



UNIVERZITET U NIŠU  
MEDICINSKI FAKULTET



**Srbislav S. Pajić**

**ZNAČAJ VELIČINE  
I STRUKTURE ZIDOVA ČEONOG SINUSA  
NA NASTANAK KONTUZIJE MOZGA  
KOD TRAUME ČEONE REGIJE**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Niš, 2018.

---



UNIVERSITY OF NIŠ  
FACULTY OF MEDICINE



**Srbislav S. Pajić**

**THE IMPORTANCE OF THE SIZE AND  
STRUCTURE OF FRONTAL SINUS WALLS  
FOR THE OCCURRENCE OF BRAIN CONTUSION  
IN TRAUMAS TO THE FRONTAL REGION**

DOCTORAL DISSERTATION

Nis, 2018

---

## INFORMACIJE O MENTORU I ČLANOVIMA KOMISIJE

### MENTOR:



Prof. dr Zoran Pešić, maksilofacijalni hirurg  
*vanredni profesor Medicinskog fakulteta Univerziteta u Nišu*

### ČLANOVI KOMISIJE:



Prof. dr Dragan Krasić, maksilofacijalni hirurg, predsednik  
*vanredni profesor Medicinskog fakulteta Univerziteta u Nišu*



Prof. dr Dragan Petrović, maksilofacijalni hirurg, član  
*redovni profesor Medicinskog fakulteta Univerziteta u Nišu*



Prof. dr Nenad Filipović, inženjerske nauke i bioinženjering, član  
*redovni profesor Fakulteta Inženjerskih nauka Univerziteta u Kragujevcu*



Prof. dr Lukas Rasulić, neurohirurg, član  
*vanredni profesor Medicinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu*

DATUM ODBRANE: \_\_\_\_\_ 2018. godine u \_\_\_\_\_ sati

Srbislav S. Pajić  
ZNAČAJ VELIČINE I STRUKTURE ZIDOVA ČEONOG SINUSA NA NASTANAK  
KONTUZIJE MOZGA KOD TRAUME ČEONE REGIJE



## Podaci o doktorskoj disertaciji

Mentor: Prof dr Zoran Pešić, vanredni profesor maksilofacijalne hirurgije, Univerzitet u Nišu, Medicinski fakultet

Naslov: **“ZNAČAJ VELIČINE I STRUKTURE ZIDOVA ČEONOG SINUSA NA NASTANAK KONTUZIJE MOZGA KOD TRAUME ČEONE REGIJE”**

Rezime:

Anatomija čeonih sinusa varira pojedinačno, od razlike u volumenu i obliku do retkog slučaja kada sinusi nisu prisutni. Međutim, postoje oskudni podaci vezani za uticaj ovih varijacija na strukturu preloma koji je nastao uz pomoć snage tupog udara. Stoga je cilj ove studije bio da se analizira uticaj volumena čeonog sinusa na raspodelu stresa i strukturu preloma u čeonom predelu.

Disertacija se bavi analizom objektivnih parametara koji se koriste za procenu stanja veličine čeonog sinusa u uslovima dejstva tupe sile velikog inteziteta na nastanak traumatskih kontuzija mozga. Fraktorni obrazac ispoljene traume ogleda se u prelomima prednjeg i/ili zadnjeg zida sa ili bez preloma nazofrontalnog kanala. Karakteristika povreda čeonog sinusa je u velikom potencijalu mogućih komplikacija, a samo njihovo zbrinjavanje i dalje je predmet različitih stavova.

Disertaciju čine *epidemiološka, eksperimentalna i klinička studija*. *Epidemiološka studija* je kroz deskriptivni metod i retrospektivnu studiju razmotrila incidencu i etiologiju preloma čeonog sinusa u Centru za zbrinjavanje urgentnih stanja i neurotraumu - Urgentnog Centra KCS. Predstavljena je kazuistika preloma čeonog sinusa i povreda kraniofacijalnog masiva, epidemioloških i etioloških karakteristika, kliničkih parametara i sprovedenih hirurških procedura u zbrinjavanju preloma čeonog sinusa. Svi pacijenti koji su primljeni u službu za traumu od 01.januara 2012. do 31.decembra 2017.godine zbrinjavali su isti hirurzi držeći se vodiča dobre kliničke prakse za zbrinjavanje ove vrste povreda u Kliničkom Centru Srbije.

U skladu sa postavljenim ciljevima, istraživanje koje se odnosi na eksperimentalni deo studije sprovedeno je u Laboratoriji za numeričke simulacije Katedre za bioinženjering Fakulteta inženjerskih nauka Univerziteta u Kragujevcu.

*Eksperimentalni deo studije* primenom kompjuterske simulacije, analizirana je distribuciju napona i deformacija u kompleksnom sistemu koga čini čeonni sinus-neurokranijum. Studija je obuhvatila četiri predstavnika modela Finite Element lobanje.

Referentni model je sagrađen na osnovu kompjuterizovanog tomografskog skeniranja ljudske glave sa normalno razvijenim čeonim sinusima. Modifikacijom referentnog modela generisana su tri dodatna modela: model bez sinusa, sa hipoplazijom i sa hiperplastičnim sinusima. Sila 7,7 kN naneta je pravolinijski na čelo svakog modela, kako bi simulirala frontalni udar.

Rezultati pokazuju da raspodela udara sile u frontalnoj oblasti zavisi od volumena čeonog sinusa. Spoljašnji sinusni zid pokazao je

najveću krhkost u slučaju hiperplastičnih sinusa, dok je posteriorni zid / unutrašnja ploča pokazala veću krhkost u slučajevima sa hipoplastičnim i nerazvijenim sinusima. Dobro razvijeni frontalni sinusi mogu, kroz apsorpciju udara energije prednjeg zida, zaštititi zadnji zid i intrakranijalni sadržaj. Naši rezultati pokazuju da distribucija stresa uzrokovana udarima i ispoljena na frontalni aspekt glave i uzrokovane prelomom koštanih struktura u velikoj meri zavise od obima volumena sinusne šupljine. Dobro razvijeni frontalni sinusi mogu pružiti dobrobit preživljavanja, delujući kao "amortizeri" koji štite okolne vitalne strukture i intrakranijalne sadržaje. Ova studija po prvi put razjašnjava mehanizam ove, prethodno samo pretpostavljene-zaštitne uloge čeonih sinusa. *Klinička studija* je svojim rezultatima pokazala da je glavni etiološki razlog nastajanja preloma čeonog sinusa saobraćajni udes i to u kategoriji suvozača. U našoj populaciji zastupljenost povreda čeonog sinusa zastupljena je sa 11,3%. Rezultati za prediktor prelom zida sinusa pokazuju da nastankom **preloma zida sinusa** povećava se rizik za **2,071** puta za nastanak kontuzije. Takođe, **pojava udruženih povreda** povećava rizik za **1,7** puta za nastanak kontuzije.

Sam tok lečenja ove traume umnogome zavise od kompleksnosti i pridruženih povreda, kao i ispoljenosti intracerebralnih stanja, sa kojima je ovaj vid traumatizma jako povezan.

Naučna oblast:  
Naučna  
disciplina:

Stomatološke nauke; Medicinske nauke  
Kliničke stomatološke nauke, Maksilofacijalna hirurgija,  
Kraniofacijalna hirurgija

Ključne reči:

Distribucija napona, čeonni sinus, prelom, volumen sinusa, kontuzija mozga, FEA

UDK:

**616.715-001.5-089:616.831-001.31**

CERIF  
klasifikacija:

**B 600**

Tip licence  
Kreativne  
zajednice:

**CC BY-NC-ND**

## Data on Doctoral Dissertation

Doctoral Supervisor: Prof. Zoran Pešić, Associate Professor of Maxillofacial Surgery, University of Niš, Faculty of Medicine

Title: **“THE IMPORTANCE OF THE SIZE AND STRUCTURE OF FRONTAL SINUS WALLS FOR THE OCCURRENCE OF BRAIN CONTUSION IN TRAUMAS TO THE FRONTAL REGION ”**

Abstract:

The anatomy of frontal sinus may vary individually, concerning volume and shape differences or, in rare cases, the absence of sinus. However, there are scarce data about the influence of these variations on the structure of fracture, which occurred with the force of a blunt stroke. Therefore, the aim of this study was to analyze the influence of frontal sinus volume on stress distribution and structure of fracture in frontal area.

This dissertation studies objective parameters used for evaluation of the size of frontal sinus in condition after the high intensity blunt stroke effect on the appearance of brain contusion. The fracture pattern of trauma is reflected in anterior and/ or posterior wall fractures with or without fractures of nasofrontal canal. The injury of frontal sinus is characterized by a high risk of possible complications, while their management further remains a subject of different attitudes.

Dissertation contains *epidemiological, experimental and clinical study*. Using descriptive method and retrospective study, the *epidemiological study* inspected the incidence and etiology of fracture of frontal sinus in the Center of Emergency and Neurotrauma – Emergency Center at Clinical Center of Serbia. The cause of fractures of frontal sinus and craniofacial massive injuries is presented, as well as epidemiological and etiological characteristics, clinical parameters and applied surgical procedures for frontal sinus fracture management. All patients placed in trauma department from January 1st 2012 to December 31st 2017 were managed by the same surgeons who were guided by good clinical practice for this type of injury at Clinical Center of Serbia.

In accordance with the set goals, the research related to the experimental part of study is conducted in the Laboratory for Numerical Simulations at Bioengineering desk of Faculty of Engineering Sciences, University of Kragujevac.

Using computer simulation, *the experimental part of the study* has analyzed the voltage distribution and deformation in a complex system of frontal sinus and neurocranium. The study includes four Finite Element skull model representatives.

The reference model is made by computerized tomographic scan of human head with normally developed frontal sinuses. Modifying the reference model, there were three additional models generated: a model without sinus, the one with hypoplasia and a model with hyperplastic sinuses. The force of 7,7 kN was applied straightforward on forehead of each model, to simulate the frontal impact.

The results show that distribution of force impact in frontal area depends on the volume of frontal sinus. External sinus wall showed the greatest fragility in case of hyperplastic sinus, while posterior wall/ internal plate showed greater fragility in hypoplastic or undeveloped sinus. Well-developed frontal sinuses, through absorption of the impact energy of anterior wall, can protect the posterior wall and intracranial structures. Our results prove that the distribution of stress caused by impacts in frontal region of the head or fracture of bone structures largely depend on the size of the volume of sinus cavity. Well-developed frontal sinuses may have a survival role, acting like „shock absorbers“ and protecting intracranial and surrounding vital structures. This study explains for the first time mechanisms of this, previously only assumed – protective role of frontal sinuses. According to the results of clinical study, the main etiological reason for occurrence of the frontal sinus fracture is traffic accident – in particular, the category of co-driver. In our sample, the injury of the frontal sinus is identified at 11,3%. Based on the results, the fracture of sinus wall predict increasing the risk of contusion occurrence by 2,071 times. In case of joint injuries, the risk of contusion occurrence will increase by 1,7 times.

The treatment process of this trauma largely depends on complexity and associated injuries, as well as intracerebral conditions which are very common in this type of traumatism.

Scientific Field:	Science of Stomatology; Medical sciences
Scientific Discipline:	Science of Clinical Stomatology, Maxillofacial Surgery, Craniofacial Surgery
Key Words:	voltage distribution, frontal sinus, fracture, sinus volume, brain contusion, FEA.
UDC:	<b>616.715-001.5-089:616.831-001.31</b>
CERIF Classification:	<b>B 600</b>
Creative Commons License Type:	<b>CC BY-NC-ND</b>

# ZAHVALNICA

---



*Neizmernu zahvalnost u izradi doktorske disertacije dugujem:*

- ☞ Veliku zahvalnost dugujem svom profesoru dr Miodragu Gavriću na iskustvima koja je nesebično podelio sa mnom, koji mi je pomogao da ovladam znanjima i veštinama maksilofacijalne hirurgije, koji me je strpljivo i nesebično pomagao i upućivao u metodologiju naučnog istraživanja neprocenjivim savetima, na razumevanju, svim kritikama, sugestijama i pohvalama, na podršci i strpljenju tokom niza godina zajedničkog rada u toku specijalizacije. Zahvaljujem mu se na ukazanom poverenju i znanju koje mi je prenosio, na svim savetima koje mi je davao kada god bih se našao na raskrsnici svojih nedoumica, jer tokom svih ovih godina za mene nije bio samo profesor i kolega, već prijatelj.*
- ☞ Prijatna mi je dužnost da se zahvalim svom profesoru dr Zoranu Pešiću, mentoru ovog rada, za nesebičnu podršku, stručnu pomoć u usmeravanju, usavršavanju i istraživanju kao i za konačno oblikovanje doktorske teze.*
- ☞ Iskrenu zahvalnost dugujem prim dr sci Živoradu Saviću, neuroradiologu za korisne savete, stalno interesovanje i ljudsku podršku u toku celog rada.*
- ☞ Veliko hvala prof. dr Mariji Đurić na učešću u svakom segmenutu ove disertacije.*
- ☞ Posebnu zahvalnost dugujem prof. dr Nenadu Filipoviću na velikoj pomoći prilikom eksperimentalnog dela i analize dobijenih uzoraka. Njegova bezrezervna stručna i lična podrška bile su osnov ovog rada.*
- ☞ Članovima Komisije, profesorima dr Draganu Krasiću, dr Draganu Petroviću i dr Lukasu Rasuliću hvala na uloženom trudu i razumevanju.*
- ☞ Dragom profesoru dr Zoranu Miloševiću i Ass. dr Aleksandri Ignjatović i Ass.dr Jovani Kuzmanović na statističkoj obradi podataka unutar ovog doktorata , hvala za uspešnu saradnju i izuzetnu pomoć.*
- ☞ Ass. dr sci. Svetlani Antić iz Radiološkog dijagnostičkog Centra Stomatološkog fakulteta u Beogradu i dr sci. Arsi Vukičeviću sa Instituta za biomedicinska istraživanja hvala na lepoj saradnji i još lepšem druženju tokom eksperimentalnog istraživanja.*
- ☞ Milu Ž. Randeloviću, diplomiranom inženjeru elektronike, zahvaljujem na dragocenoj pomoći u tehničkoj izradi ove disertacije.*
- ☞ Zahvalnost Svetlani Tasić – Jović, Milici Jovanović, Jasmini Đorđević i Marini Marjanović iz Službe za posle diplomsku nastavu koji su me bodrili i nesebično bili uvek tu za mene.*
- ☞ Zahvalnost svima koji su mi na bilo koji način pomogli i bodrili da istrajem u svom istraživanju i radu na disertaciji i na taj način prijateljski pomogli.....*





- ☞ *Hvala mojim roditeljima što su me bezrezervno i sa toliko ljubavi podržavali u svemu što radim i zbog kojih sam to što jesam.*
- ☞ *Hvala Ljiljani što je uvek tu, na savetima, na deljenju najtežih i najlepših trenutaka u mom životu.*
- ☞ *Hvala Nemanji, Vukašinu i Neveni na trenucima radosti i sreće, hvala im što postoje.*

Srbislav S. Pajić

**Ova disertacija je jedan od rezultata projekta kojeg finansira Ministarstvo obrazovanja, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije III45005, III41007, ON174028 i EU projekat FP7 ICT SIFEM 600933, na čemu im se zahvaljujem!**



*"Ako se vidiš poraženim, onda to i jesi; Ako misliš da ne smeš, onda i nećeš smeti; Ako želiš pobediti ali misliš da ne možeš, gotovo je sigurno da i nećeš uspeti. Ako očekuješ poraz već si izgubio; Jer svet nam otkriva da uspeh započinje samo dobrom voljom; Sve je pitanje stanja tvog duha. Životne bitke ne dobijaju uvek samo najjači i najbrži ljudi.*

*Pre ili posle, pobednik je onaj koji misli da može pobediti."*



USPOMENI NA SENI SVOGA OCA

# SADRŽAJ

---

Skraćenice .....	13
Spisak tabela .....	14
Spisak grafikona.....	17
Spisak slika .....	18
Spisak priloga.....	20
<b>1. UVOD I NAUČNA OSNOVA PROBLEMA .....</b>	<b>21</b>
1.1 Istorijat hirurškog bavljenja kraniofacijalnim spojem i prednjom bazom lobanje ..	25
1.2 Istorijat hirurškog bavljenja čeonim sinusom .....	26
1.3 Topografska anatomija kraniofacijalnog spoja i prednjeg sprata baze lobanje ....	30
1.3.1 Tkiva čeonog predela .....	30
1.3.2 Hirurška anatomija kraniofacijalnog spoja i prednjeg sprata baze lobanje.	31
1.3.3 Topografska podela prednje lobanjske jame na sekcije .....	34
1.3.4 Topografska anatomija čeonog sinusa .....	36
1.4 Klinička prezentacija.....	61
1.4.1 Klinička slika .....	61
1.4.2 Klinički simptomi.....	61
1.4.3 Klinički znaci .....	62
1.5 Prelomi kraniofacijalnog spoja .....	63
1.5.1 Biomehanika kraniofacijalne traume .....	64
1.5.2 Prelomi čeonog sinusa i klasifikacije preloma.....	70
1.6 Hirurško lečenje .....	75
<b>2. RAZLOZI ISTRAŽIVANJA.....</b>	<b>80</b>
2.1 Funkcionalna anatomija i biomehanika viscerokranijuma .....	81
2.2 Biomehanika struktura koje učestvuju u izgradnji čeonog sinusa.....	82
2.2.1 Potporni aparat čeonog sinusa.....	83
2.2.2 Karakteristike moždanog tkiva i kontuzije mozga.....	83
2.3 Funkcionalna anatomija i biomehanika neurokranijuma .....	88
2.4 Epidemiologija preloma čeonog sinusa .....	89
2.4.1 Etiologija povreda .....	90
2.5. Predmet naučnog istraživanja.....	92

<b>3.</b>	<b>CILJEVI ISTRAŽIVANJA.....</b>	<b>96</b>
<b>4.</b>	<b>MATERIJAL I METOD ISTRAŽIVANJA .....</b>	<b>99</b>
4.1	Materijal i metod epidemiološkog istraživanja.....	101
4.2	Materijal i metod eksperimentalnog istraživanja .....	101
4.2.1.	Granični uslovi i strukturna analiza jačine.....	104
4.3	Materijal i metod kliničkog istraživanja .....	117
4.3.1	Materijal kliničkog istraživanja.....	117
4.3.2	Metodologija kliničkog istraživanja.....	117
4.3.3.	Vremenski okvir za preduzimanje hirurškog lečenja.....	123
4.3.4.	Hirurški pristupi .....	125
4.3.5.	Statistička obrada uzorka .....	129
<b>5.</b>	<b>REZULTATI ISTRAŽIVANJA .....</b>	<b>130</b>
5.1	Rezultati kliničko-epidemiološkog istraživanja povreda kraniofacijalnog masiva .....	131
5.2	Rezultati eksperimentalnog istraživanja .....	152
5.3	Rezultati kliničkog istraživanja.....	157
5.3.1.	Rezultati u odnosu na prisustvo kontuzije .....	171
5.3.2	Analiza regresionog modela u predikciji nastanka kontuzije mozga.....	182
5.3.3.	Rezultati regresionih analiza u predikciji pojave akutnog oštećenja mozga .....	182
<b>6.</b>	<b>DISKUSIJA.....</b>	<b>184</b>
6.1	Diskusija rezultata kliničko-epidemiološkog istraživanja povreda kraniofacijalnog masiva .....	185
6.2	Diskusija rezultata eksperimentalnog istraživanja .....	195
6.3	Diskusija rezultata kliničkog istraživanja .....	197
<b>7.</b>	<b>ZAKLJUČCI ISTRAŽIVANJA.....</b>	<b>210</b>
<b>8.</b>	<b>LITERATURA .....</b>	<b>214</b>
<b>9.</b>	<b>PRILOG .....</b>	<b>232</b>
<b>10.</b>	<b>BIOGRAFIJA .....</b>	<b>244</b>

## SKRAĆENICE

---

FEA	– FINITE ELEMENT ANALYSIS
VMS	– VON MISES STRES
MSCT	– MULTISLAJSNA KOMPJUTERIZOVANA TOMOGRAFIJA
CT	– KOMPJUTERIZOVANA TOMOGRAFIJA
BDI	– (BECK DEPRESSION INVENTORY) – BEKOVA SKALA ZA SAMOPROCENU DEPRESIVNOSTI
BAI	– (BECK ANXIETY INVENTORY) – BEKOVA SKALA ZA SAMOPROCENU ANKSIOZNOSTI
RF	– (role physical) - fizička sposobnost
BP	– (bodily pain) - bolovi u telu
GH	– (general health) – opšte zdravlje
VT	– (vitality) - vitalnost
SF	– (social functioning)- socijalna funkcionalnost
RE	– (role emotional) - mentalne sposobnosti
MH	– (mental health) - mentalno zdravlje
PCS	– (Physical Component Scale) - dimenzija fizičko zdravlje
MCS	– (Mental Component Scale) –dimenzija mentalno zdravlje
MKE	– metod konačnih elemenata
kN	– kilo Njutna

## SPISAK TABELA

---

- Tabela 1. Tabela prikaz ekstrasazalnih operacija kroz metode i autore
- Tabela 2. Literaturni prikaz pojave čeonog sinusa u najranijem uzrastu
- Tabela 3. Studija razvoja sinusa kroz uzrast
- Tabela 4 . Shematski prikaz različitog stepena izraženosti glabele po Broki
- Tabela 5. Komplikacije u lečenju preloma čeonog sinusa
- Tabela 6. Mehaničke osobine razmatranih materijala
- Tabela 7. Skale i dimenzije upitnika SF-36
- Tabela 8. Etiologija povrede u ispitivanoj populaciji
- Tabela 9. Period povređivanja
- Tabela 10. Vremenski trenutak nastanka povrede
- Tabela 11. Prijemni GCS u ispitivanoj populaciji
- Tabela 12. Marshall-ov skor u ispitivanoj populaciji
- Tabela 13. Prelomni obrzac
- Tabela 14. Prikaz broja pacijenata sa prelomima čeonog sinusa u posmatranom petogodišnjem periodu 2013/17.
- Tabela 15. Parametri sinusa u ispitivanoj populaciji, i u odnosu na pol
- Tabela 16. Pridružene povrede gornje 1/3
- Tabela 17. Pridružene povrede srednje 1/3
- Tabela 18. Pridružene povrede donje 1/3
- Tabela 19. Trauma skor (ISS) u ispitivanoj populaciji
- Tabela 20. Vrste komplikacija u ispitivanoj populaciji
- Tabela 21. Vremenski okvir inicijalnog zbrinjavanja u ispitivanoj populaciji
- Tabela 22. Demografske karakteristike u odnosu na prisustvo kontuzija
- Tabela 23. Etiologija povrede u odnosu na prisustvo kontuzija
- Tabela 24. Period povređivanja u odnosu na prisustvo kontuzija
- Tabela 25. Vremenski trenutak povređivanja u odnosu na prisustvo kontuzija
- Tabela 26. Prijemni GCS u odnosu na prisustvo kontuzija
- Tabela 27. Marshalov skor u odnosu na ispitivane grupe
- Tabela 28. Ishod lečenja u odnosu na ispitivane grupe
- Tabela 29. Prelomni obrazac u odnosu na prisustvo kontuzija
- Tabela30. Pridružene povrede gornje 1/3 u odnosu na prisustvo kontuzija
- Tabela 31. Pridružene povrede srednjeg 1/3 u odnosu na prisustvo kontuzija
- Tabela 32. Pridružene povrede donje 1/3 u odnosu na prisustvo kontuzija

Tabela 33. Dužina hospitalizacije u odnosu na ispitivane grupe u odnosu na prisustvo kontuzija

Tabela 34. Parametri čeonog sinusa u ispitivanim grupama u odnosu na prisustvo kontuzija

Tabela 35. Pojava kontuzija u odnosu na veličinu sinusa

Tabela 36. SF 36 u odnosu na prisustvo kontuzija

Tabela 37. Vrste komplikacija u odnosu na prisustvo kontuzija

Tabela 38. Vremenski okvir u odnosu na prisustvo kontuzija

Tabela 39. Rekonstrukcija prednjeg zida u odnosu na prisustvo kontuzija

Tabela 40. Rekonstrukcija zadnjeg zida u odnosu na prisustvo kontuzija

Tabela 41. Fraktura orbitanog sprata, trauma NF kanala u odnosu na prisustvo kontuzija

Tabela 42. Komplikacije hiruškog tretmana frontalnog sinusa u odnosu na prisustvo kontuzija

Tabela 43. Vreme pojave komplikacija u odnosu na prisustvo kontuzija

Tabela 44. Primjenjene tehnike rekonstrukcije u odnosu na prisustvo kontuzija

Tabela 45. Broj dana hospitalizacije u odnosu na prisustvo kontuzija

Tabela 46. Vreme do početka zbrinjavanja u odnosu na prisustvo kontuzija

Tabela 47. Kontrola u odnosu na prisustvo kontuzija

Tabela 48. Pojava nazolikovororeja u odnosu na prisustvo kontuzija

Tabela 49. Način zbrinjavanja nazolikvororeje u odnosu na prisustvo kontuzija

Tabela 50. Intrakranijalne povrede u odnosu na prisustvo kontuzija

Tabela 51. Bekova skala depresivnosti i anksioznosti u odnosu na prisustvo kontuzija

Tabela 52. Testiranje potencijalnih faktora rizika za nastanak kontuzija  
(univarijantna logistička regresiona analiza)

Tabela 53. Testiranje potencijalnih faktora rizika za nastanak kontuzija  
(multivarijantna logistička regresiona analiza)

Tabela 53. Analiza ROC krive

Tabela 54. Upoređivanje uzroka povreda i maksilofacijalnih preloma

Tabela 55. Demografski parametri u odnosu na ispitivane grupe

Tabela 56. Etiologija povreda u odnosu na ispitivane grupe

Tabela 57. Period povređivanja u odnosu na ispitivane grupe

Tabela 58. Vremenski trenutak povređivanja

Tabela 59. Prijemni GCS

Tabela 60. Marshalov skor u odnosu na ispitivane grupe

Tabela 61. Ishod lečenja u odnosu na ispitivane grupe

Tabela 62. Prelomni obrazac

Tabela 63. Tip preloma čeonog sinusa

Tabela 64. Tip preloma po dubini baze lobanje

Tabela 65. Pridružene povrede gornje 1/3

Tabela 66. Pridružene povrede srednjeg 1/3

Tabela 67. Pridružene povrede donje 1/3

Tabela 68. Dužina hospitalizacije u odnosu na ispitivane grupe

Tabela 69. Parametri frontalnog sinusa u ispitivanim grupama

Tabela 70. SF 36 u odnosu na ispitivane grupe

Tabela 71. Vrste komplikacija

Tabela 72. Vremenski okvir u odnosu na ispitivane grupe

Tabela 73. Rekonstrukcija prednjeg zida u odnosu na ispitivane grupe

Tabela 74. Rekonstrukcija zadnjeg zida u odnosu na ispitivane grupe

Tabela 75. Fraktura orbitanog sprata, trauma NF kanala u odnosu na ispitivane grupe

Tabela 76. Komplikacije hiruškog tretmana frontalnog sinusa u odnosu na ispitivane grupe

Tabela 77. Vreme pojave komplikacija u odnosu na ispitivane grupe

Tabela 78. Primjenjene tehnike rekonstrukcije u odnosu na ispitivane grupe

Tabela 79. Broj dana hospitalizacije u odnosu na ispitivane grupe

Tabela 80. Kontrola u odnosu na ispitivane grupe

Tabela 81. Pojava nazolikovoreje

Tabela 82. Način zbrinjavanja nazolikvororeje u odnosu na ispitivane grupe

Tabela 83. Intrakranijalne povrede u odnosu na ispitivane grupe

Tabela 84. CT prezentacija kontuzija i način lečenja pacijenata u odnosu na ispitivane grupe

Tabela 85. Bekova skala depresivnosti i anksioznosti u odnosu na ispitivane grupe

Tabela 86. Demografske karakteristike u odnosu na prisustvo kontuzija

Tabela 87. Etiologija povrede u odnosu na prisustvo kontuzija

Tabela 88. Period povređivanja u odnosu na prisustvo kontuzija

Tabela 89. Vremenski trenutak povređivanja u odnosu na prisustvo kontuzija

Tabela 90. Prijemni GCS u odnosu na prisustvo kontuzija

Tabela 91. Marshalov skor u odnosu na ispitivane grupe

Tabela 92. Ishod lečenja u odnosu na ispitivane grupe

Tabela 93. Prelomni obrazac u odnosu na prisustvo kontuzija

Tabela 94. Pridružene povrede gornje 1/3 u odnosu na prisustvo kontuzija

Tabela 95. Pridružene povrede srednjeg 1/3 u odnosu na prisustvo kontuzija

Tabela 96. Pridružene povrede donje 1/3 u odnosu na prisustvo kontuzija

Tabela 97. Dužina hospitalizacije u odnosu na ispitivane grupe u odnosu na prisustvo kontuzija

Tabela 98. Parametri frontalnog sinusa u ispitivanim grupama u odnosu na prisustvo kontuzija

Tabela 99. SF 36 u odnosu na prisustvo kontuzija



- Tabela 100. Vrste komplikacija u odnosu na prisustvo kontuzija
- Tabela 101. Vremenski okvir u odnosu na prisustvo kontuzija
- Tabela 102. Rekonstrukcija prednjeg zida u odnosu na prisustvo kontuzija
- Tabela 103. Rekonstrukcija zadnjeg zida u odnosu na prisustvo kontuzija
- Tabela 104. Fraktura orbitalnog sprata, trauma NF kanala u odnosu na prisustvo kontuzija
- Tabela 105. Komplikacije hiruškog tretmana frontalnog sinusa u odnosu na prisustvo kontuzija
- Tabela 106. Vreme pojave komplikacija u odnosu na prisustvo kontuzija
- Tabela 107. Primenjene tehnike rekonstrukcije u odnosu na prisustvo kontuzija
- Tabela 108. Broj dana hospitalizacije u odnosu na prisustvo kontuzija
- Tabela 109. Vreme do početka zbrinjavanja u odnosu na prisustvo kontuzija
- Tabela 110. Kontrola u odnosu na prisustvo kontuzija
- Tabela 111. Pojava nazolikvororeje u odnosu na prisustvo kontuzija
- Tabela 112. Način zbrinjavanja nazolikvororeje u odnosu na prisustvo kontuzija
- Tabela 113. Intrakranijalne povrede u odnosu na prisustvo kontuzija
- Tabela 114. Bekova skala depresivnosti i anksioznosti u odnosu na prisustvo kontuzija
- Tabela 115. Univarijantni logistički regresioni model - Faktori u predikciji nastanka kontuzija

## SPISAK GRAFIKONA

---

- Grafikon 1. Etiologija povrede u ispitivanoj populaciji
- Grafikon 2. Period povređivanja u ispitivanoj populaciji
- Grafikon 3. Analiza ROC kriva u odnosu na pojavu kontuzija
- Grafikon 4. Prikazuje odnos volumena čeonog sinusa i maksimalne vrednosti koncentrisane VMS

## SPISAK SLIKA

---

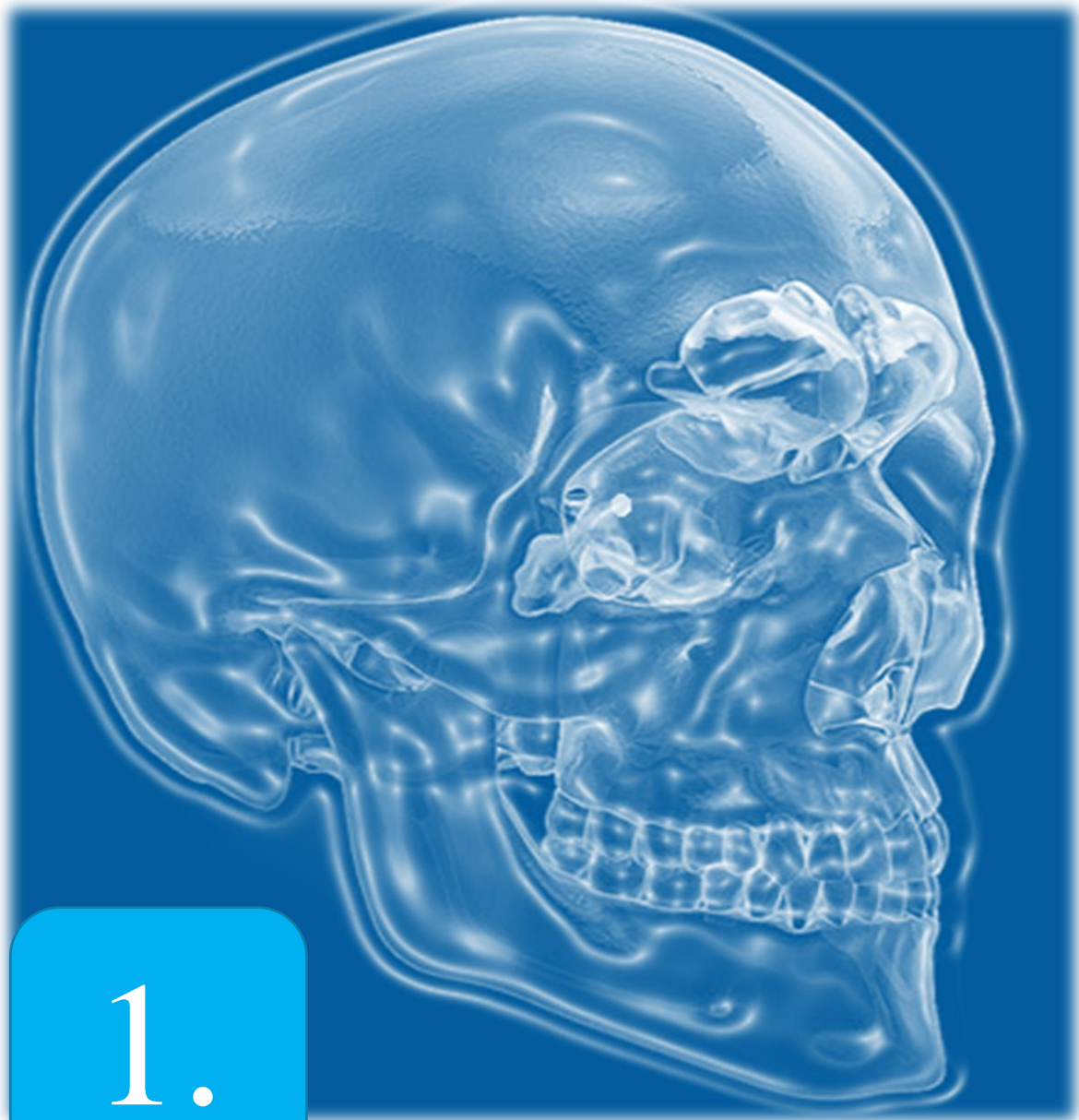
- Slika 1. Crtež Leonardo Da Vinci's (1500 g.) gde u svojoj skici prikazuje čeonni sinus
- Slika 2. Prikaz tkiva čeonog predela
- Slika 3. Kostii lobanje i njihovi spojevi
- Slika 4. Poprečni presek lobanje sa akcentom na prednju bazu lobanje
- Slika 5. Teritorijalna (sekcije) raspodela prednje baze lobanje
- Slika 6. Pregled baze lobanje sa svojim sekcijama
- Slika 7. Anatomski prikaz prednje baze lobanje
- Slika 8. Anatomski odnos čeonog sinusa i njegovih zidova na poprečnom preseku lobanje
- Slika 9. Čeona kost aspect frontalno i aspect pogled na krov orbita-međusobni odnos
- Slika 10. Prikaz tkiva čeonog predela
- Slika 11. Prikaz razvojnih stadijuma rasta čeonog sinusa
- Slika 12. Šematski prikaz odnosa i međusobne komunikacije paranasalnih šupljina
- Slika 13. Osnov merenja veličine sinusa
- Slika 14. Čeoni ugao  $\alpha$  (alfa- kod muškaraca) i  $\beta$  (beta- kod žena) area ugla kojom je zahvaćena prednja baza lobanje
- Slika 15. Profilni prikaz odnosa tkiva i koštanih struktura čeonog sinusa i baze lobanje prema nosnoj šupljini
- Slika 16. Morfometrijski odnos čeonog zasvoda kod muškaraca i žena i načini merenja ugla
- Slika 17. Prikaz različitih formi čeonog zasvoda kod muškaraca u funkciji krajnjeg
- Slika 18. Ugao čela kod muškaraca i žena
- Slika 19. Prikaz recesusu čeonog sinusa
- Slika 20. Radiološki prikaz recesusu
- Slika 21. Radiološki prikaz kraniofacijalnog predela
- Slika 22. Shematski prikaz simptoma preloma čeonog sinusa
- Slika 23. Klinički izgled i radiografski nalaz preloma čeonog sinusa
- Slika 24. Pogled na udruženost preloma kraniofacijalnog spoja-prednja baza lobanje i čeonni sinus sa masivom lica
- Slika 25. Prikaz otpornosti kostiju kranijuma i lica na tupi udar
- Slika 26. Shematski prikaz kompartmana i njihovih linija razdvajanja
- Slika 27. Osteološki prikaz komunikacija sinusnih šupljina
- Slika 28. Prikaz jako važnih sekcija u prednjoj bazi lobanje
- Slika 29. Prelomi prednje baze lobanje
- Slika 30. Klasifikacija NOE povreda po Markowitzu i sar.

- Slika 31. Ilustracija koja prikazuje shemu klasifikacije po Stanley,s-u modifikaciju Gonty,s preloma čeonog sinusa
- Slika 32. Klasifikacija preloma čeonog sinusa u tipove i pridruženih preloma po dubini lobanjske jame po Garg-u 2017.godine
- Slika 33. Reprezentativni primeri kriterija jačine kontuzije mozga.
- Slika 34. Le Fort klasifikacija
- Slika 35. Facijalni trajektoriji-ojačanja put disperzija stresa
- Slika 36. Mesta ojačanja kostiju lica i postojanja svojevrsnih potpora skeletu
- Slika 37. Shematizovani prikaz intrakranijalnih manifestacija kontuzija
- Slika 38. Shematizovani prikaz različitih formi hematoma mozga nakon kontuzije
- Slika 39. CT prezentacija subduralnog hematoma i kontuzija mozga
- Slika 40. Shematizovani prikaz nastanka subduralnog hematoma u trauma
- Slika 41. CT prezentacija različitih formi stanja mozga nakon traume i kontuzija
- Slika 42. Prikaz odnosa Marshall-ovog scoringa u CT prezentaciji mozga po trauma
- Slika 43. Shematizovani prikaz rasporeda svih ojačanja kraniofacijalnog aspekta ljudske glave
- Slika 44. Aproksimacija kontinuuma primenom metode konačnih elemenata- generisana mreža zapreminskih tetraedarskih elemenata
- Slika 45. Primeri diskretizacije kontinuuma –prikaz generisane mreže pomoću preseka (primeri grube i fine mreže).
- Slika 46. Aproksimacija kontinuuma primenom metode konačnih elemenata – Površinska trougaona mreža i granični uslovi
- Slika 47. Model 1
- Slika 48. Model 2
- Slika 49. Model 3
- Slika 50. Model-dejstvena površina
- Slika 51. Aproksimacija kontinuuma primenom metode konačnih elemenata- prikaz generisanih čvorova
- Slika 52. Aproksimacija kontinuuma primenom metode konačnih elemenata- prikaz raspodele napona
- Slika 53. Distribucija stresa izazvana udarima u predeo čeonog sinusa
- Slika 54. Distribucija efektivnog stresa Von Mises
- Slika 55. Distribucija sile pritiska i FI-kompresije.
- Slika 56. Raspodela naprezanja i napetosti FI

## SPISAK PRILOGA

---

- Prilog 1. Prikaz pacijenta – repozicija i osteosinteza 3D Mash-om, definitivni izgled dve nedelje nakon zbrinjavanja
- Prilog 2. Dve rekonstrukcije traume čeone kosti i čeonog sinusa
- Prilog 3. Kominutivni i impresivni prelom čeone kosti i rekonstruktivni zahvat kroz bikoronarni pristup
- Prilog 4. Kompleksna povreda čeonog sinusa udružena prelomima srdenjeg masiva lica i donje vilice
- Prilog 5. Kompleksni prelom čeonog sinusa udružen sa prelomima ličnog masiva
- Prilog 6.1. Najčešći frakturni obrasci preloma čeone kosti ispitivane populacije u ovoj studiji
- Prilog 6.2. Najčešći frakturni obrasci preloma čeone kosti ispitivane populacije u ovoj studiji
- Prilog 7. Trauma nastala rukovanjem mašinom
- Prilog 8. Uvršćen rad iz doktorata na drugom Univerzitetu
- Prilog 9. Časopis gde je objavljen rad iz doktorata



1.

## UVOD I NAUČNA OSNOVA PROBLEMA

Srbislav S. Pajić  
ZNAČAJ VELIČINE I STRUKTURE ZIDOVA ČEONOG SINUSA  
NA NASTANAK KONTUZIJE MOZGA KOD TRAUME ČEONE REGIJE

# 1. UVOD I NAUČNA OSNOVA PROBLEMA

Druga polovina dvadesetog veka predstavlja period u kome se zbog ubrzanog razvoja saobraćaja, kao i brojnih fizičkih sukoba te nepažljivim rukovanjem mašinama i alatima broj pacijenata sa kompleksnim povredama prednjeg sprata baze lobanje i kraniofacijalnog spoja naglo uvećao. Nažalost one su veoma često udružene sa teškom cerebralnom traumom.

Prvi period u lečenju ovih pacijenata je bio karakterisan težnjom da se omogući preživljavanje pacijenata, a zbog različitih ograničenja, kompleksne povrede lica i baze lobanje su tretirane odloženim tretmanom. Međutim, kao i kod drugih lezija u ovoj regiji, napredak tehnologije je omogućio i promenu u načinu tretmana ovih pacijenata.

Osnovni principi su ostali isti a to je omogućiti prohodnost disajnog puta i zaustavljanje masivnog krvavljenja. Ali razvoj savremene dijagnostike, kao i značajno unapređenje reanimacije, doveli su do toga da se vremenski okvir za rešavanje traumatskih lezija u ovoj regiji značajno skratio. Sada je standard da se one rešavaju u prvih 12 do 48 sati, veoma često tokom zajedničkog rada sa hirurzima ostalih specijalnosti praktično u istom aktu. Stabilizacija preloma u ovoj regiji dovodi do bržeg oporavka i lakšeg tretmana ovih pacijenata kao i do sprečavanja mnogobrojnih komplikacija tokom njihovog lečenja.

To je dovelo i do promena u načinu klasifikacije povreda ove regije, pa tako sve manje govorimo o klasičnim Le Fort prelomima, a sve više o centralnim odnosno lateralnim, kao i kombinovanim povredama facijalnog masiva i prednjeg sprata baze lobanje.

Kraniofacijalni spoj u širem smislu, kao i prednji sprat baze lobanje koja je strukturalno povezana sa paranazalnim sinusima, orbitama i piramidom temporalne kosti predstavlja najkompleksniji anatomske segment lobanje i lica. Različite lezije u predelu baze lobanje obično zahvataju susedne strukture, kako intrakranijalno, tako i ekstrakranijalno, pa je multidisciplinarni pristup lečenju praktično obavezan. Razaranjem koštane barijere baze lobanje put za širenje bolesti je otvoren, pa se lezije u predelu prednjeg sprata baze lobanje često šire u paranazalne sinuse.

Sve to čini da su se poslednjih godina razvili osnovni postulati u hirurškom pristupu lezijama u ovoj regiji, a to su:

- interdisciplinarni pristup lečenju pacijenata je obavezan;
- resekcija odgovarajućeg dela kosti na bazi lobanje, da bi se smanjila trauma okolnog moždanog tkiva;
- očuvanje nervne funkcije i pokušaj obnavljanja izgubljene funkcije.

Mesto i uloga paranasalnih šupljina zbog svojih složenih anatomo-morfoloških osobina i strukture još uvek je nepoznatog značaja. Mnogo je postavljenih hipoteza o njihovom značaju:

- učestvuju u ovlaživanju i grejanju vazduha,
- u rezonanciji boje glasa svakog od nas,
- volumen vazduha koji ispunjava sinusnu šupljinu ima funkciju olakšavanja prednjeg dela lobanje, imajući u vidu da bi kosti vicerokranijuma kao pune kosti težile znatno više od pljosnatih kostiju neurokranijuma,
- šupljine vicerokranijuma utiču na prenos sila pritiska nastalih tokom akta žvakanja, govora, pa i u udarcima u kosti lica,
- jačanje odbrambenih mehanizama pacijenta,
- toplotna izolacija organa ispod sinusa,
- flotacija-odvajanje čestica iz vazduha sistemom trepljastog epitela,

a jedna se izdvaja svojom posebnosću, iznoseći postavku da sinus u traumatskoj povredi, funkcioniše kao “*zglobna zona*”, distribuirajući i apsorbujući energiju za zaštitu mozga i drugih kritičnih struktura. Neke od studija ispitivale su vezu između zapremine frontalnog sinusa i težine cerebralne kraniofacijalne traume.

Alternativne teorije iznose gledište da su sinusi samo evolutivni ostaci (*Keir i sar. 2009*)<sup>(2)</sup> a karakteristika je da su sve ove teorije našle potporu u minimalnim naučnim dokazima koji će podržati bilo koju od ovih teorija (*Blanton i Biggs, 1969*).<sup>(7)</sup> Ova raznolikost u stavovima kao i brojnost teorija o funkciji sinusa samo su pokazatelj da funkcija paranasalnih šupljina ostaje i dalje nepoznanica.<sup>(1)</sup>

Pomenuta teorija o predpostavljenoj ulozi sinusa kao potpore u apsorbovanju i distribuciji energije tokom traume da bi zaštitila vitalne organe je teorija nazvana “*zona zglobova*”, koju je prvi predložio *Rene Le Fort 1901.* godine, uslovala je da bude predmet bojnih rasprava i kontraverzi u komparativnom evolucionom istraživanju.<sup>(3-6)</sup>

Tako su korišćene studije o kopitarima koji svakodnevno doživljavaju traumu visokih brzina uz visokoenergetsku traumu u predelu kraniofacijalnog regiona, koje su pokazale značajnu varijabilnost interesa, prezentujući se tako da neke vrste mogu trpeti tarumu velikog udara u regionu frontalnog aspekta glave uz činjenicu da nemaju velike sinuse, kao što su Los (lat. *Alces alces*), Irvas (lat. *Rangifer tarandus*), Jeleni (lat. *Cervidae*) (*Negus, 1954*).<sup>(8,9,11,12,17)</sup>

U naučnoj javnosti pojavljuje se teorija “**Crumple zone**” (*zona gužvanja*), koja je procenjena ispitivanjem na glavi kadavera, istraživanja su sprovedli Kellman i sar. Ističući da su najveću incidence rupture globusa oka imali u slučajevima kada su isključili etmoidne i

gornjovilične sinuse, što ih je navelo na zaključak da paranazalni sinusi verovatno imaju zaštitnu ulogu za orbitu (*Kellman i Schmidt, 2009*).<sup>(10,13,15,18)</sup>

U poslednje vreme čeonni sinus postao je tema interesa naučne javnosti zbog svog neposrednog odnosa i blizine sa mozgom. To svoje interesovanje *Yu i sar.* istraživali su kroz vezu između volumena čeonog sinusa na računarskoj tomografiji prijema (CT) skeniranja i ozbiljnosti intrakranijalnih povreda mozga kod pacijenata u traumi glave, a koje su rezultirale prelomima čeonog sinusa. Autori su izvestili da su došli do pozitivne korelacije između dva faktora, da je volumen sinusa bio za 33% manji kod pacijenata sa kontuzijom mozga u odnosu na one bez kontuzije mozga (*Yu i sar., 2014*).<sup>(19)</sup>

U svojim istraživanjima preloma čeonog sinusa *Garg i sar.*<sup>(20)</sup> došli su do obrasca nastajanja vertikalnih linija preloma sinusa kao i prednje baze lobanje po dubini, svrstavajući ih u tipove, sa zaključkom da frakturni obrasci nastali kod vertikalnih putanja imaju prognostički značaj u produžetku loma baze lobanje. (*Garg i sar. 2015*).

Studija *Cai i sar.*,<sup>(21,22)</sup> kojom su testirali hipotezu “Crumple zone”, kroz asocijaciju volumena čeonog sinusa i cerebralne povrede nakon kraniofacijalne traume. Načinili su analizu 165 pacijenata koji su imali prelom čeonog sinusa dijagnostički verifikovanog sa zaključkom da je volumen sinusa u obrnutoj korelaciji sa težinom intrakranijalne patologije kraniofacijalne traume. (*Cai i sar. 2017*).<sup>(23-25)</sup> Ističu da su rezultati do kojih su došli saobrazni i saglasni sa hipotezom “Crumple zone”, i ukazuju na to da čeonni sinus verovatno igra ulogu ublažavanja intrakranijalnih povreda, uz isticanje da rezultat koji pokazuje značajno različit volumen čeonog sinusa između pacijenata muškog i ženskog pola, pokazuje novi nalaz koji zahteva novu i dalju validaciju.

Po našim saznanjima nijedna studija do sada nije razmatrala širok opseg fraktura čeone kosti koje bi definisale kakvi tipovi povreda i preloma daju najgore prognostičke predikcije u smislu krajnjeg ishoda lečenja po pacijenta. Imajući u vidu da traumatizam u čeonom predelu može usloviti nastanak kraniofacijalnih deformiteta koji vode u poremećaj facijalnih proporcija i fiziološke funkcije.

Rearanžman kosti zidova sinusa i korektivna hirurška procedura stvaraju nove morfološke funkcije i odnose u okviru orofacijalnog kompleksa sa ciljem da umanje deformitet i postigne se optimalni rezultat. Dobijeni rezultati mogu pomoći hirurzima i porodicama pacijenata da odrede ozbiljnost povreda kao i da shvate moguće komplikacije.

Kvalitet života predstavlja kompozitni ishod koji u sebe uključuje i sjedinjava raznovrsne domene sveukupnog blagostanja. Rezultati ove studije imaju i praktičan značaj u stratifikaciji one subpopulacije bolesnika sa kraniofacijalnom povredom kod koje se očekuje lošiji klinički ishod, a koja zahteva posebnu zdravstvenu i socijalnu brigu. Stvara se



moгуćnost na osnovu dobijenih rezultata ovog istraživanja (studije) da se formiraju precizniji parametri, koji će omogućiti ranu predikciju stepena oštećenja pojedinih funkcija CNS-a u traumi kraniofacijalnog spoja i čeonog sinusa. Studija donosi nova saznanja o uticaju veličine i opsega pneumatizacije čeonog sinusa na pojavnost kontuzija mozga, sa osvrtom na kvantifikaciju takvog uticaja, utvrđivanje njegovog vremenskog trenda i odnosa sa drugim pretpostavljenim prognostičkim činiocima.

## 1.1 Istorijat hirurškog bavljenja kraniofacijalnim spojem i prednjom bazom lobanje

Početak dvadesetog veka mnoge lezije u predelu kraniofacijalnog spoja i prednjeg sprata baze lobanje su smatrane za praktično inoperabilne. Pionirski pokušaji transsfenoidalne hirurgije koje je započeo Halstead, su u kasnijim godinama unapređivani različitim pristupima bazi lobanje od strane sledeće generacije neurohirurga koje su predvodili *Cushing, Dandy, Guiot, Dott, Conley*.

Tokom kasnijih godina, a naročito polovinom šezdesetih godina dvadesetog veka, dolazi do velikog napretka u mikrohirurškoj tehnici, a paralelno sa tim se razvija i neuroradiološka dijagnostika (CT), kao i neuroanestezija, pa sve to vodi saznanju da se uz međusobnu saradnju hirurga različitih specijalnosti i u toj regiji mogu postići zadovoljavajući hirurški rezultati.

Zahvaljujući *Langu* u Evropi i *A. Rhotonu* u SAD, detaljno je upoznata hirurška anatomija koštanih i neurovaskularnih struktura baze lobanje.<sup>(26.27.28)</sup>

Početak osamdesetih godina je formirana međunarodna studijska grupa za bazu lobanje čiji je prvi predsednik bio *Schurmann*.

