diplopija uzrokovana nagnječenjem mišića ili oštećenjem živca perzistira i nakon nekoliko mjeseci. Takva, perzistentna diplopija prisutna unutar 30° pogleda (primarni pogled) potkrijepljena radiološkim nalazom uklještenja mišića ili pozitivnim testom forsirane dukcije indikacija je za kiruršku eksploraciju. Nadalje, rezolucijom edema inicijalno diskretan enoftalmos postaje izraženiji i ukoliko je veći od 2 mm u anterio-posteriornom smjeru smatra se klinički značajnim, a time indikacijom za kirurško liječenje. (7) Burnstine i sur. indikacijama za odgođen kirurški zahvat pridodaje velike frakture koje zahvaćaju više od 50% površine dna orbite, odnosno više od 3cm<sup>2</sup> ili s pomakom većim od 5 mm. (49,50) Frakture većih dimenzija stvaraju kozmetički neprihvatljiv enoftalmos koji, uz funkcionalne komplikacije, idu u prilog indikacijama za kirurški zahvat. (8) Ipak, odluka o kirurškom liječenju ne smije biti temeljena isključivo na kriteriju veličine defekta. U istraživanju Vicinanza i sur. uočavaju varijabilnost

izmjerenih dimenzija fraktura na temelju CT nalaza od strane različitih radiologa, stoga takva metoda ne daje dovoljno precizne rezultate. Osim toga, veličina frakture dna orbite ne korelira uvijek s težinom komplikacija i stoga ne smije biti jedini kriterij pri odlučivanju o kirurškom liječenju. (51) Kirurška intervencija indicirana je i kod kompresije infraorbitalnog živca i posljedične progresivne hipoestezije u području njene inervacije. (30)

Promatrajući svoje pacijente kroz period od 4 do 6 mjeseci nakon traume oka, Putterman i sur. dolaze do zaključka da ne postoji statistički značajna razlika između skupine koja je liječena konzervativno u odnosu na pacijente liječene kirurški kada je riječ o klinički značajnom enoftalmosu i simptomatskoj diplopiji. Ovi rezultati u skladu su s njihovim prethodnim razmišljanjem da simptomi frakture dna orbite primarno nastaju kao posljedica traumatskog hemoragijskog edema orbitalnog masnog tkiva, a njihovom rezolucijom povlače se i simptomi. (52)

Iako ne postoji konsenzus oko optimalnog trajanja perioda praćenja razvoja simptoma, većina autora zagovara da taj vremenski okvir ne bude dulji od 2 tjedna. Neželjene posljedice prekasnog kirurškog zahvata osobito se ističu kod slučajeva perzistentne diplopije s radiološki verificiranom kompresijom tkiva. Naime, odgađanje operacije za više od 2 tjedna predstavlja opasnost za razvoj fibroze koja urasta u mekotkivne strukture orbite, sluznicu maksilarnog sinusa i prerasta koštane fragmente. Kasniji je kirurški zahvat stoga povezan s lošijim postoperativnim rezultatom i povećanim rizikom za komplikacije kao što su sinuitis, dakriocistitis te kasni enoftalmos. (47,48) Razmatrajući vremenski interval od nastanka traume do kirurškog zahvata, Hawes i Dortzbach utvrđuju rezidualnu diplopiju kod 38% pacijenata operiranih nakon 2 mjeseca, odnosno kod 7% onih operiranih unutar 2 mjeseca od nastupa frakture dna orbite. (53)

Relativne kontraindikacije odnose se na ozljede oka, uključujući hifemu, perforaciju očne jabučice i odignuće mrežnice. Hemodinamski nestabilni pacijenti te osobe koje s očuvanim vidom samo na zahvaćenom oku ili s nedavnim kirurškim zahvatom na oku također pripadaju skupini s relativnim kontraindikacijama. (12)

### **7.3. KIRURŠKA REKONSTRUKCIJA**

#### **7.4. VRSTE MATERIJALA**

Materijali za rekonstrukciju fraktura dna orbite čine heterogenu skupinu, a uključuju aloplastični materijal, alografte, autografe i ksenografe. (2) Van Leeuwen i sur. razvili su matematički model koji pomaže u preoperativnom izboru rekonstruktivnog materijala. Varijable koje se procjenjuju su veličina orbitalnog defekta, mehanička svojstva i debljina rekonstruktivnog materijala te opterećenje orbitalnim sadržajem. (54)

Idealni rekonstrukcijski materijal mora pružiti dovoljnu stabilnost i održati snažnu potporu strukturama orbite kroz dulji vremenski period, bez da se deformira pod opterećenjem. Jednostavnost pri rezanju i oblikovanju materijala bitna je radi ostvarivanja adekvatnog oblika i veličine implantata i posljedično, postizanju odgovarajućeg volumena orbitalnog prostora. Nadalje, da bi se zadovoljili kriterij biokompatibilnosti, materijali moraju biti kemijski inertni, bez upalnih, kancerogenih ili alergenskih karakteristika. (2) Na izbor materijala utječu i značajke biološkog ponašanja pojedinog materijala, primjerice stupnju resorpcije autografa ili alografta. Prednost pri donošenju odluke o odabiru materijala je mogućnost fiksacije za kost kojom se smanjuje rizik za pomak implantata i posljedičnoj infekciji, pojavi fibroze i ožiljka. Ne smiju se zanemariti ni kriteriji dostupnosti i isplativosti koji često budu presudni faktor u izboru rekonstrukcijskog materijala.