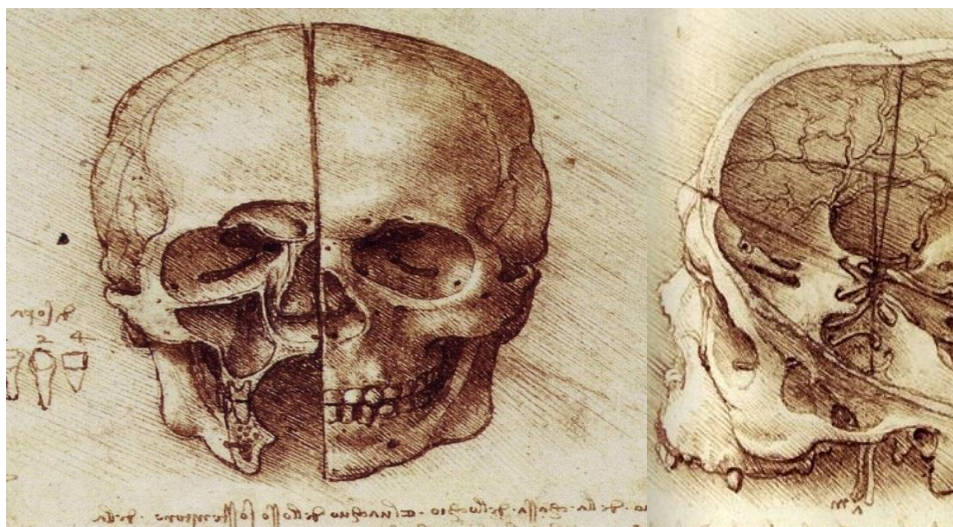
Godine 1988 je osnovano međunarodno udruženje za bazu lobanje pod predsedništvom *Fisch-a*. A godinu kasnije 1989 *Samii* i *Draftc* objavljuju knjigu u kojoj kompletno i interdisciplinarno zaokružuju sve aspekte hirurgije baze lobanje.<sup>(29)</sup>

Nakon toga je 1992. godine održan prvi kongres međunarodnog udruženja za hirurgiju baze lobanje pod predsedništvom *Samii* u Hannoveru.<sup>(30)</sup>

*Sekhar* i *Janecka* objavljuju 1993. godine prvi hirurški atlas iz oblasti hirurgije baze lobanje.<sup>(31)</sup>

Poslednjih desetak godina dolazi do objavljivanja brojnih atlasa i publikacija na temu operativnog lečenja lezija u predelu baze lobanje.

## 1.2 Istorijat hirurškog bavljenja čeonim sinusom



Slika 1. Crtež Leonardo Da Vinci's (1500 g.) gde u svojoj skici prikazuje čeonni sinus

Preuzeto: Anatomy Review, Cross-section of a skull, Royall Collection

Hirurgija čeonog sinusa dugi niz godina bila je u centru pažnje otorinolaringologa. Imajući ovu činjenicu u vidu otuda u literaturi veliki broj metoda i modifikacija metoda operacija čeonog sinusa, što s jedne strane ukazuje da nijedna operativna tehnika nije dala i mogla u potpunosti da zadovolji osnovne zahteve ove hirurgije: da se patološki proces odstrani u celosti, da se obezbedi da ne dođe do recidiva i komplikacija a da se ne naruši izgled pacijenta. Još davne 1966 godine *Aubry i sar.* napisali su: „Među mnogim hirurškim procedurama svaki rinolog ima sopstvenu tehniku baziranu na sopstvenim zapažanjima”.<sup>(32-35)</sup>

Unazad sedamdeset godina osnovni problem u hirurgiji čeonog sinusa bio je kako obezbediti suvo i čisto operativno radno polje to jest na koji način da se za vreme operativne procedure obezbedi ligatura krvnih sudova. Tako je *Sewalle, E.* 1935 godine<sup>(36)</sup> delio operacije čeonog sinusa na *preligaturni* i *postligaturni period*, što sve ovo ide u prilog da je put razvoja hirurgije čeonog sinusa bio spor i težak.

Hirurgija čeonog sinusa može se podeliti na dva perioda: *do upotrebe antibiotika* i *posle primene antibiotika* (*Lemoyne, J. 1962*).<sup>(37)</sup>

Do upotrebe antibiotika operativne metode imale su sledeće osnovne karakteristike:

- Sinusna šupljina otvarana je na razne načine preko prednjeg i donjeg zida.
- Odstranjivana je čitava sluznica čeonog sinusa.
- Vršena je inspekcija svih recesusa i produžetaka čeonog sinusa.

- Drenaža ovakve sinusne šupljine u nos obezbeđivana je, najčešće, preko etmoidektomije.
- Neuspeši ovakvog načina lečenja bili su česti a proizilazili su iz loše drenaže čeonog sinusa, a zbog tendence zatvaranja nazofrontalnog duktusa, bez značaja koja je procedura sprovedena da se omogući drenaža.
- Nije jedino drenaža bila uzrok neuspeha. Sam pokušaj da se u septičnu nosnu šupljinu drenira koštana šupljina sinusa koja nema sluznicu, stvara predispoziciju nemogućnosti odbrane, vodeći u neuspeh. U ovakvoj sinusnoj šupljini do pojave granulacija i promena u koštanim zidovima, što bi rezultiralo smanjenjem lumena šupljine čiji se deo ispunjava fibroznim tkivom u kome je prisutna stalna infekcija. Tako da je bilo često praćeno sa formiranjem gnojnih kolekcija u sinusnim recesusima.
- Komunikacija između ovakve sinusne i nosne šupljine nije bila dovoljna da obezbedi korektnu drenažu sinusa, ali je bila dovoljna da propusti ascendentnu infekciju iz nosa u ovakvu sinusnu šupljinu. Sama drenaža u ovakvim uslovima postala je velika nelogičnost.

Otkriće sulfonamida i antibiotika unelo je prekretnicu u hirurgiju čeonog sinusa. Komplikacije tipa osteomijelitis i tromboflebitis, postale su uzuzetno retke ali su neuspeši i recidivi i dalje bili prisutni.

Tako godine 1962. *Lemojne, J.*,<sup>(39)</sup> izneo je nova rešenja u hirurgiji čeonog sinusa, tako da se ova hirurgija bazirala na tom konceptu posle uvođenja antibiotske terapije. On se bazirao na:

- U najvećem broju slučajeva nazofrontalni kanal ukoliko ga je infekcija učinila neprolaznim, treba ga učiniti prolaznim, a da se pri operativnoj proceduri izbegne svaki traumatizam sluznice i obolele kosti, jer bi to moglo da dovede do sekundarne stenozne.
- Donje partije nazofrontalnog kanala mogu biti sužene, ako je etmoid oboleo, a to treba etmoidektomijom korigovati.
- Pri operativnoj proceduri sačuvati ostijum sinusa od traumatizma. Ovo pravilo je lako izvodljivo ukoliko se radi o malom sinusu, međutim kada je u pitanju veliki sinus, etmoidalne ćelije podižu nosni deo dna čeonog sinusa, tako da debljina oko ostijuma sinusa postaje znatno tanja. U takvoj situaciji kiretiranje etmoidalnih ćelija može biti otežano zbog opasnosti od probijanja nosnog dela dna čeonog sinusa.
- U slučajevima male traume koja dovodi do povećanja ušća sinusa, neće doći do stvaranja granulacija odnosno granulomatozne reakcije. U ovakvim situacijama teško je govoriti o potpunom izlečenju sinusa odnosno vraćanju u fiziološke okvire.

Hirurgija čeonog sinusa se vremenom usložnjavala i poprimala današnje okvire delovanja i sprovođenja hirurškog tretmana. Tako da se ona sada može se podeliti na:

- ENDONAZALNE OPERACIJE
- KONZERVATIVNA HIRURGIJA
- EKSTRANAZALNE OPERACIJE

U okvirima endonazalnih operacija razviće se hirurgija proširenja nazofraontalnog kanala po metodama *Good-a, Vacher-a* i *Denis-a* i *Williams-a*, a 1966. godine *Aubry, M., Pialoux, P.* i *Jost G.*, prvi su opisali endonazalnu operaciju frontalnog sinusa, pri kojoj se proširuje nazofrontalni kanal.<sup>(40-45)</sup>

Same operacije na čeonom sinusu započinju trepanacijom istog uz odstranjenje etmoidalnih ćelija u okolini otvora nazofrontalnog kanala po metodi *Mosher-a* (1912).<sup>(46)</sup> Operativne metode na samom sinusu usavršavaju se od strane *Ramadier-a*<sup>(47)</sup> koji ističe da ćelije agera nosa postavljene ispred nasofrontalnog kanala su put koji vodi ka podu sinusa a ne ka lamini kribrozi ostijuma. Njihovom trepanacijom otvaraju se etmoidalne ćelije koje direktno vode ka dnu čeonog sinusa, ovim načinom se otvara čeoni sinus bez opasnosti od povrede endokranijuma.

Konzervativnom hirurgijom usavršavale su se tehnike i intervencije kojima se popravljala drenaža čeonog sinusa ili se uklanjalo patološko stanje u nosnom hodniku koje je otežavalo normalnu drenažu sinusa. Tu se razvijaju tehnike poput trepanopunkcije, operacije po *Ruttemburg-u* (Nemačka), *Moulon-Guet* (Francuska) ili *Mongomery-u* (SAD) (1971) identična operacija sva tri autora da se frezom otvara dno sinusa, a ređe prednji zid, operacija po *Pietratantoni De Limi*, (1949), mahom je indikovana kod pansinuzitisa.<sup>(48-52)</sup>

Ekstranazalne operacije tokom poslednjih decenja uzimaju svoj zamah, razvijajući operativne tehnike na čeonim sinusima. Osnov je bio kojim pristupom najbolje prići šupljini sinusa da bi se dobio najbolji pregled u sinusnu šupljinu i njene recesuse da pri tome ne dođe do deformiteta na čelu, kao i na koji način omogućiti najadekvatniju drenažu sinusa u nosnu šupljinu. Razvojni put ovog segmenta hirurgije razviće se u dva pravca operativnih metoda, svrstanih u dve grupe:

- Prva grupa obuhvata one metode koje su se bazirale na cilju da se obezbedi trajna drenaža šupljine čeonog sinusa,
- Drugu grupu činile su metode koje su za cilj imale hirurške metode kojima se težilo da se dovede do obliteracije sinusne šupljine.

Drenažne operacije svojim metodama su podržali (Tabela 1):

**Tabela 1 . Tabelarni prikaz ekstrasazalnih operacija kroz metode i autore**

Metode ekstrasazalnih operacija			
Drenažne operacije	Metod	Obliterirajuće operacije	Metod
Autori		Autori	
Kuhnt (1921)	Pristupao sinusnoj šupljini odstranjujući prednji zid	Riedel(1926)	Predložio hiruršku intervenciju kojom se postiže kompletna obliteracija sinusa tokom operacije i isključenje čeonog sinusa praćeno je deformitetom čela
Ogston-Luc (1874)	Otvarao sinus na frontalnom izbočenju	<b>Osteoplastične operacije</b> Schonborne (1894), Winckler (1904), Hoffman (1904), Bergara i Itoiz (1951), Tato (1954), Macbeth (1954), Alford (1965), Bosley (1972), Podvinec i Savić (1962), Savić i Đorđević (1964, 1965, 1966), Savić i Mihaljević (1971), Savić i Đerić (1981)	Operacije posle kojih nema nikakvih deformiteta na čelu i kod kojih obliteracija nastaje u postoperativnom toku
Mouret (1930)	Pristupao šupljini trepanirajući ga neposredno iznad linije fronto-maksilarne suture		
Lothrop (1914)	Primenio je operativnu tehniku koja je primenjiva bila kod obostranih sinuzitisa,uz jednostranu ili obostranu prednju etmoidektomiju		
Negus (1947), Howarth (1921 i 1923), Smith (1933 i 1934)	Da bi obezbedili trajnu drenažu čeonog sinusa, formirali su nazofrontalni duktus korišćenjem kožnog transplantata		
Sewall (1935) McNaugent (1936)	Za formiranje nazofrontalnog kanala koristili sluznicu srednje nosne školjke, kojom su ga oblagali		
Inglas (1955)	Da bi formirao nazofrontalni kanal postavlja zlatnu ili gumenu cevčicu		
Goodale (1945)	Ugrađuje cevčicu od tanatluma u nazofrontalni kanal		
Erich i New (1947)	Koristili su akrilatni materijal za formiranje nazofrontalnog kanala		
Portmann (1947)	Nova metoda za formiranje novog proširenog kanala		
Aubry (1966) Jaques (1971)	Pravi otvor iznad frontomaksilarne suture u nivou gornjeg unutrašnjeg ugla oka, među prvima upotrebio tubus za formiranje nazofrontalnog duktusa		

## 1.3 Topografska anatomija kraniofacijalnog spoja i prednjeg sprata baze lobanje

Topografski predeli glave se dele na:

- topografske predele lobanje
- topografske predele lica

Granica između ovih predela označena je granicom lobanje i lica koju čine, idući sprede unazad: koren nosa (*radix nasi*), supraorbitalna ivica (*margo supraorbitalis*) čeone kosti, spoljašnja ivica čeonog nastavka (*processus frontalis*) jabučne kosti, jabučni luk (*arcus zygomaticus*), spoljašnji ušni otvor (*porus acusticus externus*) i vrh mastoidnog nastavka (*processus mastoideus*) slepoočne kosti. Iznad i iza ove granične linije nalaze se topografski predeli lobanje, a ispod i ispred nje topografski predeli lica.

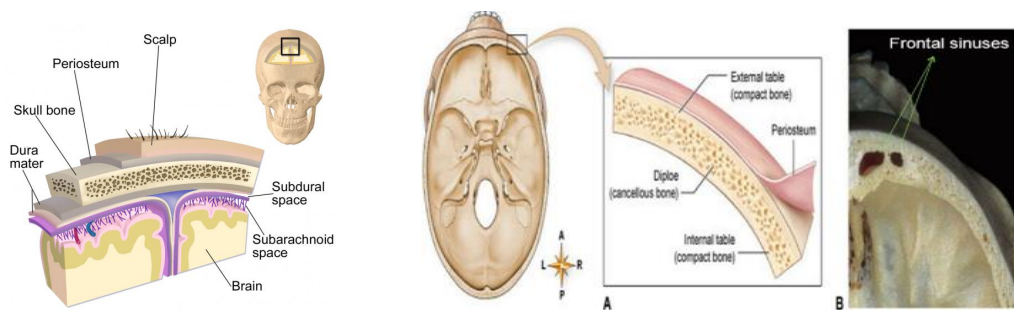
Topografski predeli lobanje su:

- čeoni predeo
- temeni predeo
- potiljačni predeo i
- slepoočni predeo

Za nas je od posebnog interesa neparni čeoni predeo koji se napred pruža do neparnog nosnog predela i parnog predela očne duplje, a nazad do temenog i parnog slepoočnog predela. Koštani sloj donjeg dela čeonog predela ima poseban klinički značaj zbog prisustva čeonih sinusa. Treba naglasiti da kliničke potrebe često zahtevaju da se čeoni predeo ili bar njegov površinski meki sloj uvrsti u predele lica. Ovo utoliko pre što i u anatomskom smislu s obzirom na vaskularizaciju i inervaciju predstavlja celinu sa ostalim površinskim slojevima predela lica.

### 1.3.1 Tkiva čeonog predela

Idući od površine u dubinu čeoni predeo sačinjavaju sledeći slojevi: koža, potkožni sloj, potkožni krvni sudovi i živci, mišično-aponeurozni sloj, podaponeurozni sloj, pokosnica lobanje, koštani sloj, moždanice.



Slika 2. Prikaz tkiva čeonog predela

Preuzeto iz :“ZIGOTE“

Od praktičnog je značaja to da u prednjem donjem delu tvrda moždana opna pokriva zadnji koštani zid čeonog sinusa pa se stoga pri zapaljenju čeonog sinusa oboljenje može preneti i na moždane omotače.

Topografski predeli lica se mogu podeliti na:

- površinske
- duboke

*Površinski predeli lica* su: nosni predeo, predeo usne duplje, bradni predeo, obrazni predeo, jabučni predeo, parotideomaseterični predeo.

*Duboki predeli lica* su : podslepoočni, parafaringealni i retrofaringealni prostor.

U našem slučaju ovo je od praktičnog značaja najčesce u slučaju kraniofacijalnih povreda.

### 1.3.2 Hirurška anatomija kraniofacijalnog spoja i prednjeg sprata baze lobanje



Slika 3. Kostur lobanje i njihovi spojevi.

Preuzeto iz :“ZIGOTE“

Kosti glave sačinjavaju *lobanju* i *kostur lica*.

*Lobanja* predstavlja gornje-zadnji deo kostura glave. Gornji deo lobanje se naziva svod ili krov lobanje, a njen donji deo pod ili baza lobanje. Lobanju čini osam kostiju od kojih su

četiri parne, a četiri neparne. To su: čeona kost, etmoidna, sfenoidna, potiljačna, temene i slepoočna kost. Neparne kosti lobanje su čeona kost, etmoidna kost, sfenoidna kost i potiljačna kost. Parnе kosti su dve temene i dve slepoočne kosti.

*Kostur lica* sačinjava prednje-donji deo kostura glave. U njemu se nalaze usna duplja, kao i nosna i očne duplje, u sastav čijih zidova ulaze delimično i kosti lobanje.

Kostur lica sačinjava 15 kostiju, od kojih su 12 parne, a tri neparne. To su : nosne kosti (os nasale) suzne kosti (os lacrimale), gornja vilica (maxilla), donja nosna školjka (concha nasalis inferior) nepčana kost (os palatinum) i zigomatična kost (os zygomaticum) koje su parne. Neparne kosti su vomer, mandibula i os hyoideum.

Kostur lica je usnom dupljom podeljen na dva dela gornji i donji. U donjem delu se nalazi samo jedna neparna kost mandibula koja je sa bazom lobanje povezana pokretnim zglobovom. Gornji deo kostura lica koji je za nas od posebne važnosti čini 13 kostiju, čvsto spojenih sa bazom lobanje, od kojih su šest parne, a jedna neparna (vomer). Kostima lica u embriološkom pogledu pripada i hioidna kost koja leži u vratu na spoju horizontalnog i uspravnog dela njegove prednje strane, a posredstvom stilohioidne veze i stilioidnog nastavka ostaje u vezi s bazom lobanje.

Granica između krova i poda lobanje označena je na spoljnoj površini lobanje sledećom linijom: napred na središnjoj liniji, granična linija polazi od nosne ivice čeonjače duž nosno čeonog šava, zatim preko nadorbitalnog grebena i šava koji spaja čeonu i jabučnu kost, prelazi na potslepoočni greben velikih krila, a potom jabučnim lukom i delom slepoočne linije koja se vidi na spoljnoj strani mastoidnog nastavka, pa preko gornjeg polukružnog grebena potiljače dolazi do spoljnog ispupčenja potiljače gde se završava.

U svom prednjem i lateralnom delu ta linija predstavlja i granicu između lobanje i lica.

Za nas je ovde značajna baza lobanje koja ima spoljašnji i unutrašnji stranu i podeljena je na tri sprata: **prednji, srednji i zadnji**.

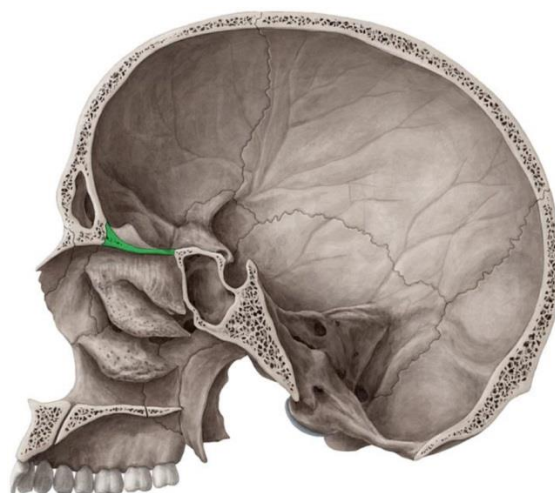
Na spoju kostura lobanje sa kosturom lica postoje sledeće kraniofacijalne duplje i jame, nazvane tako jer im zidove grade delom kosti lobanje, a delom kosti lica. To su očna duplja, nosna duplja, potslepoočna jama i krilasto-nepčana jama.

Na prednjoj strani kostura glave granicu između lobanje i kostura lica čini prednja ivica čeone kosti koja deli njen uspravni od vodoravnog dela.

*Prednja ivica čeone kosti* je sastavljena iz više segmenata koji idući od sredine prema spoljnom kraju nose naziv: nosni rub, vilični rub, supraorbitalni rub i jabučni nastavak koji gradi spoljni kraj ove ivice.

Prednji deo spoljne površine lobanjske jame sakriven je kostima lica.

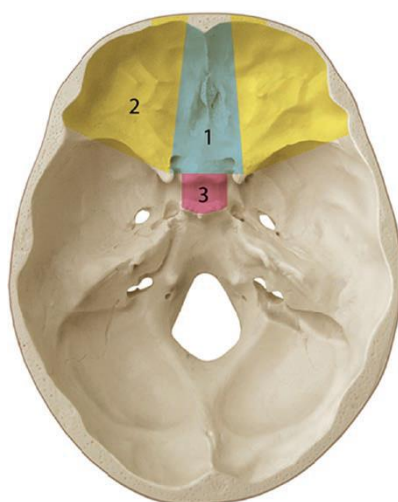




Slika 4. Poprečni presek lobanje sa akcentom na prednju bazu lobanje

Preuzeto sa [www.kenhub.com](http://www.kenhub.com)

Prednja lobanjska jama sadrži delove tri kosti: frontalne, etmoidalne i sfenoidalne. Prednji sprat se proteže od glabele u sredini i supraorbitalnih lukova lateralno do juguma sfenoidalne kosti, prednjih klinoidnih nastavaka u sredini i ivice malih krila sfenoidalne kosti lateralno. Orbitalne ploče čeone kosti predstavljaju najveći deo prednje jame. One čine krovove orbite, lateralno su u vezi sa velikim krilom sfenoida, a rostralno sa parijetalnom kosti. Anteriorno zidovi ploča sadrže čeone sinuse koji mogu biti razvijeni u različitoj meri. U medijalnoj liniji između dve orbitalne ploče leži lamina cribriformis etmoidne kosti perforirana brojnim otvorima kroz koje prolaze ogranci olfaktornog nerva, od nazalne mukoze, ka olfaktornim bulbusima.

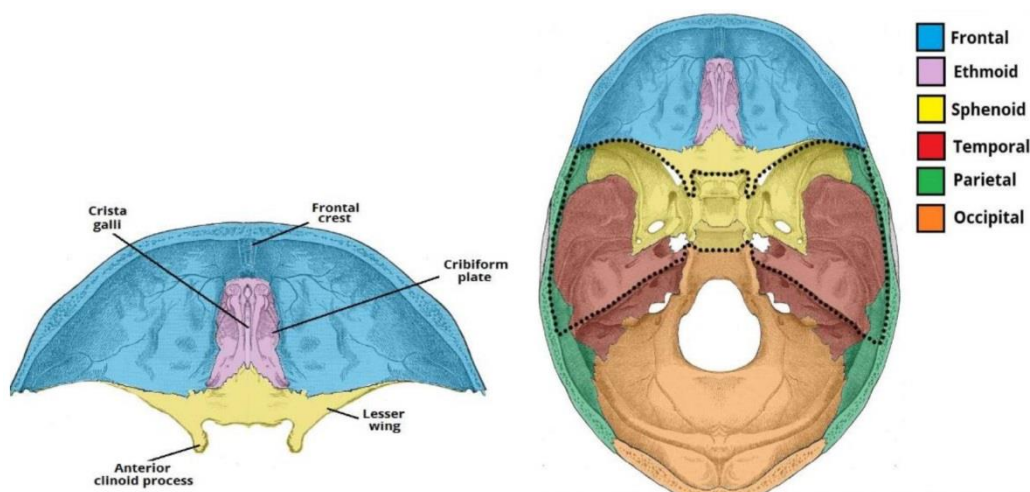


Slika 5. Teritorijalna (sekcije) raspodela prednje baze lobanje

Preuzeto iz :“Craniofacial trauma:Diagnosis and management,  
Nicolas Hardt, Johannes Kuttenger; Springer 2010.

### 1.3.3 Topografska podela prednje lobanjske jame na sekcije

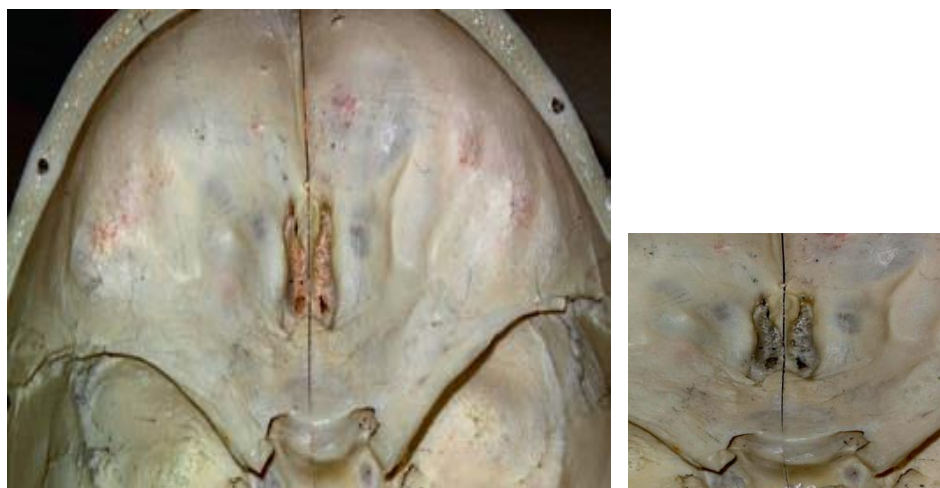
1. Središnji deo (lamina kribroza/krista gali)
2. Lateralni deo (krov orbite, etmoid, zadnji zid čeonog sinusa)
3. Zadnji deo (sfenoid /sela)



Slika 6. Pregled baze lobanje sa svojim sekcijama  
Preuzeto iz: TechMeAnatomy

Sa hirurške tačke gledanja prednji sprat baze lobanje predstavlja heterogenu regiju arbitrarno uzetih koštanih granica. Prednja lobanjska jama sadrži delove tri kosti (čeone, etmoidalne i sfenoidalne). Orbitalne ploče frontalne kosti predstavljaju najveći deo prednje jame. One čine krovove orbita, lateralno su u dodiru sa velikim krilom sfenoidne klosti, a rostralno sa parijetalnom kosti. Anteriorno zidovi ploča sadrže frontalne sinuse koji mogu biti razvijeni u raličitoj meri. U medijalnoj liniji između dve orbitalne ploče leži lamina cribriformis etmoidne kosti perforirana brojnim otvorima kroz koje prolaze ogranci olfaktornog nerva, od nazalne mukoze ka olfaktornim bulbusima. Lamina cribriformis je nastavak perpendikularne ploče – kreste etmoidne kosti, criste galli na koju se pripaja falx cerebri. Lateralno od criste galli leže tractus i bulbus olfactorii. Ispred criste galli je foramen caecum kroz koji prolazi vena koja drenira krv iz nazalne mukoze u sinus sagittalis superior. Lateralne zidove foramen caecuma čine krila etmoidnih kostiju koja artikulišu sa frontalnom kosti. Sa svake strane krila i prednjeg dela lamine cribriformis leže otvori kroz koje prolazi etmoidalna arterija i istoimeni nerv.

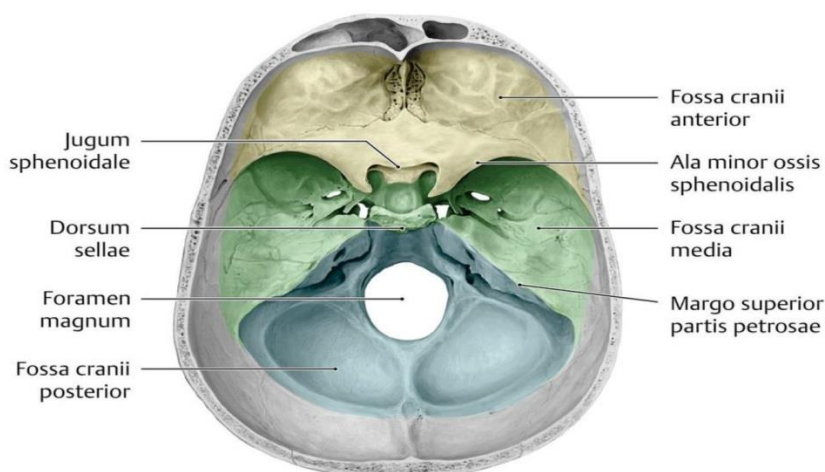
Moglo bi se reći da je to anatomaska oblast koju ograničavaju lateralni zidovi orbitalne kosti, čeonoetmoidalni sinusi, nazofarinks, kribroformna ploča i bazalni deo sfenoida.



Slika 7. Anatomski prikaz prednje baze lobanje

Preuzeto iz :“Craniofacial trauma: Diagnosis and management, Nicolas Hardt, Johannes Kuttnerberger; Springer 2010.

Prednji sprat lobanje se proteže od glabele u sredini i supraorbitalnih lukova lateralno do juguma sfenoidalne kosti, prednjih klinoidnih nastavaka u sredini i ivice malih krila sfenoidne kosti lateralno.



Slika 8. Anatomski odnos čeonog sinusa i njegovih zidova na poprečnom preseku lobanje.

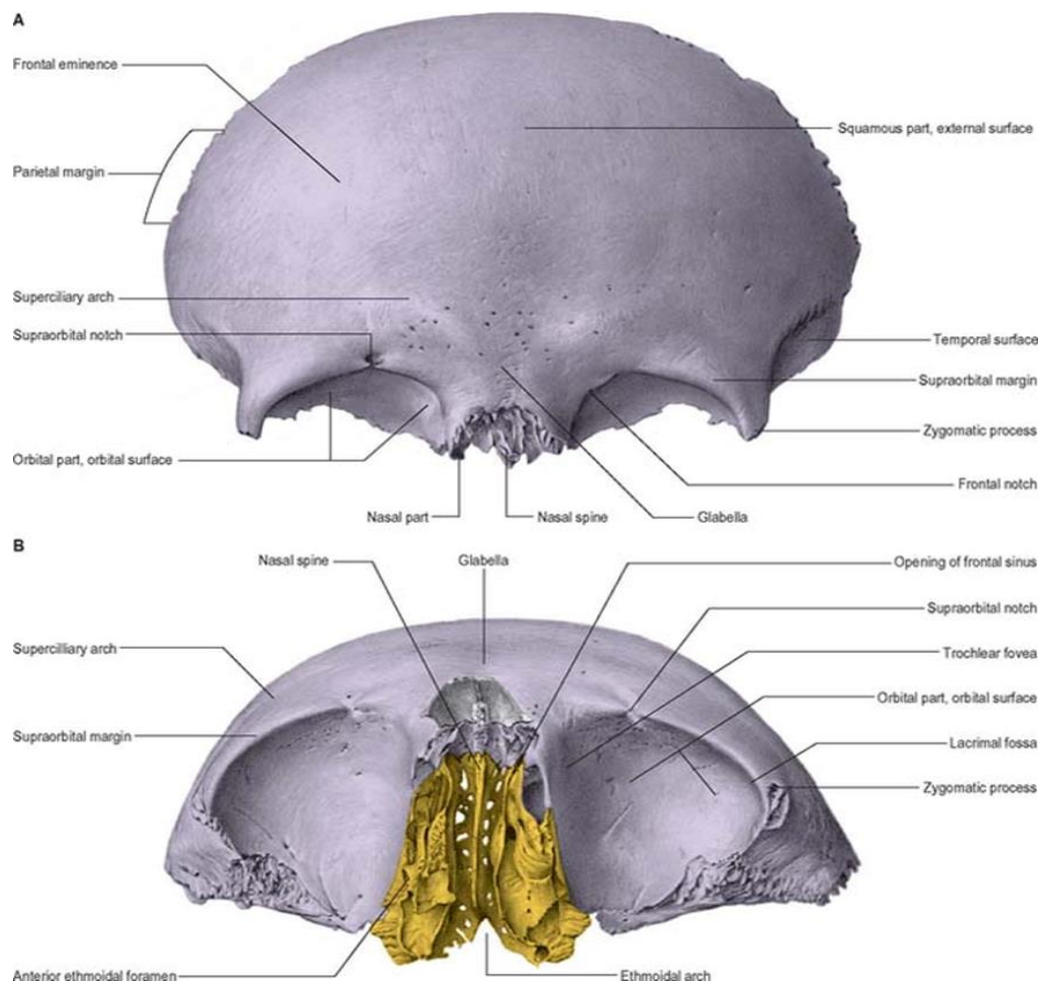
Preuzeto sa: [www.kenhub.com](http://www.kenhub.com)

Kada se govori o koštanim strukturama prednjeg sprata baze lobanje od važnosti je da su kosti ovog sprata baze lobanje u neposrednom odnosu sa paranazalnim sinusima (čeonim, etmoidnim i maksilarnim). Zavisno od njihove pneumatizacije kontakt između njih i prednjeg sprata baze lobanje može jako da varira. Ove strukture su uvek naseljene fiziološkom bakterijskom florom što je od kliničkog značaja. Dura je u svom srednjem delu delimično srasla za bazu lobanje preko fila olfactoria, a u lateralnom delu se lako odvaja.

### 1.3.4 Topografska anatomija čeonog sinusa

#### Čeona kost

Čeona kost (*Os frontale*), u kojoj su smešteni čeonni sinusi, neparna je kost koja leži ispred sfenoidalne i parijetalnih kostiju, a iznad etmoidalne kosti i kostiju lica. Ona učestvuje u izgradnji prednjeg dela baze lobanje, očnih duplji i nosne šupljine. Na njoj razlikuju dva dela: uspravni i vodoravni. (*Šljivić, 1969*).

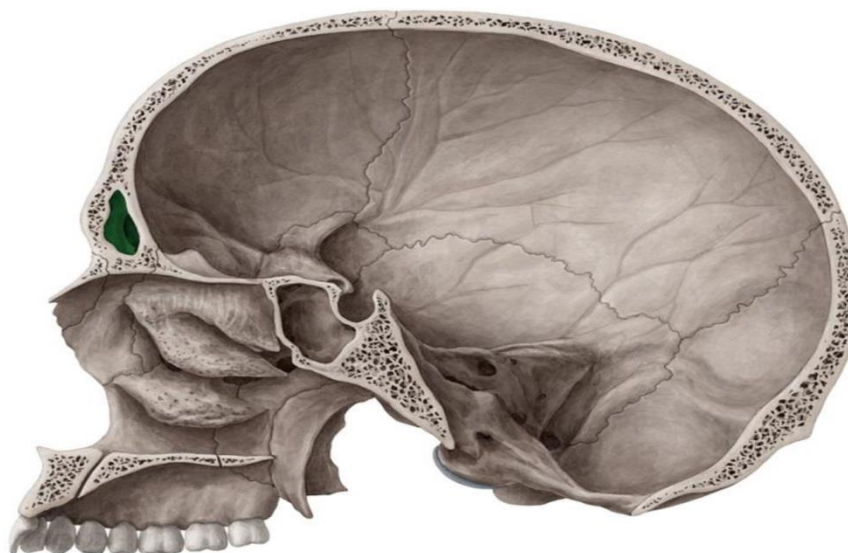


Slika 9. Čeona kost aspect frontalno i aspect pogled na krov orbita-međusobni odnos,

Preuzeto sa [www.kenhub.com](http://www.kenhub.com)

*Uspravni deo* ili *ljuska* (*squama frontalis*) gradi prednji deo krova lobanje (*calvaria*). Na spoljnoj strani ljuske nalaze se sledeći detalji:

Srednje čeono izbočenje (*glabella*) koje se nalazi neposredno iznad nosa. Sa obe strane glabele nalazi se po jedan nadveni luk (*arcus superciliaris*), i to na 1cm iznad i paralelno sa unutrašnjoj polovini gornje ivice očne duplje. Ova ispupčenja prouzrokovana su čeonim sinusima.



Slika 10. Prikaz tkiva čeonog predela

Pruzeto sa [www.kenhub.com](http://www.kenhub.com)

Bočno čeono ispupčenje (*tuber frontale*) leži iznad nadveđnih lukova sa obe strane srednje linije ljsuke.

Slepoočni greben kosti (*linea temporalis ossis frontalis*) pruža se od spoljnog donjeg ugla prednje strane ljsuke put nazad. <sup>(9,10)</sup>

Slepoočno polje (*facies temporalis*) predstavlja glatku površinu koja se nalazi pozadi pomenutog grebena, a ulazi u sastav zida slepoočne jame lobanje i služi za pripoj istoimenom mišiću (*m.temporalis*).

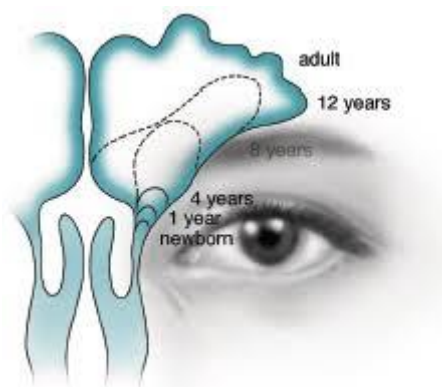
#### *Embriologija i razvoj čeonog sinusa kroz anatomske razmatranje*

Svojevremeno je **Steiner (1871)** napisao da etmoidalna ćelija a retko više njih napuštajući zajednicu etmoida pneumatizuje čeonu kost. Ova ćelija ostaje preko nazofrontalnog kanala povezana i drenirana u nos. Pojašnjenje za ovaj proces je to da sluznica etmoida resorbuje spongiozno tkivo frontalne kosti zamenjujući ga vazдушnim prostorom, koji se ventilira preko srednjeg nosnog hodnika. Tako **Watson-Williams** su pisali: “Frontalni sinus je velika etmoidalna ćelija”. Stainerovoj koncepciji su se priklonili **Mouret, J., Skillern, Petron, Vilar Fiol, Bertelli.** <sup>(50-56)</sup>

Čeoni sinus (lat. *sinus frontalis*) je parna paranasalna šupljina koja je smeštena unutar čeone kosti i to najčešće na spoju njenog horizontalnog i vertikalnog dela. <sup>(1,57,58)</sup> Pojavljuje se oko druge godine života. Zidovi sinusa su obloženi sa unutrašnje strane sluzokožom a sama šupljina ispunjena vazduhom, između šupljina desne i leve strane se nalazi međusinusna pregrada (lat. *septum sinuum frontaliu s. septum intersinuale frontale*). Neki autori

koriste i naziv **sitastočeoni sinus**, jer se smatra da šupljina u čeonoj kosti nastaje pneumatizacijom od strane sitastih ćelija.<sup>(59)</sup>

Embrionalni razvoj čeonog sinusa započinje tokom četvrte ili pete nedelje trudnoće nastavljajući svoj razvoj kroz intrauterini rast kao i u postnatalnom periodu i u pubertetu.<sup>(60-63)</sup> Za period od 13. nedelja razvoja, infundibulum se širi superiorno put frontonasalnog recesusa.<sup>(64)</sup> Čeoni sinus se kasnije razvija u 16. nedelji kao direktan nastavak pružanja infundibuluma i frontonasalnog recesusa-udubljenja nastalog kao rezultat vrhunske migracije epitela prednjih etmoidalnih ćelija koje se pružaju ka inferiornom aspektu čeone kosti između njegova dva lista. Primarna pneumatizacija čeone kosti javlja se polako završavajući se sa navršenom prvom godinom života. U ovom periodu, čeoni sinus je mali, gladak, slepi džep i ostaje na taj način do 2.godine starosti. Sekundarna pneumatizacija počinje u ovom trenutku i nastavlja se do adolescencije. Potom počinje vertikalna pneumatizacija čeone kosti iz prednjih etmoidalnih vazdušnih ćelija. Etmoidalne ćelije se uglavnom nalaze već kod fetusa od 6 meseci, dok čeoni sinus nije razvijen u prvim godinama života. On se obično razvija između 8 i 9.godine, sem u slučajevima anomalija ukoliko se šupljina uopšte ne razvija.



Slika 11. Prikaz razvojnih stadijuma rasta čeonog sinusa

Preuzeto sa [www.kenhub.com](http://www.kenhub.com)

U embrionalnom stadijumu opisane su četiri jame ili brazde koje predstavljaju etmoidnu pneumatizaciju u čeonoj kosti od koje će nastati čeoni sinus. Od prve jame se razvija nos, od druge čeoni sinusi, od treće i četvrte, prednje etmoidne ćelije. Sa oko 2 godine starosti pneumatizacija ulazi u vertikalni deo čeone kosti i progresivno se uvećava tokom narednih 15 do 18 godina.

Varijacije se mogu javiti zbog nezavisnog razvoja desnog i levog sinusa sa svake strane prolazi kroz posebnu resorpciju kosti i razdvajanje vazdušnih ćelija.<sup>(7,65-67)</sup> Čeoni sinusi mogu se razviti asimetrično, ne uspevajući da se jednako razviju ili je posledica jednostrane

dominacije. Lokalizacija vazdušnih ćelija u vertikalnim i bočnim pravcima može biti ekstremno. Sitasti (etmoidalni) sinusi su delimično izgrađeni od horizontalnog dela čeone kosti. Samim tim svaki prelom koji je poprečan u odnosu na čeonu kost mogao bi u sebe da uključi i etmoidalni kompleks stvarajući mogući rizik od nastajanja nazolikvoreje.

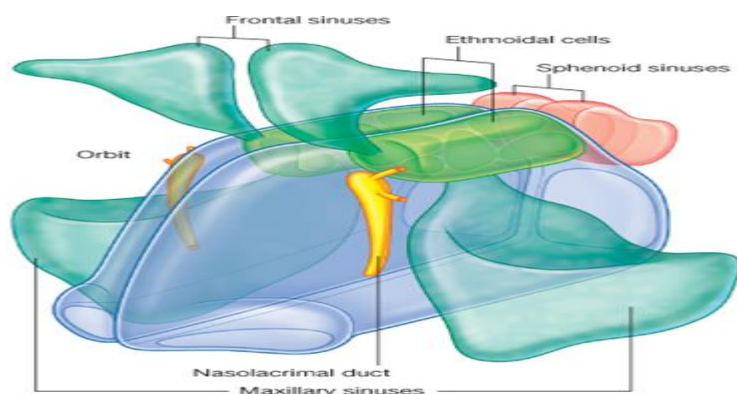
Postojanje anatomskih varijacija u anatomiji čeonog sinusa može da predstavlja dodatni problem u kliničkom odlučivanju i postavljanju indikacija. Prisutnost varijeteta čeonog sinusa tipa aplasia ili hipoplazija mogu biti jedan od preduslova da imaju zaštitno dejstvo u redukciji nastanka nazolikvoreje u traumi čeone kosti ili traumi lica, kao i prisustvo drugih kongenitalnih anaomalija, poput hiperpneumatizacije, mogu predisponirati nastanak dodatnih komplikacija.

Do agenezije (izostanka razvoja) čeonog sinusa dolazi u oko 7-10% slučajeva. Dimenzije su mu varijabilne pa se razlikuju mali, srednji i veliki sinusi. Srednji je najčešći i sreće se kod 52% ljudske populacije. Ponekad se oni šire i u okolne kosti (velika i mala krila klinaste kosti, uspravni list sitaste kosti, nosna i suzna kost, čeon nastavak gornje vilice) i stvaraju tzv. špagove. Oblik je varijabilan, mada najveći broj sinusa ima oblik trostrane piramide.<sup>(68)</sup>

Prednji zid sinusa je potkožan i veoma je važan u kliničkom smislu, jer je preko njega pristupa šupljini sinusa u slučaju raznih hirurških intervencija. Zadnji zid odvaja sinus od prednje lobanjske jame i debeo je svega 1-2 mm. Unutrašnji zid predstavlja međusinusnu pregradu trouglastog oblika, koja je postavljena približno u središnjoj ravni lica ali se obično u gornjem delu savija na desnu ili levu stranu. Donji zid ili pod odvaja unutrašnjost sinusa od očne duplje.

Kvalitetna dijagnostika multislajsnim skenerima (MSCT) visoke rezolucije mogu pomoći u identifikaciji varijeteta u anatomiji i pomoći nam da se identifikuju potencijalni izvori nastalog odstupanja od normalne anatomske morfologije; ovo posebnog značaja ima u preoperativnom hirurškom planiranju. Ovaj vid dijagnostike može da pokaže opstrukciju nazofrontalnog kanala, što nam može biti bitno za utvrđivanje odgovarajućeg tretmana u prelomima čeonog sinusa.

Zajednički embriološki i anatomski odnos čeonog sinusa sa sitastom kosti čini uzajamni odnos ovih struktura u potpuno jedinstven kompleks.<sup>(7,70-73)</sup> S obzirom da literaturni podaci ukazuju da je oko jedne polovine pacijenata sa prelomima čeonog sinusa udruženo i sa prelomima srednjeg masiva lica<sup>(16,74,75)</sup> i kompleksni odnos između struktura koje su omeđene prednjom nosnom bodljom, struktura mekog tkiva i čeonog sinusa zahteva dobro upoznavanje sa anatomske relacijama ovih struktura da u kasnijim zahtevnim situacijama stečeno znanje dozvoli nam sveobuhvatnu analizu i procenu nastalog stanja i omogućiti odvijanje kompletne i adekvatne hirurške repozicije i osteosinteze u anatomske okvire.



Slika 12. Šematski prikaz odnosa i međusobne komunikacije paranasalnih šupljina

Preuzeto:Elsevier Ltd. Drake et al.:Gray's Anatomy for Students

www.studentconsult.com

U literaturi opisani su slučajevi pojave čeonih sinusa i kod male dece (Tabela 2).

Tabela 2. Literaturni prikaz pojave čeonog sinusa u najranijem uzrastu

Autori:			
Teraracol i sar. 1965	Steiner, F	Poirier	Monti
1. godina	1. i 2. godina	2. godina	3.i.4. godina

Prva poznata studija razvoja čeonog sinusa je istraživanje sprovedeno od strane Onodija, iz 1909. godine i gde on iznosi svoje zaključke (Tabela 3):

Tabela 3. Studija razvoja sinusa kroz uzrast (Onodi, A.,1909.)

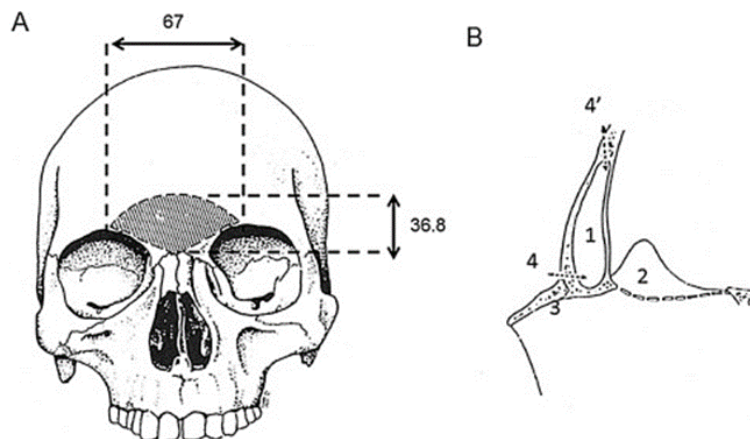
Onodi, A. (1909)			
Uzrast	Dužina	Širina	Visina
1.godine	3-6 mm	2-6 mm	3-5-8 mm
2.godine	4-5 mm	3-7 mm	4-5-9 mm
3.godine	11-16 mm	5-6 mm	14-18 mm
6.godina	10-13 mm	11-12 mm	17-18 mm

Frontobazalnu regiju čine čeona, etmoidalna i sfenoidalna kost sa pripadajućim pneumatskim šupljinama, nosnim kostima, orbitama sa svojim sadržajem i prednjom lobanjskom jamom. Ova regija je u direktnom kontaktu sa durom prednje lobanjske jame i njenim sadržajem, venskim sinusima, velikim krvnim sudovima i prvih šest pari kranijalnih nerava. <sup>(77-79)</sup>



### Veličina sinusa

Normalna širina sinusa iznosi između **28 i 30 mm** (najviše **45-55 mm**) a visina od **30-35 mm**, mada kod jako razvijenih sinusa ona može da bude i do **80 mm** (*Terracol, J. i sar. 1965*).<sup>(80)</sup>



Slika 13. Osnov merenja veličine sinusa

**Hajek, M. (1899)** deli sinuse po veličini na:

- male,
- srednje i
- velike.

Mali sinusi su smešteni u gornje unutrašnjem uglu orbite iznad frontalnog nastavka gornje vilice. Veličine su 1-2 cm<sup>3</sup> (*Sieur i Jacob 1901*) nalaze male sinuse u 30% slučajeva.

Sinusi srednje veličine su obično zapremine 4 do 5 cm<sup>3</sup>. Veliki sinusi zahvataju veći deo čeone kosti, najčešće dajući produžetke. Njihovi zidovi tanki, izuzetno dehiscentni (*Zuckerandl, E. 1895*).<sup>(81,82)</sup> Ovi sinusi često imaju više od jedne pregrade.

Mali sinusi su zastupljeni u 49,5%, srednji 42,9%, a veliki u 7,7% slučajeva. Prema određenom broju autora, kod žena su najčešće zastupljeni mali sinusi.<sup>(83,84)</sup> Sa starošću se procenat velikih sinusa povećava. Publikovani su radovi koji ukazuju na stanovište da veličina sinusa zavisi od godina starosti, rase i podneblja.

Varijacije u pogledu oblika, veličine, simetrije su veoma izražene i više predstavljaju pravilo nego izuzetak. Tako nerazvijenost (aplasia) čeonog sinusa prisutna je i najčešće se otkriva slučajno pri radiografisanju facijalnog masiva, a da pri tome ne daju nikakve tegobe pacijentima. Može biti jednostrana ili obostrana. Učestalost javljanja je različita prema različitim autorima, a u opsegu od 1% -16% slučajeva.<sup>(85)</sup>

Čeoni sinus može biti enormno razvijen, što se viđa nekad i u starijih osoba a nastaje kao posledica osteoporoze i pod uticajem senilnih ćelija –*ontocita*.<sup>(86)</sup> Slično kao i agenezija i ova pojava se otkriva slučajno radiografskim snimanjem.

### *Zidovi sinusa*

Imajući u vidu različite dimenzije, i da čeonni sinus ima i varijabilan oblik, najveći broj sinusa najčešće ima oblik trostrane piramide s vrhom usmerenim upolje a bazom ka unutra. Opisuju mu se četiri zida: prednji, zadnji, donji i unutrašnji koji obrazuje intersinusna pregrada (*Jovanović, S., Savić, D., Lotrić, N. 1966*)

**Prednji (frontalni)** zid je debeo 2,5 do 12 mm a njegova debljina zavisi od stepena pneumatizacije, tako da kod jako razvijenih sinusa prednji zid može da bude vrlo tanak.

**Zadnji (cerebralni)** zid je tanak i njegova debljina je obično 1-2 mm, a po nekim autorima 0,1-4 mm. Neki autori su opisivali dehiscencije na ovome zidu i njima pridavali određenu ulogu u razvoju infekcija, dok zagovornik (*Segondi 1940/42*) smatra da infekcija iz čeonog sinusa prelazi preko Haversovih kanala. Ovaj zid ima jedan frontalni i jedan orbitalni deo. Odvaja sinusnu šupljinu od prednje lobanjske jame i njenog sadržaja (moždana opna, čeonni režanj mozga i venski gornji sagitalni sinus).

Frontalni deo je vertikaln i konkavan, dok je orbitalni horizontalan i gradi krov orbite. Zadnji zid čeonog sinusa prekriven je tvrdom moždanom opnom koja je jako adherentna na kost. Adherencija tvrde moždane opne zavisi od godina starosti.

Kod dece je adherentna na suturama a kod odraslih obrnuto. Unutrašnji intersinusni zid je koštana pregrada koja deli dve šupljine čeonog sinusa. Ovaj zid je vrlo tanak a katkad i dehiscentan. On najčešće devira na jednu ili drugu stranu, što se može rengen dijagnostikom i potvrditi.

**Donji (orbitalni)** zid nazvan još dno ili pod čeonog sinusa je orbitalni, nazalni i etmoidalni zid. Njegov spoljni deo pripada orbiti a unutrašnji nosu i etmoidu. Gradi ga tanka ploča čeone kosti koja odvaja sinusnu šupljinu od krova očne duplje. Unutrašnji deo ovog zida leži neposredno iznad nosne duplje i prednjih etmoidnih ćelija. Ove ćelije, ponekad, delimično urastaju u kavum čeonog sinusa u vidu mehurastih ispupčenja na njegovom podu. U unutrašnjem delu poda čeonog sinusa, uz septum, nalazi se otvor ovog sinusa. Spoljni orbitalni deo je trouglast i konkavan, to je krov orbite i postavljen je iznad suture čeone kosti sa suznom kosti i laminom papiraceom. On pokriva očnu jabučicu, neuromuskularni aparat i oftalmički ganglion. Kod malih sinusa postavljen je iznad suzne kosti i u kontaktu je sa gornjounutrašnjim uglom orbite. Napred on dodiruje ivicu gornje orbitalne arkade, upolje gornjospoljni ugao očne duplje, pozadi suture čeone kosti s malim krilima sfenoidalne kosti, unutra liniju suture čeone kosti sa suznom kosti i laminom papiraceom. Etmoidalni deo je ograničen napred sa suturom čeone kosti i nosne kosti kao i sa maksilom, unutra sa intersinusnom pregradom, pozadi i upolje sa linijom suture kostiju koje formiraju zidove orbite (*suzna kost i lamina papiracea*).

**Unutrašnji zid**, koji predstavljaju bazu trostrane piramidalne sinusne šupljine, čini već opisana pregrada čeonog sinusa. Ovaj zid je zajednički za oba sinusa, desni i levi.<sup>(87)</sup>

Pregrada čeonih sinusa je retko postavljena u središnjoj sagitalnoj ravni, već se obično skreće, naročito u svom gornjem delu, na desnu ili levu stranu. Ova devijacija pregrade je najčešće uzrok asimetričnosti i nejednakih dimenzija dva susedna sinusa.

### *Nazofrontalni kanal*

U literaturi su podeljena mišljenja o postojanju ili nepostojanju odvojenog nazofrontalnog duktusa. Po jednim zagovornicima, čeonni sinus je jedna etmoidalna ćelija koja se razvija u čeonj kosti i ova etmoidalna ćelija izgradi prolaz kroz ćelije prednjeg labirinta kroz koji se drenira i ventilira čeonni sinus. Dok po drugima (*Mouret, J. 1902*), da je to nazofrontalni kanal kojeg čini interetmoidalni deo čeonog sinusa. Prema klasičnom mišljenju, nazofrontalni kanal je formirani kanal kroz koji se čeonni sinus uliva u nosnu šupljinu.<sup>(88)</sup>

Po mišljenju anatoma formiranje nazofrontalnog kanala zavisi od od moći izbočenja etmoidalnih ćelija.<sup>(89)</sup> Ako je razvoj etmoida slab, ako je snaga izbočenja slaba, kanal ne postoji i u tom slučaju čeonni sinus se uliva u srednji nosni hodnik jednim širokim otvorom. Nazofrontalni kanal može da bude lako i teško prolazan kroz etmoidalne ćelije, što zavisi od od osnovne etmoidalne ćelije iz koje je nastao čeonni sinus.<sup>(9)</sup>

Gornji ili sinusni otvor kanala nalazi se između u blizini sinusne pregrade. Ovaj kanal je dugačak između 10 i 15 mm, a širok 2-4 mm. Kanal se otvara u srednjem nosnom hodniku, koji se najčešće otvara na gornjem kraju infundibuluma etmoidale srednjeg nosnog meatusa. Ovakav kanal se viđa 50% slučajeva (*Frutero, E., 1903., Ritter, F., 1906, Alyea, 1938*).<sup>(90-94)</sup>

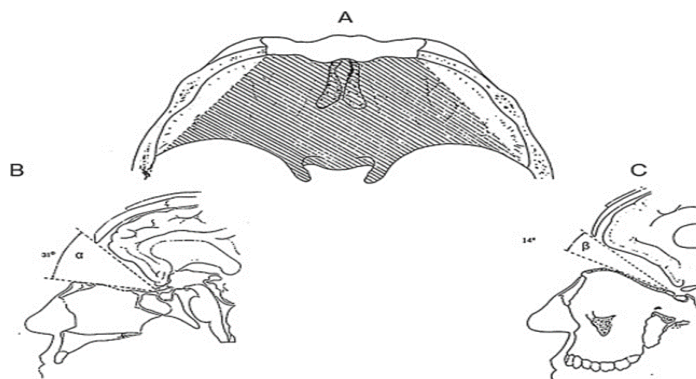
Dosta često, umesto u etmoidni levak, sinus se otvara ispod samog krova srednjeg nosnog meatusa. Sam izvodni kanal je obložen sluzokožom nosa, koja u slučajevima zapaljenja ili otoka delimično ili potpuno zatvara ovaj kanal.

Nasofrontalni kanal, predstavlja komunikaciju između čeonog sinusa i nosne šupljine, a njegovo prostiranje kroz strukture može biti promenljive anatomske građe. Može postojati kao ostijum direktnog komuniciranja sa nazalnom šupljinom ili kao kanal, nazvan nasofrontalni kanal. Treba posebno istaći da u tupoj traumi i povredama lica posledično može se ugroziti drenaža čeonog sinusa distalno od nosne šupljine. Stoga je važno razumeti MSCT i anatomiju ovih struktura za pravilan tretman ovih pacijenata. Ostijum ili kanali mogu biti ometeni zbog direktne traume ili sekundarnog nastajanja oteklina bočnih strana prednje nosne šupljine. Ukoliko je prisutan edem, privremeno ometanje može dovesti do “kratkotrajne” opstrukcije u drenaži sadržaja sinusa. Sledstveno ovom, ukoliko je prisutna kakva anatomska patologija usloviće “dugoročnu” opstrukciju sa onemogućenom drenažom.

Imajući sve ovo u vidu, uz neophodnu kliničku procenu da se utvrdi nazolikvoreja, potreba za snimanjem mekih tkiva, bilo MSCT ili MRI, može biti jako korisna u identifikovanju “distalne” opstrukcije koje mogu predstavljati blokadu nazofrontalnog kanala, naročito kod pacijenata koji su pretrpeli traumu srednjeg masiva lica.

### *Zadnji zid i zadnji ugao sinusa*

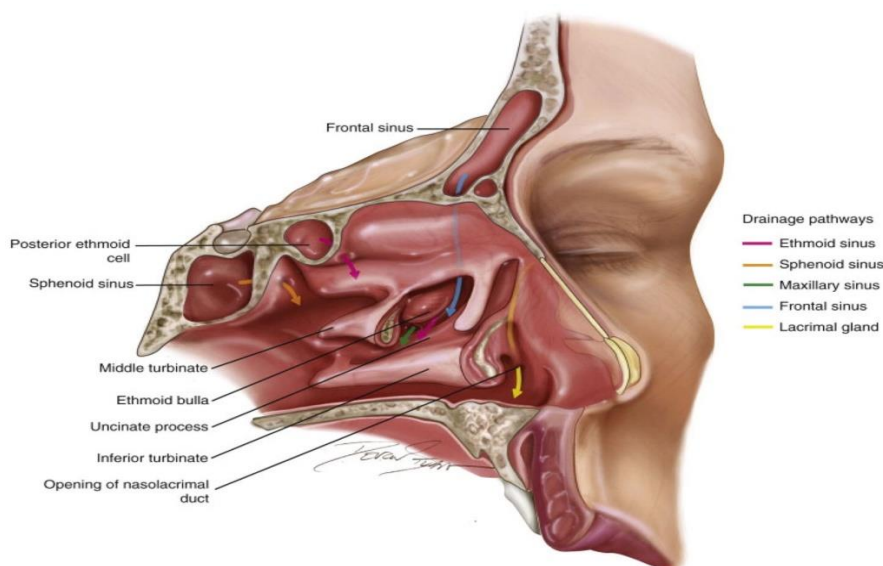
Zadnji zid čeonog sinusa građen je, prema klasičnom mišljenju, od tabule interne čeone kosti. Istraživanja su pokazala da jedna prednja etmoidalna ćelija često učestvuje u izgradnji zadnjeg zida u njegovom donje unutrašnjem uglu. Smatra se da ova ćelija je u vezi sa prednjim i donjim zidom. Donji zid sinusa sastoji se iz dva dela unutrašnjeg ili etmoidalnog i spoljnog ili orbitalnog. Orbitalni deo donjeg zida lako je konveksan prema šupljini sinusa i nalazi se u horizontalnoj ravni iznad etmoidonazalnog dela dna sinusa. Zadnji zid koji je vertikaln u svojim gornjim partijama idući prema dole se lako povija, naročito u slučajevima velikih sinusa. Oštar zadnji ugao sinusa normalno se nalazi samo u spoljnim partijama sinusne šupljine, jer u unutrašnje partije prema intersinusnoj pregradi urasta jedna prednja etmoidalna ćelija.



Slika 14. Čeoni ugao  $\alpha$  (alfa- kod muškaraca) i  $\beta$  (beta- kod žena) area ugla kojom je zahvaćena prednja baza lobanje

### *Sluznica čeonog sinusa*

Celokupna šupljina sinusa obložena je veoma istanjenom sluzokožom, debljine 0,7-2,0 mm koja predstavlja produžetak nosne sluzokože. Histološki sastav obuhvata pseudoslojeviti cilijarni epitel, mukoproduktivne vretenaste ćelije, tanka bazalna membrana i tanka lamina propria koja sadrži seromukozne žlezde. Kada je mukoza zdrava, prekrivena je mukusom. Mukozni prekrivač kreće se, usled rada cilijarnog aparata, od medijalnog put lateralnog pravca, s tim da je najsporiji u predelu krova sinusa a najbrži oko nazofrontalnog kanala. Mukus se drenira u nos preko nazofrontalnog kanala brzinom od 5 gr/cm<sup>2</sup>.<sup>(92-93)</sup>



Slika 15. Profilni prikaz odnosa tkiva i koštanih struktura čeonog sinusa i baze lobanje prema nosnoj šupljini.

Preuzeto iz: Netera

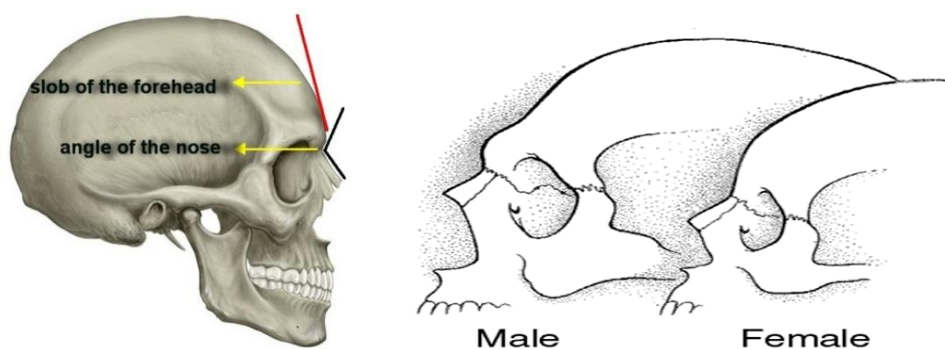
### *Neurovaskularne strukture čeonog sinusa*

Vaskularizacija čeonog sinusa je od a. supraorbitalis i aa. ethmoidalis anterior. Prisutna su dva otvora: prednji etmoidni otvor, kroz koji izlazi nasocilijarni nerv i prednja etmoidalna arterija. Zadnji etmoidalni otvor, kroz koji izlaze krvni sudovi i nerv istog imena.

Čeona kost je vaskularizovana od strane a. supraorbitalis, a. temporalis superfitalis anterior, a. cerebri anterior i a. meningea media. Venska drenaža je unutar koštana kroz anastomoze subkutanih, orbitalnih i intrakranijalnih sudova. Glavna venska drenaža je kroz v. supratrochlearis, v. supraorbitalis, v. temporalis superfitalis, vv. diploicae, v. ophtalimica superior i kroz gornji sagitalni venski sinus. Povezanost sinusa preko diploičnih vena sa prednjom moždanom jamom je od velike važnosti sa razumevanjem puteva širenja infekcije. <sup>(94)</sup>

### *Morfometrijski oblik čela*

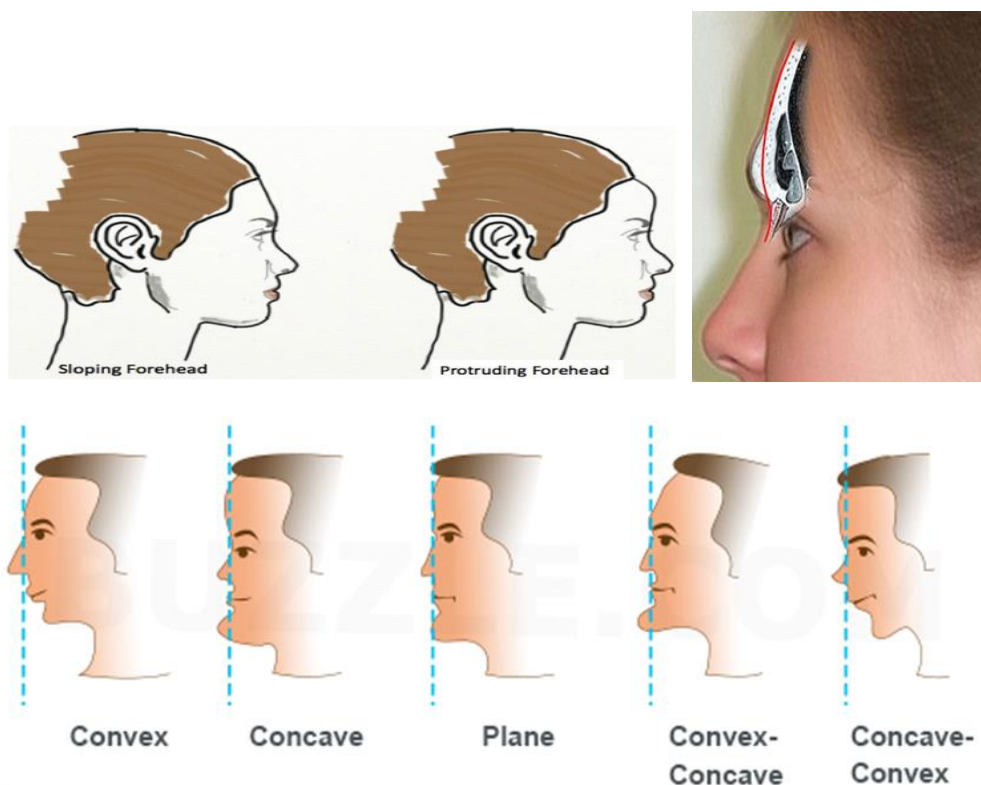
Iako su morfološke varijacije skeleta čoveka odavno poznate anatomima **Kerckling** 1670, **Blumenbach** 1776, **Virchow** 1875, **Le Double** 1903. <sup>(95)</sup> u antropoškim studijama varijabilnosti ovog tipa nisu sistematski proučavane nit funkcionalno interpretirane, već su se uglavnom u deskriptivnom obliku pominjane radi međurasnih komparacija. Morfološke karakteristike lobanje su najčeće ispitivale *torus supraorbitalis*-veličinu i podeljenost, kao i položaj i veličina *glabele*, kao i izraženost *tubera frontale*, *oštrina ugla* na prelazu čela u koren nosa.



Slika 16. Morfometrijski odnos čeonog zasvoda kod muškaraca i žena i načini merenja ugla

Preuzeto: Picture adapted: Bass, William M. 1995. 4<sup>th</sup> ed. Human Osteology: A Laboratory and Field Manual of the Human Skeleton. Specials Publication No. 2. Missouri

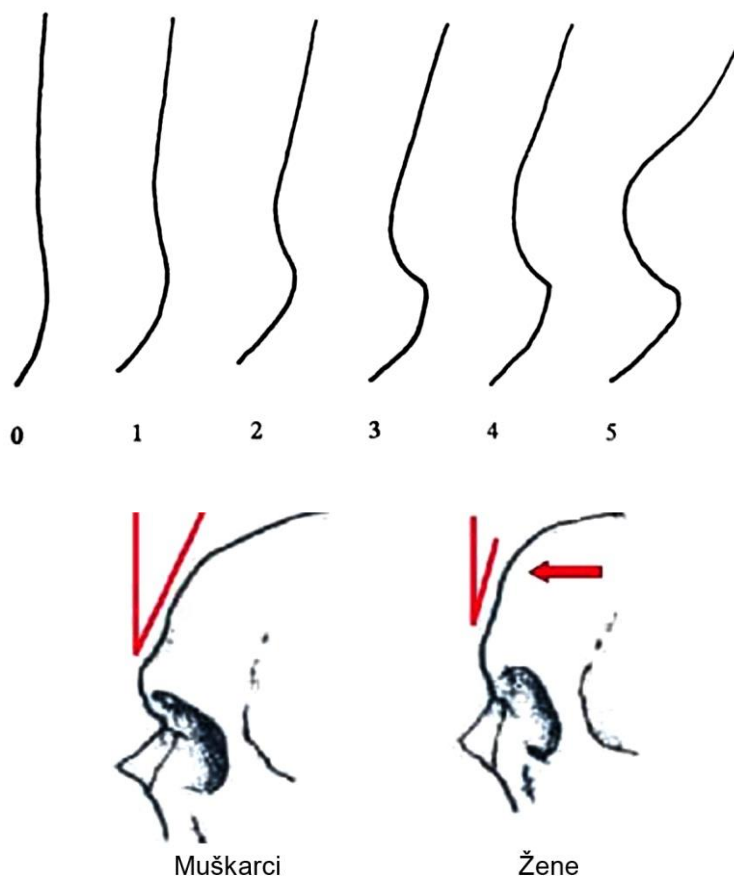
### Račličite forme čeonog zasvoda kod žena



Slika 17. Prikaz različitih formi čeonog zasvoda kod muškaraca u funkciji krajnjeg izgleda kraniofacijalnog masiva kao ekspresija krajnjeg ishoda izgleda lica

Preuzeto: Buzzle.com

Tabela 4. Shematski prikaz različitog stepena izraženosti glabele po Broki



Slika 18. Ugao čela kod muškaraca i žena.

### *Prekobrojni čeoni sinusi*

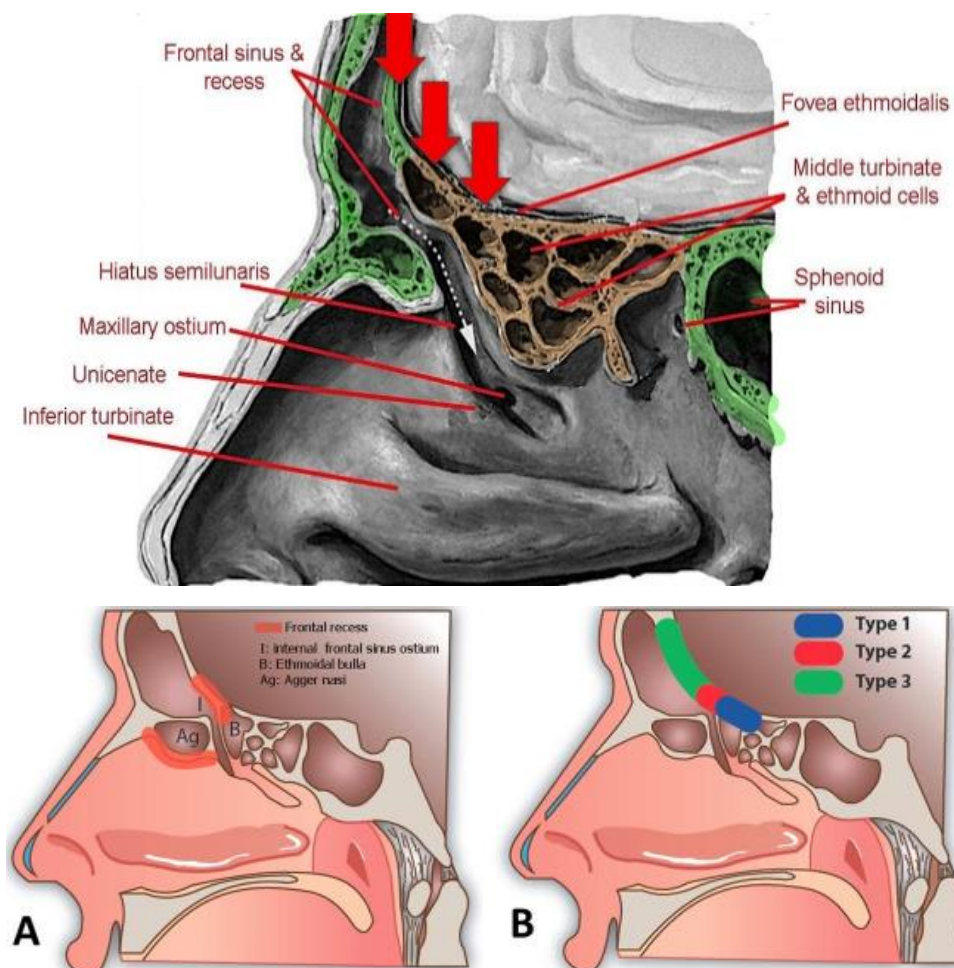
U izvesnim situacijama, naročito kod starijih osoba, na mestu zadnjeg ugla, javlja se jedan koštani zid, vertikalalan i tanak. Prisustvo ovog dodatnog zida ukazuje da se iza čeonog sinusa nalazi još jedna šupljina. Ukoliko je tokom operacije čeonog sinusa konstantuje prisustvo ovakvog zadnjeg zida, treba ga ukloniti da bi se prikazala šupljina koja se nalazi iza sinusa na krovu orbite. Prekobrojna šupljina na krovu orbite nastaje od prodora prednjih ili zadnjih etmoidalnih ćelija između dve koštane tabule horizontalnog dela čeone kosti. Po studijama već navedenih anatoma, u čak 20% slučajeva nalaze se prekobrojni čeoni sinusi, uzimajući kao prekobrojne sinuse sve male šupljine koje odgovaraju jednoj trećini ili jednoj četvrtini unutrašnjeg dela krova orbite. <sup>(98)</sup>

Prekobrojni čeoni sinusi u najvećem broju slučajeva nastaju od već opisane etmoidalne ćelije, koja podiže zadnji zid u zadnje unutrašnjem uglu sinusa, pored sinusne pregrade. Ova etmoidalna ćelija prelazi granice etmoidalnog labirinta i penetrira upolje u krov orbite, pružajući se iza glavnog čeonog sinusa. Zadnji zid odvajajući glavni sinus i prekobrojni sinus širi se iznad krova orbite od zadnjeg unutrašnjeg dela intersinusnog septuma. Prekobrojni zid

je postavljen u frontalnoj ravni. Vrlo je tanak i često dehiscentan, što objašnjava mogućnost lake propagacije infekcije iz jedne u drugu šupljinu.

Prekobrojni čeonni sinusi po pravilu imaju dva zida, gornji cerebralni koji je u kontaktu sa srednjom lobanjskom jamom i donji ili orbitalni. Ova dva zida, kovergiraju put unazad, gradeći jedan ugao. Broj ovih prekobrojnih čeonih sinusa s jedne strane lobanje je varijabilan. Najčešće pored glavnog sinusa, nalazi se jedan prekobrojni. Samo prisustvo ovog zadnjeg zida ne mora da ukazuje na prisustvo prekobrojnih šupljina. Izuzetno retko, opisane su pojave da čeonni sinusi sa svojim dubokim produžecima iznad orbite mogu da pneumatizuju čitav krov orbite do srednje lobanjske jame, od koje su odvojeni jednim vertikalnim zidom visokim nekoliko milimetara, koji lako može da se pomeša sa dodatnim zidom, međutim iza ove šupljine ne nalazi se prekobrojni čeonni sinus već baza srednje lobanjske jame.

### *Recesusi čeonog sinusa*

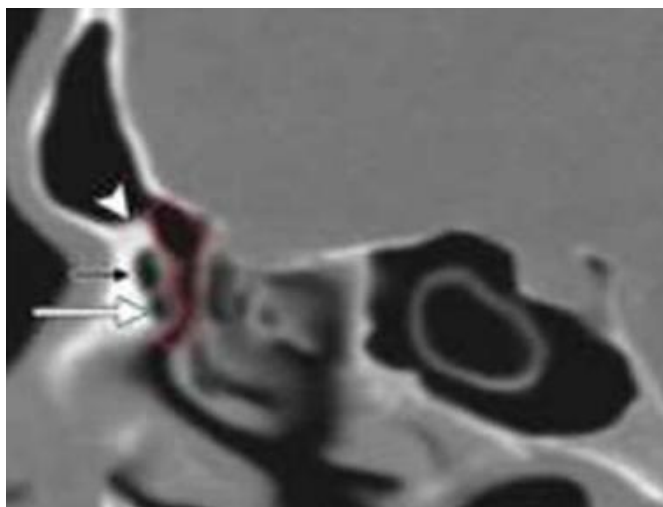


Slika 19. Prikaz recesususa čeonog sinusa

(Preuzeto iz: Netera)



### *Recessus u krista gali*



Slika 20. Radiološki prikaz recesususa

U samom unutrašnjem delu zadnjeg ugla čeonog sinusa, prema zadnjem delu intersinusne pregrade, otkriva se katkada mali ovalni otvor koji ide u produžetak sinusne šupljine, u kristu gali. Ovaj recessus, koji je dosta čest, opisalo je više autora i njegova učestalost je u proseku oko 8%. U najvećem broju slučajeva recessus iz čeonog sinusa je zahvatio samo prednje partije kriste gali tako da ovi recessusi nisu duboki.<sup>(99)</sup>

Recessusi u krista gali najčešće dolazi iz jednog sinusa. Komunikativni otvor čeonog sinusa i recesususa u krista gali je ponekad vrlo malih dimenzija, tako da se vreme hirurške intervencije može da se i ne prepozna. Ovo je naročito često u slučajevima sinuzitisa kada zadebljana sluznica može potpuno da zatvori ovaj otvor. Pneumatizacija kriste gali udružena je često s recessusom u perpendikularnoj lamini etmoida ili sa recessusom u nosnoj kosti i ushodnoj grani gornje vilice.<sup>(100)</sup>

### *Recessus u perpendikularnoj lamini etmoidalne kosti*

Recessus čeonog sinusa u perpendikularnoj lamini etmoida je vrlo malo opisan ali neka prosečna vrednost ispitivanja anatoma svodi se na učestalost od 3%.<sup>(101)</sup> Dubina ovih recesususa koji su se spuštali ispod baze intersinusnog septuma bila je 3-5 mm. Pneumatični prostor u gornjim partijama nosne pregrade može da nastane ne samo od desnog ili levog čeonog sinusa, nego i od oba a ponekad i od etmoida, pa se poreklo pneumatizacije u nosnoj pregradi često ne može utvrditi.

### *Recessus u lakrimalnoj kosti*

Ovaj recessus je malo poznat. Učestalost mu je oko 5% i retko je dubok i širok<sup>(102)</sup> Samo u 2% slučajeva sinus penetrira u lakrimalnu kost pneumatizujući njenu gornju polovinu tako da su zidovi veoma tanki i ponekad dehiscentni. Preko ovog recessusa čeonni sinus je u bliskom kontaktu s unutrašnjim zidom orbite i lakrimalnim sakusom, pa infekcije iz čeonog sinusa lako prelaze na lakrimalnu kost. U ovakvim slučajevima, pri hirurškim intrevencijama na lakrimalnom sakusu moguće je da se otvori šupljina ka frontalnom sinusu.

Recessus u lakrimalnoj kosti je često udružen sa produžecima sinusa u gornjim partijama procesusa uncinatusa a ponekad ovaj recessus ide i u ushodnu granu gornje vilice.<sup>(103)</sup> Karakteristika recessusa da je često udružen s prodorom prednjih etmoidalnih ćelija u lakrimalnu kost.

Preko ovih recessusa uspostavlja se kontakt između frontalnog sinusa i etmoidalnih ćelija. Ova mogućnost česte penetracije i etmoidalnih ćelija u lakrimalnu kost čini da je teško odrediti da li pneumatizacija lakrimalne kosti nastaje iz čeonog sinusa ili etmoidalnih ćelija.

### *Recessus u nosnoj kosti i ushodnoj grani maksile*

Jedan ili oba čeona sinusa mogu da penetriraju u nosnu kost i ushodnu granu gornje vilice. Ovu pojavu zapazilo je više autora, sa učestalošću od oko 2% .<sup>(103-105)</sup> Sinus se širi prema dole penetrirajući po pravilu u dve kosti: *nosnu kost* i *ushodnu granu gornje vilice*. Izuzetno, ova penetracija je samo u jednoj od ove dve kosti.<sup>(106)</sup>

### *Recessus u malim i velikim krilima sfenoidalne kosti*

Čeoni sinusi velikih dimenzija prodiru vrlo često pozadi iznad krova orbite. Ovi nadorbitalni produžeci sinusa mogu dati recessuse u malim i velikim krilima sfenoidalne kosti. Recessusi sinusa u ovim delovima sfenoida su retki.<sup>(9)</sup> Čeoni sinus prodire često pozadi do suture između krila sfenoidalne kosti i čeone kosti. Sutura izgleda da sprečava proces pneumatizacije koji se obično završava ispred nje. Ovi recessusi proširuju odnos čeonog sinusa s bazom prednje lobanjske jame, sfenoidalnom pukotinom, sfenoidalnim sinusom i optičkim nervom.

Prodirući u velika krila do zadnje ivice malih krila to jest do baze srednje lobanjske jame, čeonni sinus je odvojen od srednje lobanjske jame jednim dodatnim zadnjim zidom, čija visina najčešće iznosi 5-10 mm. Prisustvo dodatnog zadnjeg zida čeonog sinusa ima veliki praktični značaj, jer može izazvati zabunu hirurgu ukoliko odstrani dodatni zid misleći da je u pitanju prekobrojni čeonni sinus, a radi se o recessusu u krilima sfenoidalne kosti, može doći do komplikacija u vidu teških lezija struktura srednje lobanjske jame.<sup>(107)</sup>

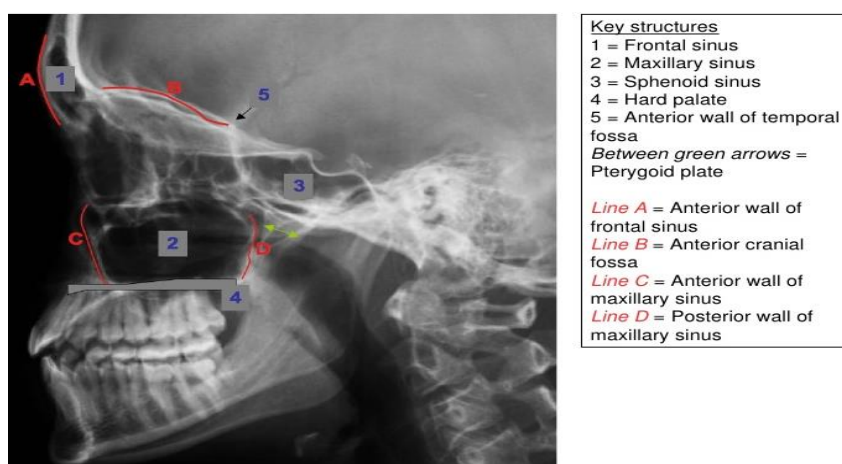
### Nadlabirintni divertikulum

U unutrašnjem delu zadnjeg ugla čeonog sinusa i sinusnog dna često se nalaze bulozna izbočenja uzrokovana etmoidalnim ćelijama koje prodiru u sinusnu šupljinu. Ova izbočenja, nazvana frontalnim bulama imaju svoj praktični značaj, međutim postavljalo se pitanje o mogućnosti produžetka čeonog sinusa u predeo etmoidalnog labirinta.

U 4-5% slučajeva primećeno je, bilo jednostrano ili obostrano, postojanje produžetaka, više ili manje dubokih, čeonog sinusa pozadi i unutra prema lamini kribrozi i kristi gali. U slučaju ovih produžetaka, lamina kribroza posmatrana iz prednje lobanjske jame izgleda sužena i dublje postavljena. Ovaj produžetak čeonog sinusa podiže horizontalni deo lamine interne čeonog sinusa neposredno iznad etmoidalnih ćelija. Iz ovih razloga je izvučen termin za ovakvo anatomsko stanje “nadlabirintni divertikul” čeonog sinusa. Ovaj divertikul, koji je male visine, obično 2-3 mm pruža se pozadi, iznad prednjih partija etmoidalnog labirinta. Ovaj produžetak čeonog sinusa može da bude neotkriven za vreme hirurške intervencije ali isto tako zidovi ovog produžetka mogu biti lako povređeni. Mora se zapamtiti da je ovaj produžetak u kontaktu s meningeama, olfaktornim nervom i gornjim sagitalnim sinusom.<sup>(108-109)</sup>

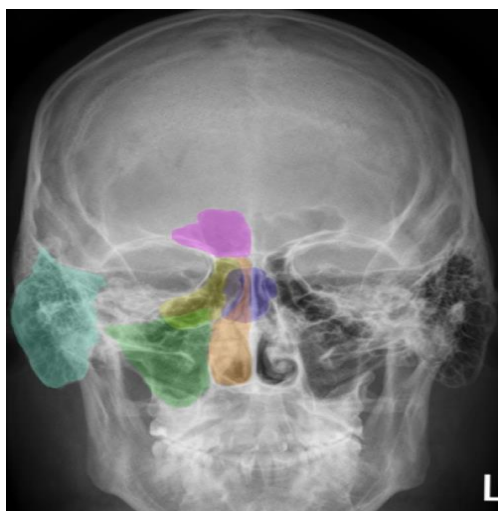
### Neuroradiološka dijagnostika čeonog sinusa i baze lobanje

Standardni pregled rentgenskim snimcima uključuje PA, lateralnu projekciju i poluaksijalnu projekciju (*Town*) i omogućava brzu početnu dijagnostiku lezija u ovom predelu u smislu evaluacije fraktura, deformiteta, postojanja stranih tela, kao i kongenitalnih anomalija. Takođe, mogu se videti područja skleroze, odnosno koštane destrukcije kod postojanja maligniteta.

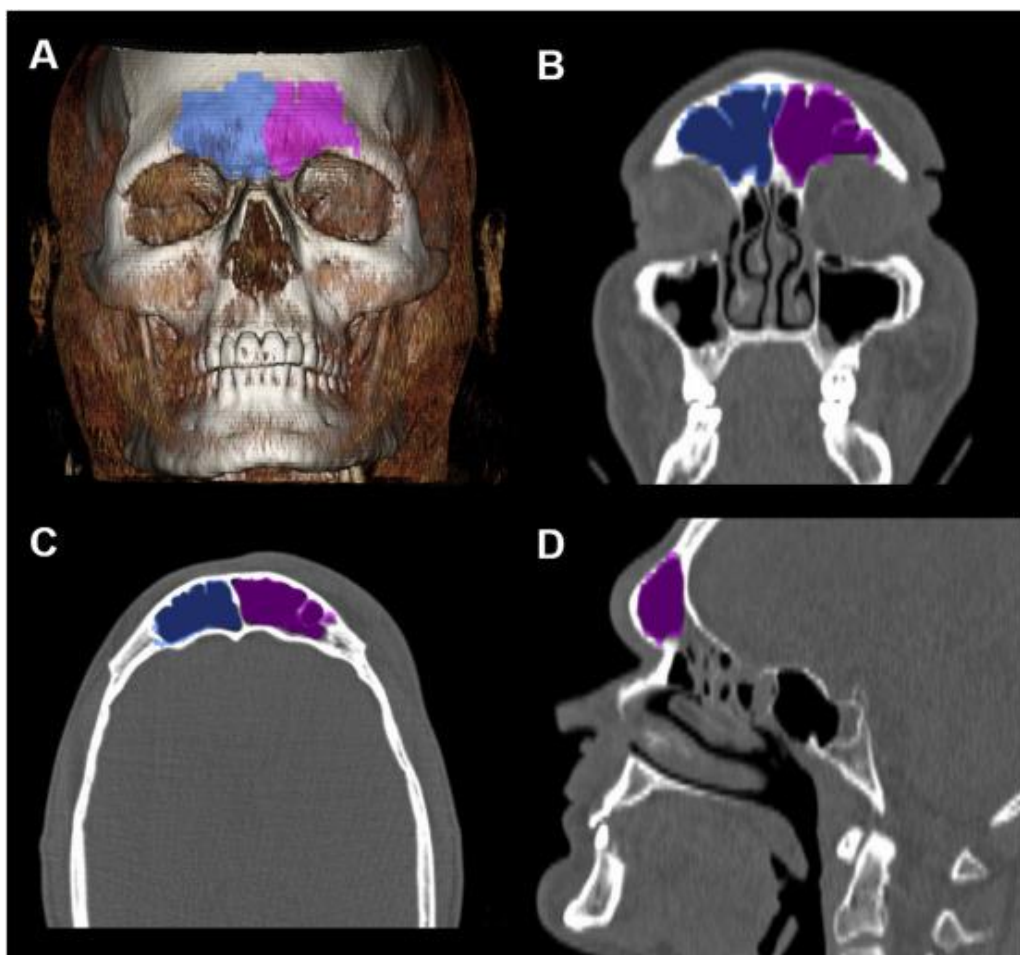


Slika 21. Radiološki prikaz kraniofacijalnog predela

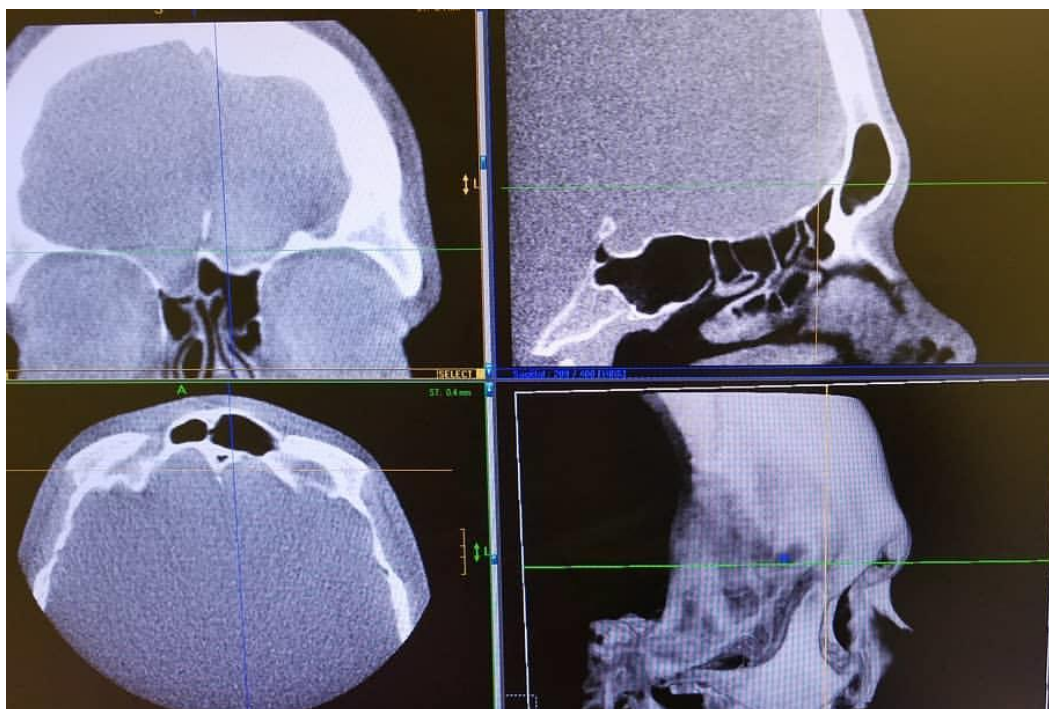
Preuzeto: Emergency Radiology Imaging of Facial Trauma



Radiološki načini prezentovanja čeonog sinusa

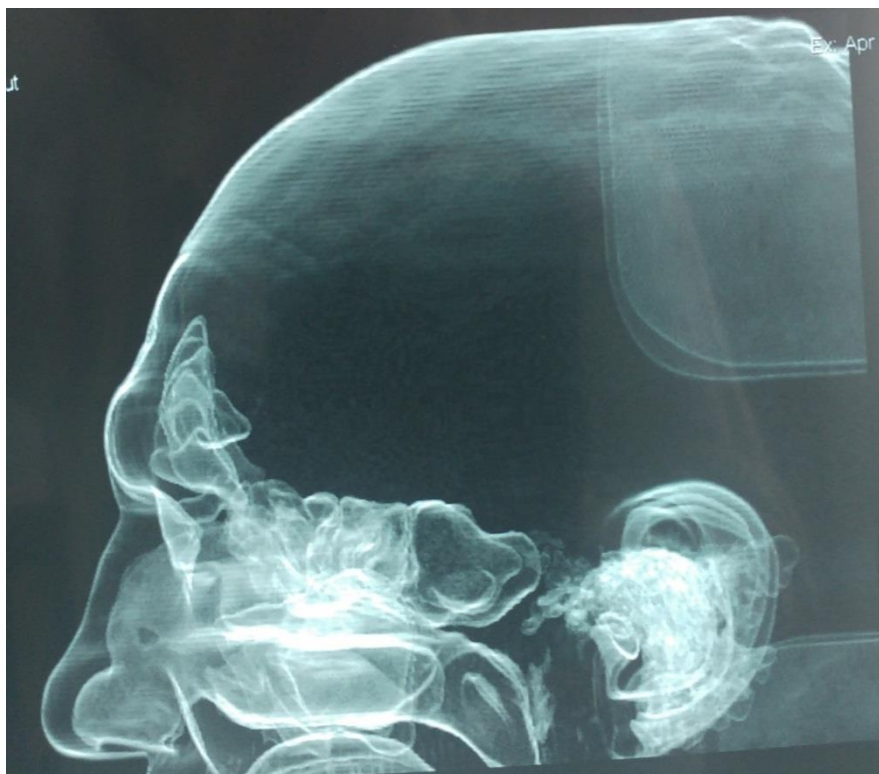


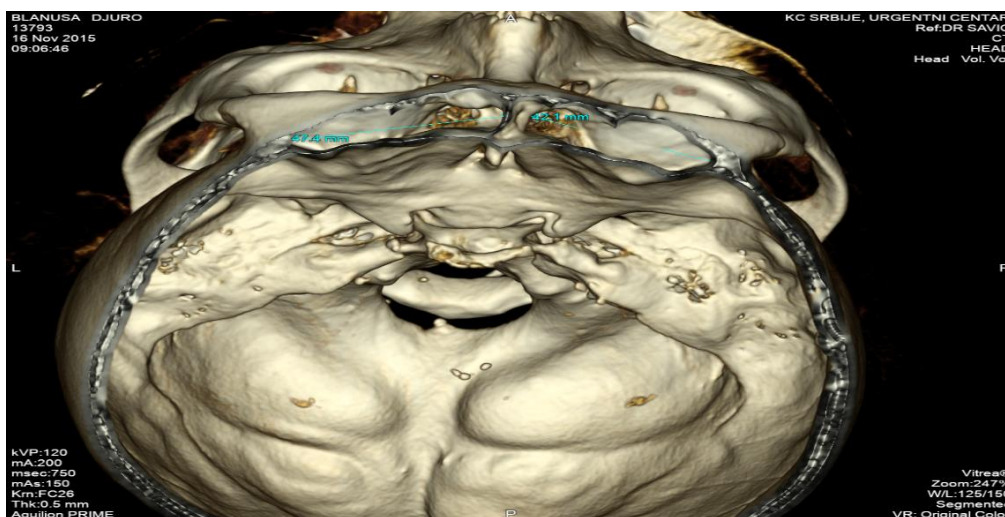
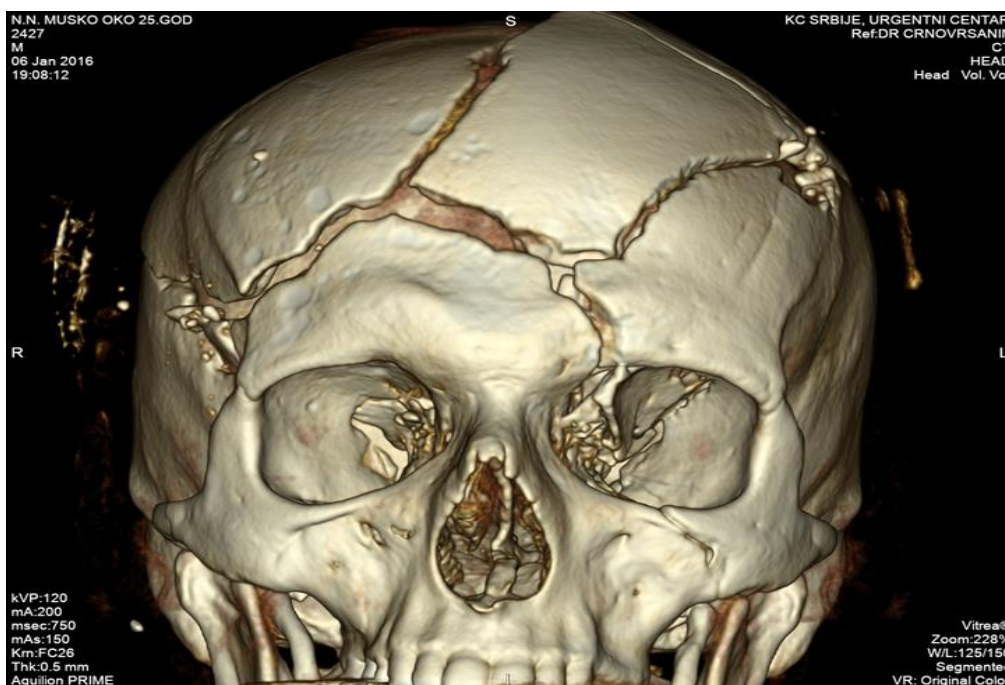
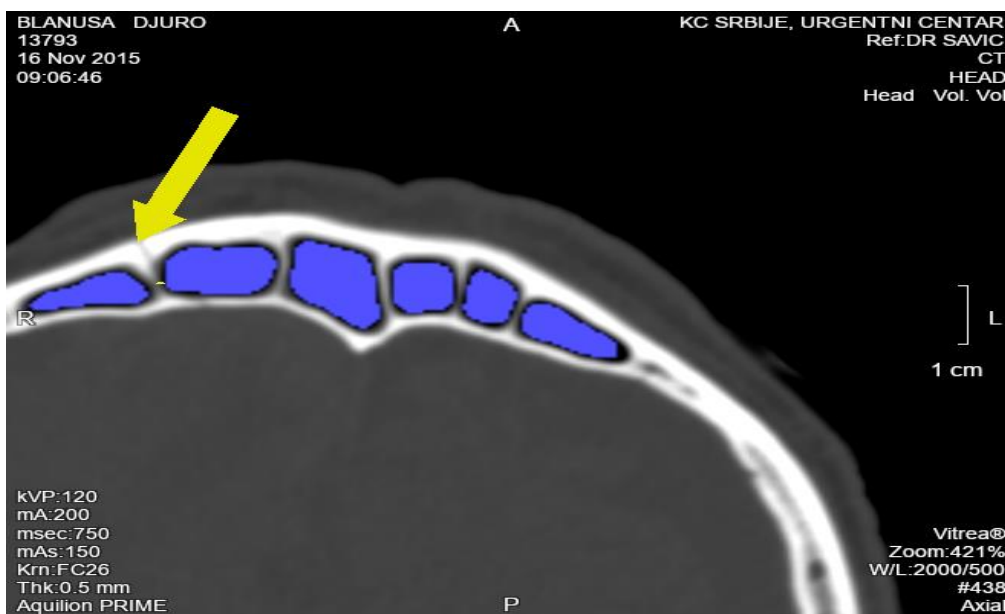
Uvođenjem digitalnih metoda kompjuterizovane tomografije i magnetne rezonance u neuroradiološku dijagnostiku smanjio se značaj standardnih radiograma.



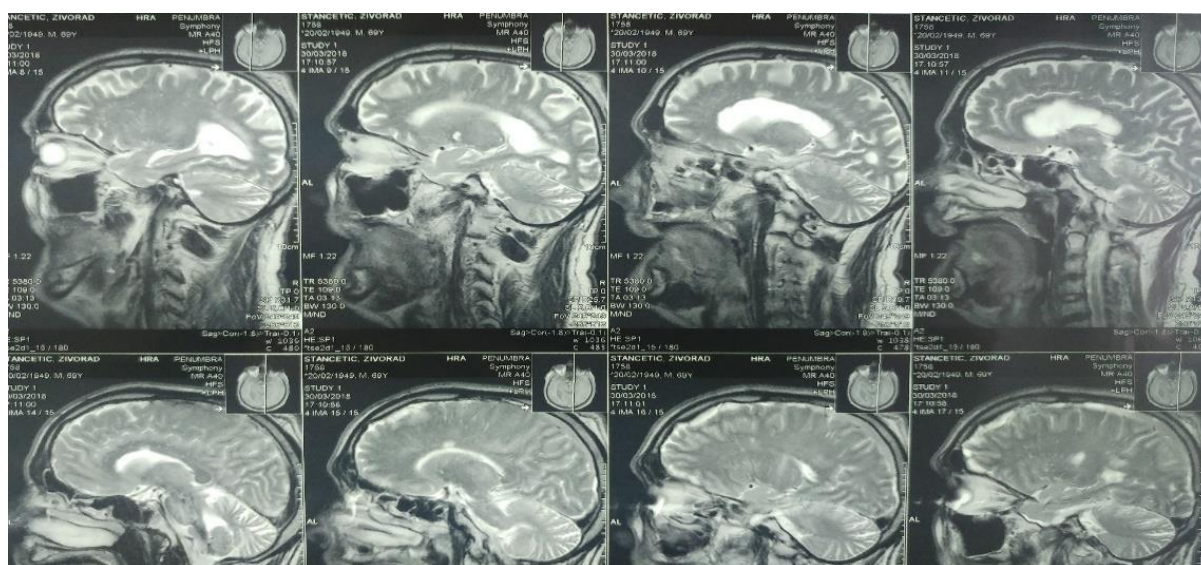
Kompjuterizovana tomografija (MSCT) je brza, relativno neinvazivna, i široko pristupačna metoda za evaluaciju centralnog nervnog sistema i baze lobanje. CT pregled bez kontrasta je osnovi pregled u evaluaciji većine lezija baze lobanje, osobito koštanih struktura, mada moćne kosti baze lobanje mogu davati artefakte. Dodatno ovoj dijagnostici pruža mogućnost 3D vizualizacije koštanih struktura, kao i same sinusne šupljine.