Povijesno gledajući, u rekonstruktivnoj kirurgiji fraktura orbite najznačajniju ulogu imaju koštani autografti. (5) Koštani materijal se najčešće uzima s lubanjskog svoda, ilijačnog grebena, nosne kosti, prednjeg zida maksilarnog sinusa ili simfize mandibularne kosti. (55) Zbog blizine operativnom polju i zakrivljenosti sličnoj kostima zida orbite najčešće se koristi koštani presadak s kalvarije. (5) Prednosti autografta su prije svega dostupnost i biokompatibilnost te jednostavno fiksiranje na susjednu kost. Pogodni su za rekonstrukciju opsežnih fraktura i fraktura u djece mlađe od 7 godina. (5) Vidljivost na radiološkim snimkama olakšava postoperativnu procjenu uspješnosti zahvata i omogućuje dugotrajno praćenje. Osim toga, ne zahtijevaju sterilizaciju i ne sadrže oštre rubove koji mogu ozlijediti periorbitu i EOM. (2) Ipak, s vremenom dolazi do određenog stupnja resorpcije koji može utjecati na postoperativni rezultat. Stupanj resorpcije najizraženiji je na ilijačnoj kosti zbog svog enhodralnog porijekla, za razliku od manjeg stupnja resorpcije kod kosti kalvarije koje su intramembranoznog podrijetla. (55) U literaturi se navodi nemogućnost savijanja koja otežava prilagođavanje kompleksnijim oblicima. Pojedini autori izbjegavaju koštane autografe zbog komplikacija vezanih uz donorsko mjesto transplantata, uključujući bol, ožiljak, infekcije, hematome. Nepažnja prilikom uzimanja koštanog presatka pune debljine s kalvarije može dovesti do oštećenja tvrde moždane ovojnice (lat. *dura mater*) i eventualno do teškog ijtrogenog subarahnoidalnog ili intracerebralnog krvarenja. Zahvat na ilijačnom grebenu kao donorskom mjestu povezan je s povećanim rizikom za peritonitis, tromboemboliju, oštećenje kutanih femoralnih živaca, bol i općenito duljim vremenom hospitalizacije. (56)

Hrskavični autograf pokazuje slična svojstva kao i koštani autograf glede biokompatibilnosti i dostupnosti. (2) Kao donorsko mjesto primarno se koristi hrskavica nosnog septuma, a tek onda hrskavica ušne školjke. (5) Međutim, slabija strukturalna potpora, velika sklonost resorpciji i nemogućnost vizualizacija na radiološkim slikama čine je manje

poželjnom alternativom. Uz to, zbog ograničene količine hrskavičnog tkiva, hrskavični se autografti ne mogu iskoristiti u rekonstrukciji većih fraktura dna orbite. (55)

Alograft ili homograft je tkivo presađeno s mrtvog donora uz prethodno uklanjanje antigenskih komponenti. U primjeni su liofilizirana tvrda moždana ovojnica, demijelinizirana kost, liofilizirana hrskavica ili široka fascija (lat. *fascia lata*). Kraće trajanje operativnog zahvata, mogućnost preoperativnog podešavanja dimenzija alografta, izostanak komplikacija vezanih uz donorsko mjesto pacijenta i neograničena raspoloživost argumenti su zbog kojih se u prošlosti često odlučivalo za ovu vrstu materijala. Danas su alografti manje zastupljeni u rekonstruktivnoj kirurgiji fraktura dna orbite. Viši stupanj resorpcije tkiva od autolognog materijala, potreba za imunosupresivnom terapijom, strah od infekcije virusom hepatitisa C i HIV-a i opisani slučajevi Creutzfeldt–Jakobove bolesti nakon ugradnje koštanog alografta razlozi su zbog čega se danas prednost daje drugim vrstama materijala. (56,57)

Aloplastični materijali dostupni su kao resorptivne i neresorptivne ploče. Neresorptivni implantati najčešći u primjeni uključuju titanijsku mrežicu i porozni polietilen, a skupini resorptivnih materija pripadaju polilaktid, polidoksanon i poliglaktid kao najčešći. (55) Titanium kao materijal ima široku primjenu u kraniofacijalnoj kirurgiji pa tako i u kirurgiji fraktura dna orbite. Titanijska mrežica se u grupi aloplastičnih materijala pokazala kao jedna od najpouzdanijih i najsigurnijih. (58) Visoko je biokompatibilna te uzrokuje minimalni upalni odgovor tipa stranog tijela. (2) Savitljiva je i jednostavna za oblikovanje, a pruža stabilnost koštanim strukturama ne mijenjajući svoj oblik i položaj kroz vrijeme. (5) Značajna prednost titanijske mrežice je sposobnost ugradnje u okolno tkivo što joj daje dodatnu stabilnost, a zbog navedenih je osobina materijal izbora u rekonstrukciji fraktura većih dimenzija. (5,55) Unatoč prethodno navedenim prednostima, visoka cijena predstavlja značajni nedostatak u njenoj primjeni. (2,55) Nekoliko izoliranih studija navode infekcije, koroziju, i otpuštanje toksičnih metalnih iona kod pacijenata s titanijskom mrežicom. (5,55)

Urastanje fibrovaskularnog tkiva može otežati uklanjanje mrežice pri čemu treba voditi računa i o oštrim rubovima koji mogu učiniti dodatnu traumu mekog tkiva. (5) Komplikacije vezane uz aloplastični materijal rijetke su i uglavnom prikazane kroz pojedinačne slučajeve. Kasne upalne reakcije opisane su kod pacijenata i 3 godine nakon operacije.(59)