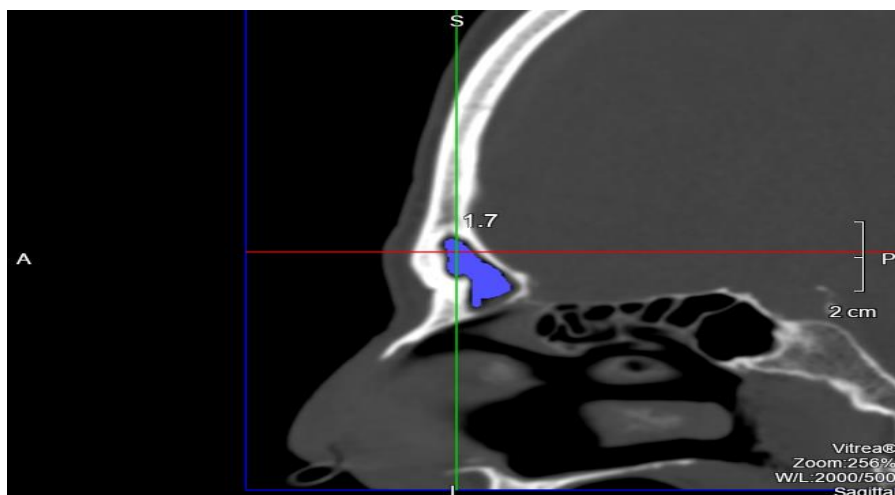
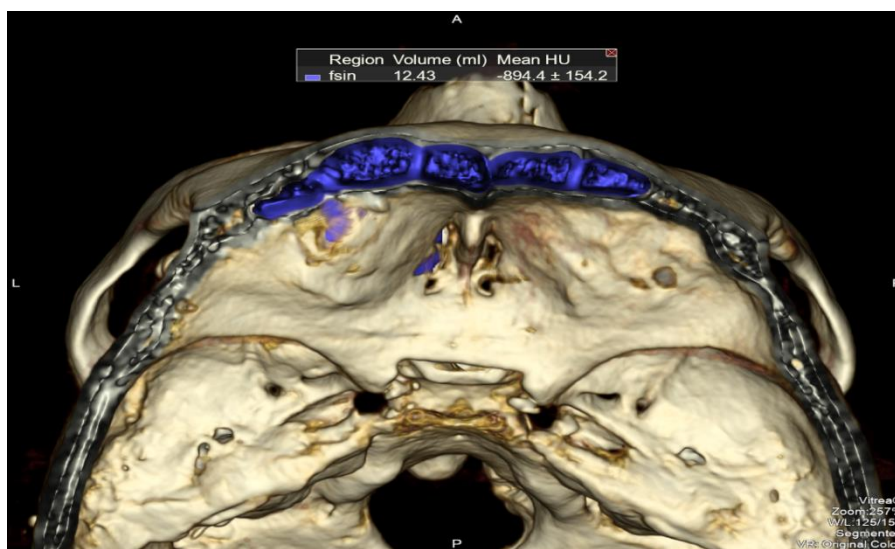
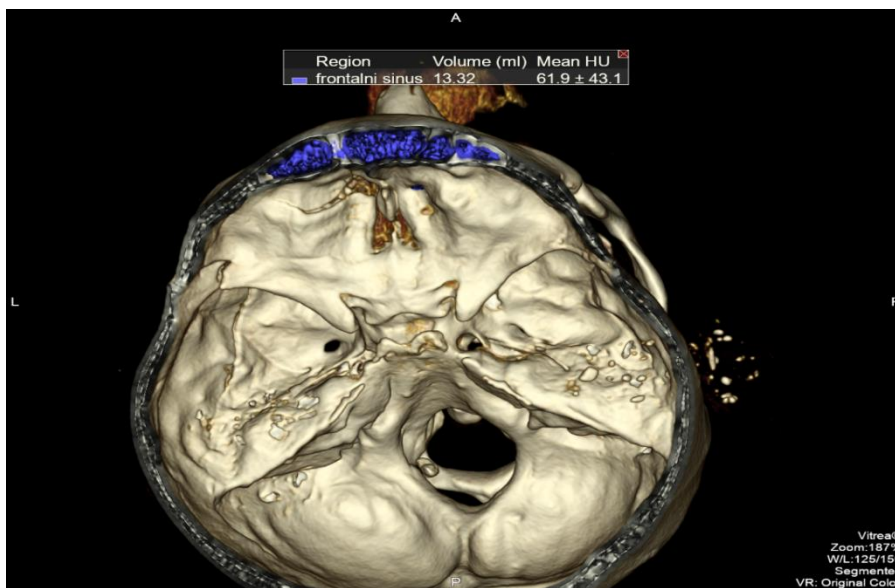
## Vizuelizacija čeonog sinusa i dijagnostika MRI snimanjem

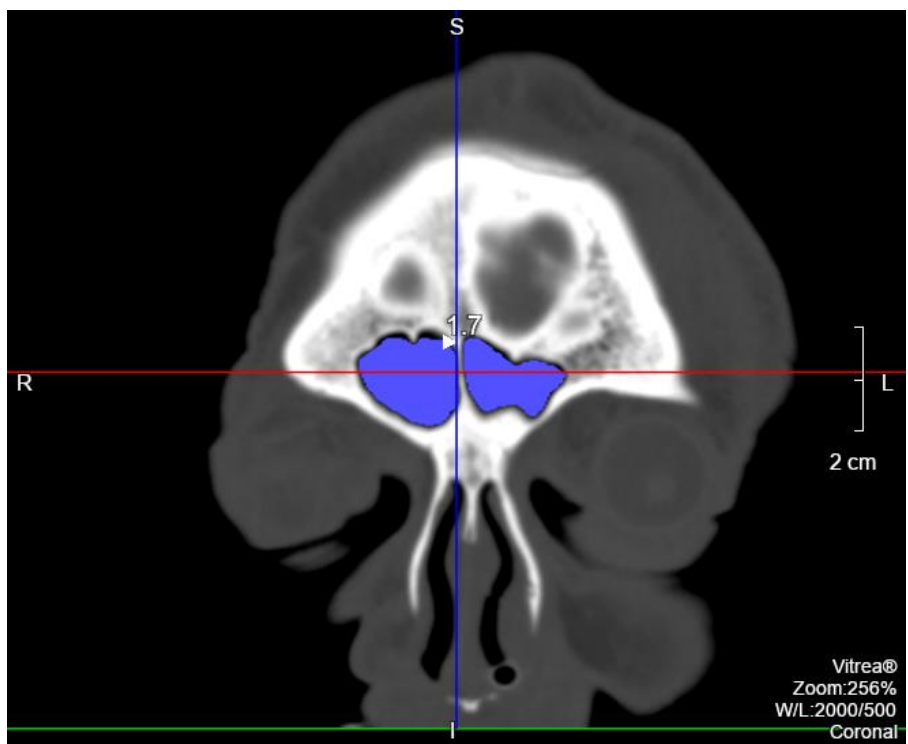
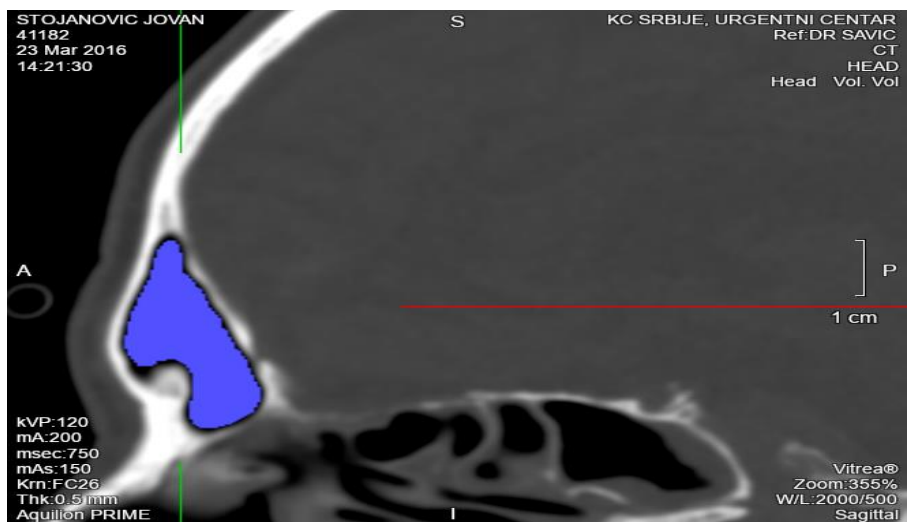
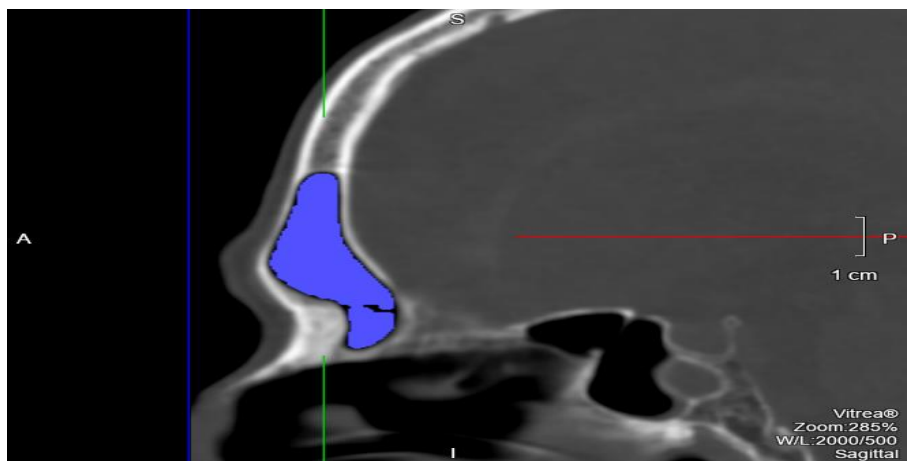


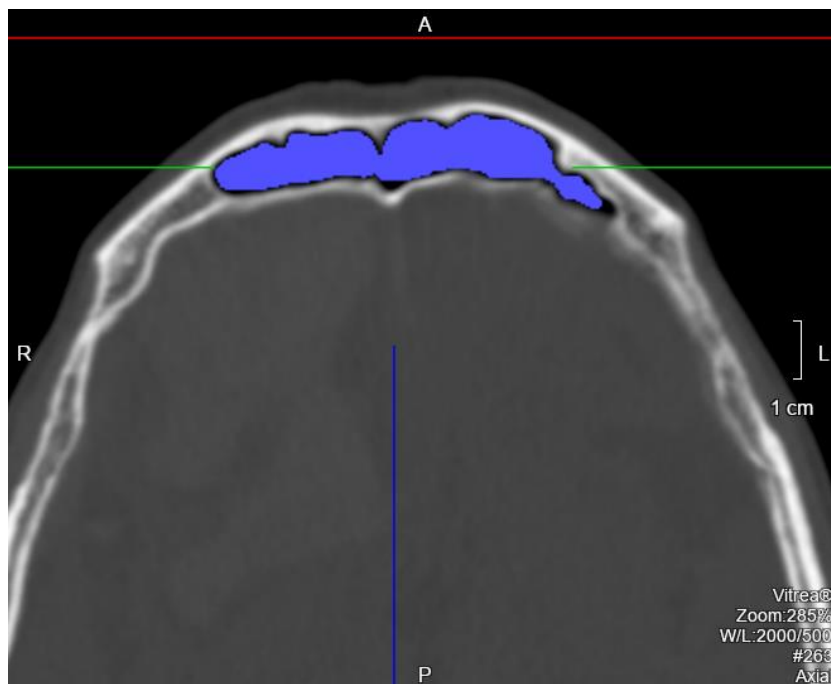
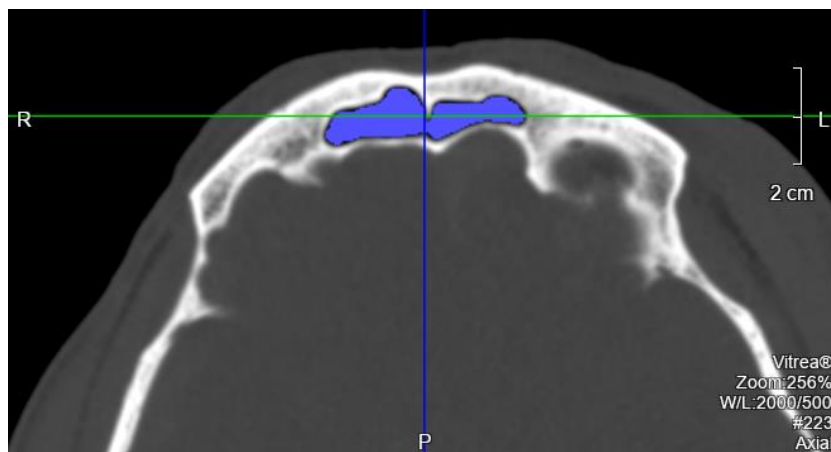
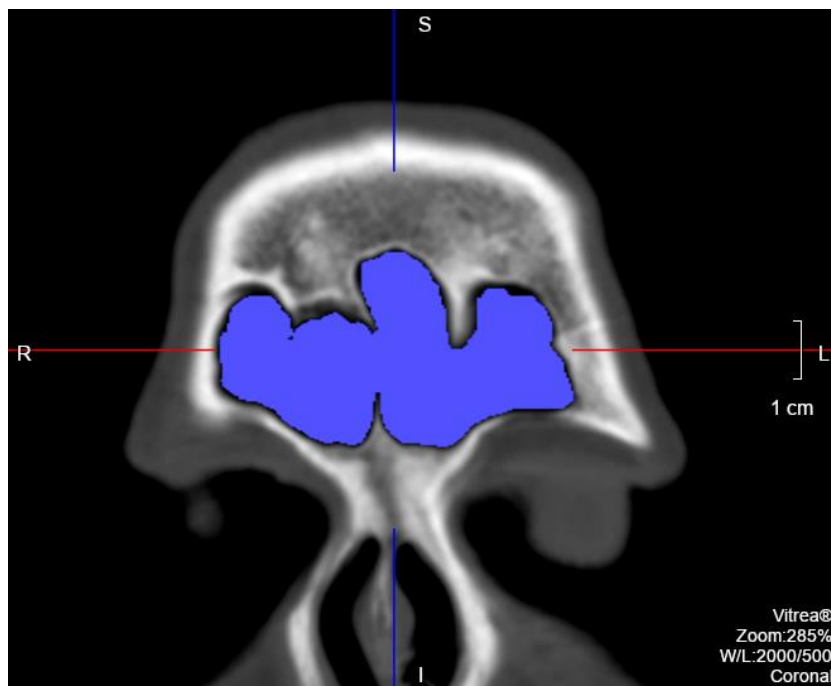
Magnetna rezonanca je neinvazivna metoda koja ne koristi x-zrake, ima visoku senzitivnost i za razliku od CT nije ometana artefaktima. Indikacije za MR pregled su gotovo svi patološki procesi na bazi lobanje osim akutne hemoragije i frakture. MR angiografija takođe predstavlja korisnu neinvazivnu metodu za vizuelizaciju krvnih sudova, naročito velikih arterija na bazi mozga.

Anatomske varijacije u anatomiji čeonog sinusa mogu komplikovati preoperativnu odluku. Iako aplazija ili hipoplazija mogu dati zaštitni efekat na pojavu nazolikvoreje, odnosno vizualizaciju preloma nazofrontalnog kanala nakon preloma čeone kosti ili traume lica, druge kongenitalne anomalije, kao što je hiperpneumatizacija, mogu predisponirati dodatne komplikacije. Urađen pažljiv pregled MSCT-om visoke rezolucije može dosta da pomogne u uočavanju nepravilne anatomije i identifikaciji potencijalnih izvora dodatnih zabrinutosti a ovaj korak može biti posebno važan za preoperativno planiranje.

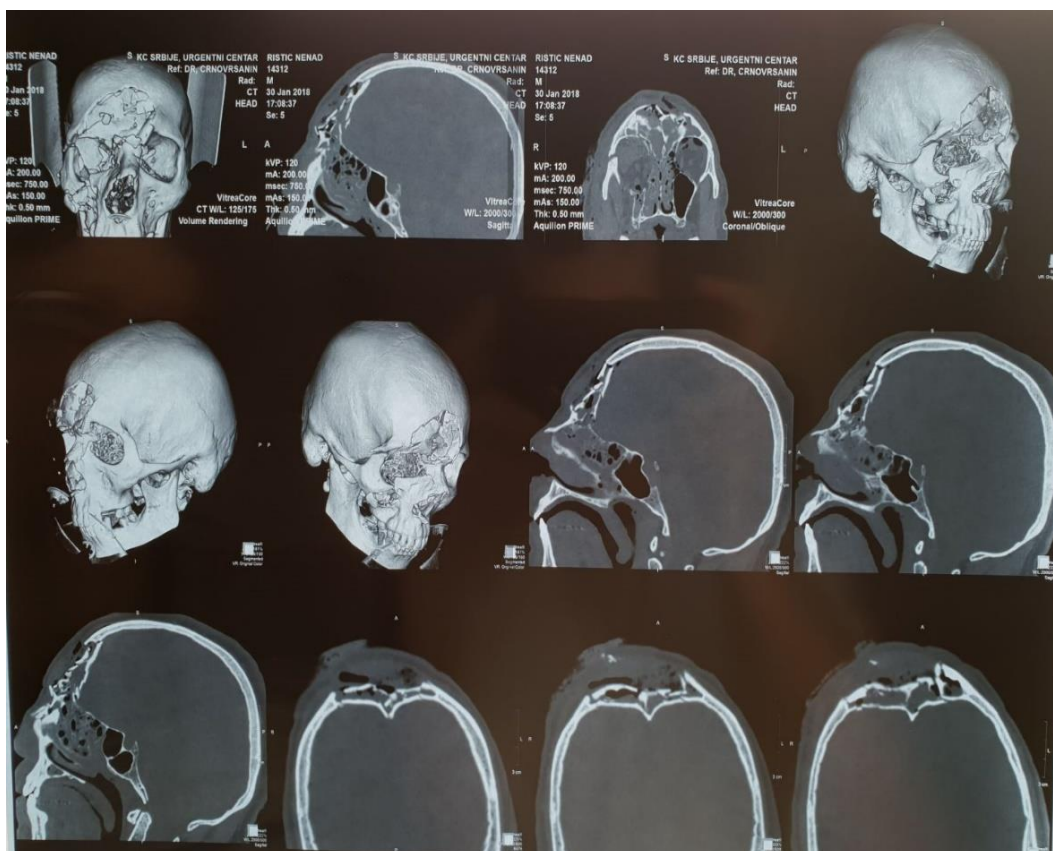
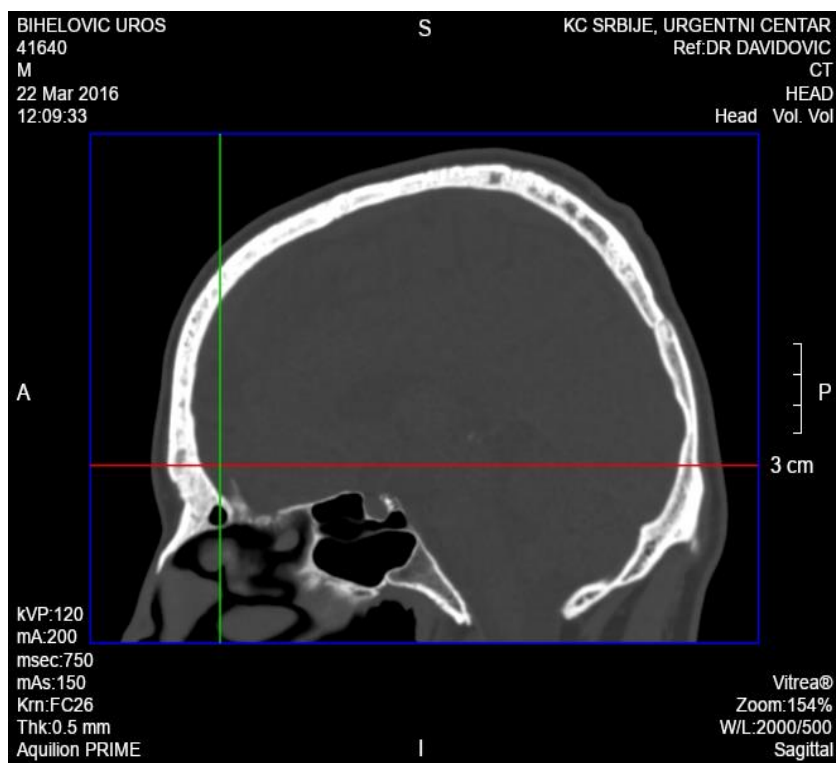








### Agenezija čeonog sinusa

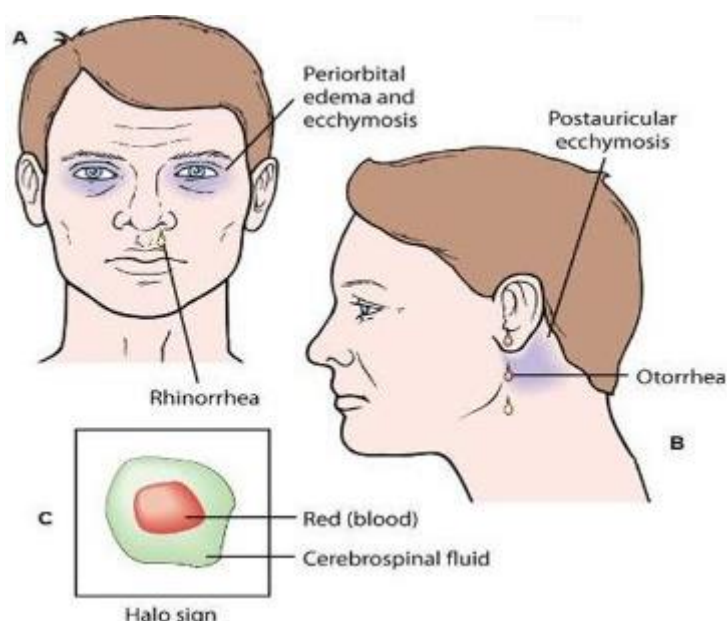


## 1.4 Klinička prezentacija

Klinička prezentacija pojedinih tipova preloma čeonog sinusa i prednje baze lobanje je raznolika, ali postoje neki karakteristični simptomi i znaci koji treba da pobude sumnju na lezije u ovoj regiji.

### 1.4.1 Klinička slika

Kliničku sliku odlikuje raznovrsnost, koja je oličena u zavisnosti od inteziteta i etiološkog načina povređivanja, te samim tim javiće se i odgovarajući simptomi. Slikom će prevashodno dominirati težina simptoma u zavisnosti od kompleksnosti povrede, obima i vrlo često nije pravi odraz težine iste. Vrlo često sa prelomima zidova sinusa mogu dominirati povrede mozga, od komocije do različitih formi kontuzije. Klinički pregled mora u sebe da uključi povrede endokranijuma, vratne kičme, orbite i bulbusa, kao i samog ličnog skeleta.<sup>(110)</sup>



Slika 22. Shematski prikaz simptoma preloma čeonog sinusa

Preuzeto sa [www.kenhub.com](http://www.kenhub.com)

### 1.4.2 Klinički simptomi

Neki karakteristični simptomi i znaci: prisutna lokalno lacerokontuzna rana sa prekidom kontinuiteta kože, vrlo često ispoljen deformitet tog područja-manjeg ili većeg stepena, dubok i tup bol u predelu i polovini lica-(kao posledica izolovanog preloma)-postojanje bolne tačke ili lokalizovanog bola u pravcu jedne linije.Nije retka pojava uporne glavobolje ili vertiga.

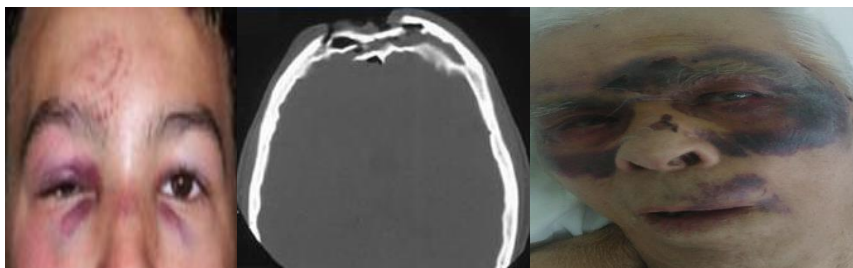
Simptomi iritacije trigeminalnog živca, prisutna epistaksa i/ili nazolikvoreja, oslabljena progresivno mirisna funkcija (anosmia) kao i oftalmološki znaci-zbog preloma krova orbite,može doći do ispada u vidnom polju i pojava dvoslika (diplopia), te treba da pobude sumnju na lezije u ovom predelu S obzirom na mogućnost udružene povrede mozga veoma je bitno proceniti stanje svesti pacijenta (u smislu njegove orjentisanosti u vremenu i prostoru, kao i verbalni odgovori na spoljne stimulanse) koji može biti ispoljen od somnolencije do sopora i kome.<sup>(102-103,106)</sup>

### 1.4.3 Klinički znaci

- Znaci šoka- bledilo, tahikardija, oslabljen puls,
- Poremećaj svesti- povreda endokranijuma, Glasgow coma scor,
- Poremećaj disanja- bilo zbog centralnih smetnji ili opstrukcije gornjih disajnih puteva, zbog primesa krvi, koštanih ulomaka ili zalomljenih zuba i slično,
- Uočava se prisustvo edema i hematoma na licu u zoni oko očiju- Brilleov (**Brulle**) znak. Prisustvo edema različite veličine vrlo često može da maskira opseg i težinu povrede, njegovim povlačenjem može da se uoči deformitet nastao traumom kao i mogućnost da palpatorno dođemo do informacije o stanju prednjeg zida čeonog sinusa ili supraorbitalnog luka,
- Periorbitalni hematom, ptoza kapka i suženje rime okuli kao i anizokorija,
- Enoftalmus ili egzoftalmus nastaje kao posledica zbog promena u koštanom volumenu orbite,
- Deformitet kosti -impresija,
- Potkožni emfizem perioorbitalno kao sledstvena posledica udruženosti prelomom etmoidalnog sinusa,
- Prisustvo velikih lacerokontuznih rana kože čela sa propagacijom koštanih ulomaka prednjeg zida čeonog sinusa, kroz istu se mogu videti prelomljeni zidovi,pokidana sluznica sinusa kao i lezija dure i moždana masa,
- Epistaksa nije patognomoničan znak samo za povredu čeonog sinusa, ona može da se ispolji i u povredama gornjeg i srednjeg sprata lica. Ona ima svoj naročiti značaj, ako je frontoetmoidalna povreda udružena sa povredom baze lobanje ili sa povredom srednjeg sprata po tipu Le Fort preloma,
- Rinolikvoreja je veoma bitan znak, koji nam ukazuje na povrede endokranijalnog sadržaja gde povređeni može biti u stanju kome. Siguran je znak postojanja lezije dure, ali je nestalna i promenljiva pojava. Odlikuje je njeno spontano nestajanje i

ponovno pojavljivanje, kao karakteristika povremenog zatvaranja samog otvora na duri-krvnim ugruškom, edemom i prolapsom mozga, stvaranjem granulacija, tako da likvor ne može oticati.

- Kozmetički defekt, kao posledica nastanka impresivnih preloma u predelu čeone regije,
- Poremećaj senzibiliteta kože čela i lica, kao posledica lezija ili kompresija ulomcima na grane nerava u zoni njihove distribucije,
- Anosmija, gubitak mirisnog čula.

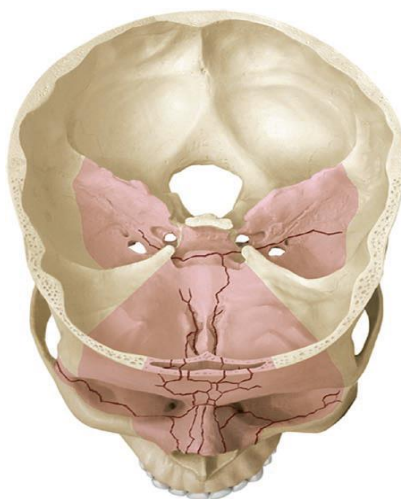


---

Slika 23. Klinički izgled i radiografski nalaz preloma čeonog sinusa

## 1.5 Prelomi kraniofacijalnog spoja

Povrede kraniofacijalnog kostura obuhvataju različite prelome u predelu prednje lobanjske jame, frontoglabelarne regije, orbite i maksilarnog kompleksa (gornje vilice odnosno gornjeg lica) (*Weerda, 1995*).<sup>(105)</sup>



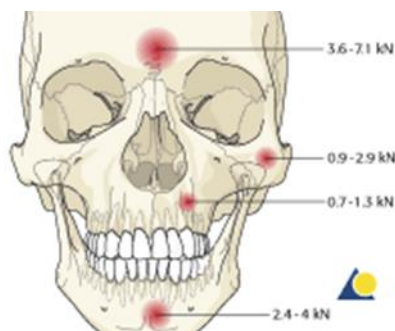
---

Slika 24. Pogled na udruženost preloma kraniofacijalnog spoja-prednja baza lobanje i čeonog sinusa sa masivom lica

Preuzeto iz: "Craniofacial trauma:Diagnosis and management,  
Nicolas Hardt, Johannes Kuttnerberger; Springer 2010.

### 1.5.1 Biomehanika kraniofacijalne traume

Prednji zid frontalnog sinusa je debeo i otporan na povrede. Zahteva veću silu za lom od bilo koje druge kosti lica (3,6 - 7,1 kN, Nahum AM (1975) Biomehanika maksilofacijalne traume Clin.Plast.Surg, 2:63).



Slika 25. Prikaz otpornosti kostiju kranijuma i lica na tupi udar

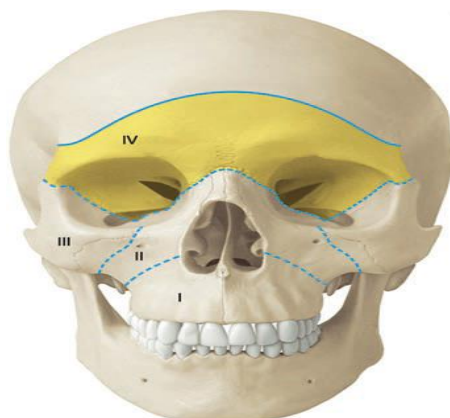
Preuzeto iz AO fondacije

Većina fraktura frontalnog sinusa rezultat su udara velikih brzina kao što su nesreće motornih vozila, napadi i sportske povrede. Pacijenti koji održavaju frakture frontalnog sinusa često imaju povezani prelomi lica i sistemske povrede.

Cilj lečenja preoma zidova čeonog sinusaje stvaranje “*sigurnog sinusa*”, obnavljanje konture lica i izbjegavanje kratkih i dugotrajnih komplikacija.

Radi razumljivije klasifikacije preloma odnosno povreda PREDNJI-ČEONO- LIČNI PREDEO je podeljen na tri dela (*kompartmenta*) - **trauma kompartmenti**:

- A. Centralni- Le Fort I, II, III i varijabilna IV
- B. Lateralni
- C. Frontofacijalni



Slika 26. Shematski prikaz kompartmenta i njihovih linija razdvajanja

Preuzeto iz :“Craniofacial trauma: Diagnosis and management,  
Nicolas Hardt, Johannes Kuttenger; Springer 2010.



Prikazane linije I II i III odgovaraju linijama Le Fort, dok je IV varijabilnog karaktera i najviše zavisi od pneumatizacije čeonih sinusa.

**Linija I** najčešće se opisuje sa početkom od lateralne ivice prednjeg nosnog otvora (apertura piriformis). Donja ivica otvora nosi na sebi jedan oštiji produžetak a to je prednja nosna bodlja. Od tog mesta, lateralno sa obe strane ide preko fose canine, zatim savija naniže i nazad ispod baze zigomatičnog nastavka. Odavde napušta prednju i prelazi na zadnju stranu maksile gde se upućuje naviše i nazad preko tubera maksile, da bi potom ukrstila pterigomaksilarnu fisuru. Pored prednje i zadnje strane maksile linija nastavlja kroz bočne koštane zidove nosne šupljine. Ukratko rečeno linija se obično opisuje počev od piriformnog otvora, zatim preko zidova maksile i njene baze, sa završetkom na istom mestu piriformnog otvora.

Time ona formira dentoalveolarni sklop koji obuhvata zube sa alveolarnim nastavkom, donje delove prednje, zadnje i unutrašnje strane gornje vilice. Prelom u tom nivu se naziva nizak subzigomatičan prelom, odnosno **Le Fort I ili Guerin**.

**Linija II** posmatrana sprema ima približno polukružan ili potkovičast oblik, te taj deo liči na piramidu. Linija kreće od spoja između zadebljalog gornjeg dela nosne kosti i susedne frontalne suture, a potom se širi na obe strane preko frontalnih nastavaka maksile, zatim preko prednjeg dela lakrimalne kosti, potom skreće dole, napred i bočno preko donje očne ivice koju čine maksila i zigomatična kost. Strogo uzevši linija ne zadire u orbitu, već samo njen ulazni deo. Od donje očne ivice linija savija naniže, upolje, ali veoma blizu infraorbitalnog otvora. Prelaskom na prednji zid linija ide gotovo paralelno sa zigomatikomaksilarnom suturom i prelazi preko početnog zadebljalog dela zigomatičnog nastavka maksile i infrazigomatičnog grebena. Odatle ide preko zadnje strane maksile. Dalji put ide preko baze maksile odnosno preko lateralnog dela koštanog nosnog kanala. Završetak se nalazi u korenu nosa odakle je opis linije i počeo ali sa spoljašnje strane.

Time se formira nazomaksilarni sklop koji uključuje nosni predeo sa nosnim kostima, frontalni nastavak maksile, njen deo oko nosnog kanala koji ga izgrađuje. Sklop obično obuhvata još lakrimalnu kost i nosni septum. Prelom u tom nivou se naziva visok **subzigomatičan ili piramidalan prelom**, odnosno **Le Fort II**.

**Linija III** proteže se iznad zigomatičnih kostiju. Linija počinje blizu frontonazalne suture i ide upolje obostrano preko čeonog nastavka maksile u blizini frontomaksilarne suture, a potom se upućuje u orbitu. Prelazeći na unutrašnji koštani zid orbite, linija ide gornjom granicom lakrimalne kosti, zatim preko očne ploče etmoidne kosti, koja je spoljašnja strana labirinta. Odatle savija naniže i lateralno do unutrašnjeg i zadnjeg dela očne pukotine. Odavde

se linija spušta naniže preko gornjeg i zadnjeg dela maksile i ide u prostor pterogopalatinske jame. Time se formira nazoetmoidni sklop ograničen na krov ili gornji koštani zid nosne duplje. On uključuje nosne kosti, etmoidnu kost, a delmično jedan deo sfenoidne kosti. Prelom u tom nivou se naziva **suprazigomatični** ili **Le Fort III** prelom.

Opisane linije formiraju i zigomatični sklop, koji obuhvata istoimenu kost, njen čeonni nastavak, zatim temporalni nastavak zigomatične kosti, koji sa odgovarajućim nastavkom slepoočne kosti izgrađuje luk (arcus zygomaticus). Sklop uključuje gornji deo maksilarnog sinusa, odnosno gornje delove prednje i zadnje strane maksile, frontalni i zigomatični nastavak gornje vilice. Ponekad u koštanom delu orbite može biti uključeno i veliko krilo sfenoidne kosti.

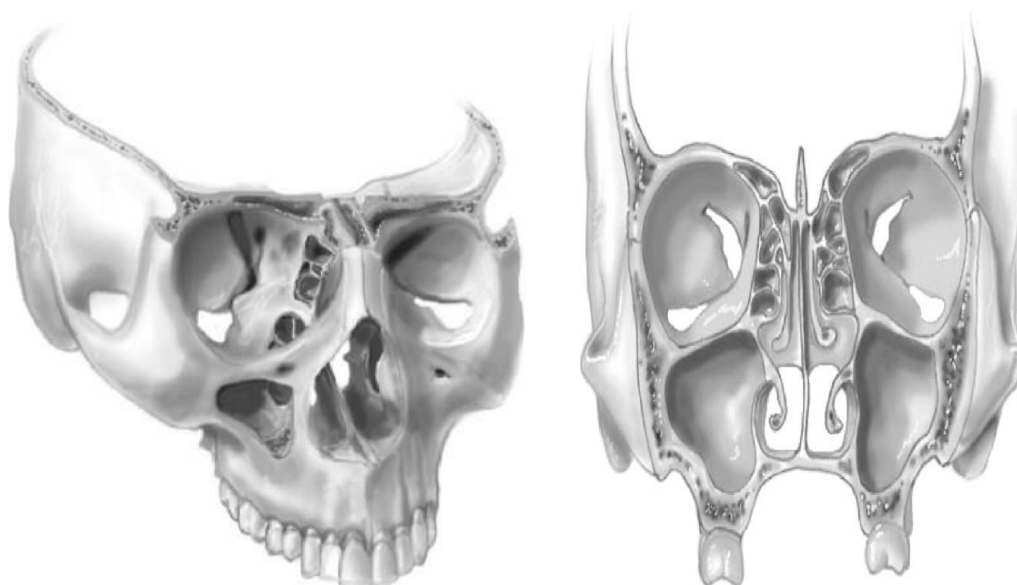
**Linija IV** je promenljivih karakteristika, arbitrarna i najviše zavisi od pneumatizacije čeonih sinusa.

Predložene linije predela predstavljaju kompromis između podela lica na gornji, srednji i donji deo i uobičajene podele na gornji i donji deo. Kako gornji ili čeonni deo de facto pripada lobanji, ili tačnije on je „prednji središnji deo lobanjskog krova“ (**Lotrić, Jovanović**) to su predložene linije išle ukorak sa kliničkim značajem pomenutih predela. Uprkos strogo anatomskoj podeli lica na dva sprata, čeonna regija ima zajedničku inervaciju i irigaciju površnih delova, a prelomi sa kostiju lica se šire na čeonu kost. Stoga se čeonni predeo mora poznavati baš zbog traumatskih povreda, ali se mora svrstavati u anatomske navedeni gornji deo lica.

Posmatrano strogo anatomske ovaj deo lica se sastoji od većeg broja parnih i jedne neparne kosti. Od šest parnih kostiju gornja vilica zauzima centralni položaj. Ona je povezana sa svim ostalim kostima ovog područja. Idući odozgo naniže nailazi se na ostale parne kosti lica: nosne suzne, zigomatične, nepčane i donje nosne školjke. Parnim kostima dodata je jedina neparna kost (vomer) ralasta kost. Trauma može da obuhvati ne samo gornju vilicu, već i susedne kosti jer su maksila i susedne kosti međusobno intimno povezane koštanim suturama kao što su: zigomatične, nosne suzne, nepčane, donje nosne školjke i ralo. Međutim u ovaj kompleks preloma ulaze još i neke kosti glave kao što su sitasta kost, slepoočna, koja preko svog nastavka učestvuje u izgradnji zigomatičnog luka, klinasta ili sfenoidna svojim krilastim nastavcima, velikim krilima, a negde i svojim telom. Kod suprazigomatičnih preloma, linije preloma mogu da se nastavljaju u čeonu kost ili bazu pa i krov lobanje.

Ova podela na tzv. **trauma kompartmane** uz različito učešće frontobazalnih preloma nas navodi na sledeću moguću klasifikaciju:

- a) FRONTOFACIJALNI PRELOMI-frontobazalni
- b) SUBKRANIJALNI PRELOMI-frontobazalni
- c) KRANIOFACIJALNI PRELOMI



Slika 27. Osteološki prikaz komunikacija sinusnih šupljina

#### a) FRONTOFACIJALNI PRELOMI-frontobazalni

**Prelomi frontofacijalnog kompartmana (IV)** uključuju prelome u nivou prednjeg sprata baze lobanje uz moguće učešće maksilarnog sinusa, kao i frontoglabelarnih struktura i krova orbite.

S obzirom na mesto povrede mogu nastupiti i prelomi prednjeg, odnosno zadnjeg zida čeonog sinusa. Vrlo često u sebe uključuju i nazo-etmoidalne strukture.

Posebna opasnost pretil od povreda paranazalnih, gornjoviličnih sinusa jer se infekcija lako propagira prema prednjem spratu baze lobanje. Stoga je od izuzetne važnosti i značaja prelom kribroznog dela etmoidne kosti, jer se preko njega otvara put za izlivanje cerebrospinalne tečnosti i prodor infekcije iz nosa prema podu i sadržaju prednje lobanjske jame.

Klasifikacija preloma u frontofacijalnom kompartmanu je, na osnovu mesta i ekstenzije preloma, te pravcu sile na *visoke, srednje, niske* i *lateralne* (Esher 1969, 1971, 1973)....

Moderna klasifikacija frontofacijalnih preloma se više oslanja na zahvaćene regije preloma (Oberasher 1993, Shroeder 1993).<sup>(107)</sup>

**Regija 1.** Zadnji zid čeonog sinusa

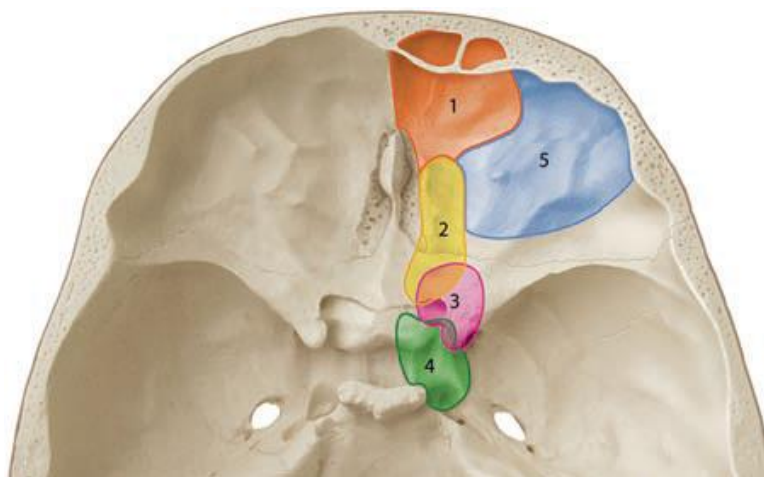
**Regija 2.** Etmoidno-kribriformni plato

**Regija 3.** Zadnji deo etmoida

**Regija 4.** Krov i lateralni deo sfenoidnog sinusa i petrozni deo slepoočne kosti

**Regija 5.** Krov orbite

Ova klasifikacija više sugeriše operativni pristup, a manje se oslanja na tip preloma. Presudna je topografska zahvaćenost određene regije frontofacijalnog kompartmana.



Slika 28. Prikaz jako važnih sekcija u prednjoj bazi lobanje

Preuzeto iz: "Craniofacial trauma: Diagnosis and management,  
Nicolas Hardt, Johannes Kuttnerberger; Springer 2010.

To uključuje zadnji frontalni sinus, krov etmoida, kribriformni i orbitalni krov.

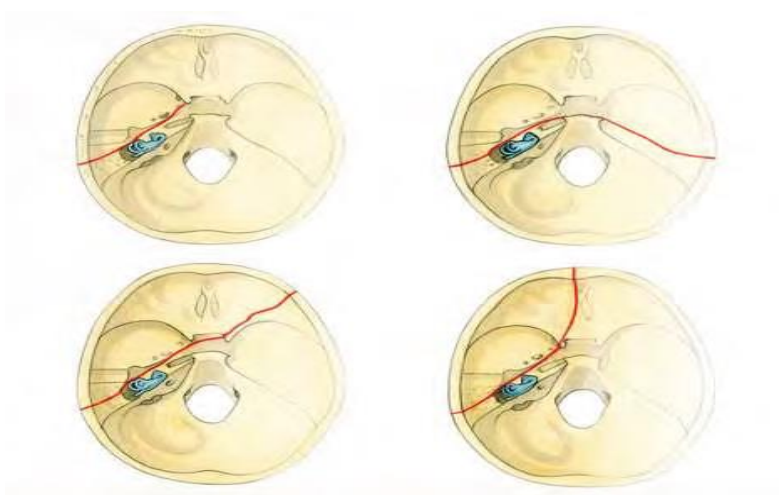
#### Klasifikacija (Damianos):

**Tip 1** – prelomi kribriforma – linearni prelom koji ide kroz cribriformu.

**Tip 2** – Fronto-ethmoidna fraktura – zahvaćeni etmoidi i medijalni i frontalni sinusni zidovi.

**Tip 3** – Lateralna frontalna fraktura – preko bočne strane zahvaćeni frontalni sinus i krov orbite.

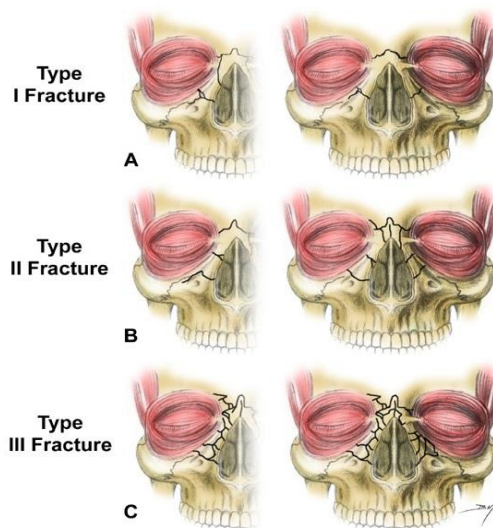
**Tip 4** – Mešano – bilo koja kombinacija od navedenih gore.



Slika 29. Prelomi prednje baze lobanje

Preuzeto iz: RK Jackler Atlas of Skull Base Surgery and Neurotology 2009

Ovde spadaju ranije nazivane fronto-orbito-etmoidalne frakture, a sada češće nazivane nazo-orbito-etmoidalne frakture. One su teške za klasifikaciju zbog veoma velike šarolikosti, ali je najčešće u upotrebi klasifikacija po **Markowitzu** i saradnicima.



Slika 30. Klasifikacija NOE povreda po **Markowitzu i sar.**

**Tip 1 a** – en bloc prelom sa umerenom dislokacijom fragmenata

**Tip 1 b** – en bloc prelom sa ekstenzivnom dislokacijom fragmenata

**Tip 2:** multifragmentalni NOE kompleks sa očuvanjem veze kantalnog ligamenta za centralni fragment

**Tip 3:** multifragmentalni NOE kompleks sa avulzijom veze kantalnog ligamenta za centralni fragment.

U ovu grupu spadaju i prelomi čeonog sinusa koji se u zavisnosti od zahvaćenosti koštanih struktura i okolnih struktura mogu klasifikovati kao:

**tip 1**

čeonni sinus- prelom prednjeg zida koji može biti izolovan ili udružen sa prelomom gornjeg dela lica

**tip 2**

čeonni sinus- prelom zadnjeg zida bez lezije dure, koji može biti izolovan ili udružen sa prelomom prednjeg zida i prelomom gornjeg dela lica

**tip 3**

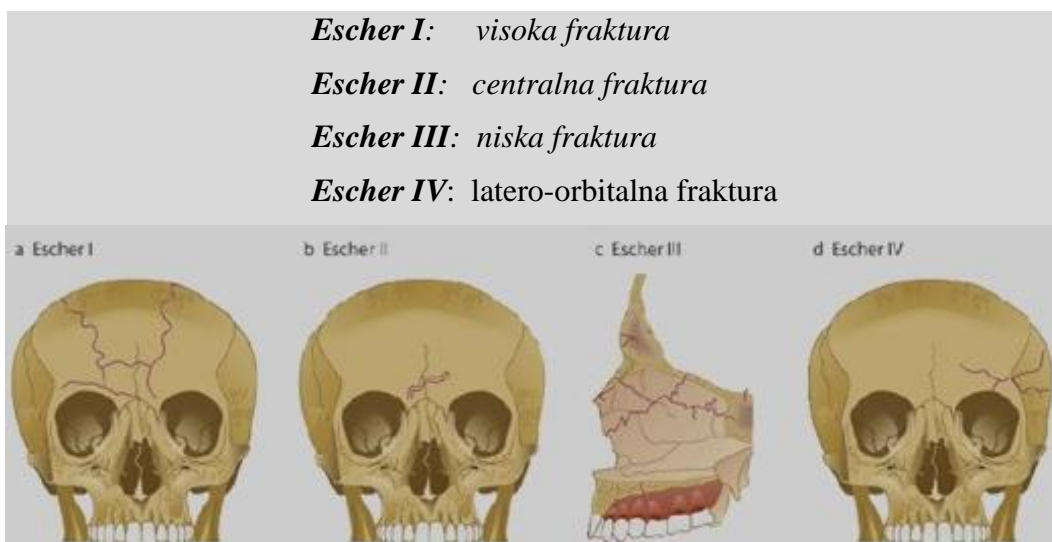
čeonni sinus- prelom zadnjeg zida sa lezijom dure, koji može biti udružen sa prelomom gornjeg dela lica

### 1.5.2 Prelomi čeonog sinusa i klasifikacije preloma

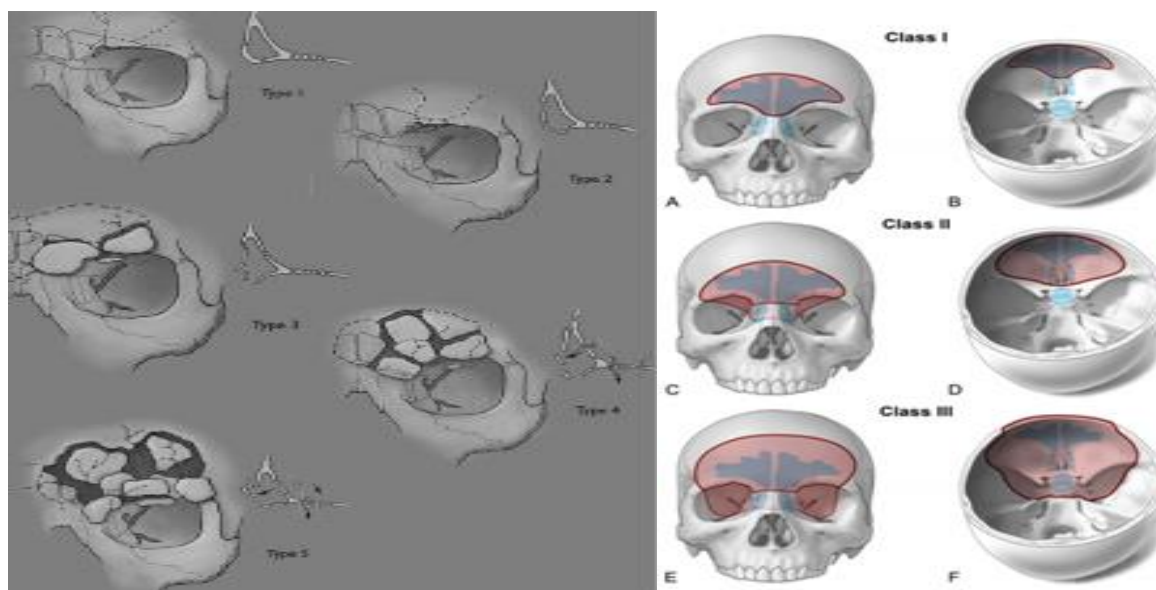
U dostupnoj literaturi postoji nekoliko klasifikacija preloma u čeonom predelu a neke pridružuju i klasifikaciju prednje baze lobanje. Sve te klasifikacije bazirane su na anatomske-kliničkoj osnovi prostiranja frakturne linije i stvaranja svojevrsnog prelomnog obrasca. U klasifikaciji koju su dali **Fain J.** i sar. (1975) navode pet tipova preloma<sup>(106)</sup>.

- Tip I: uključuje samo prednji zid čeonog sinusa,
- Tip II: uključuje lice (kraniofacijalna disjunkcija tipa Le Fort II ili „lice za lice“) i proširuje se prema prednjoj lobanjskoj bazi a potom i na prednji zid čeonog sinusa, zbog raspršivanja sile visoke energije sa lica prema kraniofacijalnom spoju,
- Tip III: uključuje prelome prednje baze lobanje gde se frakturna linija može proširiti i dalje duž kranijalne baze, a zahvata i zadnji zid čeonog sinusa,
- Tip IV: predstavljen je kombinacijom tipova II i III,
- Tip V: uključuje samo etmoidalne ili sfenoidalne kosti u sklopu preloma svih zidova čeonog sinusa i nasofrontalnog kanala.