Porozni polietilen (engl. *porous polyethylene*, Medpor®) je neresorptivni polimer velike gustoće i varijabilne debljine (0.4–1.5 mm). U kliničkoj primjeni je od 90-ih godina prošlog stoljeća i visoko je biokompatibilan, jednostavan za krojenje uz mogućnost fiksiranja vijcima. Daje dugotrajnu strukturalnu stabilnost što je jedan od razloga široke upotrebe ovog alografta. Stabilnost materijala je posljedica proliferacije fibrovaskularnog tkiva koje urasta u pore određene gustoće. Uspoređujući postoperativni ishod nakon rekonstrukcije manjih fraktura orbite titanskom mrežicom i poroznim polietilenom, Dietz i sur nisu pronašli statistički značajne razliku, a oba materijala pokazuju sličan postotak postoperativnih komplikacija. (55) Nedostatak ovog materijala je prožimanje polietilenske pločice fibrovaskularnim tkivom koje može otežavati njeno uklanjanje prilikom čega se ona može razbiti u manje dijelove i uzrokovati dodatnu traumu okolnog tkiva. Učestalost komplikacija nakon prvog rekonstruktivnog zahvata polietilenskim alograftom kreće se između 10,3% i 26,3%, ovisno o studiji. Kao najčešće kirurške komplikacije spominju se pomak implantata, infekcije, stvaranje fistule, ciste, krvarenja te restriktivan strabizam. (40)

Sve se češće u rekonstruktivnoj kirurgiji dna orbite zagovaraju kompozitni materijali kako bi se do izražaja došle sve prednosti pojedinih materijala, a nedostaci eliminirali. U kliničkoj je primjeni titanska mrežica presvučena polietilenom s karakteristikama titana koje uključuju snagu i stabilnost, radioopacitet i lakoću oblikovanja, dok polietilenska glatka površina omogućuje slobodno klizanje orbitalnog tkiva. (55)



Resorptivni materijali za rekonstrukciju orbitalnih fraktura široko se primjenjuju tijekom posljednjih 20-ak godina, i to najviše polilaktid, polidoksanon i poliglaktid. Njihova najveća prednost je jednostavnost prilikom rukovanja, prilagodljivost koštanoj površini i lako krojenje željenog oblika. Pružaju privremenu stabilnost i nakon resorpcije zaostaje granulacijsko tkivo. (2) Lieger i sur. objavljuju zadovoljavajuće rezultate nakon premoštavanja koštanog defekta manjeg od 15 mm biorazgradivim polilaktidom. (60) Drugi autori pak ne preporučaju primjenu resorptivnih materijala u rekonstruktivnoj kirurgiji fraktura većih od 2,5 cm<sup>2</sup>. (5) Nekoliko autora upozorava na slabu potporu koštanim strukturama i upalni odgovor uzrokovan hidrolizom resorptivnog materijala. (2) Polidioxanon je najzastupljeniji resorptivni materijal u rekonstrukciji fraktura dna orbite. Potpuna resorpcija nastupa otprilike 6 mjeseci od postavljanja. Pokazalo se da polidoksanonske pločice debljine 0,15 mm daju slične postoperativne ishode kao i titanijske mrežice debljine 0,3 mm. (55)

Resorptivni materijal je, zajedno s autolognom kosti, materijal izbora u rekonstrukciji fraktura dna orbite kod djece mlađe od 16 godina. Upotreba tih materijala, za razliku od neresorptivnih implantata, ne zahtjeva sekundarni zahvat koji značajno povećava troškove i rizik za postoperativne komplikacije. Azzi i sur. ističu kako se infekcije, kao najčešće komplikacije rekonstrukcije dna orbite, viđaju najvećim dijelom kod pacijenata s ugrađenim neresorptivnim materijalom. (56)

## **7.5. TEHNIKE KIRURŠKOG ZAHVATA**

Glavni cilj kirurške rekonstrukcije je uspostava normalnog orbitalnog volumena i repozicija prolabiranog orbitalnog tkiva (32)

### 7.5.1. KLASIČNI PRISTUP

Kirurški pristup u liječenju fraktura dna orbite ovisi o vrsti i lokalizaciji frakture, iskustvu kirurga te raspoloživoj opremi. (7) U literaturi je opisano nekoliko načina na koji se pristupa frakturi orbitalnog dna. U najvećoj mjeri primjenjuje se transkonjunktivalni pristup jer ne ostavlja vidljiv ožiljak, a postotak postoperativnih komplikacija ne prelazi 1%. (5) Ovaj pristup često je potrebno kombinirati s lateralnom kantotomijom radi postizanja zadovoljavajuće vizualizacije operacijskog polja i pritom postoji manji rizik za nastanak entropija. (7) Incizija kože započinje horizontalnom laterlanom kantotomijom veličine 2 mm, nakon koje slijedi vertikalno odvajanje donjeg segmenta lateralne kantalne tetive (lat. *lig. pelpbrae laterale*). Radi sprečavanja kontrakture tkiva, monopolarni elektrokauter se nastoji izbjegavati. Zato se za inciziju konjunktive koriste kirurške škare, a hemostaza se ostvaruje bipolarin elektrokauterom s vrlo preciznom aktivnom elektrodom. Na infraorbitalni rub se pristupa preseptalnom incizijom usmjerenom vertikalno. (11,61) Transkonjunktivalnu inciziju moguće je proširiti medijalno gdje se nastavlja u pre- ili transkarunkularnu inciziju. Potonja se povezuje s nazolakrimalnom opstrukcijom koja nastaje kao rezultat stvaranja fibroznog tkiva. (11)

Subcilijarni i subtarzalni pristupi se rjeđe primjenjuju iz estetskih razloga koji uključuju stvaranje vidljivog ožiljka i rizik za postoperativni ektropij. (7) Primjerice, ektropij se kao komplikacija javlja u približno 13% pacijenata nakon operacije subcilijarnim pristupom, dok je kod subtarzalne incizije taj postotak manji, a nastanak upadljivog ožiljka u optimalnim uvjetima iznosi do 3%. (5)