**Escher** iznosi svoju klasifikaciju frontobazalnih povreda u četiri klasa:



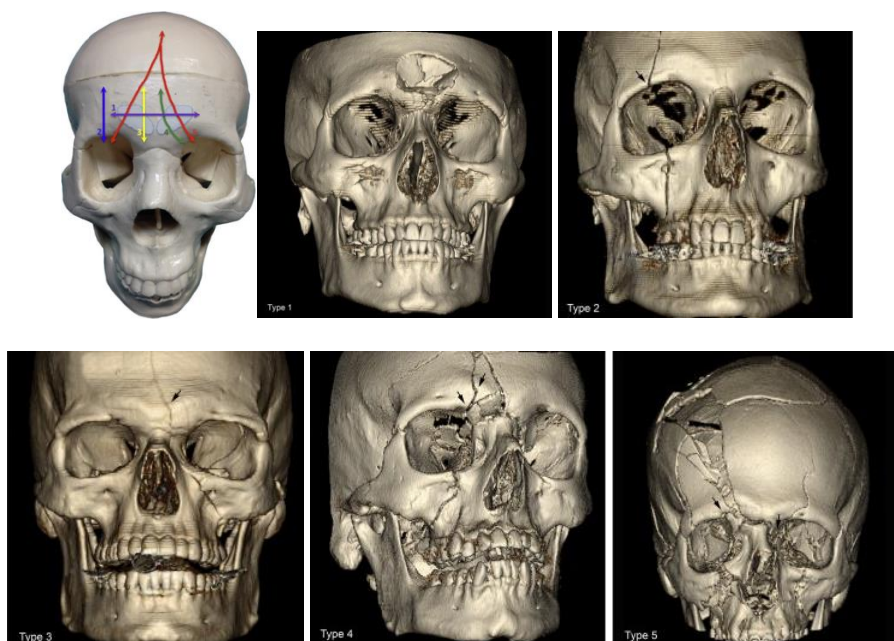
Klasifikacija *Ioannides &Freihofer* preloma čeonog sinusa u tipove<sup>(107)</sup>



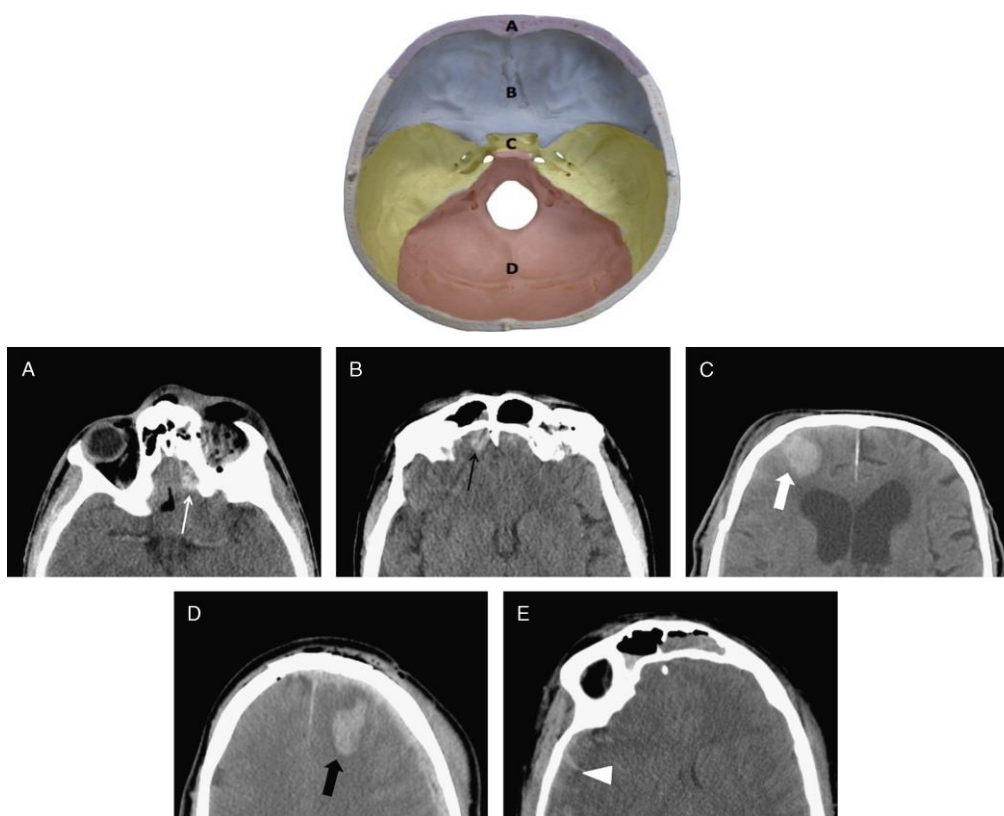
Slika 31. Ilustracija koja prikazuje shemu klasifikacije po Stanley's-u modifikaciju Gonty's preloma čeonog sinusa.

Preuzeto sa Barrow Neurološki institut, Feniks, Arizona

- A:** Ekstrakranijalna površina **Klase I** – ekstenzivno izražen prelom anteriornog i posteriornog zida čeonog sinusa.
- B:** **Klasa I** endokranijalna površina – zadnji i prednji pogled koji pokazuju bočnu izmagljenu frakturu ograničeno na prednji i zadnji zid čeonog sinusa bez proširenje u etmoidnu kost ili sfenoidnu kost.
- C:** **Klasa II** ekstrakranijalna površinska fraktura koja se protezala prednjim sinusom i nazad preko etmoidne kosti.
- D:** endokranijalna površna frakcija klase II bočni zadnji zid frontalnog sinusa u etmoid-cribriform pločasti kompleks bez proširenja u sfenoidnu kost.
- E:** **Klasa III** eksokranijalna površna frakcija duž bočnih i kalvarijskih delova frontalna kost, sa uključivanjem orbita i orbitalnog krova, etmoid kosti i sfenoidne kosti.
- F:** endokranijalna površina klase III-ekstenzivna srušeni prelomi koji uključuju bilateralnu kostnu kost i etmoidnu kost,sa produžetkom u sfenoidnu kost i sinuse.



Slika 32. Klasifikacija preloma čeonog sinusa u tipove i pridruženih preloma po dubini lobanjske jame po Garg-u 2017. godine

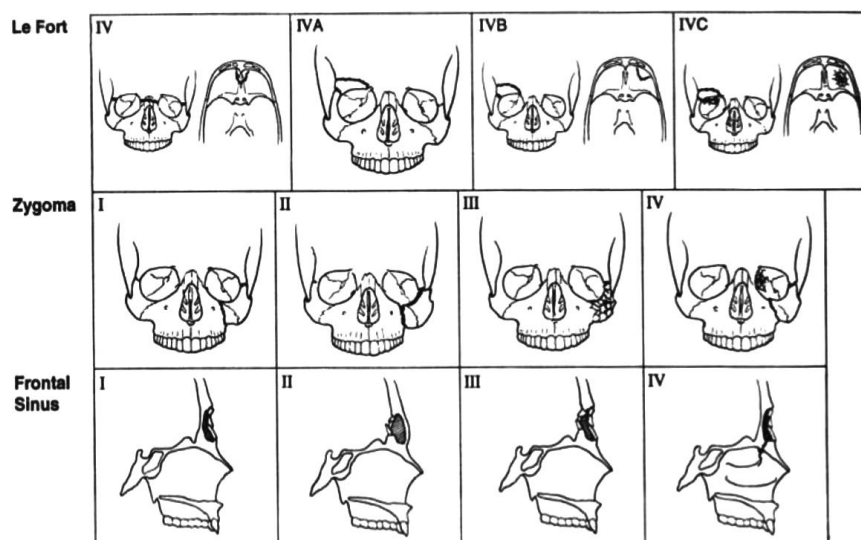


Slika 33. Reprerentivni primeri kriterija jačine kontuzije mozga.

A, 1, težina, kontuzija mozga sadržana u rectus gyrus (tanka bela strelica). B, 2, težina, minimalno učešće frontalnog režnja (tanka crna strelica). C, 3, težina, umereno učešće frontalnog režnja (debela bela strelica). D, 4, težina, uključenost iznad nivoa ventrikula (debela crna strelica). E, 5, težina, kontuzija mozga zadnja prema silvijskoj pukotini ili na vrhu (bela strelica)



Marciani (1993) iznosi svoju klasifikaciju udruženosti preloma i modifikovanu klasifikaciju Le Fort IV (IV, IVA, IVB, IVC) sa frontalnim sinusom i pridruženim prelomima jagodične kosti.



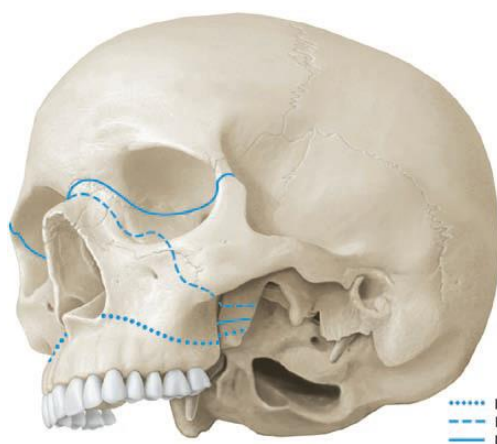
Preuzeto: Marciani RD. management of Midface Fractures fifty years later. J. Oral Maxillofac. Surg.1993;51:962

#### b) SUBKRANIJALNI PRELOMI - frontobazalni

U užem smislu to bi bili prelomi gornje vilice (gornjeg dela lica).

Povrede i prelomi gornjeg dela lica i susednih kostiju mogu se ograničiti sa gornje strane transversalnom linijom koja spaja obe frontozigomatične suture i prelazi preko frontomaksilarnih sutura i frontobazalnih šavova. Donju granicu čini okluzalna ravan gornjoviličnih zuba ili donja ivica bezubog alveolarnog nastavka maksile (prema **Rowe** i **Killey**-u).

Različite vrste klasifikacija preloma ove regije zavise na prvom mestu od novoa preloma, zahvaćene topografske regije i ekstenzije preloma.



Slika 34. Le Fort klasifikacija

Preuzeto iz :“Craniofacial trauma: Diagnosis and management, Nicolas Hardt, Johannes Kuttenger;Springier 2010.

Na osnovu nivoa preloma klasična je klasifikacija po Le Fortu.

Topografska klasifikacija je na *centralne, centrolateralne i lateralne*.

Sada se već može sagledati koliko je teška klasifikacija preloma gornjeg dela lica, gde se međusobno prepliću razni oblici preloma i mnogobrojni koštani sastavi. **Rowe** i **Killey** ih uglavnom dele na one koji ne zahvataju zube i alveolarni nastavak, zatim na one koji ih obuhvataju i najzad na kombinaciju preloma središta i bočnog dela lica.

#### **A) Prelomi koji ne uključuju zube i alveole**

I. *Prelomi centralne regije* obuhvataju:

- a) prelome nosnih kostiju
- b) prelome čeonih nastavaka gornje vilice i
- c) udružene prelome nosnih kostiju i čeonih nastavaka gornje vilice koji se protežu u etmoidnu kost

II. *Prelomi lateralne regije* obuhvataju prelome zigomatične kosti i lukova

#### **B) Prelomi koji obuhvataju zube i alveole ili dentoalveolarni sklop**

I. *Prelomi centralne regije* obuhvataju:

- a) prelom alveolarnog nastavka s jednim ili više zuba
- b) donju ravan ili niske subzigomatične prelome Le Fort I
- c) piramidalan ili visoki subzigomatičan prelom Le Fort II

#### **C) Kombinovani centralni i lateralni prelomi**

Ovi prelomi uglavnom obuhvataju:

- a) visoku ravan ili suprazigomatične prelome Le Fort III
- b) iste prelome kao pod a uz uzdužno cepanje maksile
- c) Le Fort III i sagitalan prelom na telu maksile udružen sa prelomima koštanog krova orbite.

Jasno je da je sa kliničkog stanovišta ovakva podela nemoguća. Tipovi preloma u niskoj, srednjoj ili visokoj ravni obično se javljaju u različitim kombinacijama sa ili bez preloma nosnih ili zigomatičnih kostiju.

### **c) KRANIOFACIJALNI PRELOMI**

Kraniofacijalni prelomi su **kompleksni prelomi masiva lica i frontobazalne regije**.

Karakterišu se prelomima u frontofacijalnom i frontobazalnom kompartmanu uz učešće preloma kostiju lica, pa i svoda lobanje različite težine i lokalizacije.

Najčešće su to kompleksni kominutivni prelomi sa maksilarnom frontofacijalnom i frontobazalnom polifragmentacijom.

Mogu biti **centralni i lateralni kranioorbitalni**.

U najtežim slučajevima su udruženi sa teškom kranioocerebralnom povredom.

## 1.6 Hirurško lečenje

Kod prikaza hirurškog lečenja navedih lezija u predelu prednjeg sprata baze lobanje i kraniofacijalnog spoja, zavisi od lokalizacije i obima povrede. Hirurško lečenje preloma čeonog sinusa sa propagacijom na prednju bazu lobanje je interdisciplinarni problem, a formulisanje hirurškog koncepta doprinosi kasnijem oporavku i eliminisanju ranih i kasnih mogućih komplikacija, minimiziranju operativne traume susednih tkiva i izbegavanju komplikacija. Cilj operacije čeonog sinusa je njegova rekonstrukcija u anatomske okvire uz očuvanje susednih funkcionalnih anatomskih struktura.

U lečenju preloma zidova sinusa postojala su dosad dva osnovna pravca: uspostavljanje drenaže u nosnu duplju ili eliminisanje čeonog sinusa kao funkcionalne jedinice i njegove izolacije i opturacije. Prelomljeni zidovi sinusa se uz odgovarajuće metode fiksacije ulomaka postiže da ne dođe do depresije čeonog predela nakon operacije. Različiti osteosintetski materijali učinili su i raznolikost i primeni tehnika i razvoju mnogih metoda i algoritama postupanja u rešavanju sanacije zidova čeonog sinusa i nazofrontalnog kanala i zbrinjavanju nazolikvoreje i rasepa dure. Većina njih dala je zadovoljavajuće rezultate, ali nijedna nije postala metoda izbora i njenog apsolutnog prihvatanja u rešavanju nastale situacije već podložne su korigovanju i kritičkom osvrtu.

U pogledu izbora hirurškog pristupa rukovodimo se time da li je omogućen najbolji pristup za sagledavanje operativnog polja i obima povrede.

### A) Transkranijalni pristup

- subfrontalni transbazalni
- ekstenrirani transbazalni
- fronto-orbitalni transbazalni
- fronto-orbito-zigomatični
- ekstraduralni subtemporalni transzigomatični

### B) Ekstrakranijalni pristup

- transpalatinalni
- transemoidalni (lateralna rinotomija)
- transmaksilarni
- transmandibularni
- transnazalni transsfenoidalni

### C) Kombinovani pristupi

- subfrontalni transbazalni + lateralna rinotomija
- druge kombinacije.

U različitim kombinacijama gore navedeni pristupi mogu se topografski klasifikovati kao:

- Prednji kraniofacijalni pristupi
- Prednjelateralni kraniofacijalni pristupi
- Lateralni kraniofacijalni pristupi

### *PREDNJI KRANIOFACIJALNI PRISTUPI*

Prednji kraniofacijalni pristupi započinju bikoronarnom incizijom skalpa i paranazalnom facijalnom incizijom. Ekspozicija kosti lobanje i lica se odvija uz pažljivo očuvanje perikranijalnog tkiva koje se u toku završne faze operacije koristi za rekonstrukciju dure i baze lobanje. Prikazom medijalnih zidova orbite se identifikuju prednji i zadnji etmoidni sudovi i pažljivo koagulišu i preseku, čime se uspostavljaju lateralne granice prednjeg kraniofacijalnog pristupa. Bifrontalna kraniotomija se po svojoj ekstenziji i granicama takodje prilagodi potrebama, ali orijentaciono se prema bazi izvodi do supraorbitalnog nivoa pri čemu razvijenost čeonog sinusa u velikoj meri određuje liniju resekcije. Koštani segment koji obuhvata prednje donju središnju porciju čeone kosti od naziona do donje ivice bikoronarne kraniotomije se preseca vibracionom testerom i obično se podiže u bloku sa interorbitalnim segmentom. Donju granicu oslobadjamo presecanjem vomera takodje vibracionom testerom. Dubina isecanja ovog segmenta se prilagođava potrebama, a moguća je do sfenoidnog sinusa. Takodje, ovim pristupom je omogućena dekompresija oba optikusa ukoliko postoji potreba za tim, a može se kontrolisati prostor sfenoidnog sinusa, medijalni deo prstena kavernoznog sinusa, a po potrebi i unutrašnja karotidna arterija u ovom segmentu. Posebna pažnja je potrebna pri preparaciji dure sa baze, a posebno u nivou lamine kribroze što prethodi kao procedura isecanju bazalnog fragmenta kosti. Ovaj pristup kao granice ima: lateralno periorbite, inferiorno je otvoren nazofarinks, superiorno endokranijalni sadržaj, a posteriorno u zavisnosti od dubine resekcije preostali deo kosti etmoidnih, sfenoidnog sinusa ili klivus. Ovim se eksponiraju kosti baze lobanje komunikacija endokranijalnog i nazofaringealnog prostora je u potpunosti otvorena što čini posebnost ovog pristupa u smislu otvaranja širokog prostora za niz potencijalnih komplikacija. Zato je važno planiranje prevencije i niz specifičnih procedura koje se primenjuju u izbegavanju komplikacija.

### *PREDNJELATERALNI KRANIOFACIJALNI PRISTUPI*

Prednjelateralni kraniofacijalni pristupi takodje započinju kroz bikoronarnu inciziju skalpa koja može da bude modifikovana lateralnom ekstenzijom. Može da zadje duboko u područje orbite preko njenog lateralnog zida kao i preko zigomatične kosti. Kraniotomija

može biti bifrontalna sa ekstenzijom do u temporalni region. Preparacija dure se odvija do optičkog nerva i kavernoznog sinusa pa i do gornje orbitalne fisure. U ovim okvirima je neophodna posebna pažnja i priprema za eventualne manipulacija na karotidi. Temporalni mišić u ovoj regiji je odličan rekonstruktivni materijal.

### *LATERALNI KRANIOFACIJALNI PRISTUPI*

Lateralni kraniofacijalni pristupi podrazumevaju izolovani lateralni ristup sa ekspozicijom infratemporalnog i subtemporalnog prostora pri čemu se resekcijom može obuhvatiti zigomatična kost i temporomandibularni zglobovi. Upotrebljavaju se pri operacijama poda srednje lobanjske jame. Ovi pristupi se mogu kombinovati sa prethodno pomenutim ili se izvesti izolovano što zavisi od ekstenzije i lokalizacije povrede. Incizija kože započinje neposredno preaurikularno i produžava se naviše frontotemporalno ili čak u bikoronarnu inciziju, dok se naniže prema potrebi spušta niz vrat da eksponira parotidnu ložu, sa živcima i krvnim sudovima vrata. Neophodno je prikazati zigomatičnu kost do maksilarnog spoja napred i pozadi do spoljnog ušnog kanala između površnog i dubokog slija temporalne fascije pri čemu je posebna pažnja potrebna da se disekcija odvija neposredno površno uz maseteričnu fasciju kako se ne bi ošteti facijalni nerv kao i superficijalna temporalna arterija.

### *Komplikacije lečenja preloma zidova čeonog sinusa*

Postoji mogućnost neprepoznavanja frakturnih linija na unutrašnjim zidovima, gde se dovodi u pitanje život pacijenta, ukoliko se povreda ne prepozna (*Dimitrijević 2014*).

Zbog same lokalizacije čeonog sinusa i njegovog odnosa sa brojnim intrakranijalnim strukturama, neadekvatan tretman može uzrokovati nastanak intrakranijalne infekcije, koja može usloviti narušavanje zdravlja pacijenta i njegov život.

Ushodna infekcija iz nosa, preko povređenih paranasalnih šupljina direktno ulazi u endokranijum, što dovodi do endokranijalnih zapaljenskih komplikacija. Ove komplikacije mogu biti rane i kasne. Sama anatomska lokalizacija i odnosi prema endokranijumu su veoma važni faktori, kako u nastajanju fraktura, tako i u nastajanju komplikacija. Sama činjenica da su kosti kraniofacijalnog spoja prema endokranijumu obložene durum dovoljno ukazuje na važnost struktura ovog predela i važnosti nastajanja endokranijalnih komplikacija.

a. *Egzokranijalne komplikacije*

1. **Sinuzitis i muko-piokela**—se može javiti kod otvorenih i/ili zatvorenih preloma čeonog ili etmoidalnog sinusa. Može nastati ushodnom infekcijom iz nosa u sinusnu šupljinu. Klinička manifestacija zapaljenskog procesa se može javiti od petnaestog dana do godinu dana nakon povrede. Sinuzitis je jedna od češćih komplikacija (*Dimitrijević 2014, Perheentupa U. 2014*)
2. **Osteomijelitis čeone kosti** — danas je jako retko sreće, a uspešno se leči antibioticima i hiperbaričnom terapijom.
3. **Okulo-orbitalne komplikacije** — celulitis, flegmona, apsces orbite, poremećaj motiliteta bulbusa, enoftalmus, diplopija.

b. *Endokranijalne komplikacije*

1. **Pneumokele** – posle traume, vazduh se može nagomilavati u normalne anatomske prostore endokranijuma subduralni i subarahnoidalni prostor i ventrikule ili patološki formirane šupljine. Uspešno se leči antibioticima i ranim hirurškim lečenjem.
2. **Povreda dure** – isticanje cerebrospinalne tečnosti.
3. **Povrede mozga** – mogu ići od lake komocije preko teške kontuzije do intrakranijalnih krvarenja i kompresivnog sindroma. Kod ovih pacijenata se ne sme preduzeti hirurška intervencija na čeonom sinusu, pre nego što se ne konsultuje neurohirurg.
4. **Meningitis** – jedna od najozbiljnijih komplikacija koja može pratiti povredu čeonog sinusa. Kod otvorenih preloma, infekcija ulazi direktno kroz spoljašnju ranu, dok kod zatvorenih povreda najčešće nastaje kao komplikacija povrede unutrašnjeg zida čeonog sinusa i krova etmoidalnog labirinta. Povreda na duri se može spontano zatvoriti, ali ožiljak biva izgrađen od vezivnog tkiva, što ne predstavlja barijeru za prodor infekcije.
5. **Epiduralni apsces**
6. **Subduralni apsces**
7. **Apsces mozga** – nastaje prodorom infekcije kroz frakturu zadnjeg zida čeonog sinusa, krova etmoida i povrede dure ulaskom u moždanu masu. Retka pojava, najčešće je apsces u frontalnom režnju i pojedinačan je.

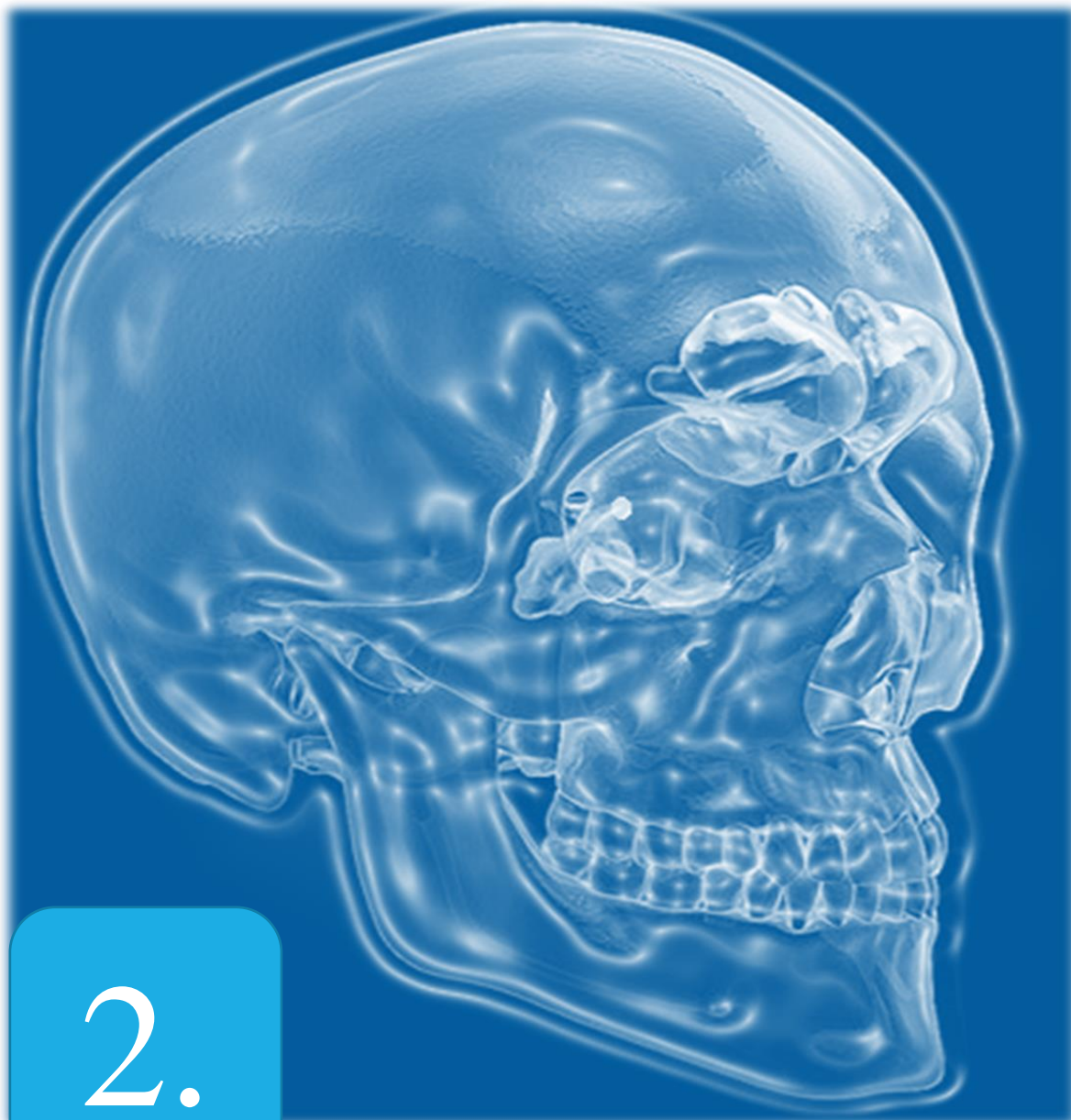
c. *Neurološke komplikacije*

1. **Anosmia** – najčešće se viđa kod povreda lamine cribrose
2. **Oftalmološke smetnje**- pulzacije oka,diplopia
3. **Epilepsija**
4. **Glavobolja**
5. **Neuralgia**
6. **Vertigo**
7. **Psihičke smetnje**

d. *Kozmetske komplikacije* – ožiljak, infekcije rane, depresija čela,utrnulost u predelu ožiljka.

Tabela 5. Komplikacije u lečenju preloma čeonog sinusa

Rane komplikacije	Kasne komplikacije
Infekcija rane	Mukokela
Hematom / serom	Mukopiokela
Isticanje likvora	Osteomijelitis / abscess mozga
Meningitis	Kozmetski deformitet
Pneumocefalus	Hronični bol



2.

## RAZLOZI ISTRAŽIVANJA

Srbislav S. Pajić  
ZNAČAJ VELIČINE I STRUKTURE ZIDOVA ČEONOG SINUSA  
NA NASTANAK KONTUZIJE MOZGA KOD TRAUME ČEONE REGIJE



## 2. RAZLOZI ISTRAŽIVANJA

Kraniofacijalna traumatologija obuhvata širok spektar povreda koje u sebe uključuju kako povrede mekih tkiva, preko jednostavnih preloma kostiju lica i vilica do kompleksnih jako složenih preloma koji su predstavljeni panfacijalnim odnosno kraniofacijalnim prelomima sa svim svojim sledstvenim propratnim komplikacijama. Zbog svoje opsežnosti kao i mogućih opstrukcija disajnih puteva i zbog narušenog integriteta zidova vaskularnih struktura ovi bolesnici zahtevaju urgentnu hospitalizaciju, jer se vrlo često radi o povredama i stanjima opasnim po život. Imajući ovo u vidu, sve povrede kostiju lica nastoje se zbrinuti što ranije, jer uz mogućnosti rane dijagnostike i evaluacije bolesnika stvara se mogućnost i ranog zbrinjavanja, a svakako to je i ključ uspešnosti i brzine oporavka pacijenta. Posebno treba obratiti pažnju na prelome baze lobanje i naročito na kraniofacijalni spoj, mesto gde se spajaju viscerokranijum i neurokranijum, jer svako odlaganje akta zbrinjavanja vodi i neposredno utiče na slabiji ishod lečenja i čestu pojavu komplikacija, kako ranih tako i kasnih. Naročito zakasnele ili zastarele i neadekvatno lečene povrede kostiju lica daleko je teže lečiti, zbog razvoja deformiteta, a kao posledica neadekvatno zbrinute koštane potpore mekom tkivu koje prati konture koštanog masiva, gde fibrozno tkivo vrši prespajanje koštanih dijastaza povlačeći sobom potkožne strukture koje bivaju zarobljene, te na taj način posledice postaju sve učestalije.

Ispoljenost javljanja ovih povreda je u korelaciji sa uzročnom vezanošću za nastanak nezgode, etiološki nastanci, udruženost povreda kao i u odnosu na povrede drugih delova tela. Većinom su to mladi odrasli ljudi, češće muškarci i uzročno vezani za saobraćajni traumatizam, nasilje i alkoholizam imaju svoju značajnu ulogu, ali mogu nastati kao i nezgode pri radu i sportu. Učestalost, vrsta i etiologija preloma znatno varira zavisno od sezonskog karaktera povređivanja, doba dana i svakako karakteristika podneblja gde se podaci uzimaju.

### 2.1 Funkcionalna anatomija i biomehanika viscerokranijuma

Kosti glave se sastoje od kostiju neurokranijuma i viscerokranijuma. Pojam “*kosti lica*” podrazumevaju sve kosti ispod baze lobanje čineći –viscerokranijum. Osobenost morfološke građe kostiju viscerokranijuma i nekih neurokranijuma poput (čeone kosti i klinaste kosti) specifična je u tome što sadrži sinusne šupljine (*sinus paranasales*) obložene sluznicom koje komuniciraju sa nosnom šupljinom (*cavum nasi*). Funkcije paranasalnih šupljina su brojne:

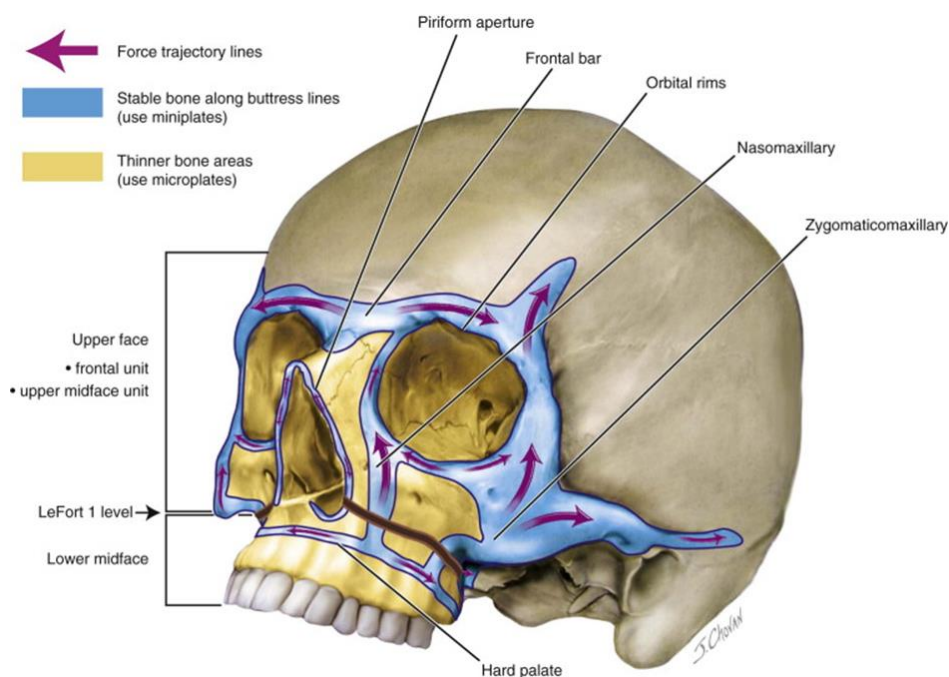
- Učestvuju u ovlaživanju i grejanju udahnutog vazduha,
- U rezonanciji tona govora,

- Volumen vazduha u koji ispunjava sinusnu šupljinu ima funkciju olakšavanja prednjeg dela lobanje, imajući u vidu da bi kosti viscerokranijumam kao pune kosti težile znatno više od pljosnatih kostiju neurokranijuma,
- Šupljine vicerokranijuma utiču na prenos sila pritiska nastalih tokom akta zvakanja, govora pa i u udarcima u kosti lica.

## 2.2 Biomehanika struktura koje učestvuju u izgradnji čeonog sinusa

Šupljine koje su omeđene delovima čvrste kosti koji na taj način omogućavaju čvrstoću i usmerenost prenošenja sila okluzije na ploču baze lobanje.

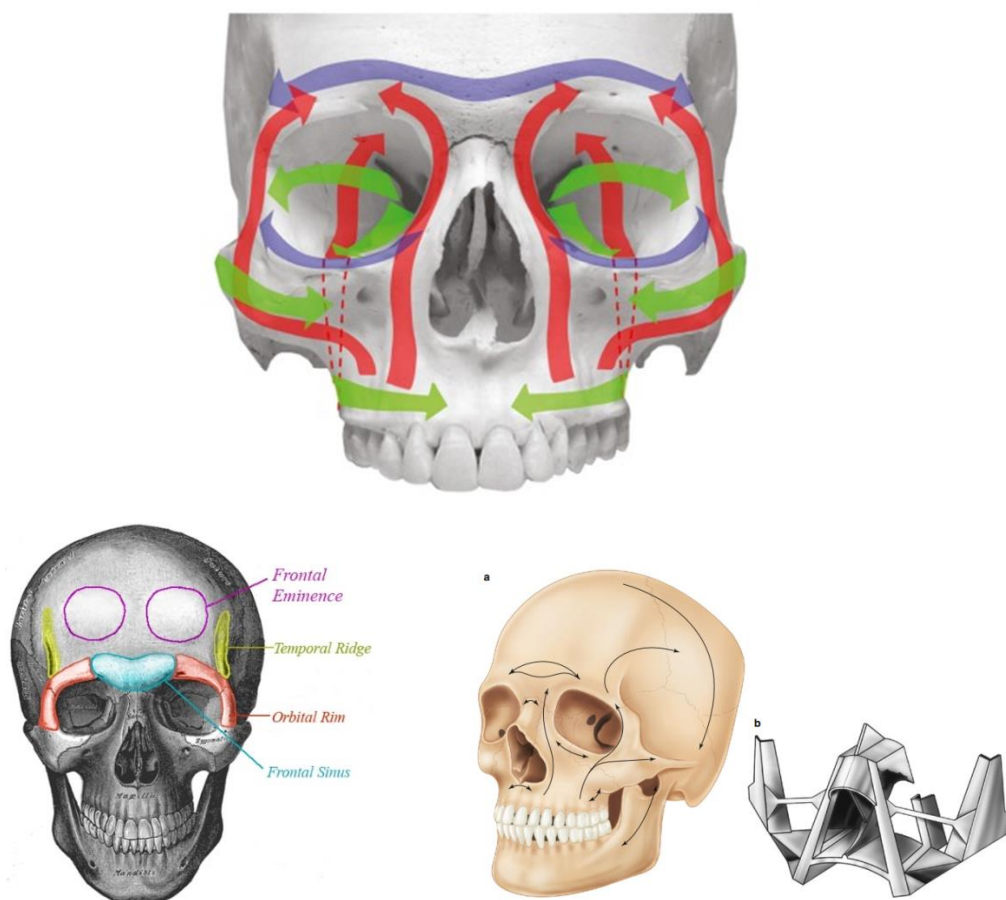
Postojanje horizontalnih i vertikalnih koštanih ojačanja na delovima kostiju viscerokranijuma gde se potpora još više usložnjava a kosti ovog dela dobijaju na svojoj većoj dimenzionalnoj stabilnosti uz mogućnost da odgovore silama pritiska koje vladaju u datom trenutku. Postojanje ovih koštanih ojačanja ili potpora prisutno je i u predelu čeonog sinusa. Ovakva biomehantička struktura omogućava veliku otpornost prema fiziološkim silama žvakanja paralelnim sa vertikalnim potporama. Stoga svako narušavanje arhitektonike i simetrije kostiju glave ili delovanje sile pod određenim uglom u odnosu na iznete vertikalne i horizontalne koštane potpore - trajektorije, remeti prenos sila putem ovih struktura, čvrstih delova kostiju. Biomehantička raspodela snage sila koje deluju razlog je „tipičnih obrazaca“ loma kostiju lica pri približno sličnim uglovima dejstvujuće sile, a nastalih u traumi, udarcu i sličnom.



Slika 35. Facijalni trajektoriji-ojačanja put disperzija stresa

### 2.2.1 Potporni aparat čeonog sinusa

Postojanje anatomskih ojačanja kosti kroz svojevrsne trajektorije daje posebnu dimenzionalnu stabilnost kosti kojom one prolaze i to u vertikalnom i horizontalnom pravcu. Svakako da svoju ulogu u dimenzionalnoj stabilnosti imaju i u prenošenju i raspodeli sila potporna ojačanja gornje vilice. Sama strukturalna osobenost u građi prednjeg zida čeone kosti u smislu dva sloja kompakte i diploični sloj između pruža jakost ove kosti koja može da izdrži veliku silu u naizgled krthoj tabuli eksterni.

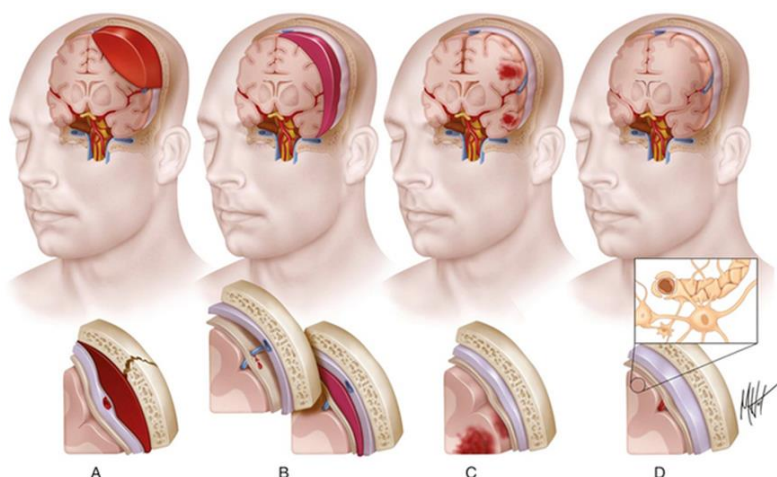


Slika 36. Mesta ojačanja kostiju lica i postojanja svojevrsnih potpora skeletu

### 2.2.2 Karakteristike moždanog tkiva i kontuzije mozga

**Glasgow Coma Scale** je najčešće korišćena alatka za procenu nivoa svesti među ostalima. *Jennet* i *Teasdale* daju ga 1974. godine. Sadašnja skala od 15 tačaka je izrađena 1976. godine. Koristi se za procenu nivoa svesti, pomoć u terapijskom i dijagnostičkom odlučivanju, kao i procenu prognoze TBI. Glavni nedostatak GCS-a je međuljudska varijabilnost u proceni rezultata koji mogu dovesti do nepotrebnih neurohirurških intervencija. Da bi prevazišli ovaj nedostatak, potrebno je više puta ponoviti procenu u različitim intervalima. GCS ne razlikuje uzroke

promenjenog mentalnog stanja. Najverovatniji GCS rezultat će biti onaj koji je procenjen posle reanimacije. Motorna komponenta samo GCS-a je osetljiva kao i ukupni GCS rezultat u predviđanju ozbiljnosti povrede glave . Povezanost između težine TBI i GCS-a utiče na starost. Kod pacijenata sa sličnim TBI, stariji pacijenti imaju bolje GCS rezultate.

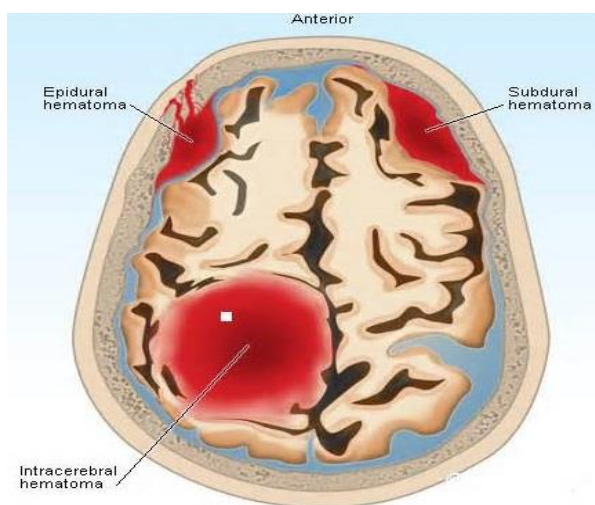


Slika 37. Shematizovani prikaz intrakranijalnih manifestacija kontuzija

Preuzeto iz: Block J, Jordanov MI, Stack LB, Thurman RJ:

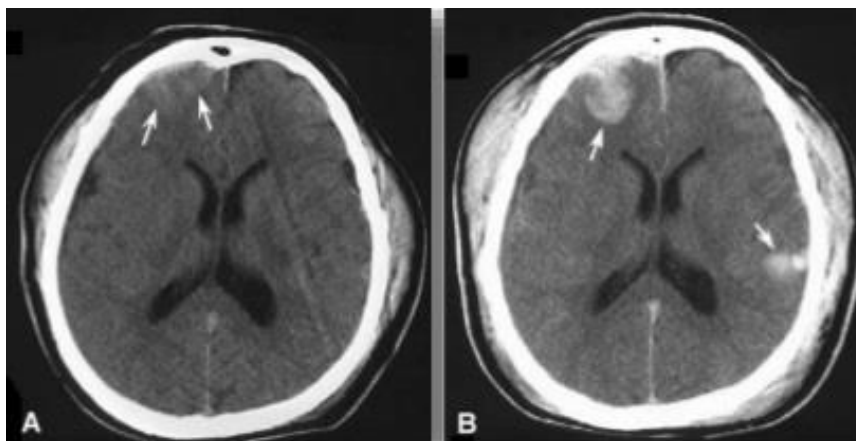
“The Atlas of Emergency Radiology”. [www.accessemergencymedicine.com](http://www.accessemergencymedicine.com)

**Ekstraduralni hematomi (EDH):** Ovo zauzima ekstraduralni prostor između lobanje i dura. Pojavljuje se zbog ruptуре srednje meningealne arterije koja je najčešće povezana s prelomom lobanje. EDH se javlja uglavnom zbog niskog brzog bočnog udara u vremenske ili temporoparijeve regione. Klinički većina vremena, pacijent se predstavlja zbog kome kompresija mozga zbog krvarenja. 80% slučajeva može biti lucidni interval, a 60% pacijenata može proširiti učenike, uglavnom na ipsilateralnoj strani. Napadi i kontralateralna hemipareza mogu se takođe desiti.



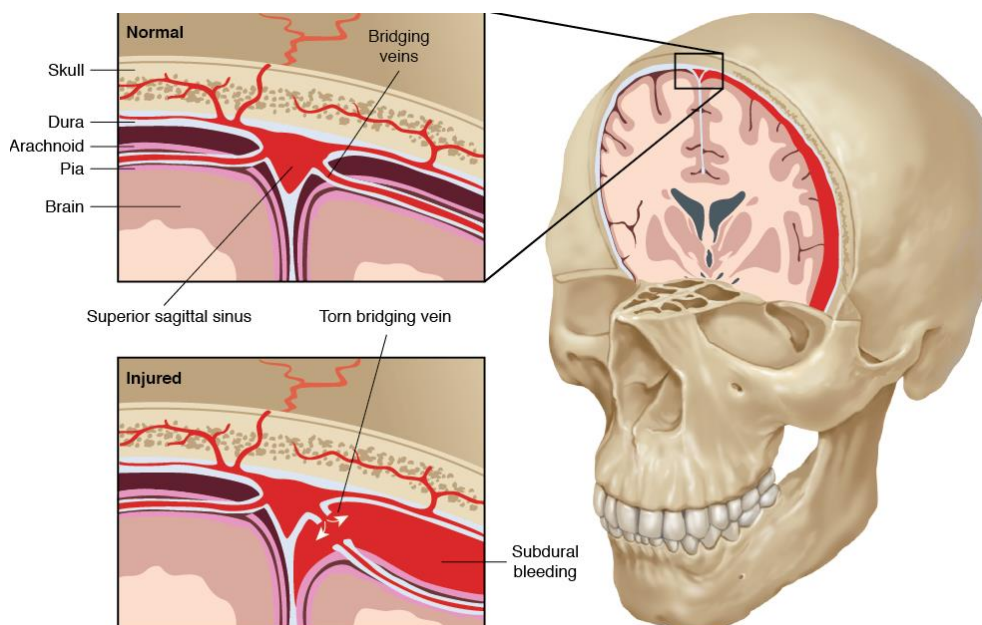
Slika 38. Shematizovani prikaz različitih formi hematoma mozga nakon kontuzije

Nalazi CT-a uključuju bikonveksno hiperdenzivno sakupljanje krvi. Vrednost Marshall-ovog skora određen i CT prezentacije endokranijuma koristi se kao indikator za prognozu, a pacijenti sa više od 150 ml krvarenja će pokazati lošu prognozu. Neurohirurzi preporučuju da se evakuše hematom u roku od 4 sata od povrede. Bilo koji volumen veći od  $30\text{cm}^3$ , bez obzira na GCS rezultat je indikacija za operaciju.



Slika 39. CT prezentacija subduralnog hematoma i kontuzija mozga

**Subdural Hematoma (SDH):** Oko 30% svih TBI smatraju se da pripadaju subduralnom hematomu. Može biti akutan, subakutan ili hroničan na osnovu trajanja. **Akutni SDH** su oni koji se javljaju u roku od 1-2 dana od povrede zbog oštećenja premošćenih vena, kontuzija ili prodora moždanih povreda. **Subakutni** su obično 3-14 dana stariji. Svaki SDH stariji od 15 dana smatra se hroničnim SDH. Pojavljuje se zbog ruptуре kortikalnih vena. Dugotrajno uzrokuje prekid hemoglobina i drugih proteina. Ovo privlači tečnost zbog povećanog osmotskog pritiska, što dovodi do izmeštanja mozga, što dovodi do koma ili smrti. 50% pacijenata ima istoriju traume. SDH pokazuje izgled u obliku polumeseca u CT prezentaciji promene. Hronični SDH se pojavljuje kao isodense ili hipodense u CT, a akutni SDH se pojavljuje hiperdense. Pacijenti sa malim GCS i neurološkim deficitom trebaju biti operisani. Hirurške opcije uključuju drenažu kroz bušotinu, mini kraniektomiju ili kraniosomiju načinjenom bušilicom.



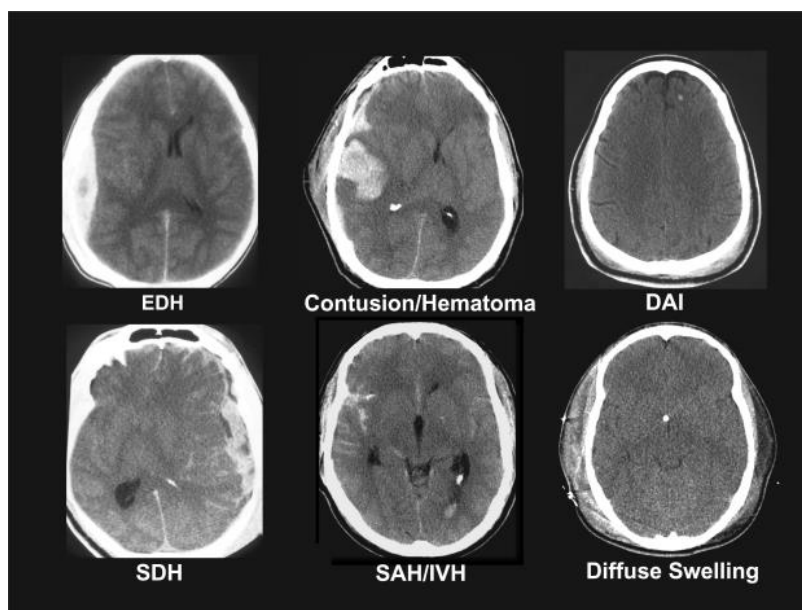
Slika 40. Shematizovani prikaz nastanka subduralnog hematoma u traumi

Preuzeto iz: Block J, Jordanov MI, Stack LB, Thurman RJ: "The Atlas of Emergency Radiology".

[www.accessemergencymedicine.com](http://www.accessemergencymedicine.com)

**Povreda aksonalne povrede (DAI):** DAI čini 40-50% svih TBI-a. DAI može biti sumnjičav kod bilo kog pacijenta sa gubitkom svesti posle traume. Može se desiti na spoju sive i bele mase, korpusnog kalozuma i moždanog stabla [38]. Snage ubrzanja ili usporavanja u mozgu mogu rezultirati DAI-om. Ona se ocenjuje na osnovu lokacije petehijalnih krvarenja. Takođe postoji depozicija  $\beta$ -amiloidnog prekursorskog proteina. MRI je modalitet slike koji bi mogao da identifikuje DAI posebno sa difuznom ponderiranom sekvencom. Može se koristiti i spektroskopija sa magnetnom rezonancom.

**Cerebralna zagušenja:** kontrakcije unutar moždane supstance često su povezane sa akutnim subduralnim hematomima. To čini oko 40% ukupnog TBI. Mogu se javiti kao rezultat odloženog krvarenja. U CT se pojavljuje kao okrugla hiper-gusta područja sa određenom količinom edema i blago masovnim efektom. Treba ga koristiti ako se ICP ne može kontrolisati ili ako se pogoršaju klinički uslovi. Smrtnost povezana sa cerebralnim kontuzijama je oko 75%. Prognoza je gora ako je povezana sa subduralnim hematomima, ili ako je bilateralna.



Slika 41. CT prezentacija različitih formi stanja mozga nakon traume i kontuzija



Slika 42. Prikaz odnosa Marshall-ovog skoringa u CT prezentaciji mozga po traumi

**Perfuzioni pritisak periferije (CPP):** Znanje o cerebralnoj perfuziji i autoregulatornim mehanizmima mozga je od suštinskog značaja za sprečavanje bilo kakve sekundarne ishemijske oštećenja. CPP izračunava se razlikom između **srednjeg arterijskog pritiska (MAP) i intrakranijalnog pritiska (ICP)**.

$$CPP = MAP - ICP^{(41)}$$

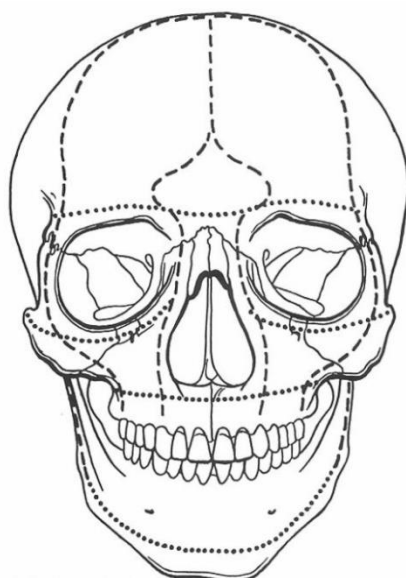
Autoregulatorni mehanizam u mozgu može održati cerebralni tok krvi čak i kada je pritisak cerebralne perfuzije u rasponu od 40 do 140 mmHg<sup>(42)</sup>. Normalni cerebralni pritisak perfuzije je 70-100 mmHg. Normalni intrakranijalni pritisak kreće se od 7 do 15 mmHg<sup>(43)</sup>. ICP više od 20 mmHg smatra se štetnim<sup>(6)</sup>. Svako stanje koje povećava ICP kao što je TBI može smanjiti pritisak cerebralne perfuzije koji dovodi do ishemijskog oštećenja sekundarno od TBI.

Mnogo puta, kao maksilofacijalni hirurzi, susrećemo pacijente sa maksilofacijalnom traumom uz istovremenu povredu glave. Svaki pacijent sa maksilofacijalnom povredom, bez obzira da li je povezan sa prelomima ili ne, uvek je u riziku od traumatske povrede mozga. Uvek treba da pobudi u ovakvim situacijama na sumnju i usmerimo pažnju na detaljnu dijagnostiku stanja endokranijuma, koje će nas dovesti do pravovremene dijagnoze i usmeriti naše delovanje u pravcu adekvatnog zbrinjavanja. Jako je značajna saradnja sa neurohirurzima u stanjima udruženih trauma koji čine kraniofacijalni spoj.

## 2.3 Funkcionalna anatomija i biomehanika neurokranijuma

Gornji spart lica uključuje u sebe čeonu kost sa svojom sinusnom šupljinom i endokranijumom, odnosno neurokranijumom. Ovaj predeo ima svoj značaj jer u sebe uključuje jako važne strukture, krov obe orbite a iza zadnjeg zida čeonog sinusa nalazi se vitalni sadržaj endokranijuma moždanice sa mozgom, kao i vaskularnim i nervnim strukturama. Svaki prelom u ovoj zoni nosi sobom i prelome koji se protežu na krovove orbita a prema tipu koštane dislokacije sa mogućnošću mehanizma kompresije bulbusa i njegovih neurovaskularnih struktura. Bilo da se radi o linearnoj ili kominutivnoj frakturi *Antonyshin* navodi sindrom gornje orbitalne fissure u 10% ovih fraktura.<sup>(117)</sup>

Biomehanika koštanog tkiva neurokranijuma odlikuje se sposobnošću amortizacije sila koje se prenose sa viscerokranijuma u toku akta žvakanja, govora ili udarca.



Slika 43. Schematizovani prikaz rasporeda svih ojačanja kraniofacijalnog aspekta ljudske glave



Disperzija sila se vrši preko sinusne šupljine u pravcu prednje baze lobanje i šavnih-metopičnih kostiju. Morfološka osobenost postojanja glabelarnog zasvoda koji zaklapa odgovarajući ugao sa korenom nosa čini da se udarac u koren nosa rasprši u tom predelu duž poda čeonog sinusa i etmodalnog sinusa i prednje baze lobanje.

Višestruki prelomi kostiju srednjeg lica zahvataju gornju etažu čeonog sinusa, etmoid, neretko i krov orbita ili prednju lobanjsku jamu zajedno sa prelomima po tipu Le Fort II ili III. Dok recimo panfacijalni prelomi uz prelome srednjeg lica uključuju i prelome donje vilice.

## 2.4 Epidemiologija preloma čeonog sinusa

Prema izveštajima o prelomima kostiju lica dostupnim iz svetske literature, odnosno kraniofacijalnim prelomima, ove povrede su u najvećem procentu dominantne kod muškog pola. Tako studija sprovedena u Brazilu pokazuje da su muškarci činili 87% među pacijentima sa prelomima donje vilice. Retrospektivna studija u Australiji 9 pokazala je da je udeo muškaraca od 80% u kraniofacijalnim prelomima gde je 55,2% pacijenata u dobnoj grupi 15-24 godina. Spomenuta studija daje podatke o fizičkim napadima kao najčešćem uzroku povrede (29,9%) što objašnjava visoku incidence u mladim osoba muškog pola. Najčešći uzročnici povreda među adolescentima su trauma i fizički napadi u retrospektivnoj kohortnoj studiji koja je sprovedena u Kini (12) pokazala je statistički značajne razlike između dve posmatrane grupe, gde je odnos muških prema ženskim bolesnicima bio dvostruko veći u omeru (3,8 : 1).

Podaci o učestalosti pojedinih uzroka variraju od najčešće pomenutih saobraćajnog traumatizma, nasilja, sportu u zavisnosti gde je studija rađena, ali ni jedna u sebe ne uključuje nijedan socioekonomski indikator u određenim kategorijama posmatranih uzoraka, sem apostrofiranja alkoholisanosti u trenutku nastanka povrede. Tako podaci iz Nemačke 15 pokazuju da je najčešći uzrok preloma kostiju lica nasilje 45,2% pri kojem je 70,8% žrtava u alkoholisanom stanju. A 38,7% njih čine muškarci u treće decenije života. Sledeći uzrok bili su padovi.

Opšti zaključak koji se nameće iz ovih podataka i opšteg medicinskog iskustva proizilazi da su ugrožene socijalne grupe osim alkoholičara ili mladih osoba koje povremeno piju i sklone su fizičkom nasilju i sukobima. Dok su starije osobe sklone padovima bilo zbog specifičnosti svoje bolesti, prisustva brojnih komorbiditeta ili se o njima ne vodi adekvatna briga. Određeni broj osoba sa oboljenjima epilepsija ili dijabetičari, kod stanja kardiovaskularnog incidenta imaju sklonost ka padovima i prelomima kostiju lica.

Nasilje ima svoje mesto među mlađom populacijom i često na javnim mestima, zastupljeno kod osoba starosti između 20-29 godina. Povrede na radu ili korišćenjem određenih mašina i alata predstavljaju poseban entitet u povredama za sebe.

## 2.4.1 Etiologija povreda

Kad se govori o etiologiji i uzrocima nastanka povreda i preloma, najčešći su saobraćajni traumatizam, nasilje, padovi sa visine, sportske povrede kao i povrede nastale pri radu rukovanjem mašinama i alatima sa različitom zastupljenošću u ukupnom broju preloma.

### *Saobraćajni traumatizam*

Saobraćajni traumatizam zauzima značajno mesto kao uzročnik najtežih kraniofacijalnih povreda kod hospitalizovanih bolesnika. Stepenn povreda kod ovih bolesnika je često opsežan, sa ispoljenim kominutivnim povredama, imajući u vidu snagu sile udara nastaloj pri nesreći nastalim visokoenergetskim silama (tzv. high-energy trauma). Stepenn povrede direktno je zavistan od uloge i mesta u udesu povređenog. Da li se radi o pešaku, vozaču automobila, suvozaču u vozilu, motorciklisti ili biciklisti. U zavisnosti o delovanju sile govorimo o povredama koje su nastale sa većom ili manjom energijom.

Karakteristično za povrede nastale na ovaj način da su vrlo često udružene sa povredama glave (kontuzija mozga i ispoljenim krvarenjem u lobanji), udružene povrede grudnog koša i udova.

Prema istraživanjima sprovedenim u Brazilu, najčešći uzrok preloma donje vilice bile su nesreće motorciklom (22%), zatim nasilje (17%) i padovi sa visine (12%).<sup>(6)</sup> Istraživanja u Holandiji ukazalo je na učestalost saobraćajnih nezgoda iz perioda 1960-1974 godine čineći (68%) svih uzroka povreda kostiju lica, a nakon 13 godina taj udeo se samnjio na 50% ( $P < 0,001$ ) što se objašnjava smanjenom popularnošću mopeda i promenom zakona o obaveznom nošenju kaciga.<sup>7</sup> A sa druge strane porastao je broj povreda padom sa 8% na 12,4%.

### *Nasilje*

Nasilje kao uzročnik nastanka kraniofacijalnih preloma podrazumeva napad jedne osobe na drugu, odnosno tuču dveju ili više osoba. Napad može biti šakom, nogom, ili nekim sredstvom bilo to hladno oružje (nož, sekira, bezbol palica, kamen) ili vatreno oružje. razlikuje se nasilje na javnom mestu ili u porodici. Najčešće je to među osobama koje se poznaju. Predominantno je da je konzumacija alkohola favorizujući činilac i važan pokretač za ispoljavanjem nasilja, dok su prediktori lošiji socio-ekonomski status, dugogodišnje ispoljavanje nasilja, psihijatrijska bolest itd.

Prema istraživanju iz Australije, najčešći uzrok preloma kostiju lica je fizički napad sa udelom od 29,9%, većinom je to među mlađom populacijom sa ispoljenim najčešćim prelomima orbite sa zastupljenošću od 36,6%.

### *Padovi*

Pad može biti sa velike visine ili sa sopstvene visine. Pri padu od značaja je tvrdoća podloge na koju se pada kao i prisustvo eventualnih predmeta o koje se može udariti na putu pada. Karakteristika ovih povreda ogleda se u povredama koje su karakteristične za tupinu udara, a ukoliko na putu udara nađe oštar predmet javljaju se sekotine ili ubodne rane. Od ovih vrsta povreda razlikuju se povrede koje nastaju kod epileptičnog napada jer te osobe usled gubitka svesti i pada svom težinom bez zaštitnih mehanizama (ne dočekuje se na ruke i sl.) pa su kod tih padova i prelomi kostiju lica teži oblici.

Kod padova sa visina u mnogome će zavistiti o kojoj se visini radi. Pri ovim padovima često je prisutna povreda drugih delova tela (udovi, kičma, karlica). Pad sa stepenica ili merdevina kao i drveta sličan je padu sa visine. Smatra se, na osnovu istraživanja sprovedenog u Švedskoj da je pad izražen kod starije populacije i glavni uzročnik 88,6% svih kraniofacijalnih povreda kod osoba starijih od 60 godina. Smatra se da je glavni uzročnik visoka prevalenca osteoporoze, naročito kod žena, kao i brojnost pridruženih komorbiditeta (dijabetes, visok krvni pritisak, kardiovaskularni incidenti).

### *Rad i sport*

Povrede na radu i u sportu predstavljaju heterogenu grupu kraniofacijalnih povreda prevashodno zbog širokog spektra poslova i sportova na kojima se povrede dešavaju. Ispoljavaju se kao profesionalne povrede ili nezavisno od profesije.

Vrlo često korišćenjem mašina i alata mogu nastati ozbiljne povrede lancima motornih testera, delovima brusilca ili diskom sa cirkulara.

Literaturni podaci iz Švajcarske ukazuju na incidencu sportskih povreda da je zastupljena sa 21% učešća u kraniofacijalnim povredama a najčešće je u periodu života između 16-29 godine.

### *Ostalo*

Neke povrede se ne mogu uvrstiti ni u jednu od pomenutih kategorija. Razlog tome mogu biti gubitak pamćenja pacijenata ili nedostatak medicinske dokumentacije, mogu biti i jatrogeni uticaji, pokušaji samoubistva, ili izuzetno retko u sklopu kakvih prirodnih katastrofa ili ratnih povreda.

## 2.5. Predmet naučnog istraživanja

Poznato je da anatomija čeonih sinusa varira individualno, u smislu različitih volumena i oblika. Oko 4% populacije nema frontalne sinuse, a 4-5% ima samo male rudimentarne vazdušne ćelije (*Aidinlioglu et al., 2003; Ponde i sar., 2003; Kalavrezos, 2004; Montovani et al., 2006*). Normalno razvijeni čeonni sinusi su obično oko 28-30 mm visine, 24-28 mm širine i 20 mm dubine, stvarajući prostor od 5-7 ml (*Amine i Anand, 2015*). Mali / hipoplastični čeonni sinus je nerazvijena sinusna šupljina, male veličine, koja se nalazi iznad frontalnog maksilarnog nastavka.

Uvećani čeonni sinusi mogu se klasifikovati u tri kategorije koje uključuju pojavu simptoma:

- (1) *hiper-* (pneumatizovani) - sinus – razvijen izvan utvrđenih granica normalne frontalne sinusne aeracije kod asimptomatskog pacijenta,
- (2) pneumosinus dilatans – ceo sinus ili segment se razvija izvan granica frontalne kosti i zahvata susedne strukture, i
- (3) pneumocele – proizvode regionalne znake i simptome u odnosu na preveliki rast sinusa i uzrokuje tanjenje kosti iznad (*Urken et al., 1987*).

Čeonni sinus je direktno povezan sa anteriornom cerebralnom fosom, nosom i orbitalnim krovom, dajući veliku složenost traumi ovog regiona. Generalno, prelomi čeone kosti su povezani sa traumama velikog udara i dinamičkim silama, kao što su saobraćajne nesreće, napadi i sportske nesreće (*May 1970, Tiwari et al., 2005, Bell et al., 2007; Mithani et al., 2009*). Povrede frontalnog regiona su različite jer se kreću od izolovanih preloma prednjeg sinusnog zida do veoma složenih preloma koji uključuju orbitu i bazu lobanje (*Strong et al., 2006; Holier et al., 2010; Dimitrijevic et al., 2014*). Tip preloma i njegova složenost zavise od mnogih faktora, kao što su intenzitet sila udara i pravac, lokaciju udara i kvalitet čeone kosti.

Međutim, uticaj volumena čeonog sinusa na raspodelu stresa i strukturu loma prilikom udara unutar čeonog područja je još uvijek nejasan. Neke eksperimentalne studije na telima i modelima veštačkih glava istraživale su uticaj udara na kosti lica i njihov biomehanički odgovor (*Nikuist et al., 1986; Allsop i sar., 1988; Cormier i Manoogian, 2010*). Ali studije su bile ograničene na mali broj tela i nisu uzimali u obzir uticaj varijacija u anatomiji i udarnoj sili, jer eksperimenti nisu ponovljivi i obično se završavaju sa uzorkom preloma.

Ova ograničenja su motivisala istraživače da primjenjuju računare i numeričke postupke kao što je **Finite Element Analysis** (u daljem tekstu **FEA**) za proučavanje povrede glave. Koristeći realističnu geometriju dobijenu medicinskim skeniranjem i eksperimentalno određenim materijalnim svojstvima tkiva, FEA omogućava izračunavanje fizičkog odgovora

glave (pomeranja, stres, istežanjai itd.) pod proizvoljnim uslovima (opterećenja, ograničenja), što je vrlo teško (ako je upošte moguće) da se proceni u eksperimentalnim uslovima. Razvijeno je nekoliko modela ljudskih glava, koji su validirani i predloženi za proučavanje ljudskih povreda glave i mozga (*Zhang i sar., 2001; Samaka i Tarlochan, 2013; Asgharpour et al., 2014*). Međutim, većina ovih studija bila je fokusirana na povrede mozga uzimajući u obzir pojednostavljene modele glave glave koje nisu uključivale frontalne sinuse. *Song et al. (2015)* su prvi koji su proučavali dinamički odgovor lobanje pod tupim frontalnim, zigomatskim i maksilarnim udarima, imajući u vidu slučajeve sa i bez sinusa. Rezultati ove studije pokazali su da je, prilikom čeonog udara, čeonni sinusi znatno utiču na raspodelu stresa i opterećenja u lobanji. Međutim, ova studija nije uzela u obzir uticaj različitih sinusnih volumena na raspodelu stresa u čeonj kosti i bazi lobanje. Zbog toga je cilj studije bio da se proceni uticaj volumena čeonog sinusa na raspodelu stresa i strukturu preloma u čeonj regiji, pomoću FEA.

Čeonom sinusu odgovara razmak između dva kortikalne ploče unutar čeone kosti, prisutne bilateralno i obično asimetrične. To proizlazi iz frontalne pauze, dela srednjeg meatusa i postojanja vazdušnih ćelija etmoidnog infundibuluma. Oko 4% stanovništva nema frontalni sinusa, dok drugih 4 do 5% ima samo mali rudimentarni ostatak vazdušnih ćelija (*Ponde et al.2003., Aydinlioglu et al.2003., Kalavrezos 2004., Montovani et al.2006., Binali et al.2011*). Vrlo često, postoje anatomske varijacije u izgledu ove pneumatizovane šupljine, koje se odlikuju različitim volumenom i oblikom. Specifičnost sinusne šupljine se često koristi u forenzici za otkrivanje identiteta osoba (*Quatrehomme et al. 1996., Phrabhakaran et al.1999., Neha i al.2015*).

Uloga sinusa je samo delimično poznata. Brojne teorije su predložene za funkciju sinusa: uticaj na povećanje glave u odnosu na telo i razvoj iste kroz odrastanje individue, lučenje sluzi da navlaži mirisnu sluznicu, grejanje i ovlaživanje vazduha u inspirijumu, rezonatorska komora za glas, smanjenje kranijalne težine, plutajuća uloga, rezervoar imune i antimikrobne funkcije, itd. (*Takahashi 1983. Blejni 1990. Rhys-Evans 1992. godine, Rae i Koppe 2004. Keir 2009.*). Jedna od važnijih predloženih uloga čeonog sinusa je da štiti mozak u traumi gornje trećine lica. Osim toga Kellman i Schmidt 2009 predložili su da sinusi služe kao zone deformacije za zaštitu okolnih vitalnih struktura, pružajući potencijal opstanka. Čeonni sinus je direktno povezan sa prednjom moždanom jamom, nosnom šupljinom i orbitalnim krovom, dajući veliku složenost u traumatologiji ovog regiona.

Međutim, zbog debelog sloja kortikalne kosti, prelomi čeone kosti su manje česti, čini **5-15%** svih maksilofacijalnih preloma i često su asocirani sa velikim uticajem traume i dinamične snage, kao nesreće motornim vozilima, napadi u tuči, i sportske nesreće (*Bell i dr., 2007, Mithani i dr., 2000., Tiwari i dr. 2005*). Oni takođe mogu rezultirati kao posledica

povreda na radu (pucanjem ploča brusilica ili lanaca motornih testera), uz pad sa visine, ili povreda nastalih udarom od strane domaćih životinja (konjskog kopita, roga krave ..) (*Sokčić et al. 1965., Savić i dr. 1975., Deitmer et al. 1988., Jennet et al. 1998., 2003., Gassner i dr. 2003., Malara i dr. 2006., Yokoyama i dr. 2006., Zandi et al. 2011, Jin i dr. 2014.*).

Kako su povezani sa visokoenergetskim traumatizmom, ovi prelomi su obično deo u sklopu sveukupnog politraumatizma pacijenta i zahteva multidisciplinarni pristup kraniofacijalnog hirurga, neurohirurga, ponekad otorinolaringologa, radiologa i anesteziologa (*Montovani et al. 2006., Strong 2008., Hollier et al. 2010., Dimitrijević i al. 2014.*).

Povrede čeone regije lica su različite, idu u rasponu od izolovanih preloma prednjeg zida sinusa, prednjeg i zadnjeg ili samo zadnjeg zida, ali i do vrlo složenih preloma uključujući nasofrontalni kanal, orbitu, bazu lobanje, i leziju intrakranijalnog sadržaja (*Strong, 2009*).

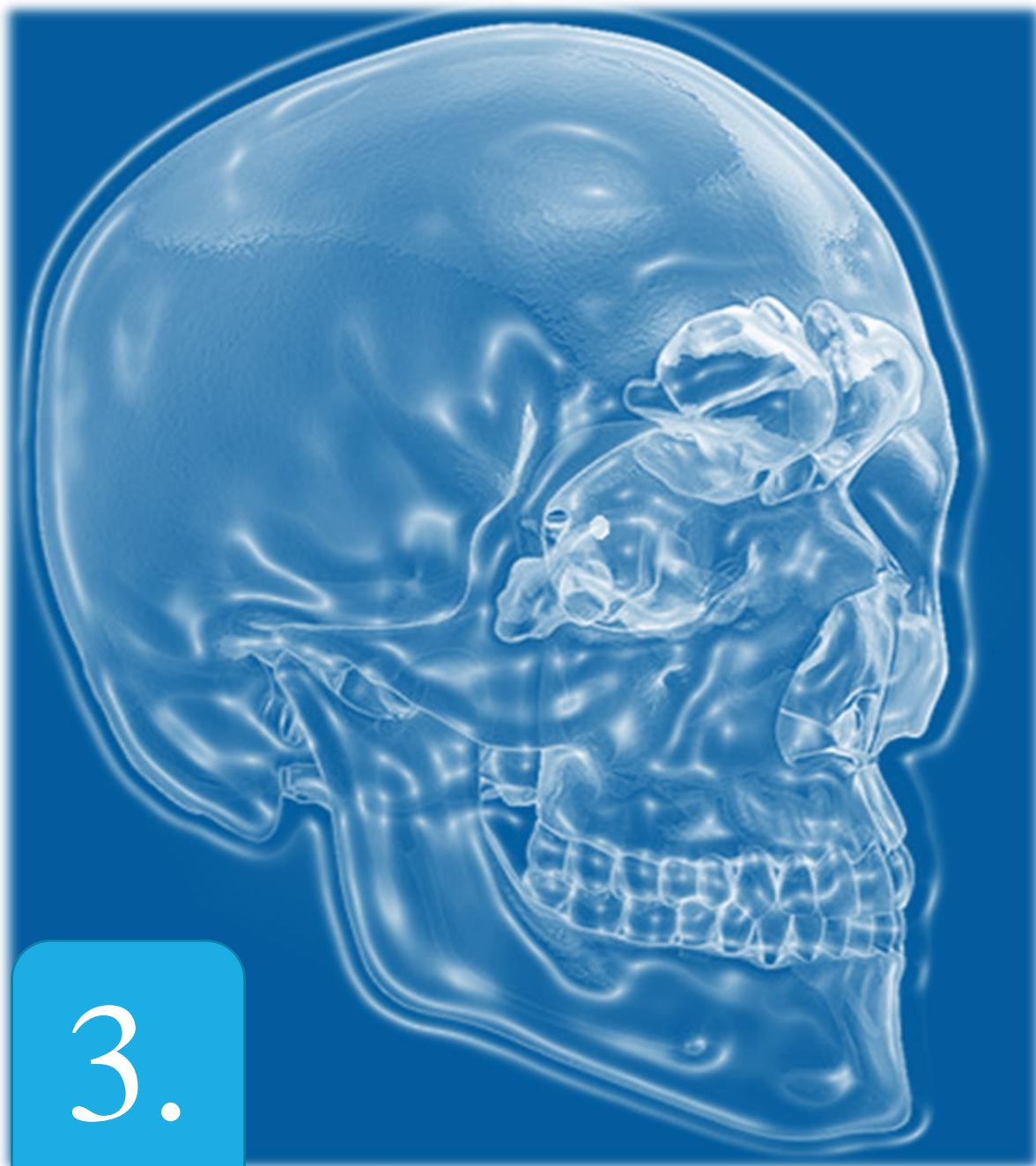
Među pacijentima sa frakturama čeonog sinusa, 35% je prisutno kod istovremene orbitalne frakture, 17% sa zigomatičnih preloma, a 15% udruženo sa prelomima naso-orbito-etmoidalnog predela (*Mithani et al., 2000*). Frakturni obrazac i njegova složenost zavise od mnogo faktora, kao što su intenzitet udarca i pravac, mesto udara i kvalitet čeone kosti.

Prema našim saznanjima, uticaj veličine volumena čeonog sinusa na apsorpciju i distribuciju stresa kao i frakturni obrazac loma čeone regije i kraniofacijalnog spoja lica nije dosad izučavan. Budući da eksperimenti nisu mogući in vivo, izvedena su eksperimentalna istraživanja na kadaveričnim glavama i modelima kompjuterski simulirane veštačke glave. Posebno, su se proučavali udari lica i to u predeo infraorbitalnog i supraorbitalnog rama, izazivajući lom kostiju lica oponašajući stanja povrede, kao i biomehaničke karakteristike različitih tkiva glave (*Allsop et al. 1988., Nyquist i dr. 2006., Cormier i Manoogian 2010.*). Te eksperimentalne studije bile su ograničene na mali broj kadavera, ne pružaju mogućnost da se prouči varijacija u ljudskoj anatomiji veličine sinusa. Veliki nedostatak ovih studija je što eksperimenti nisu bili ponovljivi i obično se završavalo uzorkom loma, bez tačne naznake kakvi su se frakturni obrasci stvarali i kakvi očekivali. Veliki broj studija izučavao je uticaj traume samo bazirajući se na mekotkivni endokranijalni sadržaj-mozak i dejstvo traume. U nekim studijama postoje različiti modeli ljudskih glava koji su razvijeni i potvrđeni, a predloženi u studiranju povreda ljudske glave i mozga (*Zhang et al. 2001., Samaka i Tarlochan 2013., Asgharpour i dr. 2014.*).

Treba istaći, da je većina ovih studija bila fokusirana na traumu mozga u saobraćajnim nesrećama. Povrede pod pretpostavkom pojednostavljenih modela ljudskih glava nisu uključivale mesto i ulogu frontalnog sinusa kroz njegovu ulogu, volumetrijski odnos i anatomsku varijaciju. Što se tiče specifične studije na pacijentima, do sada, samo *Song et al. 2015.*, su proučavali dinamički odgovor lobanje sa i bez sinusa dejstvom tupog udara u

frontalni, jagodični i maksilarni predeo, razmatrajući uticaj loma na kosti ovih predela. Rezultati ovog istraživanja pokazali su da je uticaj udara u čelo i čeonu sinus značajno uticao na distribuciju stresa i pojavu napetosti u lobanji.

Međutim, ova studija nije razmatrala uticaj različitog volumena sinusa u distribuciji stresa kroz čeonu kost, metopične šavove i bazu lobanje.



3.

## CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Srbislav S. Pajić  
ZNAČAJ VELIČINE I STRUKTURE ZIDOVA ČEONOG SINUSA  
NA NASTANAK KONTUZIJE MOZGA KOD TRAUME ČEONE REGIJE



### 3. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

#### A) Cilj ispitivanja

Stepena veličine i zapreminskog volumena sinusne šupljine, te prisustvo intersepta sa pretpostavkom da imaju svoj značajan uticaj na prenošenje udarnog talasa u prostiranju stresa u pravcu endokranijalnog sadržaja. Da znatno utiče na pravac širenja i prenošenja dejstvujuće sile ka šavnim kostima, sa tendencijom da ublaže trenutno ispoljeni stres na frontalni aspekt glave. Prisustvo frakture čeonog sinusa biće indikator traume jakog udara.

Ciljevi istraživanja su bili:

#### a) Glavni ciljevi ispitivanja:

1. Cilj ove studije bio je da se razvije model konačnih elemenata (FEA) ljudskog čeonog sinusa, kod pacijenata koji su pretrpeli izolovani prelom ovog područja, sa zadatkom da se prouči učinak geometrijskih neusklađenosti izazvanih naprežanjem u zonama koje mogu usloviti nastanak ovih vrsta preloma u frontalnom aspektu humane lobanje, posmatrano u pravcu nastanka linijskih i multilinijskih preloma.

2. Fraktorni obrazac nastajanja preloma ovog predela svrstanih u tipove, propagacije frakture u dubini prema bazi lobanje i njihovog odnosa sa morbiditetom i mortalitetom koji može uticati na našu procenu da tačnije odredimo ozbiljnost povrede i prognostičku dinamiku povrede kao i plan tretiranja ovog tipa povreda i udružene komplikacije koje one sobom nose.

3. Ispitati ili negirati sposobnost sinusa da apsorbuje udar i da učini disperziju energije prema šavnim kostima.

4. Korelacija interakcije veličine pneumatizacije čeonog sinusa sa ranim posttraumatskim kontuzijama mozga kao krajnjim ishodom u traumi kraniofacijalnog spoja.

#### b) Drugi ciljevi:

1. Kontuzija mozga je izabrana kao marker povrede mozga zbog lakšeg gradiranja i procenjivanja na osnovu stepena ozbiljnosti kontuzija, ako se ima u vidu činjenica da su mnoge studije pokazale da su kontuzije mozga najčešće zastupljene povrede glave u traumi (ocjenjivanje jačine kontuzije mozga vršeno je pomoću MSCT prezentacije endokranijuma i kraniofacijalnog masiva a nakon skeniranja glave traumatizovanog pacijenta. Skala od 0 do 5 koristiće se na osnovu Marshall-ovog kriterijuma, za procenu i gradiranje ozbiljnosti kontuzije mozga).

### c) Fokus kliničkog ispitivanja- hipoteza studije:

1. Naša formalna hipoteza da je volumen čeonog sinusa manji kod pacijenata sa kontuzijama mozga nego kod onih bolesnika kod kojih nije evidentirana kontuzija mozga. Odnosno da veći volumen sinusa treba da omogući veću apsorpciju energije i veću zaštitu od intrakranijalnih povreda.

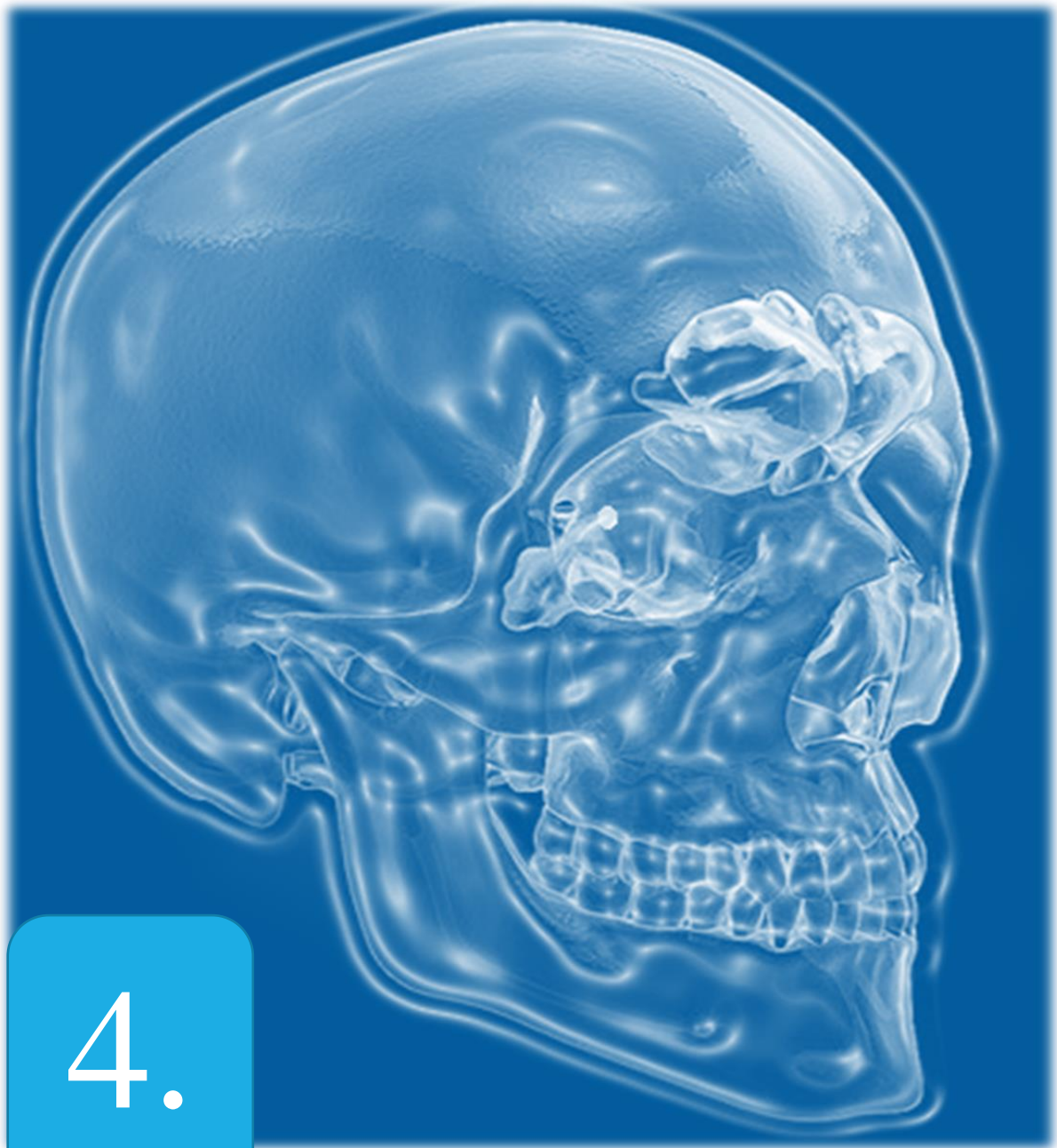
Kako bi se postigli postavljeni ciljevi istraživanja, definisali su se **Radni zadaci** u okviru tri zasebna dela studije:

**Prvi deo** istraživanja se odnosi na **kliničko-epidemiološku deskriptivnu studiju** koja je ima zadatak da ispita zastupljenost povreda čeonog sinusa u našoj populaciji, brojnost pridruženih povreda kraniofacijalnog masiva i vilica, uticaj socio-demografskih karakteristika ispitanika, značaj prisustva veličine čeonog sinusa, položaja, dimenzionalne-volumetrijske različitosti leve i desne strane kao i polne, kakav uticaj ima na fraktorni obrazac preloma čeone kosti i čeonog sinusa način povređivanja i mesto dejstva traumatske sile.

**Drugi deo** istraživanja podrazumeva **eksperimentalnu analizu kompjuterskih modela čeonog sinusa** (kroz četiri tipa sinusa: normalni, veliki, mali, odsutvo sinusa) primenom metode konačnih elemenata i ima za zadatak da ispita uticaj dimenzionalne različitosti čeonog sinusa na distribuciju napona značajnog za nastanak preloma ovog regiona i sam fraktorni model.

**Treći deo** istraživanja podrazumeva **kliničko-prospektivnu kohortnu analizu** operativnog zbrinjavanja preloma čeonog sinusa i njegovih gradivnih delova u smislu postizanja njegove anatomske arhitektonike, primenjene operativne procedure, korišćenje osteosintetskog i gradivnog materijala za postizanje tog cilja. Analiziraćemo ima li uticaj na rezultate rada operativni pristup i upotrebljeni gradivni materijal kroz nastajanje ranih i kasnih postoperativnih sekvela.

Kvalitet života predstavlja kompozitni ishod koji u sebi uključuje i sjedinjava raznovrsne domene sveukupnog blagostanja. Zato se očekuje da rezultati studije imaju i praktičan značaj u stratifikaciji one subpopulacije bolesnika sa kraniofacijalnom povredom kod koje se očekuje lošiji klinički ishod, a koja zahteva posebnu zdravstvenu i socijalnu brigu.



## MATERIJAL I METOD ISTRAŽIVANJA

Srbislav S. Pajić  
ZNAČAJ VELIČINE I STRUKTURE ZIDOVA ČEONOG SINUSA  
NA NASTANAK KONTUZIJE MOZGA KOD TRAUME ČEONE REGIJE

## 4. MATERIJAL I METOD ISTRAŽIVANJA

4.1 Materijal i metod kliničko-epidemiološkog istraživanja

4.2 Materijal i metod eksperimentalnog istraživanja

4.3 Materijal i metod kliničkog istraživanja

### Vrsta studije

Studija je planirana da je sačinjavaju tri celine:

a) **Kliničko-epidemiološka deskriptivna studija** povreda kraniofacijalnog masiva. Retrospektivnom analizom reprezentativnog uzorka bolesnika sa povredama kostiju lica ustanoviti etiološke uzroke povreda u relaciji sa uzrastom, polom i okolnostima nastanka traume. Ustanoviti za pojedine načine povreda (saobraćaj, tuča, pad sa visina, povrede na radu, povrede u sportu i ostalo) u kojem se period života javlja, a kod kog pola učestalije. Na istom uzorku ustanoviti postoji li međuzavisnost varijable vrste povređivanja sa vrstom preloma kostiju lica ili udruženih povreda sa drugim povredama tela. Sagledati koje su relacije između etioloških i epidemioloških karakteristika uzročnika za nastanak povreda kostiju lica.

b) **Eksperimentalna studija** zasnovana na primeni analize kompjuterskih trodimenzionalnih modela kranijuma primenom metode konačnih elemenata - FEA (*engl. Finite Element Analysis*). (Nakon definisanja geometrije diskretizovanog modela, njemu se dodeljuje konačan broj elemenata i čvorova odgovarajućeg tipa – obično zapreminski i time dobija tzv. mreža konačnih elemenata. Mreža elemenata se generiše automatski u okviru odgovarajućeg softvera). Sagledati značaj primene ove metode u medicinskim istraživanjima.

c) **Klinička prospektivna, opservaciona, randomizovana, kohortna studija**, nakon sprovedene operativne procedure i perioda kontrolnog praćenja pacijenata sa prelomima čeonog sinusa. Klinički ishod i kvalitet života pratiti u više navrata, prema dinamici očekivanog oporavka od kraniofacijalne traume, i to posle sedam dana, mesec dana i tri meseca, šest meseci i godinu dana od završetka aktivnog, specifičnog lečenja.

Podaci potrebni za sprovođenje studije biće prikupljeni iz regularne medicinske dokumentacije (istorije bolesti, karte anestezije, radioloških izveštaja, otpusne liste). Svi pacijenti uključeni u istraživanje predhodno su informisani o načinu i sprovođenju istog, a potom su potpisali pisanu saglasnost za učešće u studiji.

Sprovođenje studije je odobreno od strane Etičkog odbora Kliničkog Centra Srbije, broj odluke 195/43 od 24.11.2016. godine i Etičkog Komiteta Medicinskog fakulteta Univerziteta u Nišu broj odluke 12-14532-2/6 od 27.12.2016.godine. Pridržavajući se preporuka za izvođenje biomedicinskih istraživanja na ljudima iz Helsinške Deklaracije (juna 1964.).

## 4.1 Materijal i metod epidemiološkog istraživanja

Epidemiološko istraživanje sprovedeno je na bolesničkom materijalu Centra za urgentno zbrinjavanje i neurotraumu Urgentnog centra Kliničkog Centra Srbije u Beogradu kroz retrospektivnu-deskriptivnu studiju za petogodišnji period od 01. januara 2012 do 31. decembra 2017. godine. Studijom je analizirano 1472 bolesnika koji su hospitalizovani zbog akutne povrede gornjeg sprata i kostiju lica, oba pola i dobne starosti od 18-90 godina. Kriterijumi uključivanja bili su prisustvo tupe traume i kompletan MSCT endokranijuma i facijalnog masiva. Kriterijumi po kojim su pacijenti isključivani su bili pacijenti sa nepotpunom dokumentacijom, nepotpunim MSCT endokranijuma i facijalnog masiva i pacijenti koji su bili nepovezani sa traumom, kao i predhodne povrede lobanje i penetrantne traume.

Prelomi čeonog sinusa se javljaju kod 5-15% maksilofacijalnih povreda <sup>(4, 14, 15)</sup> a javljaju se kao rezultat saobraćajnih udesa u kojima pacijent udara u stub konstrukcije automobila ili upravljač licem. <sup>(21,24,27.)</sup> Penetrirajuće povrede čeonog sinusa nastaju na poseban način. One su često povezane sa drugim facijalnim ili intrakranijalnim povredama. Literaturni podaci ukazuju da je sila potrebna za prelom kosti čeonog sinusa u rasponu od **365-726 kg**, što predstavlja značajno jaču snagu od bilo kog delovanja na ostali deo facijalnog masiva. Ostale povrede koje mogu biti udružene sa prelomima sinusa su: orbitalne traume (59%), neurološke povrede (76%) i udružene povrede preloma lica i/ili prednje baze lobanje (93%).

## 4.2 Materijal i metod eksperimentalnog istraživanja

U skladu sa postavljenim ciljevima, istraživanje koje se odnosi na eksperimentalni deo studije sprovedno je u Laboratoriji Centra za bioinženjering Fakulteta inženjerskih nauka Univerziteta u Kragujevcu.

### *Testirani slučajevi i metodologija za razvoj numeričkih modela*

Pacijent i specifični anatomske modeli korišćeni u ovoj studiji razvijeni su iz CT skeniranja ljudske glave, sa normalno razvijenim čeonim sinusima. Skeniranje je odabrano iz baze podataka Urgentnog centra Kliničkog Centra Srbije - Odeljenja za radiološku dijagnostiku a načinjenih na CT skeneru (Akulion™ PRIME 160 rezolucija AIDR 3D integrisana, Toshiba Medical Sistem Tehnologies, Nasu, Japan, 72kV, 13,6mGi).

Rekonstrukcija slike obavljena je korišćenjem algoritma rekonstrukcije konusnog zraka (ConeKsact, Toshiba Medical Systems, Nasu, Japan) sa filtriranim povratnim projekcionim

tipom. Smatra se da je pacijent odrasli muškarac (27 godina) bez patologije na sinusima. Skeniranje CT sa 160 reznih krakova dobijeno je izotropičnom rezolucijom od 0,5 mm od  $350 \times 350$  piksela s veličinom piksela  $0,5 \times 0,5 \text{ mm}^2$  i debljinom odrezaka od 0,5 mm. Trodimenzionalna rekonstrukcija modela ljudske glave iz CT skeniranja (*slika 1A*) izvedena je korišćenjem softvera Mimics (Materialize, Leuven, Belgija), verzija 10.

Prvi korak je bio dobijanje maske kortikalne kosti, a zatim i maske kostnog tkiva i zuba. Zatim su stvorene maske sledećih intrakranijalnih tkiva: dura mater, cerebrospinalna tečnost (CSF), tkivo mozga i komore. Sve razvijene maske pretvorene su iz volumena u stereolitografski (STL) format koristeći Mimics STL + modul. Kvalitet mreže STL je poboljšan smanjenjem broja i određivanjem kvaliteta trouglova pomoću modula REMESH.

Opisani model predstavlja **Model 1**- sa normalno razvijenim frontalnim sinusima i koristi se kao referentni model za dalje analize (*Slika 1C*).

(A) Razmatrani materijali-tkiva; (B) uslovi učitavanja; (C) Referentni model sa normalno razvijenim prednjim sinusnim šupljinama; (D) Model bez frontalnih sinusa; (E) Model sa hipoplaznim prednjim sinusnim šupljinama; (F) Model sa hiperplaznim prednjim sinusnim šupljinama; (G-J) Odstupanje FEA modela iz referentnog modela.

Uz pomoć CT skeniranja i STL mrežom modela sa normalno razvijenim sinusima, generisana su tri dodatna virtualna modela. **Model 2** - predstavlja čovečju lobanju bez frontalnih sinusa (*slika 1D*), **Model 3** - je sa malim hipoplazičnim (*Slika 1E*), i **Modelom 4** - sa velikim frontalnim sinusima (*Slika 1F*).

Geometrije anatomske lobanje su postignute odgovarajućom kontrakcijom i ekspanzijom sinusne šupljine Modela 1, tj. dodavanjem ili brisanjem piksela kortikalne i medularne kosti. Modifikacije su pravljene u odnosu na anatomiju pacijenata, koji su imali frontalnu kost sa hipoplazijom, uvećanim i nerazvijenim sinusima, koristeći bazu podataka dostupnu u Kliničkom Centru Srbije.

Kriterijumi kategorizacije za definisanje hipoplazičnih, normalnih i proširenih sinusnih šupljina bazirani su na zapremini sinusa utvrđenom CT i dostupnim podacima u otvorenoj literaturi (*Yuksel Aslier i sar., 2016*). Naime, Hipoplazični frontalni sinus je definisan kao sinus s veličinom zapremine manjom od  $1131,25 \text{ mm}^3$ . Volumen normalno razvijenog frontalnog sinusa je između  $1131,25 \text{ mm}^3$  i  $3328,50 \text{ mm}^3$ , dok je zapremina proširenog ili hiperplazičnog frontalnog sinusa iznad  $3328,50 \text{ mm}^3$ . Hiperplazični frontalni sinus izabran za ovu studiju klasifikovan je kao hiper- (pneumatizovan) -sinus- onaj koji se razvio izvan utvrđenih granica normalne frontalne sinusne aeracije kod asimptomatičnog pacijenta (*Urken et al., 1987*).

Dobijeni STL dosijeji razvijenih četiri modela uvedeni su u CATIA V5 softveru R20 (Dassault Systemes, Velizy-Villacoublay, Francuska, moduli Digitized Shape Editor i Quick Surface Reconstruction moduli) kako bi se dobila njihova reprezentacija NURBS površine koja je pogodna za dalju strukturnu analizu. Dobijeni čvrsti modeli su konačno uvezeni u ANSYS softver (SASI, Canonsburg, PA, Sjedinjene Američke Države), verzija 14.5.7, za generisanje FEA mreže i sprovođenje strukturne analize.

### FEA modeli i svojstva materijala

Materijalne karakteristike kosti, zuba i intrakranijalnog sadržaji su uzeti iz literature (Mao et al., 2013; Asgharpour et al., 2014; Antic et al., 2015; Song et al., 2015) i prikazani su u **Tabeli 1**.

Kortikalna kost, diplo, dura, ventrikuli i zubi modelovani su kao linearni elastični materijali, opisani sa Youngovim modulom (E), Poissonovim odnosom (ν) i gustinom. Model mozga i cerebrospinalne tečnosti (CSF) modelovan je pomoću modela viskoelastičnog materijala opisanog sa sledećom jednačinom:

$$G(t) = G_{\infty} + (G_0 - G_{\infty}) \cdot e^{-bt},$$

gde je  $G_{\infty}$  dugotrajni modul smicanja,  $G_0$  je kratkotrajni modul,  $b$  je koeficijent raspada i  $t$  je vreme. Da bi se procenio rizik od frakture lobanje, bilo je neophodno usvojiti granične vrednosti kompresivne i zatezne snage kortikalne kosti. U sadašnjoj studiji, usvojene vrednosti kompresivne i zatezne konačne snage bile su  $\sigma_{cs} = 133 \text{ MPa}$  i  $\sigma_{ts} = 92 \text{ MPa}$ , respektivno (Antic et al., 2015). Četiri modela FEA diskretizovane su u finu mrežu zapremine, koristeći linearne tetraedronske elemente (Tet4) dostupne u modulu ANSYS Meshing.

FEA modeli modela 1, modela 2, modela 3 i modela 4 su definisani sa **665614**, **663517**, **664729** i **666815** tetrahedronskih elemenata, redom. Za razmatrane modele, vrijednosti pomenutih oznaka kvaliteta mreže bile su:  $Jacobian = 1$ ; prosečan kvalitet elemenata (odnos volumena na kvadratni koren kuba sume kvadrata dužine ivice) je bio 0,83 sa standardnom devijacijom od 0,142; prosečni odnos visine/širine je bio 2.136 sa standardnim odstupanjem od 0,70. Ove vrednosti su postignute uzastopno, rafiniranjem mreža sve dok grublje mreža ne naruši polje napona (naročito, promjene vrijednosti napona između zadnja dva sukcesivna poboljšanja su bile ~ 2%).

**Tabela 6.** Mehaničke osobine razmatranih materijala

Material	Osobina	E [Mpa]	Poisson's ratio	P [kg/m <sup>3</sup> ]	K [MPa]	G <sub>0</sub> [kPa]	G <sub>∞</sub> [kPa]	B [kPa]
Cortical bone ( <i>Asgharpour et al., 2014</i> )	Elastic	15000	0.21	1900	–	–	–	–
Diploe ( <i>Asgharpour et al., 2014</i> )	Elastic	4600	0.05	1500	–	–	–	–
Brain ( <i>Song et al., 2015</i> )	Viscoelastic	–	–	1040	2190	6	0.1	80
Dura ( <i>Mao et al., 2013</i> )	Elastic	31,5	0.35	1100	–	–	–	–
CSF ( <i>Song et al., 2015</i> )	Viscoelastic	–	–	1040	2190	0.5	0.1	80
Ventricles ( <i>Mao et al., 2013</i> )	Elastic	31,5	0,315	1100	–	–	–	–
Teeth ( <i>Lotti et al. 2006, Bezerra et al. 2013</i> )	Elastic	18.6	0.31	2100	–	–	–	–

E - Youngov modul,  $\nu$  - Poissonov odnos,  $\rho$  - Gustina, K - Bulk modul,  
G<sub>0</sub> - Modul kratkotrajnog smicanja, G<sub>∞</sub> - Modul dugog vremenskog smicanja,

#### 4.2.1. Granični uslovi i strukturna analiza jačine

Sve simulacije su sprovedene u ANSYS-u kao prolazna strukturna analiza unutar 100-koraka (slika 1B). Nanošena je tupa trauma kao udarna sila koja deluje pravolinijski na čelo preko kružnog područja od 2 cm u prečniku (slika 1B). Intenzitet sile udara od 7,7 kN uzeto je iz eksperimentalne studije *Nahum-a* (*Nahum et al., 1977*) i korišćena je u prethodnim FEA studijama o udaru ljudske glave. (*Zong et al., 2006; Mao et al., 2013*). Čvorovi spoljašnjih okcipitalnih izbočina ispitane lobanje bili su fiksirani u svim stepenima. Analizirana je raspodela efektivnog-von Misesovog stresa (mera intenziteta–napona, koji je predstavlja izraz efikasne apsolutne veličine napona, uzimajući u obzir glavne napone stresnog stanja–kompresivni, zatezni i napon smicanja) u tri dimenzije. Ukoliko von Mises napon prevaziđe eksperimentalno definisan granični napon nekog materijala, taj materijal će pući pri datom opterećenju (*Pruitt i Chakravartula, 2011*). Maksimalni i Minimalni stres, procenjeni na maksimalnom momentu sile udara. Rizik preloma za razvijene modele izračunava se



korišćenjem Maksimalnog glavnog stresnog kriterijuma - MPSC (*Gross and Seelig, 2011; Antic i sar., 2015; Zelic i sar., 2015*).

Nakon MPSC-a, pretpostavljeno je da se greška lobanje javlja kada pozitivna (kompresivna) komponenta glavnog napona premašuje zateznu čvrstoću  $s_3$  ili kada je negativna komponenta glavnog napona manja od jačine pritiska  $s_{cs}$ . Stoga indeks kvara (ili greške) (**FI**) izračunava se koristeći glavne napone  $s_1$  (maksimum) i  $s_3$  (minimum) kao:

$$FI (s_i) = s_i / s_3$$

ako je  $s_i > 0$  i  $FI (s_i) = s_i / s_{cs}$  inače.

### *Metoda konačnih elemenata*

Poznavanje ponašanja i osobina osnovnih građivnih struktura koji se ispituju, prevashodno koštanih struktura neurokranijuma sa svojim sadržajem kao samog kraniofacijalnog spoja i okolnog potpornog tkiva na opterećenje je od izuzetne važnosti za donošenje adekvatnog plana terapije.

Kortikalna kost koja izgrađuje prednji zid sinusa i koja između svoja dva lista obuhvata sloj diploične kosti, modeluje se u studiji kao homogena, linearno elastična i izotropna. Izotropija kortikalne kosti podrazumeva da su njena mehanička svojstva jednaka u svim pravcima.

Sile koje deluju na ove strukture u toku ispoljenog funkcionalnih opterećenja mogu se analizirati *in vitro* (*eksperimentalno*) i u okviru kliničkog ispitivanja.

Metoda konačnih elemenata MKE je široko primenjivana matematička metoda u različitim biomedicinskim istraživanjima, kao i u proračunima koji se tiču distribucije napona i deformacija u biološkom tkivu, kao i u koštanom pod opterećenjem.

### *Osnovi metode konačnih elemenata*

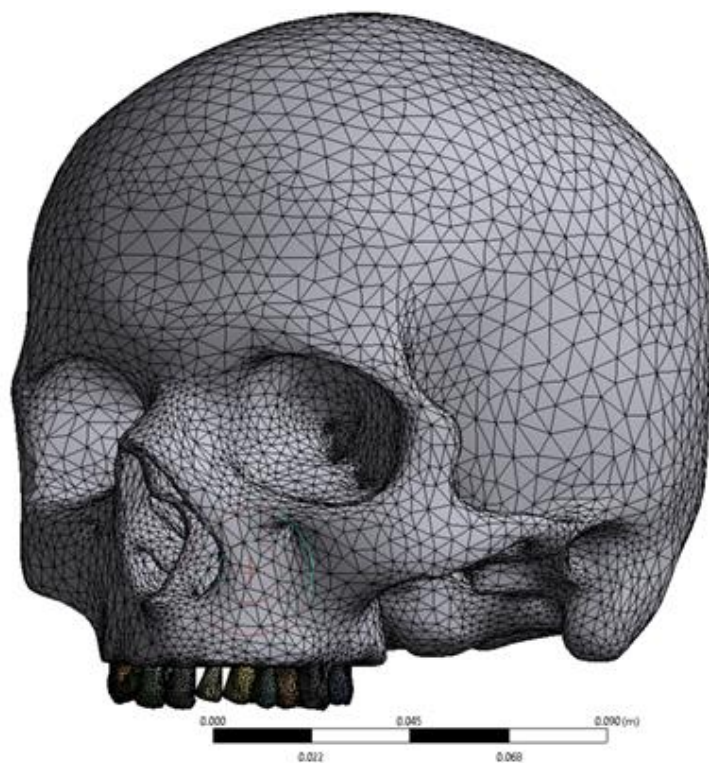
„Metoda konačnih elemenata (MKE) predstavlja jednu od najrasprostranjenijih savremenih metoda numeričke analize kada je u pitanju rešavanje problema mehanike kontinuuma“<sup>(209)</sup>. U okviru mehanike kontinuuma se razmatraju tri osnovne analize:

- strukturalna analiza;
- kretanje fluida;
- transfer toplote (kroz čvrsta tela ili fluide).

Ova matematička metoda pripada metodama diskretne analize, a zasniva se na „fizičkoj diskretizaciji razmatranog domena, gde osnovu za sva razmatranja predstavlja deo domena konačnih dimenzija, poddomen, ili kratko, konačni element.“<sup>(209)</sup> Autori navode da sa stanovišta

fizičke interpretacije ovo znači da se razmatrani realni fizički domen (neka linija, neka površina, neka zapremina) kao realni kontinuum sa beskonačno mnogo stepeni slobode kretanja tačaka u njemu, zamenjuje diskretnim (zamišljenim) geometrijskim modelom. Takav model je sastavljen od međusobno povezanih (u konačnom broju tačaka) konačnih elemenata (linijski, površinski, zapreminski konačni elementi), koji imaju konačne dimenzije, konačne fizičke karakteristike i konačne brojeve stepeni slobode kretanja. Kako je geometrija konačnih elemenata po pravilu jednostavna, to praktično znači da se realni kompleksni problem razbija na niz jednostavnih problema. Način diskretizacije, izbor oblika konačnog elementa, kao i izbor ukupnog broja konačnih elemenata, zavise od prirode problema koji se rešava i potrebne tačnosti željenog i traženog rešenja.

Na ovaj način se analizom pojedinačnih elemenata, analizira postavljeni problem u celosti, uz pretpostavku o načinu na koji su oni međusobno povezani.