Nakon što se prikaže infraorbitalni rub bilo kojim od opisanih pritupa slijedi incizija periosta (pod kutem od 20 stupnja Colorado iglom) te presijecanje i elevacija periorbitalnog

tkiva pomoću periostealnog elevatora. Strukture koje pritom treba čuvati su infraorbitalni živac, suzni aparat oka i polazište donjeg kosog ekstraokularnog mišića jer bi njihovo oštećenje rezultiralo neželjenim postoperativnim komplikacijama. (12) Nježna depresija koštanih rubova i adhezioliza tkiva koje urasta u mukoperiosteum maksilarnog sinusa olakšava repoziciju herniranog tkiva. Krajnji cilj podizanja fibroadipoznog i mišićnog tkiva je vizualizacija koštanih rubova frakture, a naročito njenog posteriornog segmenta, što je preduvjet za ispravno postavljanje implantata. (61)

Periost se zatvara 6-0 poliglikolnim „madrac šavom“ s ciljem sprečavanja pomaka implantata. Neposredno prije zatvaranja, u periostalno područje postavlja se dren malog kalibra. Nadalje, šav ne smije obuhvatiti orbitalni septum jer inače dolazi do uvrtnja ili retrakcije donje vjeđe. Forniks donje konjunktive labavo se zatvara jednim ili više 6-0 ketgut šavom, a lateralni kantus pojedinačnim 6-0 poliglikolnim šavom. Po otpustu iz bolnice uklanja se dren, a pacijentu se savjetuje da ne ispuhuje nos i ne podiže težak teret. Postoperativni rezultat evaluira se 6 do 12 mjeseci nakon zahvata kada se procjenjuje položaj vjeđa, simetrija očnih jabučica i bulbomotorika. (61)

### **7.5.2. ENDOSKOPSKI PRISTUP**

Glavna indikacija za endoskopski zahvat frakture dna orbite je fraktura s minimalnim pomakom i uklještenjem mišića. Frakture dna orbite koje se šire prema infraorbitalnom živcu ili uključuju laminu papiraceu nisu pogodne za ovaj oblik liječenja i zahtijevaju konvencionani transorbitalni pristup. (62)

Endoskopski zahvat frakture dna orbite započinje uvođenjem pacijenta u opću anesteziju. Transmaksilarni ili Caldwell Luc pristup najčešće je izvođeni i pruža najbolju

vizualizaciju cijele površine dna orbite. Započinje incizijom duljine 2 cm u predvorju usne šupljine u području očnjaka gornje čeljusti nakon kojom se prikaže prednji zid maksilarnog sinusa (lat. *fossa canina*). Slijedi maksilarna antrostomija dimenzija 1,0 x 2,0 cm učinjena pomoću osteotoma i odstranjivača kosti po Kerrisonu. Gornja usna se pridržava retraktorom, a u maksilarni sinus se, radi dekongestije, umeću oblozi natopljeni oksimetazolinom. Kroz otvor učinjen antrostomijom uvodi se endoskop kojim se detaljno pregleda dno orbite cijelom njenom površinom, veličina i lokalizacija defekta orbitalnog dna te otvor maksilarnog sinusa u srednji nosni hodnik. U svrhu procjenjivanja dimenzija defekta pojedini autori predlažu izvođenje „pulsnog testa“ na način da se prilikom primjene blagog pritiska izvana na očnu jabučicu promatraju pulsacije protrudiranog orbitalnog sadržaja. Nadalje, endoskopski se procijenjuje postoji li prolaps orbitalnog tkiva ili uklještenje EOM. (62) Ukoliko se uoči kominutivni prijelom, potrebno je ukloniti koštane fragmente kako se oni ne bi prenijeli u orbitalnu šupljinu. (63) Kod rekonstrukcije dna orbite endoskopskim pristupom naglasak je na fizikalnim svojstvima implantata. On mora biti dovoljno fleksibilan da bi se mogao umetnuti kroz defekt orbitalnog dna, a opet dovoljno čvrst da održi strukturalnu potporu reponiranom orbitalnom tkivu. Stoga autori predlažu porozni polietilen, koji najbolje odgovara navedenim karakteristikama. (64)

## **7.6. KOMPLIKACIJE, FUNCIONALNI I ESTETSKI REZULTATI**

Najvažniji parametri u evaluaciji postoperativnog ishoda kod pacijenata s frakturom dna orbite uključuju narušavanje funkcije oka (oštećenje vida, disfunkcija EOM i diplopija), estetski rezultati (enofthalmos) i hipoestazija u inervacijskom području infraorbitalnog živca. (47) Diplopija je česta postoperativna komplikacija i uglavnom je prolaznog karaktera. Ipak, u literaturi se spominje udio perzistentne diplopije koji varira između 8 i 42%. Kao rezultat

neadekvatnog postavljanja, uklještenje implantata najčešći je uzrok perzistentne diplopije. U manjem postotku do postoperativne diplopije dolazi zbog traume i fibroze mišića ili pareze živca, a viđaju se nakon kirurškog zahvata odgođenog za više tjedana ili čak mjeseci. (5) Udio odraslih pacijenata s rezidualnom diplopijom 6 mjeseci nakon rekonstrukcije iznosi 26,4%, a kod djece se postoperativna diplopija viđa 17,5% svih slučajeva fraktura dna orbite. Smatra se kako je vremenski interval između traume i kirurškog zahvata bitan faktor koji određuje rizik razvoja rezidualne diplopije. (65) Postoperativni enoftalmos je kao komplikacija liječenja fraktura dna orbite zabilježena u 7 do 27% slučajeva i primarno nasataje zbog atrofije intraorbitalnog masnog tkiva, ali može biti i rezultat nestručno izvedene rekonstrukcije dna orbite. Korigira se elevacijom i repozicijom postojećeg ili ugradnjom sekundarnog implantata oko 3 mjeseca od inicijalnog kirurškog zahvata. (5)

Ektropij ili entropij donje vjeđe opisani su kod zahvata sa subcilijanim i subtarzalnim, rjeđe transkonjunktivalnim pristupom. Bahr i sur. ektropij zapažaju kod 8% pacijenata nakon subcilijarnog pristupa, a Holtmann i sur. smatraju kako je odabir subcilijanog pristupa odgovoran za 42% slučajeva postoperativnog ektropija. (33) Uvrtnje vjeđe rezultira nepotpunim zatvaranjem vjeđnog rasporka te posljedičnim sindromom suhog oka, a predstavlja i estetski problem za pacijenta. Iako postoperativno uvrtnje vjeđe pokazuje tendenciju rezolucije tijekom 4 do 6 mjeseca konzervativnog liječenja, kod manjeg broja pacijenata potrebna je kirurška korekcija. (16)

Akutne komplikacije kirurškog liječenja uključuju intraoperativno krvarenje koje neprepoznato, dovodi do retrobulbarnog hematoma, povišenja intraorbitalnog tlaka i mogućeg gubitka vida. (12)

Komplikacije vezane uz rekonstrukciju dna orbite implantatom odnose se na pomak i ekstruziju implantata, lokalnu upalnu reakciju, a rjeđe na celulitis orbite, retrobulbarni hematom, postoperativnu optičku neuropatiju i sljepoću. (8)

## 8. KARAKTERISTIKE FRAKTURE DNA ORBITE U PEDIJATRIJSKOJ POPULACIJI

Dječje kosti pokazuju nekoliko specifičnosti u odnosu na one u odrasloj dobi. Mlađa, slabije mineralizirana kost sklonija je savijanju pri čemu nastaje linearna fraktura pukotina medijalno od infraorbitalnog kanala s minimalnim pomakom. (2,43) Razlike u tipu fraktura dna orbite kod djece u odnosu na odrasle Egbert i sur. objašnjavaju razlikom u anatomiji orbite i sinusa u tim dvjema skupinama. Naime, do ulaska u pubertet najveći dio orbitalnog dna čini nezrela kost koja leži nad malim, nepotpuno pneumatiziranim maksilarim sinusom. Uslijed nagle pneumatizacije maksilarnog sinusa između 6. i 12. godine života dolazi do njegovog povećanja i posljedičnog stanjenja kostiju dna orbite. Djelovanjem sile većih razmjera na takve tanje kosti češće nastaju veći, kominutivni prijelomi. (22) Hink u svom radu razlike u frakturi dječje i odrasle orbite pripisuje različitom omjeru neurokranijuma prema viscerokraniju. Kod dojenčadi taj omjer iznosi 8:1 i rezultat je disproportionalno bržeg rasta neurokranijuma u odnosu na viscerokranij tijekom prvih nekoliko godina života. Ipak, u dobi od 2 godine započinje ubrzani rast lica, da bi do 7. godine završio rast orbite, dok se razvoj donjeg dijela lica nastavlja do ranih 20-ih godina. Zbog opisanih anatomskih karakteristika kod djece je traumi najizloženije supraorbitalno područje i neurokranijum, dok starija djeca češće zadobivaju ozljede u području lica. Navedeni obrazac javljanja fraktura pojedine lokalizacije ovisno o dobi može se preslikati na orbitu. Kod vrlo male djece u najvećoj mjeri nalazimo frakture krova orbite i te je pacijente dovoljno samo pratiti. Treba uzeti u obzir da su takve frakture često udružene s frakturom kranija i ozljedom neuralnih struktura te se one moraju isključiti prije otpusta iz bolnice. (5) U nekoliko se radova navodi incidencija intrakranijalne ozljede kod djece s frakturom krova orbite koja, ovisno o autoru,

varira između 28 i 86%. Kod starije djece i odraslih frakture dna orbite su učestalije, a nerijetko su povezane s ozljedama oka. (66)

Udio fraktura orbite u ukupnom broju svih fraktura lica u pedijatrijskoj populaciji kreće se između 3 i 45%, ovisno o autoru. Osim toga, zapažena je povećana učestalost fraktura lica, a time i fraktura dna orbite u dvije dobne skupine. Prva dobna skupina obuhvaća djecu od 6 do 7 godina i podudara se s dobi u kojoj ona kreću i prvi razred osnovne škole. Druga skupina podrazumijeva djecu starosti od 12 do 14 godina kod koje se primjećuje i učestalije bavljenje sportom. Frakture dna orbite pokazuju nejednaku distribuciju vezanu uz spol. Omjer dječaka i djevojčica varira između 1,1:1 i 8,5:1. Izuzetak su djeca mlađa od 4 godine kod kojih je učestalost frakture orbite jednaka u oba spola. (66)

Više je radova koji objašnjavaju mehanizam ozljede specifičan za pacijente pedijatrijske dobne skupine. Smatra se da prilikom udarca usmjerenog prema orbiti dolazi do savijanja elastične i fleksibilne dječje kosti dna orbite. Pritom je koštani ulomak pomaknut inferiorno, u maksilarni sinus, ali ostaje djelomično u kontaktu s orbitalnim dnom. (2) Nakon prestanka djelovanja sile zbog elastičnog svojstva zauzima svoj prvobitni položaj. (21) Nastala fraktura zbog svojih karakteristika pripada skupini fraktura tipa zelene grančice (engl. *greenstick fractures*). (67) Nadalje, mehanizam nastanka frakture kod djece podsjeća na otvaranje vrata podruma ili tavana pa je prema tome dobio i ime (engl. *trapdoor fractures*). Tijekom privremenog pomaka koštanog ulomka dolazi do hernijacije i uklještenja orbitalnog mekog tkiva i mišića unutar frakturne pukotine. (21,68) Uklještenje donjeg ravnog mišića predstavlja opasnost za razvoj ishemije i nekroze te nastanak fibroze koja u konačnici rezultira nastankom Volkmannove kontrakture mišića i trajnim oštećenjem bulbomotorike. (12,20,69)