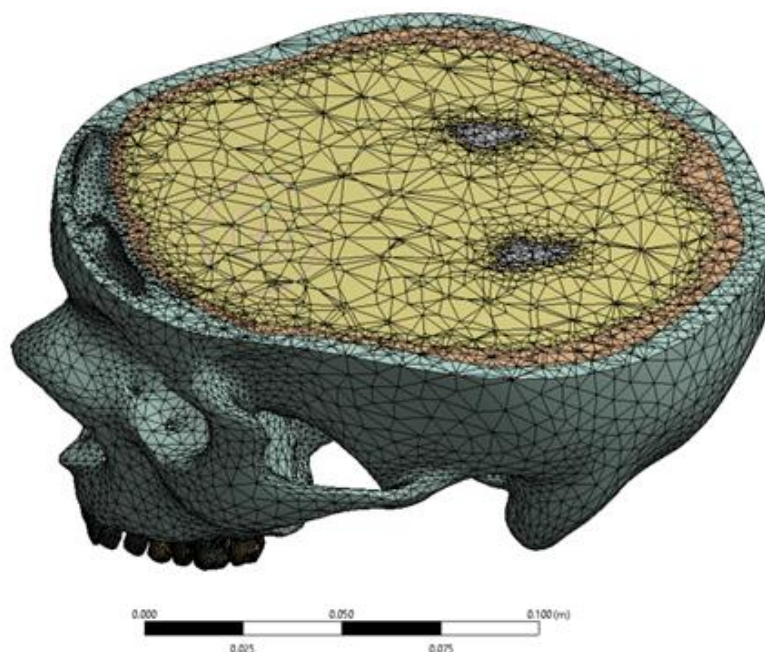
Slika 44. Aproksimacija kontinuuma primenom metode konačnih elemenata-  
generisana mreža zapreminskih tetraedarskih elemenata

Broj stepeni slobode koji ima bilo koja tačka realnog objekta je beskonačan. To praktično znači mogućnost pomeranja u sve tri prostorne ravni i ose (transfer-zalna, sagitalna i horizontalna). Na diskretizovanom modelu, koji ima konačan broj elemenata i na taj način aproksimira realan model, svaka tačka (čvor) ima **konačan broj stepeni slobode**. Na ovaj način, deljenjem domena na konačan broj čvorova i elemenata, kontinuum se prevodi na matematički

problem koji je moguće rešiti. U daljem radu svakom čvoru će biti dodeljene određene vrednosti pomeranja, koje predstavljaju odgovor sistema koji je kreiran na definisana opterećenja i postavljene granične uslo-ve. „Vrednosti pomeranja unutar samih konačnih elemenata (između čvorova) se određuju interpolacijom vrednosti u samim čvorovima“.<sup>(209)</sup>

Imajući sve navedeno u vidu, suština aproksimacije kontinuuma ovom metodom prema Milovančeviću i Balaću<sup>(209)</sup> ima za posledicu sledeće:

- „razmatrani objekat se pomoću zamišljenih linija ili površi deli na određeni broj poddomena konačnih dimenzija. Pojedini poddomeni se nazivaju konačni elementi, a njihov skup za ceo domen se naziva sistem, ili, mreža konačnih elemenata;
- pretpostavlja se da su konačni elementi međusobno povezani u konačnom broju tačaka, takozvanih čvornih tačaka, koje se usvajaju na konturi elementa. Dakle, te tačke se nazivaju čvorne tačke, ili kratko, čvorovi. Sile ne mogu delovati po površini konačnog elementa, ili po nekoj njegovoj ivici, već samo u čvoru;
- stanje u svakom konačnom elementu (npr. polje pomeranja, deformacija, na-prezanja, rasprostiranje temperature i sl.) opisuje se pomoću interpolacionih funkcija i konačnog broja parametara u čvorovima koji predstavljaju osnovne nepoznate veličine u metodi konačnih elemenata. Ovaj postupak se naziva **definisanje graničnih uslova konačnih elemenata**;
- za analizu i proračun sistema konačnih elemenata važe svi principi i postupci koji važe i za klasične diskretne sisteme“.



Slika 45. Primeri diskretizacije kontinuuma – prikaz generisane mreže pomoću preseka (primeri grube i fine mreže).

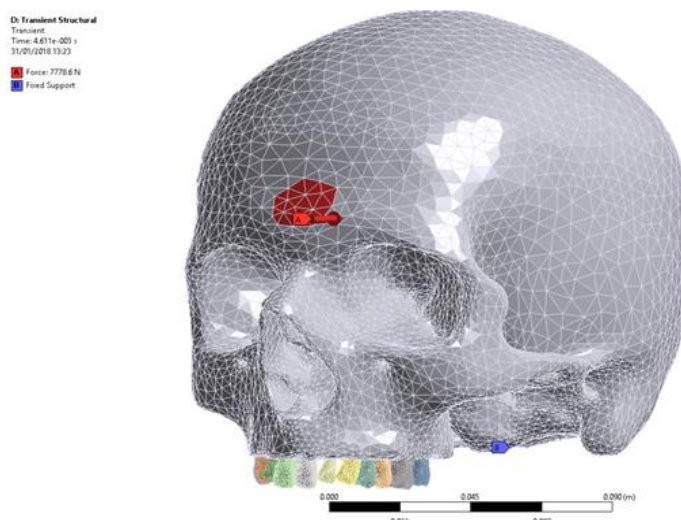
### *Kreiranje mreže elemenata i čvorova –modeliranje*

Kreiranje mreže elemenata i čvorova i definisanje graničnih uslova predstavlja *diskretizaciju* problema domena. MKE je izuzetno pogodna metoda za rešavanje strukturalnih problema u stomatologiji i ispitivanju distribucije napona i deformacija kako u nosećim tkivima tako i u samim nadoknadama. Prema tome zubi, nadoknade, implan-tati, koštano tkivo, krvni sudovi i ostale realne strukture se prevode u virtuelni model. Model ima definisanu konačnu geometriju, sa odgovarajućim dodeljenim osobinama materijala i odgovarajućim opterećenjima, sa precizno definisanim graničnim uslovima i osloncima. Prema autorima „bitno je naglasiti da geometrija, karakteristike materijala, opterećenja i granični uslovi suštinski definišu numerički model. Što su ova četiri parametra bliža realnom fizičkom modelu (problemu), to je numerički model bolji, a rešenja dobijena na osnovu njega tačnija. Odstupanje bilo kog od ova 4 parametara od stvarne tj. realne vrednosti dovodi nekada i do velikih grešaka“.<sup>(209)</sup>

### *Definisanje geometrije modela*

Osnovni problem kada je u pitanju primena MKE medicini je kompleksnost geo-metrije struktura koje se analiziraju. Iz tog razloga teško je pretvoriti realan objekat u adekvatan diskretizaovan virtuelni model. Primena optičkih skenera, poslednjih godi-na donekle olakšava rešavanje ovog problema. Međutim, problem je i dalje prisutan u oblasti osteologije, gde se geometrija koštanih struktura može dobiti samo uz pomoć CT snimaka (kompjuterizovanje tomografije). Iz ovih razloga izrada matematičkog modela predstavlja nimalo lak posao.

Nakon definisanja geometrije diskretizovanog modela, njemu se dodeljuje konačan broj elemenata i čvorova odgovarajućeg tipa (obično zapreminski) i time dobija tzv. mreža konačnih elemenata. Mreža elemenata se generiše automatski u okviru odgovarajućeg softvera, mada je proceduru moguće odraditi i „ručno“.



Slika 46. Aproximacija kontinuuma primenom metode konačnih elemenata - Površinska trougaona mreža i granični uslovi

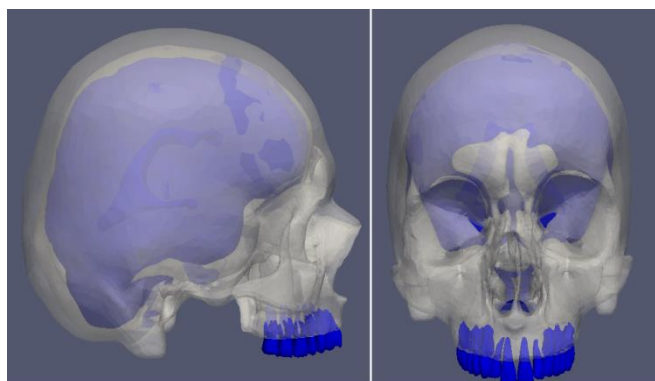
Na tačnost dobijenih rezultata u najvećoj meri utiče preciznost mreže konačnih elemenata. Ukoliko je mreža finija (sa većim brojem čvorova i elemenata) očekuje se tačnije rešenje problema.”Pri određivanju potrebne gustine mreže treba voditi računa da iza svakog elementa ili čvora stoji određeni broj matematičkih jednačina koje je potrebno rešiti“.

Kako na generisanje jednačina utiče:

- broj konačnih elemenata (manja veličina = finija mreža = veći broj u posmatranom objektu = više jednačina);
- oblik elementa (više čvorova = više jednačina);
- tip elementa (pridodati stepen slobode u čvorovima, više jednačina po čvoru), to se bro jednačina može kretati do 200.000, a često i više. Prema tome promena metode nije moguća bez računara.<sup>(209)</sup>

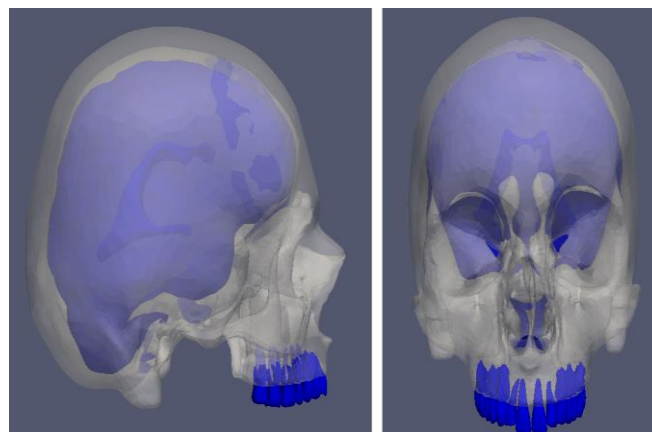
### *Osobine materijala*

Nakon definisanja geometrije modela i generisanja mreža konačnih elemenata potrebno je definisati osobine analiziranog modela, odnosno svakom konačnom elementu dodeliti karakteristike koje odgovaraju ispitivanom materijalu.



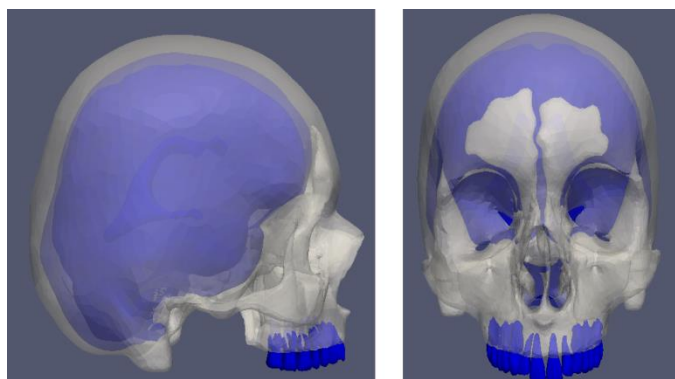
---

Slika 47. Model 1

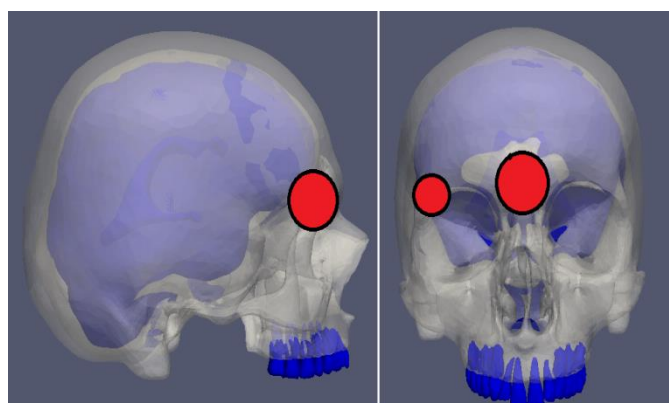


---

Slika 48. Model 2



Slika 49. Model 3



Slika 50. Model-dejstvena površina

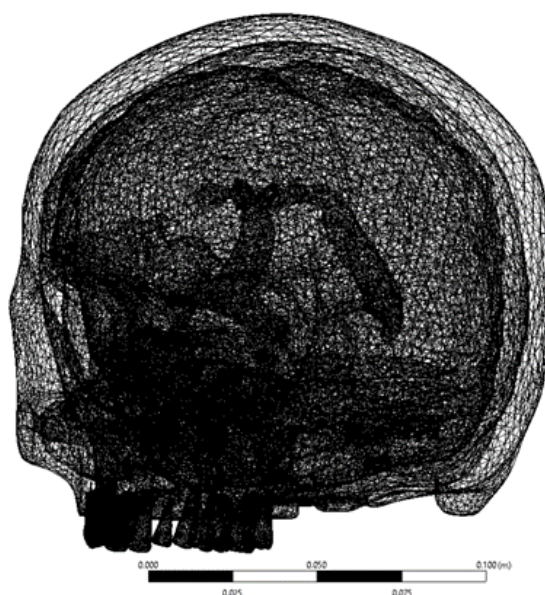
U cilju jednostavnijeg postavljanja problema svi materijali se mogu grubo podeliti na izotropne i anizotropne. Tako se „izotropni materijal teorijski zamišlja kao ma-terijal u kojem sve čestice (kristali, molekuli, atomi...) u njegovoj zapremini, imaju sve fizičke karakteristike međusobno iste, a iste i po svim pravcima „provučenim“ kroz te čestice (osobina materijala koja je nezavisna od geometrijske orijentacije). Sa druge strane, anizotropni materijal je potpuno suprotan od izotropnog, pa se teorijski zamišlja kao materijal u kojem sve čestice (kristali, molekuli, atomi...) u njegovoj zapremini imaju sve fizičke karakteristike međusobno različite, različite čak i po svim pravcima „provučenim“ kroz te čestice“.<sup>(209)</sup>

Za većinu analiziranih materijala u humanoj medicini se pretpostavlja da su homogeni i izotropni i linearno elastični. S tim u vezi fizičke osobine koje su od važnosti za analizu su **Jangov modul elastičnosti** – E (*Young's modulus*), **Poasonov koeficijent** –  $\nu$  (*Poisson's ratio*) i **modul smicanja** – G (*shear modulus*). Ove tri karakteristike materijala povezane su jednačinom:

$$G = E / 2(1+\nu),$$

pa prema tome postoje samo dve nezavisne konstante materijala koje treba uneti u model za proračun.

Autori smatraju da je kod „definisanja karakteristika bioloških materijala može doći do značajnih odstupanja u odnosu na stvarne vrednosti. Tako na primer, nekoliko studija je ukazalo na to, da kortikalna kost nije ni homogena ni izotropična. Nehomogena, anizotropna, a kompozitna struktura ove kosti, poseduje različite vrednosti za modul elastičnosti kada je ispitivana na pritisak i na zatezanje. Dilema koja onda stoji pred istraživače je: koju od ove dve vrednosti usvojiti kao relevantnu? Takođe, uslovi ispitivanja (temperatura, vlažnost) će uticati i na izmerene vrednosti svojstava materijala. S druge strane, kako precizno definisati karakteristike mekih struktura ili dentina?“<sup>(209)</sup> Ovo su samo neka pitanja koja ilustruju koliko je zapravo složeno definisati stvarne vrednosti modelovanih bioloških materijala primenom MKE.



Slika 51. Aproksimacija kontinuuma primenom metode konačnih elemenata – prikaz generisanih čvorova

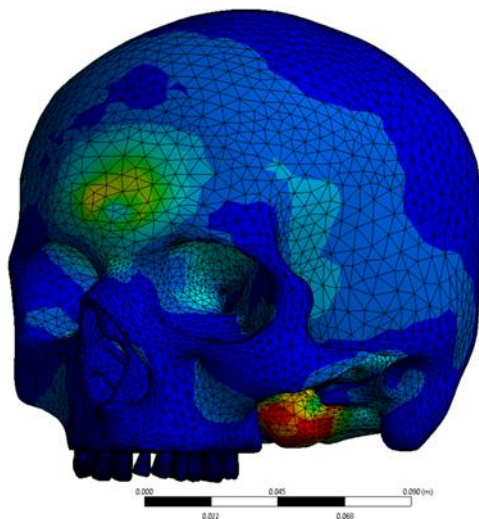
### *Opterećenja (sile)*

Opterećenja koja se koriste u analizama baziranim na MKE mogu biti primenjena u obliku sile, momenta sile, ubrzanja, temperature, ubrzanja i periodičnih pobuda. Ova opterećenja moraju imati četiri osnovne komponente: **intenzitet, orijentacija, raspodela i vremenska zavisnost.**

Određivanje intenziteta opterećenja može uključivati testiranje, ili razvijanje dinamičkog, ili kinematskog simulacionog modela.

Orijentacija opterećenja se definiše određivanjem komponenti opterećenja u pravcima aktivnog koordinatnog sistema.

Raspodela opterećenja se može definisati na nekoliko načina: ravnomerna raspodela po jedinici dužine (površine), interpolacijom, ili odgovarajućom funkcijom.



Slika 52. Aproksimacija kontinuuma primenom metode konačnih elemenata- prikaz raspodele napona

#### *Granični uslovi (stepeni slobode)*

Diskretizovani numerički modeli koji se primenjuju u okviru MKE moraju imati precizno definisane granične uslove, odnosno stepene slobode kretanja čvornih tačaka modela.

Autori<sup>(209)</sup> definišu podelu oslonaca na sledeće vrste:

- uklještenje (sprečena i pomeranja i rotacije);
- nepokretan oslonac (sprečena pomeranja, rotacije dozvoljene);
- pokretan oslonac (delimično sprečena pomeranja, rotacije dozvoljene);
- oslonac koji ima definisano ograničeno pomeranje (elastični oslonac, tipa opruge).

Većina studija koje su bazirane na MKE u humanoj medicini, granične uslove (oslonce) je posmatrala kao fiksne uslove, što je prihvatljiva, ali ne uvek potpuno tačna aproksimacija.

Imajući sve navedeno u vidu, na tačnost rezultata koji se mogu dobiti primenom MKE pre svega utiču navedena četiri parametra koja bi trebalo da što je moguće realnije definišu postavljeni problem.

#### *Primena MKE u medicini*

Primena MKE u humanoj medicini je vezana za sedamdesete godine prošlog veka, od kada počinje njena intenzivna primena, naročitu veliku primenu u oblasti stomatologije.



Atmaram i Muhamed<sup>(211,212)</sup> su među prvima analizirali distribuciju napona i deformacija na implantatu. Borchers i Reichart<sup>(213)</sup> su prvi izveli 3D analizu sistema implantat-kost.

Danas, je MKE široko primenjena u svim oblastima humane medicine u proračunima koji se tiču distribucije napona i deformacija u sistemu na biološkom materijalu koji se ispituje. Ono što je čini ovako primenljivom jeste poštovanje standarda Dobre kliničke prakse (GCP standarda – *Good Clinical Practice*) kao i poštovanje odluka Etičkog komiteta, bez koje nije moguće sprovesti ni jednu planiranu studiju.

### ***Primena MKE u medicinskoj praksi ima značajne prednosti:***

- svaki domen bez obzira koliko je složena i nepravilna njegova geometrija i sa heterogenim svojstvima se može podeliti na odgovarajući broj konačnih elemenata, sa definisanim svojstvima i ponašanjem;
- metoda je primenljiva i kod statičkih i kod dinamičkih problema, različitih agregatnih stanja, linearno i nelinearno, elastično, neelastično, viskoelastično i plastično ponašanje materijala;
- postoji mogućnost promene velikog broja ulaznih podataka i parametara, odnosno uslova ispitivanja budući da je metoda kompjuterizovana;
- postoji mogućnost analize vrlo kompleksnih pojava i problema.

I pored navedenih prednosti MKE kako navode autori ima i svoja ograničenja i nedostatke:

- „svaki konačni element se bazira na pretpostavljenoj funkciji oblika koji definiše raspodelu pomeranja unutar elementa kao funkciju pomeranja čvorova.
- čak i sa elementima koji se „dobro ponašaju“, rešenje veoma zavisi od same mreže elemenata, ne samo po pitanju broja elemenata na koje je domen – region podeljen, nego i od njihovog oblika i rasporeda.
- modeliranje geometrije, svojstava materijala, oslonaca i opterećenja, je u nekim slučajevima subjektivno i u mnogome zavisi od osobe koja modelira problem (ovo se pogotovo odnosi na problem definisanja graničnih uslova – oslonaca). Zbog toga npr., isti problem, koji u istom kompjuterskom programu, rešavaju različite osobe, često će rezultirati, u manjem ili većem obimu, različitim rešenjima.
- uvek egzistira problem tačnosti rešenja. Ne treba nikada gubiti iz vida da je metoda konačnih elemenata pre svega, približna metoda proračuna. Sama metoda, čak i kada je primenjuje iskusan korisnik, ne garantuje apsolutnu tačnost – pouzdanost rešenja. Zbog toga je uvek neophodna i eksperimentalna validacija dobijenih rezultata.“<sup>(209)</sup>

Primena MKE nije moguće bez odgovarajućeg programskog paketa, odnosno softvera. Za analizu konačnim elementima napravljeno je nekoliko programa, ali je najčešće korišćenjen ANSYS. On pruža mogućnost za više tipova analiza i programske alatke za relativno brzo i jednostavno 3D modelovanje. Grafički korisnički interfejs je značajno olakšava rad i kreiranje mreže elemenata. Nakon završene diskretizacije domena program pruža mogućnost za izuzetno jednostavno rešavanje sistema jednačina, a poseduje i postprocesne alatke koje jednostavno prikazuju zone najvećih napona i deformacija. Ovaj program osim toga funkcioniše kao samostalan softverski paket, tako da nisu potrebni nikakvi dodatni programi, iako dozvoljava unošenje modela i geometrije koji su definisani u drugim programima. ANSYS se sastoji od tri osnovna programska modula: pretprocesora, rešenja i opšteg postprocesora, kao i nekoliko specijalizovanih modula.

**Pretprocesorni modul** omogućava kreiranje geometrije, dodeljivanje tipa elemenata i osobina materijala. Nakon toga se pristupa formiranju mreže elementata, definisanju opterećenja i graničnih uslova. Izuzetno složeni geometrijski modeli se neretko modeluju u speijalizovanim programima za modelovanje, pa se poto importuju u pretprocesor.

**Modul rešenje** se koristi za rešavanje zadatog modela sa izborom željenog tipa analize.

**Modul opšteg postprocesora** se primenjuje za pregled i analizu dobijenih rezultata. Rezultati se mogu prikazati na različite načine: numerički (u vidu listinga), grafički (slikovno), ili u i formi animacije. Takođe, moguće je dobiti i željeni presek, ili putanje modela sa odgovarajućim rezultatima.

Poslednjih godina program ANSYS je nadograđen platformom *Workbench* koja značajno pojednostavljuje korišćenje složenih metoda u okviru analize konačnim elementima. Upravo ova platforma *Workbench 12* se najčešće koristi za simulacije stomatoloških i medicinskih problema i analizu različitih materijala.

Rešenja koja se dobijaju metodom konačnih elemenata su u osnovi približna. Kada je reč o ovakvim rešenjima postavlja se pitanje njihove tačnosti, stabilnosti i konvergencije. Pod pojmom **tačnosti** se podrazumeva koliko je približno rešenje blisko tačnom. Pod pojmom **stabilnosti** se podrazumeva u stabilnost u proračunskom procesu traženja rešenja. Pojam **konvergencije** podrazumeva da se sa svakim korakom približava rešenju, odnosno ukoliko se razlika između uzastopnih rešenja sukcesivno smanjuje postupak je konvergentan.

Greške koje se mogu javiti u okviru ove metode mogu biti dvojake:

- **greške diskretizacije**, kada je reč o nedovoljno dobroj aproksimaciji realnog domena i;
- **greške inercpolacijskih funkcija**, koje predstavljaju razliku između stvarnog polja nepoznatih funkcija i njihove aproksimacije pomoću polinoma.

Diskretizovani trodimenzionalni modeli realnih objekata izloženi su složenom naponskom stanju. U cilju upoređivanja ovog naponskog stanja sa drugim sličnim modelima koji trpe slično, ili isto opterećenje kao i osnovni model, potrebno je definisati **ekvivalentni (uporedni) napon** -  $\sigma_{ekv}$ . On omogućava da se posmatrani model napregne u pravcu jedne ose tako i na taj način u potpunosti zameni postojeće složeno naponsko stanje. Prema *Grboviću i Balaću* ovo „ekvivalentno naponsko stanje može lako uporediti sa graničnom vrednošću napona zajednoosno zategnuti uzorak napravljen od istog materijala. Postavljen je veliki broj hipoteza pomoću kojih se složeno naponsko stanje može uporediti sa jednostavnim, jednoosnim stanjem napona (*Lajbnicova, Mak-Svelova, Morova, SenVenanova, Treskina, Huberova* itd.)“

Međutim, *fon Mizesova (VonMises)* hipoteza najvećeg specifičnog deformacijskog rada promene oblika je danas opšte prihvaćena hipoteza koja se koristi za određivanje ekvivalentnog napona u MKE. Ova hipoteza se bolje od ostalih slaže sa rezultatima eksperimenata posebno kada su u pitanju žilavi (plastični) materijali kao što su čelik, čelični liv, aluminijum, titanijum, bakar, bronza itd. Važno je napomenuti da su odstupanja proračunskih od tačnih izmerenih vrednosti uvek na strani sigurnosti, što je dodatni argument za primenu upravo ove hipoteze. Sve analize i proračuni koji se primenjuju u humanoj medicini se odnose na Fon Mizesove ekvivalentne napone. <sup>(214)</sup>

Fon Mizesov ekvivalentni napon definisan je sledećom relacijom:

$$\sigma_{ekv} = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2}}$$

gde su  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$  glavni naponi. U lokalnom koordinatnom sistemu napon ima oblik:

$$\sigma_{ekv} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)}$$

gde su  $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$  normalni naponi, a  $\tau_{xy}, \tau_{yz}, \tau_{zx}$  naponi smicanja.

Kako neurokranijum predstavlja kompleksan sistem u kome postoji komplikovana i još dovoljno nerazjašnjena interakcija raznorodnih tkiva koja daju različiti odgovor pod dejstvom opterećenja. Sama strukturalna osobenost i arhitektonska građa tkiva zahtevaju detaljniju eksperimentalnu i kliničku analizu.

Metoda konačnih elemenata (MKE) je široko primenjivana matematička metoda u mehanici i bioinženjeringu, kao i u stomatologiji i medicini za potrebe proračuna koji se tiču distribucije napona i deformacija u tkivima a naročito u koštanom tkivu. <sup>(58,124,130)</sup> Budući da se radi o kompjuterskim modelima, eksperiment može biti u potpunosti kontrolisan, jer pruža mogućnosti promene uslova ispitivanja kao i ulaznih parametara, te se stoga simulacije mogu

ponoviti željeni broj puta uz zadane parametre. Iz ovog razloga ispitivanje volumetrije i njene veličine na pojavnost kontuzija u mozgu uglavnom bazirana je na MKE čiji je osnovni cilj da pruži opšti uvid i olakša nam razumevanje mehanizma distribucije napona i deformacija u kompleksnom sistemu kakvi su endokranijum i kraniofacijalni spoj. Odstupanje od realnih uslova je uvek prisutno u manjoj ili većoj meri, budući da je nemoguće imitirati kompleksnost uslova koji postoje u ovoj zoni kod svakog pacijenta.

Dejstvo sila na predeo kraniofacijalnog spoja a samim tim i na distribuciju napona i deformaciju u koštanom tkivu oko čeone kosti, čeonog sinusa i njegovih zidova, kao i na samu njegovu konstrukciju, utiče veliki broj faktora. Utvrđeno je da ne samo intezitet i vektor pravca sile koja deluje, već pre svega dužina njenog delovanja utiče na biomehaniku ovih struktura. Svakako da značajno mesto i faktor je sam dizajn konstrukcije i arhitektonska građa, raspon između dve tabule, stanje i broj intersepti, prisustvo ili odsustvo frontalne šavne kosti, naznačen glabelarni luk, veličina i stepen trajektorijumskog ojačanja, kvalitet kompaktne kosti i diploe je osobenost svake individue tj.pacijenta.

U literaturi se mogu naći različite studije bazirane na MKE u zavisnosti od uslova ispitivanja da li se ispituje kost ili mekotkivne strukture. Ako su kosti lica i vilica, najčešće su to oblasti srednjeg sprata lica, orbita, donje vilice i njenog tela, ugla i zglobnog nastavka, budući da eksperiment koji bi uključivao sve parametre nije moguće sprovesti. <sup>(52, 58, 95, 124, 125, 131-133)</sup>

Rezultati eksperimentalnih istraživanja pružaju bazični uvid u mehanizme prenosa sila i potencijalne razlike i predstavljaju polaznu tačku za dalja klinička istraživanja. Eksperimentalna istraživanja koja su usledila skrenula su pažnju na **karakteristike delujuće sile kako u pogledu intenziteta, pravca delovanja, učestalosti tako i trajanja**. Treba imati na umu da se mehanizam distribucije napona razlikuje za dato tkivo. Pri tome je kapacitet koštanog tkiva da podnese funkcionalne sile i mikropomeranja od odlučujućeg značaja.

Rezultati analize su pokazali da ne samo lokacija kontakata nego i pravac delovanja sile ima uticaja na distribuciju opterećenja i disperziju energije. Ekscentrične sile dovode do pojave momenta sile koji značajno povećava napone u sistemu-strukturi kosti dovodeći je do pucanja.

## 4.3 Materijal i metod kliničkog istraživanja

Klinička studija obuhvata prospektivnu studiju, pacijenata koji su imali traumu a to rezultiralo prelomom kostiju čeonog sinusa ili u predelu facijalnog masiva sa prisustvom ili odsustvom kontuzije mozga.

### 4.3.1 Materijal kliničkog istraživanja

**Populacija:** Studijsku populaciju će činiti (N=120) pacijenti koji su podvrgnuti operativnom lečenju preloma čeone kosti i čeonog sinusa ili lečeni od kontuzija mozga kao posledice dejstva tupe sile u predeo kraniofacijalnog spoja tokom godišnjeg perioda (do kraja 2017.god.) u Centru za zbrinjavanje urgentnih stanja i neurotraumu Urgentnog Centra, Kliničkog Centra Srbije, od strane jednog maksilofacijalnog hirurga i po potrebi jednog neurohirurga sa višegodišnjim iskustvom u operativnom lečenju čeonog sinusa i prednje baze lobanje, a gde su pacijenti pre i nakon operativnog lečenja podvrgnuti kontrolnom snimanju MSCT-om sa 3D rekonstrukcijom. Pogodnost pacijenata za učešće u istraživanju analizirana je korišćenjem anamnestičkih ili heteroanamnestičkih podataka prikupljenih pomoću upitnika, kliničkog pregleda i radiografske analize.

### 4.3.2 Metodologija kliničkog istraživanja

Metodologija kliničkog istraživanja bazira se na izučavanju dve grupe pacijenata po predhodno definisanom kriterijumu i utvrđenom broju, na osnovu određene snage studije.

Studija ispituje dve grupe pacijenata:

**1. Ispitivanu grupu** (N=40), koja u sebe uključuje dve podgrupe:

- a) *podgrupa A - koju su činili pacijenti sa prelomom čeonog sinusa, malim volumenom sinusa i registrovanom kontuzijom mozga MSCT-om,*
- b) *podgrupa B - koju su činili pacijenti sa prelomom čeonog sinusa, velikim volumenom sinusa i bez registrovane kontuzije mozga MSCT-om.*

**2. Kontrolnu grupu** (N= 80), obuhvatala bi one:

- *bolesnike kod kojih je registrovana tupa trauma bez preloma u predelu čeone kosti i čeonog sinusa i registrovana kontuzija mozga,* a uključuje i one
- *bolesnike kod kojih su registrovani prelomi srednjeg masiva lica sa pojavom ili odsustvom kontuzije mozga a imali su tupu traumu u navedenom predelu.*

### Kriterijumi za ulazak u studiju biće:

- ✓ pacijenti sa tupom traumom u čeonom predelu
- ✓ pacijenti sa prisustvom kontuzije mozga koji je MSCT potvrđen
- ✓ pacijenti sa odsustvom kontuzije mozga a koji su pretrpeli tupi udar u čeonu predeo
- ✓ dali informisani pristanak za učešće u studiji.

### Isključujući kriterijumi za ulazak u studiju će biti:

- pacijenti kod kojih je nepotpuno sprovedena MSCT dijagnostika
- pacijenti koji su imali MSCT dijagnostiku glave a nepovezanu sa traumom
- pacijenti kod kojih je dijagnostikovana prodorna povreda mozga
- pacijenti sa podacima o prethodnim ozbiljnijim povredama mozga
- pacijenti smanjenog mentalnog kapaciteta koji mogu da utiču na mogućnost poštovanja protokola studije
- pacijenti od kojih se ne mogu dobiti precizni podaci potrebni za istraživanje, kao što su psihijatrijski bolesnici sa teže izmenjenim kognitivnim funkcijama,
- pacijenti sa nepotpunim podacima u dostupnoj medicinskoj dokumentaciji i
- pacijenti koji se ne mogu pratiti na odgovarajući način do kraja studije.

### *Uzorkovanje*

Selekcija pacijenata izvršena je na osnovu podataka o operativnom lečenju i dobijanja dijagnostičke potvrde o postojanju preloma zida ili zidova čeonog sinusa sa prisustvom ili odsustvom kontuzija mozga u Centru za zbrinjavanje urgentnih stanja i neurotraumu Urgentnog Centra, Kliničkog Centra Srbije, i na osnovu podataka o sprovedenom lečenju.

U studiju su uključeni pacijenti koji zadovoljavaju inkluzivne kriterijume prema protokolu studije koji je odobren od strane Etičkog odbora Kliničkog Centra Srbije i Etičkog Komiteta Medicinskog fakulteta u Nišu.

### Merenje prednje sinusne zapremine

Za merenje dimenzija čeonog sinusa korišćeni su MSCT snimci sa kraniofacijalnom traumom a nekad isti dopunjavani sa 3D rekonstrukcijom. Izmerena je visina i dubina u sagitalnoj ravni sa 3D rekonstrukcijom dobijali smo trodimenzionalni izgled čeonog sinusa. Dubina je utvrđena kao maksimum rastojanja između anteriornog i posteriornog zida, ortogonalno do linije visine. Određena je visina svakog sinusa kao rastojanje od čeonog sinusnog ostiuma do maksimuma gornje visine. Širina je bila izmerena kao maksimalno rastojanje duž aksijalnog sečenja na nivou orbitalnog krova.

Kada je prisutan prelom sa impakcijom ulomaka ili dijastazom preloma, zapremina je određena sa približnim dimenzijama prateći ivice koje su ostale ne uključene u frakturu. Kubična aproksimacija (ili približna zapremina) zapremine je određena za svaki čeon sinus, nije bilo pokušaja za izračunavanjem precizne zapremine jer su samo sinusi relativne veličine korišćeni za upoređivanje grupa u ovoj studiji. Desni i levi sinusi svakog pacijenta su zatim sakupljeni za ukupnu približnu zapreminu. Broj kompletnih septuma, debljina, celovitost, broj recesusa i prisustvo preloma prednjeg ili zadnjeg zida, kao i oba sa uključenim nazofrontalnim kanalom. Ispitivali smo debljinu krova orbita i njihovu uključenost u prelom. Prisustvo preloma čeonog sinusa smatra se indikatorom traume velike sile.

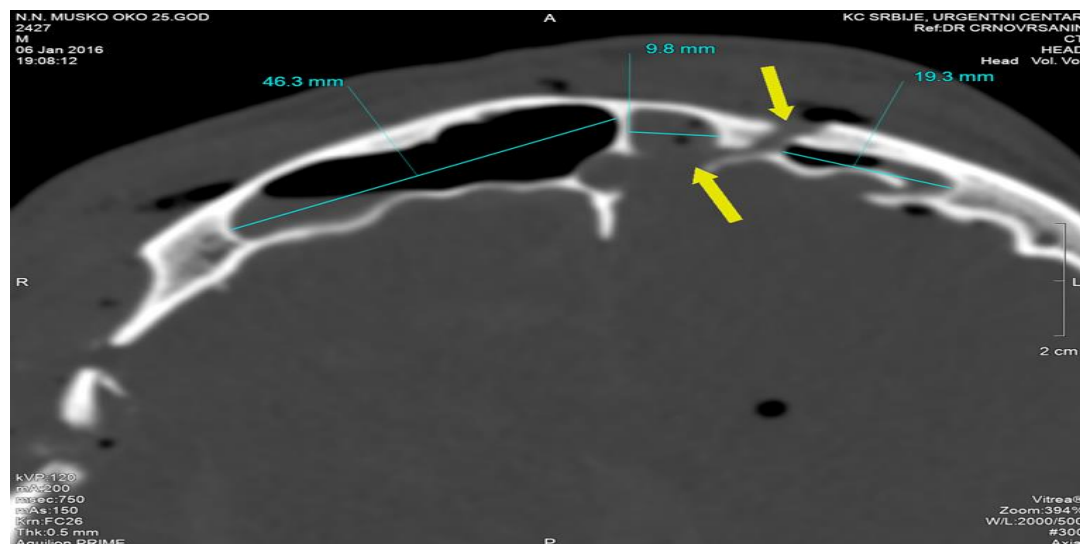
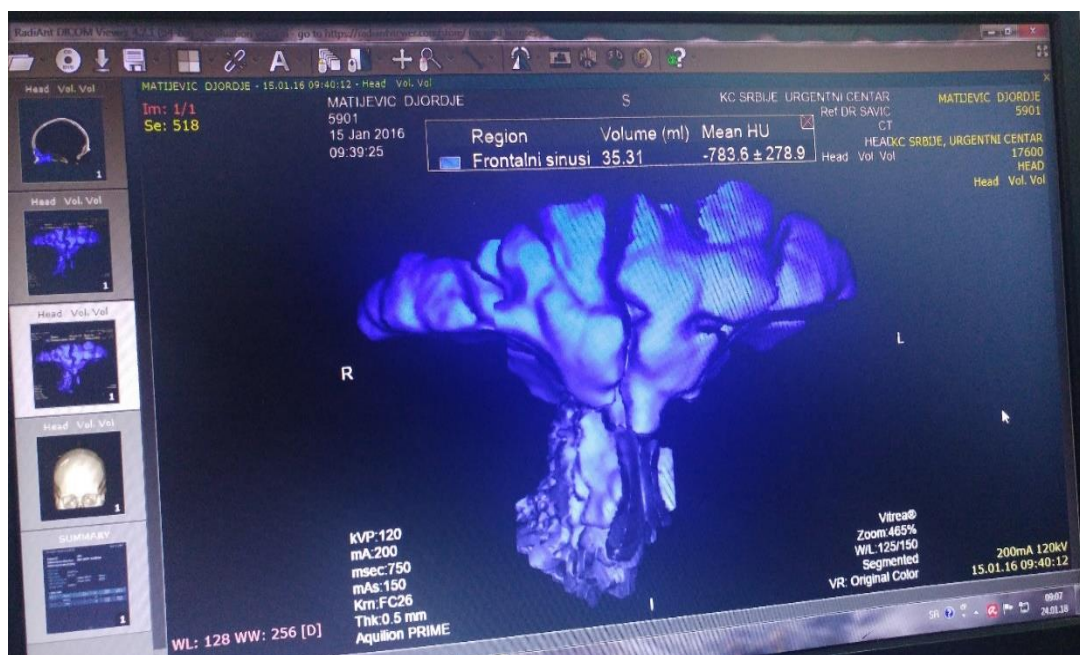
### Merenje jačine kontuzije mozga

Analizirali smo inicijalni MDSCT mozga dobijen u toku traume. Šema za ocenjivanje ozbiljnosti kontuzije bila je primena Marshall-ovog scoring sistema a na osnovu analize snimaka od strane neuroradiologa sa radnim iskustvom od 25 godina (dr Ž. Savić - neuroradiolog KCS). Analizu CT snimaka kontuzije mozga su izvršene nakon što je izvršeno merenje sinusa da bi se sprečila pristrasnost, izmerena je težina kontuzija na skali od 0 do 6 na sledeći način:

- 0 – nema znakova kontuzije
- 1 – izolovan samo rektus girus
- 2 – minimalno učešće frontalnog režnja
- 3 – umereno učešće frontalnog režnja
- 4 – uključenost iznad rogova ventrikula
- 5 – uključivanje na nivou verteksa ili posteriorno do Silvijusove fisure

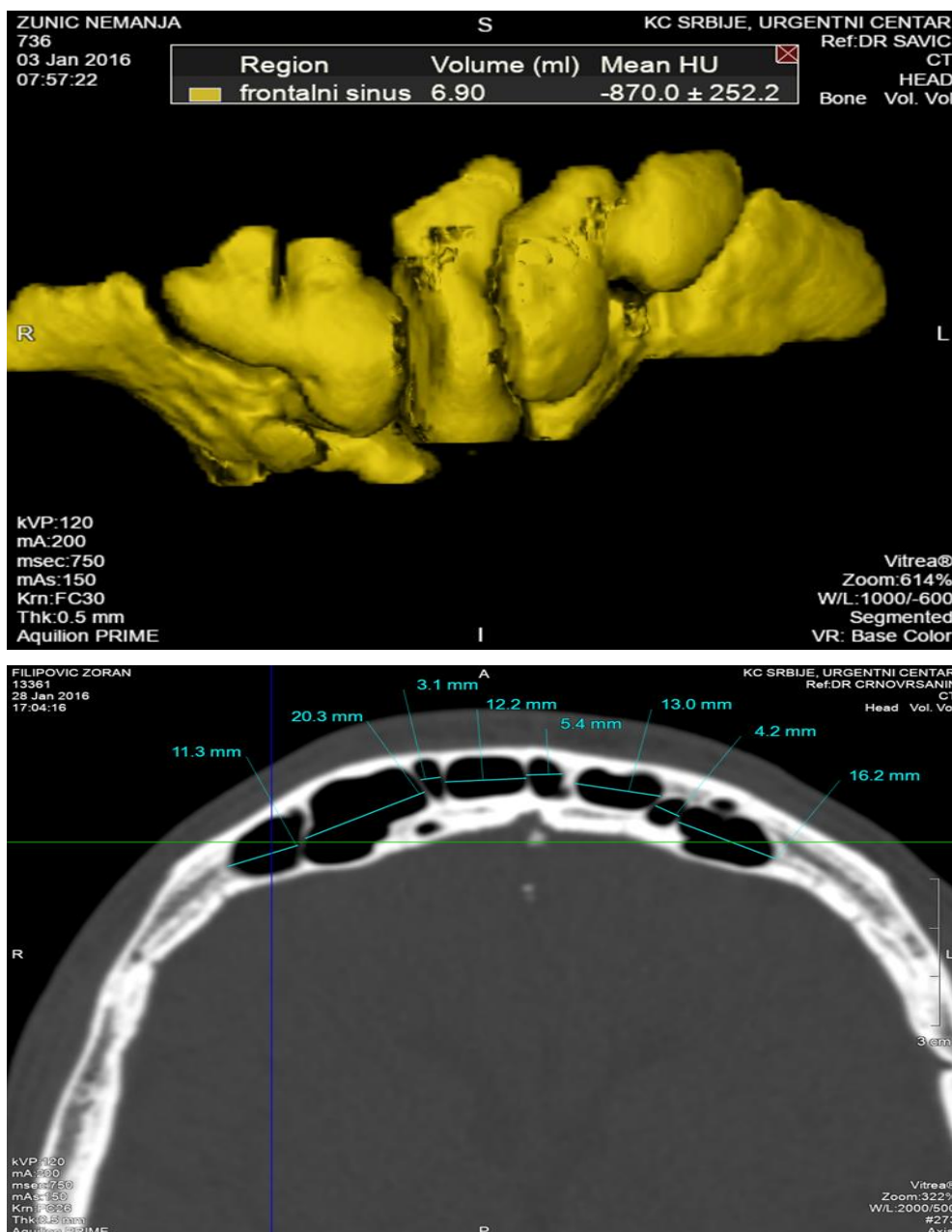
### Parametri snimaka

Svi inicijalni skenovi su izvedeni od pacijenata koji su pretrpeli traumu u predelu kraniofacijalnog spoja ili imali samo traumu u predelu ličnog masiva. Skeniranje je odabrano iz baze podataka Urgentnog centra Kliničkog Centra Srbije - Odeljenja za radiološku dijagnostiku a načinjenih na CT skeneru (Akuilion™ PRIME 160 rezolucija AIDR 3D integrisana, Toshiba Medical Sistem Tehnologies, Nasu, Japan, 72kV, 13,6mGi).



Rekonstrukcija slike obavljena je korišćenjem algoritma rekonstrukcije konusnog zraka (ConeKsact, Toshiba Medical Systems, Nasu, Japan) sa filtriranim povratnim projekcionim tipom. Skeniranje CT sa 160 reznih krakova dobijeno je izotropičnom rezolucijom od 0,5 mm od  $350 \times 350$  piksela s veličinom piksela  $0,5 \times 0,5 \text{ mm}^2$  i debljinom odrezaka od 0,5 mm. Trodimenzionalna rekonstrukcija modela ljudske glave iz CT skeniranja izvedena je korišćenjem softvera Mimics (Materialize, Leuven, Belgija), verzija 10.





### Snaga studije i veličina uzorka

Veličina uzorka je određena na osnovu sledećih početnih parametara: snage studije od 80%, verovatnoće greške prvog tipa ( $\alpha$ ) od 0.05 za dvosmerno testiranje nulte hipoteze  $H_0$  - kvadrat testom i veličinu efekta od 0.5 preuzetu iz studije *Yu-a* i saradnika (2014).<sup>(202)</sup> Uz takve parametre i uz distribuciju ispitanika po upoređivanim grupama u odnosu 2 prema 1 u korist odsustva kontuzija potrebno je ukupno 80 pacijenata.

Imajući u vidu navedeno, izračunat je uzorak od 40 bolesnika u grupi sa prelomima čeonog sinusa-ispitivana grupa i 80 bolesnika u kontrolnoj grupi odnosno ukupno 120 za čitavu studijsku populaciju. Veličina uzorka izračunata je pomoću komercijalnog program G\* Power.

## Protokol kliničke evaluacije pacijenata

Sam klinički postupak zbrinjavanja ovih pacijenata koji su uključeni u studiju podrazumevao je utvrđeni protokol istraživanja koji obuhvata više faza:

- 1. Faza:** Selekcija pacijenata za uključivanje u studiju.
- 2. Faza:** Prehiruska priprema.
- 3. Faza:** Operativni zahvat sa nekom od rekonstruktivnih metoda
- 4. Faza:** Postoperativni tok
- 5. Faza:** Analiza stanja zdravlja i mekog tkiva nakon dve nedelje.
- 6. Faza:** Analiza stanja zdravlja i mekog tkiva nakon mesec dana meseca.
- 7. Faza:** Analiza stanja zdravlja i mekog tkiva nakon tri meseca.
- 8. Faza:** Analiza i stanja zdravlja mekog tkiva nakon šest meseci.
- 9. Faza:** Analiza i stanja zdravlja mekog tkiva nakon godinu dana. Analiza incidencije komplikacija nakon godinu dana.
- 10. Faza:** Statistička obrada i analiza podataka.

### *Faza 1 – Selekcija pacijenata za uključivanje u studiju*

Izbor pacijenata za kliničku studiju obuhvatao je pacijente oba pola, starosne dobi od 19-90 godina. Trauma u predelu čeonog sinusa koja je bila potrebna za ispitivanje je bila dominantna za uvođenje pacijenata u studiju. Inicijalno su određivani GCS i Trauma skor. Sa svim pacijentima je obavljen intervju tokom kojeg su im prezentovani ciljevi, metodologija i trajanje studije. Pacijentima je uzeta anamneza u pisanoj formi u vidu upitnika, izvršen je klinički pregled i analizirani su digitalni multislajzni CT snimci sa 3D rekonstrukcijom. Zatim su na osnovu definisanih kriterijuma pacijenti uključivani u studiju. Tom prilikom su upoznati sa činjenicom da će se sprovoditi kontrolni pregledi po utvrđenom rasporedu i vremenu trajanja. Svi kandidati su popunili upitnik opšteg zdravstvenog stanja, nakon tri meseca i sledećim kontrolama popunjavali su upitnik SF-36 i Bekovu skalu depresivnosti i anksioznosti kao pokazatelje kvaliteta zdravlja u postraumatskom periodu. Nakon anamneze, kliničkog pregleda i analize snimaka pacijenti su selektivno uključivani u studiju ukoliko su ispunjavali unapred definisane uslove.

U kliničku studiju uključeno je ukupno 120 pacijenta na osnovu prethodno izloženih kriterijuma. Svi pacijenti su pismeno dali saglasnost za dobrovoljno učestvovanje. Pored toga za sve pacijente napravljen je istraživački karton u kome su upisivani podaci od značaja za ispitivanje.

## *Faza 2 – Prehirurška priprema*

U ovoj fazi analiziran je digitalni MDSCT snimak radi procene traume i složenosti preloma i ispoljenoj destrukciji raspoloživog koštanog tkiva. Anesteziološka i kardiološka obrada pacijenta uz verifikovanu laboratorijsko-biohemijsku analizu.

### **Indikacije**

Sa stanovišta neurohirurgije pacijenti koji zahtevaju hitan neurohirurški operativni tretman su oni kod kojih postoji povišeni intrakranijumski pritisak zbog prisustva mas lezije (epiduralni ili subduralni hematom, zatim intracerebralni hematom ili kontuzija mozga, a u retkim slučajevima i prisustvo vazduha intrakranijalno), zatim masivno krvavljenje iz krvnih sudova na bazi mozga ili otvoreni prelom lobanje sa cerebrom. Tri su faktora kritična za pravilno odredjenje vremenskog okvira za neurohirurški tretman. To su postojanje povišenog intrakranijumskog pritiska, frontobazalni prelom sa isticanjem cererbrospinalne tečnosti i veliki kraniofacijalni prelom (*Samii i sar. 1987*).

Za donošenje pravilne odluke o indikaciji za neurohirurško lečenje mora se uzeti u obzir težina kranio cerebralne povrede (GCS), ekstenzivnost kraniofacijalne povrede i postojanje drugih udruženih povreda.

Sa stanovišta maksilofacijalne hirurgije indikacije za operativno lečenje zavise od težine i vrste preloma, kao i od ekstenzivnosti povreda mekih tkiva koje mogu biti udružene i sa povredama oka, kao i postojanje nekontrolisanog krvavljenja iz krvnih sudova u predelu lica. Mora se uzeti u obzir i to da repozicija i fiksacija koštanih preloma treba biti obavljena zajedno ili tokom neurohirurške intervencije da bi se sprečilo naknadno cepanje duralnog omotača. Takođe treba uzeti u obzir kod planiranja operacije, da loše sanirani prelomi kostiju lica mogu ugroziti oporavak pacijenta.

### **4.3.3. Vremenski okvir za preduzimanje hirurškog lečenja**

U zavisnosti od prethodno iznetih činjenica hirurško lečenje se može preduzimati kao hitno, zatim primarni tretman, elektivni primarni tretman, odloženi primarni tretman ili sekundarni tretman.

#### *Hitan hirurški tretman kod kraniofacijalnih povreda udruženih sa kranio cerebralnom povredom*

Preduzima se kod pacijenata koji su životno ugroženi zbog prisustva prethodno navedenih neurohirurških povreda, ili kod onih koji imaju nekontrolisano krvavljenje iz

krvnih sudova na bazi mozga ili mekih tkiva lica odnosno masivne defekte mekih tkiva lica uz prisustvo teških povreda gornjeg dela lica ili donje vilice. Pri tome odluka o načinu i vrsti operacije mora biti veoma racionalna jer pokušaj rekonstrukcije frontofacijalnih preloma može biti veoma kompleksan i dugotrajan i time dodatno ugroziti život pacijenta. Inicijalni maksilofacijalni tretman treba da bude posvećen postizanju adekvatne hemostaze uz primarno zbrinjavanje povreda mekih tkiva lica, a neurohirurški na odstranjenje životno ugrožavajućeg neurohirurškog susprata.