Jordan i sur. autori među prvima opisuju kliničku sliku pacijenata kod kojih je nastupio prethodno opisan mehanizam ozljede. Radi se o pacijentima starosti do 18 godina s anamnestičkim podatkom o udarcu većeg intenziteta usmjerenom periorbitalno. Inspekcijom su utvrđeni minimalni ili čak nikakvi vanjski znakovi traume orbite, a pacijenti navode bol u području oka. Kao karakterističan znak navode značajan restriktivni strabizam koji se osobito zapaža pri pogledu usmjerenom prema gore. Zbog izostanka, odnosno vrlo diskretnih vanjskih znakova traume ovakva klinička slika naziva se fraktura dna orbite bijelog oka (engl. *white-eyed blowout fracture*) i predstavlja indicaciju za što raniju kiruršku intervenciju. (2,68)

Nerijetko su mučnina i povraćanje najranije manifestacije frakture dna orbite u dječjoj dobi. Smatra se da su ti simptomi posljedica stimulacije tonusa *n. vagusa* kao odgovor na bol. Iako mučnina i povraćanje *per se* nisu jasna indicacija za hitni kirurški zahvat, udruženi s restrikcijom bulbomotorike trebaju pobuditi sumnju na uklještenje ekstraokularnog mišića. Diferencijalno dijagnostički kod pacijenta pedijatrijske dobi s traumom orbite i udruženom mučninom i povraćanjem treba razmišljati o okulokardijalnom refleksu. (69)

## 9. ZAKLJUČAK

Kliničko odlučivanje u postupanju s pacijentima s frakturom dna orbite i danas predstavlja izazov, a mnogi aspekti liječenja takvih pacijenata su još uvijek nedorečeni i nedovoljno usuglašeni među stručnjacima koji se bave ovim područjem. Neslaganja se najviše odnose na indikacije za kirurški zahvat, vremenski period između traume i konačne rekonstrukcije defekta dna orbite te vrste rekonstrukcijskog materijala. Ipak, unatoč nedostatku jasnih smjernica u liječenju fraktura dna orbite, postoji težnja razjašnjavanju postojećih i istraživanju novih modaliteta liječenja.

Klinička procjena ključna je za daljnje planiranje i zbrinjavanja pacijenata i ne smije zanemariti alarmantne simptome poput gubitka vida, intenzivne boli u području orbite i diplopije jer njihovo neodgovarajuće liječenje može prouzročiti neželjene komplikacije. Stoga se odluka o liječenju, bilo da se radi o kirurškom ili konzervativnom liječenju, mora temeljiti na kliničkoj prezentaciji i anamnestičkim podacima pacijenata s frakturom dna orbite, a radiološka dijagnostika daje dodatne informacije o opsegu frakture.

Ciljevi kirurške rekonstrukcije orbitalnih fraktura uključuju uspostavu kontinuiteta koštanog zida dna orbite i normalnog volumena orbitalne šupljine uz anatomsku repoziciju očne jabučice, EOM i intraorbitalnog masnog tkiva. Implantati koji se odabiru moraju zadovoljiti kriterije biokompatibilnosti, dugotrajne stabilnosti, radioopaciteta, a prednost imaju oni koji u anatomskom smislu nabolje odgovaraju karakteristikama orbite i orbitalnog defekta. Osim toga, pri rekonstrukciji fraktura dna orbite naglasak je na pravilnom rukovanju i ugrađivanju implantata radi maksimalnog smanjenja broja postoperativnih komplikacija koje su u najvećoj mjeri povezane s neadekvatnom intraoperativnom procjenom i postavljanjem implantata.

## **10. ZAHVALE**

Zahvaljujem se svojoj mentorici, dr. sc. Jeleni Juri Mandić na usmjeravanju, pomoći i savjetima prilikom izrade ovog rada.

Puno hvala mojoj obitelji na ljubavi i podršci tijekom pisanja ovog rada, ali i tijekom čitavog studija.

Ovaj rad je posvećen njima.

## 11. LITERATURA

1. Reyes JM, Fernanda M, Vargas G, Rosenvasser J, Arocena MA, Medina AJ, et al. Classification and epidemiology of orbital fractures diagnosed by computed tomography. *Rev Argentina Radiol.* 2013;77(2):139–45.
2. Strong EB. Orbital fractures: Pathophysiology and implant materials for orbital reconstruction. *Facial Plast Surg.* 2014;30(5):509–17.
3. Yamanaka Y, Watanabe A, Sotozono C, Kinoshita S. Impact of surgical timing of postoperative ocular motility in orbital blowout fractures. *Br J Ophthalmol.* 2018;102(3):398–403.
4. Ahmad F, Kirkpatrick NA, Lyne J, Urdang M, Waterhouse N. Buckling and hydraulic mechanisms in orbital blowout fractures: Fact or fiction? *J Craniofac Surg.* 2006;17(3):438–41.
5. Boyette JR, Pemberton JD, Bonilla-Velez J. Management of orbital fractures: Challenges and solutions. *Clin Ophthalmol.* 2015;9:2127–37.
6. Felding UNA. Blowout fractures - clinic, imaging and applied anatomy of the orbit. *Dan Med J.* 2018;65(3):1–9.
7. MS G, AK G. Evidence-Based Medicine. *Plast Reconstr Surg.* 2014;134(6):1345–55.
8. Brady SM, McMann MA, Mazzoli RA, Bushley DM, Ainbinder DJ, Carroll RB. The diagnosis and management of orbital blowout fractures: Update 2001. *Am J Emerg Med.* 2001;19(2):147–54.
9. Long J, Tann T. Orbital trauma. 2002;15:249–53.
10. Jones DEP, Evans JNG. “Blow-out” Fractures of the Orbit: An Investigation into their Anatomical Basis. *J Laryngol Otol.* 1967;81(10):1109–20.

11. Bevans SE, Moe KS. Advances in the Reconstruction of Orbital Fractures. *Facial Plast Surg Clin North Am.* 2017;25(4):513–35.
12. Kim HS, Jeong EC. Orbital Floor Fractures. *Orbital Floor Fract.* 2016;17(3):111–8.
13. Ramponi DR, Astorino T, Bessetti-Barrett CR. Orbital Floor Fractures. *Adv Emerg Nurs J.* 2017;39(4):240–7.
14. Chi MJ, Ku M, Shin KH, Baek S. An analysis of 733 surgically treated blowout fractures. *Ophthalmologica.* 2010;224(3):167–75.
15. Shin JW, Lim JS, Yoo G, Byeon JH. An analysis of pure blowout fractures and associated ocular symptoms. *J Craniofac Surg.* 2013;24(3):703–7.
16. Bowling J, Brad K. *Kanski's Clinical Ophthalmology.* 8th ed. 2015. 928 p.
17. Schmä F, Basel T, Grenzebach UH, Thiede O, Stoll W. Preseptal transconjunctival approach for orbital floor fracture repair: Ophthalmologic results in 209 patients. *Acta Otolaryngol.* 2006;126(4):381–9.
18. Higashino T, Hirabayashi S, Eguchi T, Kato Y. Straightforward factors for predicting the prognosis of blow-out fractures. *J Craniofac Surg.* 2011;22(4):1210–4.
19. Delpachitra SN, Rahmel BB. Orbital fractures in the emergency department: A review of early assessment and management. *Emerg Med J.* 2016;33(10):727–31.
20. Cohen SM, Garrett CG. Pediatric orbital floor fractures: Nausea/vomiting as signs of entrapment. *Otolaryngol - Head Neck Surg.* 2003;129(1):43–7.
21. Chung SY, Langer PD. Pediatric orbital blowout fractures. *Curr Opin Ophthalmol.* 2017;28(5):470–6.
22. Egbert JE, May K, Kersten RC, Kulwin DR. Pediatric orbital floor fracture: Direct

- extraocular muscle involvement. *Ophthalmology*. 2000;107(10):1875–9.
23. Le Fort R. Experimental study of fractures of the upper jaw. In: Tessier P (trans). *The classic reprints I and II*. *Plast Reconstr Surg*. 1972;50(6):600–5.
  24. Fujino T. Experimental “blowout” fracture of the orbit. Vol. 54, *Plastic and Reconstructive Surgery*. 1974. p. 81–2.
  25. Pfeiffer RL. Traumatic enophthalmos. *Arch Ophthalmol*. 1943;30(6):718–26.
  26. Waterhouse N, Lyne J, Urdang M, Garey L. An investigation into the mechanism of orbital blowout fractures. *Br J Plast Surg*. 1999;52(8):607–12.
  27. Smith B, Regan WF. Blow-out fracture of the orbit. Mechanism and correction of internal orbital fracture. *Am J Ophthalmol*. 1957;44(6):733–9.
  28. Nagasao T, Miyamoto J, Jiang H, Tamaki T, Kaneko T. Interaction of hydraulic and buckling mechanisms in blowout fractures. *Ann Plast Surg*. 2010;64(4):471–6.
  29. Sugamata A, Yoshizawa N. Clinical analysis of orbital blowout fractures caused by a globe-to-wall contact mechanism. *J Plast Surg Hand Surg*. 2010;44(6):278–81.
  30. Burnstine MA. Clinical recommendations for repair of isolated orbital floor fractures. *Ophthalmology*. 2002;109(7):1207–10.
  31. Kreidl KO, Kim DY, Mansour SE. Prevalence of Significant Intraocular Sequelae in Blunt Orbital Trauma. *Am J Emerg Med*. 2003;21(7):525–8.
  32. Cruz AA V., Eichenberger GCD. Epidemiology and management of orbital fractures. *Curr Opin Ophthalmol*. 2004;15(5):416–21.
  33. Courtney DJ, Thomas S, Whitfield PH. Isolated orbital blowout fractures: Survey and review. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2000;38(5):496–503.

34. Winters R, Chastant R, Graham HD. When is immediate surgical intervention required for isolated orbital blowout fractures? *Laryngoscope*. 2014;124(3):585–6.
35. Moe KS, Murr AH, Wester ST. Orbital Fractures. *Facial Plast Surg Clin North Am*. 2018;26(2):237–51.
36. Schmutz B, Rahmel B, McNamara Z, Coulthard A, Schuetz M, Lynham A. Magnetic resonance imaging: An accurate, radiation-free, alternative to computed tomography for the primary imaging and three-dimensional reconstruction of the bony orbit. *J Oral Maxillofac Surg*. 2014;72(3):611–8.
37. Ng P, Chu C, Young N, Soo M. Imaging of orbital floor fractures. *Australas Radiol*. 1996;40(3):264–8.
38. Shah HA, Shipchandler TZ, Sufyan AS, Nunery WR, Lee HBH. Use of fracture size and soft tissue herniation on computed tomography to predict diplopia in isolated orbital floor fractures. *Am J Otolaryngol - Head Neck Med Surg*. 2013;34(6):695–8.
39. Hsieh TY, Vong S, Strong EB. Orbital reconstruction. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2015;23(5):388–92.
40. Ridwan-Pramana A, Wolff J, Raziei A, Ashton-James CE, Forouzanfar T. Porous polyethylene implants in facial reconstruction: Outcome and complications. *J Cranio-Maxillofacial Surg*. 2015;43(8):1330–4.
41. Wayne S, Kubal M. Imaging of. *Radiographics*. 2008;1729–39.
42. Morotomi T, Iuchi T, Hashimoto T, Sueyoshi Y, Nagasao T, Isogai N. Image analysis of the inferior rectus muscle in orbital floor fracture using cine mode magnetic resonance imaging. *J Cranio-Maxillofacial Surg*. 2015;43(10):2066–70.
43. Wei LA, Durairaj VD. Pediatric orbital floor fractures. *J AAPOS*. 2011;15(2):173–80.

44. Wiener E, Kolk A, Neff A, Settles M, Rummeny E. Evaluation of reconstructed orbital wall fractures: High-resolution MRI using a microscopy surface coil versus 16-slice MSCT. *Eur Radiol.* 2005;15(6):1250–5.
45. Knevil GJ, Loukota RA. Outcomes of prophylactic antibiotics following surgery for zygomatic bone fractures. *J Cranio-Maxillofacial Surg.* 2010;38(2):131–3.
46. DC C, RS E, SL P, SD H, RL M, JP B. The timing of prophylactic administration of antibiotics and the risk of surgical-wound infection. *N Engl J Med.* 1992;326(5):281–6.
47. Steenen SA, Dubois L, Mourits MP, Gooris PJJ, Becking AG. Controversies in orbital reconstruction—II. Timing of post-traumatic orbital reconstruction: A systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2014;44(4):433–40.
48. Beigi B, Khandwala M, Gupta D. Management of pure orbital floor fractures: A proposed protocol to prevent unnecessary or early surgery. *Orbit.* 2014;33(5):336–42.
49. Kersten RC, Vagefi MR, Bartley GB. Orbital “Blowout” Fractures: Time for a New Paradigm. *Ophthalmology.* 2018;125(6):796–8.
50. HR J, SO S, MJ C, YS C. Relationship between the extent of fracture and the degree of enophthalmos in isolated blowout fractures of the medial orbital wall. *J Oral Maxillofac Surg.* 2000;58(6):620–1.
51. Vicinanza MG, McGwin G, Allamneni C, Long JA. Interreader variability of computed tomography for orbital floor fracture. *JAMA Ophthalmol.* 2015;133(12):1393–7.
52. Putterman AM, Stevens T, Urist MJ. Nonsurgical management of blow-out fractures of the orbital floor. *Am J Ophthalmol.* 1974;77(2):232–9.
53. Harris GJ, Garcia GH, Logani SC, Murphy ML. Correlation of preoperative computed



- tomography and postoperative ocular motility in orbital blowout fractures. *Ophthalm Plast Reconstr Surg.* 2000;16(3):179–87.
54. van Leeuwen A, Ong H, Vissink A, Grijpma D, Bos R. Reconstruction of orbital wall defects: recommendations based on a mathematical model. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2013;42(10):1323.
  55. Dubois L, Steenen SA, Gooris PJJ, Bos RRM, Becking AG. Controversies in orbital reconstruction - III. Biomaterials for orbital reconstruction: A review with clinical recommendations. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2016;45(1):41–50.
  56. Azzi J, Azzi AJ, Cugno S. Resorbable Material for Pediatric Orbital Floor Reconstruction. *J Craniofac Surg.* 2018;29(7):1693–6.
  57. Chowdhury K, Krause GE. Selection of materials for orbital floor reconstruction. *Arch Otolaryngol - Head Neck Surg.* 1998;124(12):1398–401.
  58. Lieger O, Schaller B, Kellner F, Messmer-Schai B, Iizuka T. Low-profile titanium mesh in the use of orbital reconstruction: A pilot study. *Laryngoscope.* 2012;122(5):982–91.
  59. Nerad JA, Jordan DR, Anderson RL, St. Onge P, Patrinely JR. Complications Associated with Alloplastic Implants used in Orbital Fracture Repair. *Ophthalmology.* 1992;99(10):1600–8.
  60. Teo L, Teoh SH, Liu Y, Lim L, Tan B, Schantz JT, et al. A Novel Bioresorbable Implant for Repair of Orbital Floor Fractures. *Orbit.* 2015;34(4):192–200.
  61. Harris GJ. Avoiding complications in the repair of orbital floor fractures. *JAMA Facial Plast Surg.* 2014;16(4):290–5.
  62. Fernandes R, Strong EB. Endoscopic repair of orbital floor fractures. *Oper Tech*

- Otolaryngol - Head Neck Surg. 2008;19(3):209–13.
63. Soejima K, Shimoda K, Kashimura T, Yamaki T, Kono T, Sakurai H, et al. Endoscopic transmaxillary repair of orbital floor fractures: A minimally invasive treatment. *J Plast Surg Hand Surg.* 2013;47(5):368–73.
  64. Jin HR, Yeon JY, Shin SO, Choi YS, Lee DW. Endoscopic versus external repair of orbital blowout fractures. *Otolaryngol - Head Neck Surg.* 2007;136(1):38–44.
  65. Su Y, Shen Q, Lin M, Fan X. Diplopia of pediatric orbital blowout fractures: A retrospective study of 83 patients classified by age groups. *Med (United States).* 2015;94(4):1–6.
  66. Hink EM, Wei LA, Durairaj VD. Clinical features and treatment of pediatric orbit fractures. *Ophthal Plast Reconstr Surg.* 2013;30(2):124–31.
  67. Koltai PJ, Rabkin D. Management of facial trauma in children. *Pediatr Clin North Am.* 1996;43(6):1253–75.
  68. Jordan DR, Allen LH, White J, Harvey J, Pashby R, Esmaeli B. Intervention within days for some orbital floor fractures: The white-eyed blowout. Vol. 14, *Ophthalmic Plastic and Reconstructive Surgery.* 1998. p. 379–90.
  69. Bansagi ZC, Meyer DR. Internal orbital fractures in the pediatric age group: Characterization and management. *Ophthalmology.* 2000;107(5):829–36.

## 12. ŽIVOTOPIS

Rođena sam 05.06.1994. godine u Čakovcu. Završila sam III. osnovnu školu Čakovec, Gimnaziju Josipa Slavenskog Čakovec i Umjetničku školu Miroslav Magdalenić Čakovec.

Medicinski fakultet u Zagrebu upisala sam 2013. godine. Aktivno se služim engleskim i njemačkim jezikom.