#### Primarni tretman

Primarni tretman bi se odnosio na hirurško lečenje pacijenata koji mogu biti inicijalno stabilizovani tako da se hirurški tretman preduzme u vremenskom okviru od 6 do 8h. To su pacijenti sa srednje teškom kraniocerebralnom povredom (GCS>8) udruženom sa otvorenom kraniofacijalnom povredom koja ne zahteva hitan hirurški tretman po prethodno navedenim kriterijumima. Po pravilu bi operacija trebalo da bude multidisciplinarna.

#### *Elektivni primarni tretman*

To su pacijenti sa zatvorenim kraniofacijalnim ili subkranijalnim prelomom, udruženim sa lakom ili srednje teškom kraniocerebralnom povredom koji mogu biti tretirani 12-24 h nakon povrede. To su pacijenti koji su pretrpeli kraniofacijalni prelom bez kliničkih znakova preloma baze lobanje, zatim oni kod kojih je evidentiran kraniofacijalni prelom ali zahtevaju prethodno stabilizovanje opšteg stanja i oni sa prelomima srednjeg masiva lica bez učešća neurokranijuma.

#### *Odloženi primarni tretman*

To su pacijenti sa kraniofacijalnom povredom udruženom sa teškom kraniocerebralnom povredom (GCS<8) kod kojih bi hirurški tretman mogao da dovede do pogoršanja opšteg stanja i neurološkog statusa zbog mogućnosti edema mozga. U zavisnosti od prisustva ostalih navedenih faktora koji su značajni za donošenje odluke o vremenskom okviru za tretman pacijenata hirurška intervencija se može odložiti 5-10 dana.

#### *Sekundarni tretman*

Sekundarni tretman je indikovam kod pacijenata sa teškom kraniocerebralnom povredom udruženom sa kompleksnim prelomima kraniofacijalnog spoja koji zahtevaju potpunu stabilizaciju opšteg stanja i neurološkog statusa.

#### 4.3.4. Hirurški pristupi

Hirurški pristup je uslovljen lokalizacijom i ekstenzijom kraniofacijalne povrede. Mora se voditi računa da se adekvatnim hirurškim pristupom obezbedi ekspozicija povređene zone, kao i uvid u bazu lobanje, a bez preterane retrakcije moždanog tkiva. Prvi prioritet je kompletna ekspozicija regije preloma.

Prelomima u predelu kraniofacijalnog spoja i prednjeg sprata baze lobanje se može pristupiti na tri osnovna načina:

- Transkranijalni pristup
  - Subfrontalni ekstraduralni pristup
  - Subfrontalni intraduralni pristup
  - Subfrontalni ekstenzirani pristup
- Transfacijalni-frontoorbitalni pristup
- Transnazalni endoskopski pristup

Svi ovi pristupi su predhodno navedeni i detaljno opisani.

##### *Faza 3: Operativni zahvat sa nekom od rekonstruktivnih metoda*

Sam operativni zahvat predstavlja izbor pristupa operativnom polju, kao i sam plan za rekonstrukciju u smislu korišćenja planiranog osteosintetskog materijala prema tipu frakturnog preloma i obimu destrukcije koštanog tkiva. Potreban materijal za obliteraciju i načinima rekonstrukcije šupljine čeonog sinusa. Najčešće su se koristili pristupi sinusu kroz lacerokontuznu ranu ukoliko je postojala, a ukoliko je koža bila intaktna koristili smo bikoronarni ili subglabularni pristup sinusu.

##### *Faza 4: Postoperativni tok*

Postoperativni tok protiče kroz evaluaciju stanja zdravlja operisanog pacijenta, nadoknadu volumena, okupiranje bola, ordiniranje antibiotske terapije i praćenju vitalnih parametara. Kontrolni MSCT.

##### *Faza 5: Analiza stanja zdravlja i mekog tkiva nakon dve nedelje.*

Prvi kontrolni pregled nakon postoperativnog toka, pacijent dolazi sa kućnog lečenja i anamnestički se saznaje o proteklom periodu i zapažanjima do kojih je za taj period pacijent došao i izgled operativne rane. Popunjavaju upitnike SF-36 i Bekovu skalu depresivnosti i aksioznosti.

*Faza 6: Analiza stanja zdravlja i mekog tkiva nakon mesec dana meseca.*

*Faza 7: Analiza stanja zdravlja i mekog tkiva nakon tri meseca.*

*Faza 8: Analiza i stanja zdravlja mekog tkiva nakon šest meseci.*

*Faza 9: Analiza i stanja zdravlja mekog tkiva nakon godinu dana. Analiza incidencije komplikacija nakon godinu dana.*

Kontrolni periodi: mesec, tri, šest i godinu dana, gde smo pacijente pratili gde su nam oni iznosili svoja zapažanja. Svaka nova promena se notira. Pojava komplikacija, deformiteta ili neke druge osobenosti.

Procenu kvaliteta zdravlja i postraumatskog stresa procenjujemo na osnovu dobijenih rezultata iz *upitnika SF-36* i *Bekovih skala za samoprocenu depresivnosti i aksioznosti*.

### **Bekova skala za samoprocenu depresivnosti – Beck Depression Inventory (BDI)**

Za procenu postojanja i težine depresivne simptomatologije kod pacijenata korišćena je Bekova skala za samoprocenu depresivnosti BDI- IA. Iako je danas u upotrebi nova verzija skale BDI- II, verzija BDI- IA je još uvek u relativno širokoj upotrebi. Skala ima 21 pitanje sa četiri mogućnosti za odgovor stepenovan od 0 do 3.

Ukupan skor na skali dobija se jednostavnim sabiranjem svih odgovora i kreće se u rangu od 0 do 63. Viši skor ukazuje na izraženiju depresivnu simptomatologiju. Na osnovu ukupnog skora depresivnost se može kvantifikovati kao:

- 0-9 stanje bez depresivnosti,
- 10-15 blaga,
- 16-19 blaga do umerena,
- 20-29 umerena do jaka i
- 30-63 jaka depresivnost.

Kao što vidimo na prisustvo depresivnosti ukazuje skor  $\geq 10$ . U studiji je korišćen cut-off  $\geq 15$ , a zbog pomeranja granice depresivnosti u ovoj populaciju dalja kvantifikacija nije rađena kako bi se izbegla nasumična tumačenja.

*Verzija BDI- IA* je prevedena na srpski jezik i besplatno dostupna.

### Bekova skala za samoprocenu anksioznosti– Beck Anxiety Inventory (BAI)

Za procenu postojanja i težine anksioznosti simptomatologije kod pacijenata korišćena je Bekova skala za samoprocenu anksioznosti- BAI. Skala ima 21 pitanje sa četiri mogućnosti za odgovor stepenovan od 0 do 3.

Pri čemu je korišćena šema:

- 0 – uopšte nije bilo prisutno
- 1 – malo izraženo ili retko
- 2 – mnogo izraženo ili često
- 3 – veoma mnogo izraženo, bilo je skoro nepodnošljivo

Ukupan skor na skali dobija se jednostavnim sabiranjem svih odgovora i kreće se u rangu od 0 do 63. Viši skor ukazuje na izraženiju anksioznu simptomatologiju. Na osnovu ukupnog skora anksioznosti se može kvantifikovati kao: 0-9 *stanje bez anksioznosti*, 10-15 *blaga*, 16-19 *blaga do umerena*, 20-29 *umerena do jaka* i 30-63 *jaka anksioznost*.

Kao što vidimo na prisustvo anksioznosti ukazuje skor  $\geq 10$ . U studiji je korišćen cut-off  $\geq 15$ , a zbog pomeranja granice anksioznosti u ovoj populaciju dalja kvantifikacija nije rađena kako bi se izbegla nasumična tumačenja.

**Verzija BAI** je prevedena na srpski jezik i besplatno dostupna.

### Upitnik za kvalitet života - Short Form Health Survey (SF-36)

Upitnik se sastoji od 36 pitanja od kojih se 35 koristi u formiranju osam skala kvaliteta života: (1) fizička funkcionalnost (physical function – PF); (2) fizička sposobnost (role physical – RF); bolovi u telu (bodily pain – BP); (4) opšte zdravlje (general health – GH); (5) vitalnost (vitality – VT); (6) socijalna funkcionalnost (social functioning – SF); (7) mentalne sposobnosti (role emotional - RE) i (8) mentalno zdravlje (mental health – MH). Jedno pitanje ne ulazi u dalju analizu a odnosi se na subjektivnu procenu pacijenta o promeni njegovog opšteg zdravstvenog stanja u proteklih godinu dana (Tabela 7). Skor u svakoj skali je izražen u rasponu od 0 – 100. Viši skor ukazuje na bolje zdravstveno stanje. Osam skala kvaliteta života su sumirane u dve dimenzije kvaliteta života: (1) dimenzija fizičko zdravlje (Physical Component Scale - PCS) u čiji skor ulazi prvih pet skala i (2) dimenzija mentalno zdravlje (Mental Component Scale - MCS) u čiji skor ulazi poslednjih pet skala. Skorovi dimenzija predstavljaju srednju vrednost dobijenu sabiranjem odgovarajućih skala. Ukupan skor kvaliteta života (SF-36) je srednja vrednost dobijena sabiranjem svih osam skala.

Licenca za originalni SF-36 upitnik (Serbian version) i scoring sistem su obezbeđeni kupovinom od nadležne kompanije (Quality Metric).

**Tabela 7 . Skale i dimenzije upitnika SF-36**

Pitanja		Skale	Dimenzije	SF-36		
3.	Naporne aktivnosti	<b>SKALA 1.</b> Fizička aktivnost	Dimenzija A: Fizičko zdravlje	Ukupni kvalitet života (SF-36 skor)		
4.	Umerene aktivnosti					
5.	Nošenje namirnica					
6.	Penjanje nekoliko spratova					
7.	Penjanje jedan sprat					
8.	Klečanje, saginjanje					
9.	Hodanje više od 1km					
10.	Hodanje 600-800m					
11.	Hodanje 100-200m					
12.	Kupanje, oblačenje					
13.	Manje sati naposl				<b>SKALA 2.</b> Fizička sposobnost	Dimenzija B: Mentalno zdravlje
14.	Smanjenje učinka					
15.	Ograničenja u poslu					
16.	Poteškoće u poslu					
21.	Intezitet bolova	<b>SKALA 3.</b> Bolovi u telu	Dimenzija B: Mentalno zdravlje			
22.	Uticao bolova					
1.	Opšta procena zdravlja	<b>SKALA 4.</b> Opšte zdravlje			Dimenzija B: Mentalno zdravlje	
36.	Zdravlje je odlično?					
34.	Zdrav kao i drugi?					
33.	Bolesniji od drugih?					
35.	Očekuje pogoršanje?					
23.	Preduzumljivost	<b>SKALA 5.</b> Vitalnost				
27.	Energija					
29.	"Ispražnjenost"					
31.	Umor					
32.	Socijalne aktivnosti	<b>SKALA 6.</b> Socijalna funkcionalnost		Dimenzija B: Mentalno zdravlje		
20.	Vreme za socijalne aktivnosti					
17.	Manje sati na poslu	<b>SKALA 7.</b> Mentalne sposobnosti	Dimenzija B: Mentalno zdravlje			
18.	Smanjenje učinka					
19.	Nepažljivost					
24.	Nervoza	<b>SKALA 8.</b> Mentalno zdravlje			Dimenzija B: Mentalno zdravlje	
25.	Potištenost					
26.	Staloženost					
28.	Depresivnost					
30.	Sreća					
2.	Promena zdravlja					

*Faza 10: Statistička obrada i analiza podataka*

Svi podaci koji su dobijeni tokom studijskog perioda posmatranja populacije pažljivo su uneti u kreirane tabele u Exel-u, koje su za dalju statističku analizu prebačene u program SPSS 22.0.



#### 4.3.5. Statistička obrada uzorka

Prikupljeni podaci biće organizovani i uneseni u tabelu statističkog programa SPSS (verzija 22.0) (IBM, Chicago, Illinois). Prvo će biti obrađeni deskriptivno, za kontinualne varijable biće određene mere centralne tendencije i mere varijabiliteta, a za kategorijske varijable učestalost pojedinih kategorija.

Za ispitivanje faktora koji utiču na pojavu kontuzija biće korišćen Hi-kvadrat test. Za numeričke varijable biće korišćen Studentov t-test za podatke sa normalnom raspodelom i Mann Whitney test za podatke koji nemaju normalnu raspodelu, kao i U-testom gde će se porediti prosečne vrednosti u zavisnosti od distribucije podataka. Uticaj kontuzije na preživljavanje ispitanika biće ispitan Kaplan-Meier-ovim testom i Cox-ovom regresijom. Maksimalni nivo prihvatljive verovatnoće nulte hipoteze koji će biti korišćen u ovoj studiji je 0.05.

Deskriptivnom statistikom biće određena medijana, prosečna vrednost, standardna devijacija (SD), minimalnih (Min) i maksimalnih (Max) vrednosti, 95% Interval poverenja (95%IP) odnosno apsolutne frekvencije pojavljivanja i pripadajućim procentima u zavisnosti od prirode varijable. Kontinuirane vrednosti biće predstavljene pomoću pravougaonih grafikona sa medijanom, interkvartalnim rasponom i 25. percentilom i 75. percentilom. Korelacija između parametrijskih varijabli određiće se Pirson-ovom odnosno Spirman-ovom korelacijom u zavisnosti od distribucije podataka.

Jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA) koristiće se za poređenje prosečnih vrednosti više grupa, sa post-hoc naknadnim testovima. Za kategoričke varijable koristićemo Hi-kvadrat test i Fišerov test.

Jednofaktorskom multivarijacionom analizom varijanse (MANOVA) istražićemo razlike u pogledu kvaliteta života, nakon završetka lečenja, traumatizovanih bolesnika sa prelomom zidova u čeonom sinusu i u odnosu na traumatizovane bez preloma, kao i razlike kod bolesnika sa otvorenim i zatvorenim prelomom i razlike kod bolesnika koji su imali prelome više kostiju u odnosu na traumatizovane sa prelomom jedne kosti.

Za izvođenje modela predviđanja temeljenog na prikupljenim podacima primeniće se binarna i multivarijantna logistička regresija. Ako je logistički koeficijent (Wald) nula kod svih varijabli, pa bismo za sposobnost predviđanja faktora koji doprinose nastanku kontuzija koristili ROC analizu. Izračunaćemo osetljivost, specifičnost, površinu ispod krive i odrediti karakteristične tačke.

Podatke ćemo predstaviti tabelarno i grafički, a statistička značajnost određiće se na nivou  $p < 0,05$ .



## REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Srbislav S. Pajić  
ZNAČAJ VELIČINE I STRUKTURE ZIDOVA ČEONOG SINUSA  
NA NASTANAK KONTUZIJE MOZGA KOD TRAUME ČEONE REGIJE

## 5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

5.1 Rezultati kliničko-epidemiološkog istraživanja povreda kraniofacijalnog masiva

5.2 Rezultati eksperimentalnog istraživanja

5.3 Rezultati kliničkog istraživanja

### Statistička obrada podataka

Podaci su prikazani u vidu aritmetičke sredine i standardne devijacije, minimalne i maksimalne vrednosti, odnosno u vidu apsolutnih i relativnih brojeva. Testiranje raspodela kontinuiranih varijabli vršeno je *Shapiro-Wilk*-ovim testom. Poređenje kontinuiranih varijabli između dve grupe vršeno je *t* testom ukoliko je raspodela podataka bila normalna, odnosno *Mann-Whitney*-vim testom ukoliko raspodela podatak nije normalna. Poređenje kontinuiranih varijabli između tri grupe vršeno je *Kruskal-Wallis*-ovim testom, kao *post hoc* test korišćen je Mann-Whitney test. Poređenje učestalosti frekvencija vršeno je *Hi-kvadrat testom* ili *Fisher*-ovim testom egzaktno verovatnoće. Testiranje potencijalnih faktora rizika za pojavu kontuzija mozga vršeno je univarijantnom i multivarijantnom logističkom regresionom analizom – *Enter metod*. Analiza ROC krive korišćena je za procenu diskriminativne sposobnosti potencijalnih faktora rizika za nastanak kontuzija. Hipoteza je testirana sa pragom značajnosti  $p < 0,05$ . Statistička obrada podataka vršena je u programskom paketu SPSS 22.0.

### 5.1 Rezultati kliničko-epidemiološkog istraživanja povreda kraniofacijalnog masiva

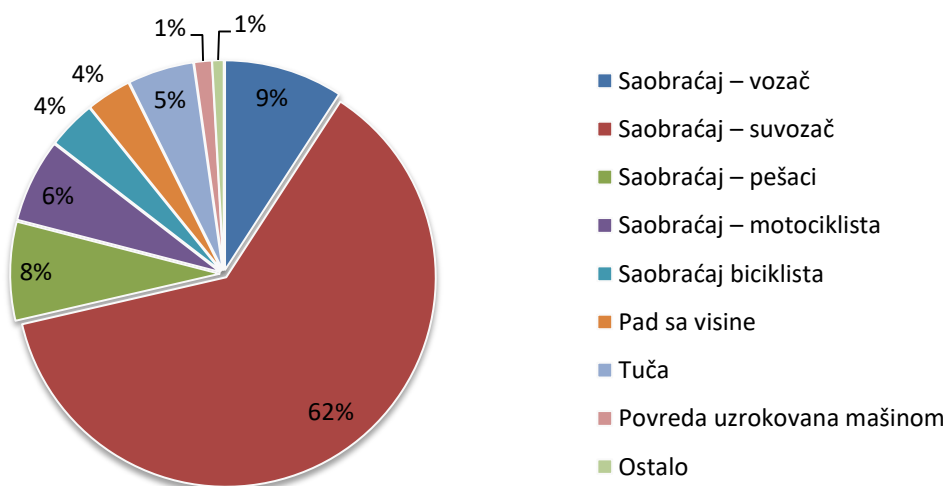
U ispitivanom periodu registrovano je 1472 maksilofacijalnih povreda sa prelomima ličnog masiva, odnosno 1231 preloma kod muškaraca (83,6%) i 241 prelom kod osoba ženskog pola (16,4%). Zastupljenost preloma čeonog sinusa bila je u petogodišnjem posmatranom period 147 gde je muškaraca bilo 114 a žena 33 sa ovom vrstom povreda. Prosečna starost ispitivane populacije je  $37,1 \pm 15,9$  godina (Min 18,0 godina, Max 90,0 godina). U ispitivanoj populaciji dominiraju povrede zadobijene u saobraćaju (89,2% ukupne populacije, odnosno 88,9% muškaraca i 90,4% žena). Dominantne su povrede suvozača u saobraćaju (62,2% ukupne

populacije, odnosno muškaraca i žena), zatim slede povrede vozača – 9,2% ukupne populacije, 9,0% muškaraca odnosno 10,0% žena (Tabela 8, Grafikon 1).

**Tabela 8.** Etiologija povrede u ispitivanoj populaciji

Etiologija povrede	Ukupno		Muški		Ženski	
	Broj	%	Broj	%	Broj	%
Saobraćaj – vozač	135	9,2	111	9,0	24	10,0
Saobraćaj – suvozač	916	62,2	766	62,2	150	62,2
Saobraćaj – pešaci	112	7,6	91	7,4	21	8,7
Saobraćaj – motociklista	95	6,5	81	6,6	14	5,8
Saobraćaj biciklista	55	3,7	46	3,7	9	3,7
Pad sa visine	51	3,5	43	3,5	8	3,3
Tuča	75	5,1	67	5,4	8	3,3
Povreda uzrokovana mašinom	20	1,4	15	1,2	5	2,1
Ostalo	13	0,9	11	0,9	2	0,8
<b>Ukupno</b>	<b>1472</b>	<b>100,0</b>	<b>1231</b>	<b>100,0</b>	<b>241</b>	<b>100,0</b>

Muški pol vs ženski pol, Hi- kvadrat test,  $p=0,874$



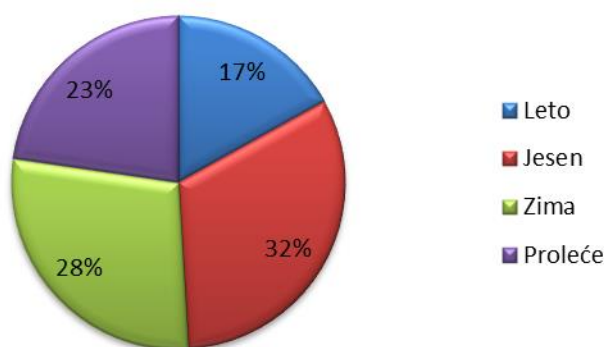
**Grafikon 1.** Etiologija povrede u ispitivanoj populaciji

Jesen je period sa najviše povreda (32,1%), zatim zimski period (28,3%), a najmanje povreda je u letnjem periodu (16,9%). Isti obrazac raspodele povreda je i u odnosu na pol (Tabela 9). Period povređivanja je ujednačen u odnosu na pol ( $p=0,504$ ).

**Tabela 9.** Period povređivanja

Period povređivanja	Ukupno		Muški		Ženski	
	Broj	%	Broj	%	Broj	%
Leto	249	16,9	202	16,4	47	19,5
Jesen	473	32,1	398	32,3	75	31,1
Zima	416	28,3	345	28,0	71	29,5
Proleće	334	22,7	286	23,2	48	19,9
<b>Ukupno</b>	<b>1472</b>	<b>100,0</b>	<b>1231</b>	<b>100,0</b>	<b>241</b>	<b>100,0</b>

Muški pol vs ženski Hi-kvadrat test, pol  $p=0,504$



**Grafikon 2.** Period povređivanja u ispitivanoj populaciji

Četvrtina povreda desila se u periodu od 14-17h (26,2%), zatim u periodu 06-09h (20,6%), a najmanje povreda je u periodu 22-01h (7,7%). Vremenski trenutak nastanka povreda je ujednačen u odnosu na pol ( $p=0,152$ ) (Tabela 10).

**Tabela 10.** Vremenski trenutak nastanka povrede

Vreme (h)	Ukupno		Muški		Ženski	
	Broj	%	Broj	%	Broj	%
06-09	303	20,6	257	20,9	46	19,1
10-13	252	17,1	198	16,1	54	22,4
14-17	385	26,2	330	26,8	55	22,8
18-21	268	18,2	230	18,7	38	15,8
22-01	114	7,7	91	7,4	23	9,5
02-06	150	10,2	125	10,2	25	10,4
<b>Ukupno</b>	<b>1472</b>	<b>100,0</b>	<b>1231</b>	<b>100,0</b>	<b>241</b>	<b>100,0</b>

Muški pol vs ženski pol, Hi-kvadrat test,  $p=0,152$

Umerene povrede sa GCS 9-12 su najčešće u ispitivanoj populaciji (36,1%, odnosno 36,0% muškaraca i 36,9% žena). Ozbiljne povrede sa GCS 3-8 su bile prisutne kod 34,7% ukupne populacije, odnosno 35,0% muškaraca i 33,2% žena. Prijemni GCS je ujednačen u odnosu na pol ( $p=0,863$ ) (Tabela 11).

**Tabela 11.** Prijemni GCS u ispitivanoj populaciji

Prijemni GCS	Ukupno		Muški		Ženski	
	Broj	%	Broj	%	Broj	%
<b>Ozbiljno 3-8</b>	844	34,7	431	35,0	80	33,2
<b>Umereno 9-12</b>	532	36,1	443	36,0	89	36,9
<b>Blago</b>	429	29,1	357	29,0	72	29,9
<b>Ukupno</b>	<b>1472</b>	<b>100,0</b>	<b>1231</b>	<b>100,0</b>	<b>241</b>	<b>100,0</b>

Muški pol vs ženski pol Hi-kvadrat test,  $p=0,863$

U ispitivanoj populaciji najčešći Marshall-ov skor je 2-3 (36,8%), zatim sledi skor 4-5 (32,7%), a najmanje su zastupljeni skor 5-6 (16,7%) i 0-1 (13,8%). Utvrđeno je da je ovaj skor ujednačen u odnosu na pol ( $p=0,679$ ) (Tabela 12).

**Tabela 12.** Marshall-ov skor u ispitivanoj populaciji

Marshall-ov skor	Ukupno		Muški		Ženski	
	Broj	%	Broj	%	Broj	%
<b>0-1</b>	203	13,8	166	13,5	3	15,4
<b>2-3</b>	542	36,8	457	37,1	85	35,3
<b>4-5</b>	481	32,7	398	32,3	83	34,4
<b>5-6</b>	246	16,7	210	17,1	36	14,9
<b>Ukupno</b>	<b>1472</b>	<b>100,0</b>	<b>1231</b>	<b>100,0</b>	<b>241</b>	<b>100,0</b>

Muški pol vs ženski pol, Hi-kvadrat test,  $p=0,679$

U ispitivanoj populaciji najčešći je prelom prednjeg zida (7,7%), ostali tipovi preloma su zastupljeni u manje od 5% ispitivane populacije (Tabela 13).

**Tabela 13.** Prelomni obrzac

Prelomni obrzac	Ukupno		Muški		Ženski	
	Broj	%	Broj	%	Broj	%
<b>Izolovani prednji zid</b>	114	7,7	93	7,6	21	8,7
<b>Izolovani zadnji zid</b>	8	0,5	7	0,6	1	0,4
<b>Uključena oba zida</b>	50	3,4	25	2,0	25	10,4
<b>Prelom nazofrontalnog kanala</b>	17	1,2	5	0,4	12	5,0

**Tabela 14.** Prikaz broja pacijenata sa prelomima čeonog sinusa u posmatranom petogodišnjem periodu 2013/17.

Broj pacijenta		2013	2014	2015	2016	2017
Muški	114 (77,55%)	15	20	18	19	42
Ženski	33 (22,45%)	8	9	3	8	5
Ukupno	147 (9,86%)	23	29	21	27	47

Za posmatrani petogodišnji period broj pacijenta sa prelomima čeonog sinusa bilo je 147 (9,86%) u posmatranoj populaciji sa povredama kraniofacijalnog masiva, pri čemu je 114 (77,55%) pacijenta bilo muškog pola a ženskog 33(22,45%).(Tabela 14.)

Volumen levog i volumen desnog sinusa, kao i ukupni volumen sinusa je statistički značajno veći kod muškaraca u odnosu na žene ( $p=0,009$ ,  $p=0,009$ , odnosno  $p=0,015$ ). Debljina intersinusnog septuma je statistički značajno veća kod ženske populacije ( $p=0,005$ ) (Tabela 15). Ostali parametri frontalnog sinusa su ujednačeni u odnosu na pol.

**Tabela 15.** Parametri sinusa u ispitivanoj populaciji, i u odnosu na pol

Parametri frontalnog sinusa	Ukupno			Muški	Ženski	P <sup>1</sup>
	AS±SD	MIN	MAX	AS±SD	AS±SD	
Volemen sinusa levo (ml)	13.65±5.86	0.00	30.38	13,81±5,78	12,82±6,17	0,009
Volumen sinusa desno (ml)	14.33±6.64	1.10	30.09	14,53±6,62	13,32±6,68	0,009
Ukupni volumen sinusa (ml)	27.98±11.86	1.93	56.78	28,34±11,74	26,11±12,33	0,015
Debljina prednjeg zida sinusa (mm)	1.54±0.29	1.20	2.20	1,54±0,29	1,53±0,29	0,657
Debljina zadnjeg zida sinusa (mm)	0.98±0.24	0.40	1.30	0,98±0,23	0,97±0,26	0,987
Debljina krova orbite (mm)	0.55±0.17	0.30	0.90	0,55±0,17	0,55±0,18	0,822
Broj intersinusnih septi	4.82±15,3	2.0	7.0	4,81±1,53	4,90±1,51	0,475
Debljina intesinusnog septum	0.97±0.18	0.60	1.20	0,97±0,18	1,00±0,18	0,005

AS±SD – aritmetička sredina±standardna devijacija, <sup>1</sup> Mann-Whitney test

Povrede gornje 1/3 su zastupljene kod 289 pacijenata, odnosno kod 19,6% populacije, odnosno kod 18,6% muškaraca i 24,9% žena. Pridružene povrede gornje 1/3 se statistički značajno češće javljaju u ženskoj populaciji ( $p=0,024$ ). Kod muškaraca dominiraju povrede krova orbite (51,5%) i izolovani prelom nosa (34,9%). Kod žena su najčešće povrede krova

orbite (38,3%), a ostale vrste povreda se javljaju sa manjom učestalošću od 15%. Utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika različitim vrstama povrede u odnosu na pol (p<0,001).

**Tabela 16. Pridružene povrede gornje 1/3**

Povrede	Ukupno		Muški		Ženski		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	Broj	%	
Etmoid	8	0,5	0	0,0	8	13,3	<0,001
Orbita	23	1,6	17	7,4	6	10,0	
Krov orbite	141	9,6	118	51,5	23	38,3	
Sfenoidni sinus	13	0,9	5	2,2	8	13,3	
Izolovani prelom nosa	88	6,0	80	34,9	8	13,3	
Lamina cribrosa	8	0,5	4	1,7	4	6,7	
NOE	8	0,5	5	2,2	3	5,0	
<b>Ukupno*</b>	<b>289</b>	<b>19,6</b>	<b>229</b>	<b>18,6</b>	<b>60</b>	<b>24,9</b>	

\* % u odnosu na ukupnu populaciju u istraživanju, odnosno u odnosu na mušku i žensku populaciju, <sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Pridružene povrede srednje 1/3 su se javile kod 984 pacijenata, odnosno 66,8% ukupne populacije, odnosno kod 65,7% muškaraca i 72,6% žena. Utvrđeno je da su pridružene povrede srednje 1/3 statistički značajno češće kod ženske populacije ( $p=0,045$ ). U ispitivanoj populaciji najčešće su se javile povrede Le Fort I (22,6%) i Le Fort II (21,0%). Slična distribucija različitih povrede ove lokalizacije je i prema polu, odnosno ujednačene su prema polu ( $p=0,179$ ) (Tabela 17).

**Tabela 17. Pridružene povrede srednje 1/3**

Povrede	Ukupno		Muški		Ženski		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	Broj	%	
Izolovana orbita	149	15,1	113	14,0	36	20,6	0,179
Le Fort I	222	22,6	186	23,0	36	20,6	
Le Fort II	207	21,0	164	20,3	43	24,6	
Le Fort III	147	14,9	128	15,8	19	10,9	
Izolovana maksila	74	7,5	63	7,8	11	6,3	
Izolovan jagodični luk	143	14,5	119	14,7	24	13,7	
Alveolarni nastavak	42	4,3	36	4,4	6	3,4	
<b>Ukupno*</b>	<b>984</b>	<b>66,8</b>	<b>809</b>	<b>65,7</b>	<b>175</b>	<b>72,6</b>	

\* % u odnosu na ukupnu populaciju u istraživanju, odnosno u odnosu na mušku i žensku populaciju, <sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Pridružene povrede donje 1/3 su se javile kod 1003 pacijenta, odnosno 68,1% ukupne populacije, odnosno kod 66,9% muškaraca i 74,7% žena. Utvrđeno je da su pridružene povrede donje 1/3 statistički značajno češće kod ženske populacije ( $p=0,021$ ). U ispitivanoj populaciji najčešće su se javile povrede tela donje vilice (24,6%) i simfize (18,2%). Slična distribucija različitih povrede ove lokalizacije je i prema polu, odnosno ujednačene su prema polu ( $p=0,169$ ) (Tabela 18).



Tabela 18. Pridružene povrede donje 1/3

Povrede	Ukupno		Muški		Ženski		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	Broj	%	
Kondilarna glava	20	2,0	17	2,1	3	1,7	0,169
Symphisa	183	18,2	160	19,4	23	12,8	
Parasymphisa	148	14,8	125	15,2	23	12,8	
Telo donje vilice	247	24,6	202	24,5	45	25,0	
Vilični ugao	50	5,0	38	4,6	12	6,7	
Vilična grana	136	13,6	107	13,0	29	16,1	
Alveolarni nastavak	104	10,4	84	10,2	20	11,1	
Subkondilarni nastavak	52	5,2	42	5,1	10	5,6	
Muskularni nastavak	36	3,6	24	2,9	12	6,7	
Kondilarni vrat	27	2,7	24	2,9	3	1,7	
<b>Ukupno*</b>	<b>1003</b>	<b>68,1</b>	<b>823</b>	<b>66,9</b>	<b>180</b>	<b>74,7</b>	

\* % u odnosu na ukupnu populaciju u istraživanju, tj. u odnosu na mušku i žensku populaciju, <sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Distribucija različitih trauma skorova je gotovo ujednačena u ispitivanoj populaciji. Najčešće je grupa II (35,7%) i grupa I (34,2%). Trauma skor je ujednačen u odnosu na pol (p=0,415) (Tabela 19).

Tabela 19. Trauma skor (ISS) u ispitivanoj populaciji

Trauma skor	Ukupno		Muški		Ženski	
	Broj	%	Broj	%	Broj	%
Grupa I (12-14)	503	34,2	417	33,9	86	35,7
Grupa II (16-24)	526	35,7	435	35,3	91	37,8
Grupa III (24+)	443	30,1	379	30,8	64	26,6
<b>Ukupno</b>	<b>1472</b>	<b>100,0</b>	<b>1231</b>	<b>100,0</b>	<b>241</b>	<b>100,0</b>

Muški pol vs ženski pol, Hi-kvadrat test, p=0,415

Prelom baze lobanje je imalo 40 pacijenata (2,7%), odnosno 15 muškaraca (1,5%) i 25 žena 10,4%. Utvrđeno je da je prelom baze lobanje statistički značajno češći kod ženske populacije (p<0,001).

Komplikacije su se javile kod 38 pacijenata odnosno kod 2,6% ispitivane populacije, tj. kod 2,8% muškarca i 1,2% žena. Učestalost komplikacija je ujednačena u odnosu na pol (p=0,169). Kod muškaraca se najčešće javljaju infekcije (40,0%) i dehiscencije rane (34,3%). Kod žena su se javile 2 infekcije (66,7%) i jedan pneumocefalus (33,3%). Utvrđeno je da su različite komplikacije ujednačene u odnosu na pol (p=0,276) (Tabela 20).

**Tabela 20.** Vrste komplikacija u ispitivanoj populaciji

Komplikacije	Ukupno		Muški		Ženski	
	Broj	%	Broj	%	Broj	%
Infekcija	16	42,1	14	40,0	2	66,7
Osteomijelitis	3	7,9	3	8,6	0	0,0
Apsces	4	10,5	4	11,4	0	0,0
Dehiscencija rane	12	31,6	12	34,3	0	0,0
Pneumocefalus	3	7,9	2	5,7	1	33,3
<b>Ukupno*</b>	<b>38</b>	<b>2,6</b>	<b>35</b>	<b>2,8</b>	<b>3</b>	<b>1,2</b>

\* % u odnosu na ukupnu populaciju u istraživanju, odnosno u odnosu na mušku i žensku populaciju, muški pol vs ženski pol, Hi-kvadrat test,  $p=0,276$

Najčešće su povrede zbrinjavane u prvih 12h (32,1% populacije), odnosno u prvih 24h (30,2% populacije). U prvih šest sati zbrinuto je 16,1% populacije, a u prvih 72h zbrinuto je 21,7% povreda. Vremenski okvir zbrinjavanja povreda je ujednačen u odnosu na pol ( $p=0,959$ ) (Tabela 21).

**Tabela 21.** Vremenski okvir inicijalnog zbrinjavanja u ispitivanoj populaciji

Vremenski okvir	Ukupno		Muški		Ženski	
	Broj	%	Broj	%	Broj	%
Prvih 6h	237	16,1	201	16,3	36	14,9
Prvih 12h	472	32,1	393	31,9	79	32,8
Prvih 24h	444	30,2	371	30,1	73	30,3
Prvih 72h	319	21,7	266	21,6	53	22,0
<b>Ukupno</b>	<b>1472</b>	<b>100,0</b>	<b>1231</b>	<b>100,0</b>	<b>241</b>	<b>100,0</b>

Muški pol vs ženski pol, Hi-kvadrat test,  $p=0,959$

## Rezultati u odnosu na prisustvo kontuzije

Pacijenti sa kontuzijom mozga su bili statistički značajno mlađi u odnosu na pacijente koji nisu imali kontuziju mozga ( $p=0,031$ ). Polna struktura je bila ujednačena u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,079$ ) (Tabela22).

**Tabela 22.** Demografske karakteristike u odnosu na prisustvo kontuzija

Demografske karakteristike	Kontuzija		Bez kontuzije		P
Starost†	36.93±15.77		43.66±18.14		0.031 <sup>1</sup>
Pol					
Muški	61	83.6	32	68.1	0.079 <sup>2</sup>
Ženski	12	16.4	15	31.9	

† aritmetička sredina±standardna devijacija,<sup>1</sup> Mann-Whitney test, <sup>2</sup> Hi kvadrat test

U obe grupe su najčešće povrede suvozača (64,4% odnosno 85,1%). Ostale povrede su se javile sa znatno manjom učestalošću. Etiologija povrede je ujednačena u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,065$ ) (Tabela 23).

**Tabela 23.** Etiologija povrede u odnosu na prisustvo kontuzija

Etiologija povrede	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
Vozač	8	11.0	2	4.3	0.065
Suvozač	47	64.4	40	85.1	
Pešak	9	12.3	1	2.1	
Motociklista	8	11.0	4	8.5	
Tuča	1	1.4	0	0.0	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

U obe grupe povrede su najčešće nastale u zimu (30,1% odnosno 34,0%) i jesen (28,8% odnosno 23,4%). Period povređivanja je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,927$ ) (Tabela 24).

**Tabela 24.** Period povređivanja u odnosu na prisustvo kontuzija

Period	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
Leto	12	16.4	8	17.0	0.927
Jesen	21	28.8	11	23.4	
Zima	22	30.1	16	34.0	
Proleće	18	24.7	12	25.5	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Kod pacijenata sa kontuzijom povrde su se najčešće dešavale u periodu 14-17h (28,8%) i 10-13h (27,4%). U grupi bez kontuzija povrde su se najčešće dešavale između 10-13h (34,0%) i 06-09h (27,47%). Vremenski trenutak povređivanja je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,728$ ) (Tabela 25).

**Tabela 25.** Vremenski trenutak povređivanja u odnosu na prisustvo kontuzija

Vremenski trenutak	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
06-09h	17	23.3	13	27.7	0.728
10-13	20	27.4	16	34.0	
14-17	21	28.8	8	17.0	
18-21	8	11.0	6	12.8	
22-01	3	4.1	1	2.1	
02-06	4	5.5	3	6.4	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

U obe grupe najčešće je GSC bio između 10-13, odnosno radilo se o umerenim povredama (42,5%, odnosno 46,8%). Ozbiljne povrede su se javile kod 26,0% sa kontuzijama i 27,7% bez kontuzija. Prijemni GSC je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,777$ ) (Tabela 26).

**Tabela 26.** Prijemni GCS u odnosu na prisustvo kontuzija

GCS	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
Ozbiljno (3-8)	19	26.0	13	27.7	0.777
Umereno (10-13)	31	42.5	22	46.8	
Blago (13-15)	23	31.5	12	25.5	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Marshalov skor je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,578$ ) (Tabela 27). Najčešće su vrednosti bile u opsegu 0-1,2 (58,9% odnosno 68,1%).

**Tabela 27.** Marshalov skor u odnosu na ispitivane grupe

Marshalov skor	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
0-1.2	43	58.9	32	68.1	0.578
2-3.3	23	31.5	11	23.4	
4-5	7	9.6	4	8.5	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Preživelo je 98,6% pacijenata sa kontuzijama i 89,4% bez kontuzija. Ishod lečenja je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,142$ ) (Tabela 28).

**Tabela 28.** Ishod lečenja u odnosu na ispitivane grupe

Ishod lečenja	Kontuzija		Bez kontuzije		P
	Broj	%	Broj	%	
Preživeli	72	98.6	42	89.4	0,142#
Preminuli	0	0.0	2	4.3	
Nedostaju podaci	1	1.4	3	6.4	

# Fisher-ov test egzaktne verovatnoće

U obe grupe najčešći prelomni obrazac je izolovani prelom prednjeg zida, kod 77,3% pacijenata sa kontuzijama i 58,3% pacijenata bez kontuzija. Prelom oba zida se javio kod 13,6% pacijenata sa kontuzijama i 22,2% pacijenata bez kontuzija. Izolovani prelom zadnjeg zida javio se kod 4,5% pacijenata sa kontuzijama i 5,6% pacijenata bez kontuzija. Prelom nazofrontalnog sinusa se javio kod 4,5% pacijenata sa kontuzijama i 13,9% pacijenata bez kontuzija. Prelomni obrazac je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,271$ ) (Tabela 29).

**Tabela 29.** Prelomni obrazac u odnosu na prisustvo kontuzija

Prelomni obrazac	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
Izolovani – prednji zid	34	77.3	21	58.3	0.271
Izolovani - zadnji zid	2	4.5	2	5.6	
Uključena oba zida	6	13.6	8	22.2	
Prelom nazofrontalnog sinusa	2	4.5	5	13.9	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Pridružene povrede gornje 1/3 su se javile kod 38,3% pacijenata sa kontuzijama i 34,1% pacijenata bez kontuzija. Učestalost pridruženih povrede gornje 1/3 je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija (p=0,776) (Tabela 30). Distribucija pojedinačnih povreda je prikazana u Tabeli.

**Tabela 30.** Pridružene povrede gornje 1/3 u odnosu na prisustvo kontuzija

Povrede	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
Etmoid	6	8,2	1	2,1	
Orbita	4	5,5	1	2,1	
Krov orbite	4	5,5	3	6,4	
Sfenoidni sinus	5	6,8	2	4,3	
Izolovani prelom nosa	6	8,2	2	4,3	
Lamina cribrosa	1	1,4	5	10,6	
NOE	2	2,7	2	4,3	
<b>Ukupno</b>	<b>28</b>	<b>38,3</b>	<b>16</b>	<b>34,1</b>	<b>0.776</b>

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Pridružene povrede srednje 1/3 su se javile kod svih pacijenata. Kod pacijenata sa kontuzijama najčešće su se javile kod Le Fort II (27,4%) i izolovana povrede orbite (27,4%). Kod pacijenata bez kontuzija najčešće se javio Le Fort III (25,5%) i Le Fort I (23,4%). Učestalost pridruženih povrede srednje 1/3 je ujednačena u odnosu na prisustvo kontuzija (p=0,212) (Tabela 31).

**Tabela 31.** Pridružene povrede srednjeg 1/3 u odnosu na prisustvo kontuzija

Povrede	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
Izolovana orbita	20	27,4	9	19,1	0.212
Le Fort I	13	17,8	11	23,4	
Le Fort II	20	27,4	7	14,9	
Le Fort III	15	20,5	12	25,5	
Izolovana maksila	0	0,0	1	2,1	
Izolovan jagodični luk	3	4,1	6	12,8	
Alveolarni nastavak	2	2,7	1	2,1	
<b>Ukupno</b>	<b>73</b>	<b>100,0</b>	<b>47</b>	<b>100,0</b>	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Pridružene povrede donje 1/3 su se javile kod 84,8% pacijenata sa kontuzijama i 80,9% pacijenata bez kontuzija. Kod pacijenata sa kontuzijama najčešće se javile povrede parasimfize (53,4%). Kod pacijenata bez kontuzija najčešće se javile povrede parasimfize (31,9%) i povrede tela donje vilice (17,0%). Učestalost pridruženih povrede donje 1/3 je ujednačena u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,251$ ) (Tabela 32).

**Tabela 32.** Pridružene povrede donje 1/3 u odnosu na prisustvo kontuzija

Povrede	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
Kondilarna glava	0	0,0	1	2,1	0,251
Symphisa	5	6,8	2	4,3	
Parasymphisa	39	53,4	15	31,9	
Telo donje vilice	6	8,2	8	17,0	
Vilični ugao	1	1,4	0	0,0	
Vilična grana	3	4,1	5	10,6	
Alveolarni nastavak	4	5,5	2	4,3	
Subkondilarni nastavak	2	2,7	2	4,3	
Muskularni nastavak	2	2,7	2	4,3	
Kondilarni vrat	0	0,0	1	2,1	
<b>Ukupno</b>	<b>62</b>	<b>84,8</b>	<b>38</b>	<b>80,9</b>	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Prelom baza lobanje je utvrđen kod 5 pacijenata sa kontuzijama (25,0%) i 7 pacijenata bez kontuzija (35,0%). Utvrđeno je da ne postoji statistički značajna razlika u učestalosti preloma baze lobanje između ove dve podgrupe ( $p=0,730$ ).

Pacijenti sa kontuzijama su statistički značajno duže bili hospitalizovani u odnosu na pacijente bez kontuzije ( $p=0,045$ ). Trauma skor je bio ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,734$ ) (Tabela 33).

**Tabela 33.** Dužina hospitalizacije u odnosu na ispitivane grupe u odnosu na prisustvo kontuzija

Parametri	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
Dužina hospitalizacije					
AS±SD	5,07±2,38		4,21±2,05		0,045
MIN-MAX	1,0	10,0	1,0	9,0	
Trauma skor					
AS±SD	17,79±3,32		18,13±3,84		0,734
MIN-MAX	10,	23,0	10,0	30,0	

AS±SD – aritmetička sredina±standardna devijacija, <sup>1</sup> Mann-Whitney test

Volumen levog i desnog sinusa, kao i ukupni volumen su statistički značajno veći kod pacijenata bez kontuzija ( $p < 0,001$ , za sve parametre). Debljina prednjeg zida orbite je statistički značajno manje kod pacijenata sa kontuzijama, a ( $p = 0,047$ ), a debljina zadnjeg zida orbite je statistički značajno veća kod pacijenata sa kontuzijama ( $p = 0,038$ ) (Tabela 34).

**Tabela 34.** Parametri čeonog sinusa u ispitivanim grupama u odnosu na prisustvo kontuzija

Parametri	Kontuzija	Bez kontuzije	P <sup>1</sup>
Volumen sinusa levo (ml) †	7.89±3.96	18.96±7.37	<0.001
Volumen sinusa desno (ml)	12.67±5.19	22.16±5.77	<0.001
Ukupni volumen sinusa (ml)	20.07±7.14	42.79±8.14	<0.001
Debljina prednjeg zida sinusa (mm)	1,08±0,58	1,29±0,54	<b>0,047</b>
Debljina zadnjeg zida sinusa (mm)	2,80±2,26	2,00±1,89	<b>0,038</b>
Debljina krova orbite (mm)	0,75±0,26	0,67±0,27	0,113
Broj intersinusinih septi	3,06±1,94	3,83±1,77	0,345
Debljina intesinusnog septum	0,99±0,16	0,95±0,21	0,490

† AS±SD – aritmetička sredina±standardna devijacija, <sup>1</sup> Mann-Whitney test vs grupa 2

Kod pacijenata sa kontuzijama većina pacijenata (90,0%) je imala sinus normalne veličine. U ovoj grupi 10,0% je imalo mali sinus. U grupi bez kontuzija 10,0% je imalo frontalni sinus normalne veličine, a 90,0% veliki sinus. Utvrđeno je da je veličina sinusa povezana sa pojavom kontuzija ( $p < 0,001$ ).

**Tabela 35.** Pojava kontuzija u odnosu na veličinu sinusa

Veličina sinusa	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
Mali	2	10,0	0	0,0	0,251
Normalni	18	90,0	2	10,0	
Veliki	0	0,0	18	90,0	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

SF36 skor je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p = 0,765$ ) (Tabela 36).

**Tabela 36.** SF 36 u odnosu na prisustvo kontuzija

SF-36	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
S±SD	78,22±9,86		77,45±9,06		0,765
MIN-MAX	56,0	98,0	56,0	98,0	

AS±SD – aritmetička sredina±standardna devijacija, <sup>1</sup> Mann-Whitney test vs grupa 2

Komplikacije su se javile kod 9,6% pacijenata sa kontuzijama i 8,5% pacijenata bez kontuzija. Učestalost komplikacija je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=1,000$ ) (Tabela 37). Distribucija pojedinačnih komplikacija je prikazana u Tabeli 37.

**Tabela 37.** Vrste komplikacija u odnosu na prisustvo kontuzija

Komplikacije	Kontuzija		Bez kontuzije		P
	Broj	%	Broj	%	
Infekcija	1	1,4	2	4,3	
Osteomijelitis	1	1,4	0	0,0	
Apsec	1	1,4	1	2,1	
Dehiscencija rane	3	4,1	1	2,1	
Pneumocefalus	1	1,4	0	0,0	
<b>Ukupno</b>	<b>7</b>	<b>9,6</b>	<b>4</b>	<b>8,5</b>	<b>1,000</b>

Povrede sa kontuzijama su zbrinute najčešće u prvih 12h (37,0%) i u prvih 24h (30,1%). Povrede bez kontuzija, takođe, su najčešće zbrinute u prvih 12h (29,8%) i 27,7% u prvih 6h. Vremenski okvir je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,577$ ) (Tabela38).

**Tabela 38.** Vremenski okvir u odnosu na prisustvo kontuzija

Vremenski okvir	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
prvih 6h	13	17,8	13	27,7	0,577
prvih 12h	27	37,0	14	29,8	
prvih 24h	22	30,1	12	25,5	
prvih 72h	11	15,1	8	17,0	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Rekonstrukcija prednjeg zida je statistički značajno češće rađena kod pacijenata bez kontuzija (72,3% vs 54,8,  $p=0,008$ ). Rekonstrukcija prednjeg zida je ujednačeno rađena mešom i mikro-pločicama u obe grupe ( $p=1,000$ ).

**Tabela 39.** Rekonstrukcija prednjeg zida u odnosu na prisustvo kontuzija

Rekonstrukcija	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
Mash	21	52,5	17	50,0	1,000
Mikro pločica	19	47,5	17	50,0	
<b>Ukupno</b>	<b>40</b>	<b>54,8</b>	<b>34</b>	<b>72,3</b>	<b>0,008</b>

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test



Kod pacijenata kod kojih je rađena rekonstrukcija prednjeg zida itaktan zadnji zid je bio kod 22,5% pacijenata sa kontuzijama i 35,3% pacijenata bez kontuzija. Učestalost itaktnog zida bila je ujednačena u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,338$ ). U ovoj rekonstrukciji u obe grupe češće su korišćene mikro-pločice (62,5% vs 55,9%), ali nije utvrđena statistički značajna razlika (Tabela 39).

**Tabela 40.** Rekonstrukcija zadnjeg zida u odnosu na prisustvo kontuzija

Rekonstrukcija	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
Mash	6	15,0	3	8,8	0,860
Mikro pločica	25	62,5	19	55,9	
Itaktan zid	9	22,5	12	35,3	0,338

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Fraktura orbitalnog sprata se javila kod 16,4% pacijenata sa kontuzijama i 25,5% pacijenata bez kontuzija. Trauma NF kanala se javila kod 52,5% pacijenata sa kontuzijama i 52,9% pacijenata bez kontuzija. Rekonstrukcija NF kanala je rađena kod 16,5% pacijenata sa kontuzijama i 21,3% pacijenata bez kontuzija. Udružene povrede su se javile kod 67,1% pacijenata sa kontuzijama i 55,3% pacijenata bez kontuzija. Svi prikazani parametri u Tabeli 41 su ujednačeni u odnosu na pojavu kontuzija mozga.

**Tabela 41.** Fraktura orbitalnog sprata, trauma NF kanala u odnosu na prisustvo kontuzija

Fraktura orbitalnog sprata	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
Da	12	16,4	12	25,5	0,326
Ne	61	83,6	35	74,5	
<b>Trauma NF kanala</b>					
Da	21	52,5	18	52,9	1,000
Ne	19	47,5	16	47,1	
<b>Rekonstrukcija NF kanala</b>					
Obliteracija	8	11,0	6	12,8	0,761
Anatomska renostrukcija	4	5,5	4	8,5	
Nije bilo potrebe	61	83,6	37	78,7	
<b>Udružene povrede</b>					
Laceracija kože	43	58,9	20	42,6	0,211
Povrede drugih organa i tkiva	6	8,2	6	12,8	
Bez drugih povreda	24	32,9	21	44,7	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Estetske komplikacije su se javile kod 53,4% pacijenata sa kontuzijama i 34,0% pacijenata bez kontuzija. Estetske komplikacije su ujednačene u odnosu na prisustvo kontuzija mozga ( $p=0,058$ ). Najčešće su se javile povrede koštanog masiva (42,5% odnosno 21,3%). Infektivne komplikacije su se javile kod 78,1% pacijenata sa kontuzijama i 87,2% pacijenata bez kontuzija. Infektivne komplikacije su ujednačene u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,306$ ).

**Tabela 42.** Komplikacije hiruškog tretmana frontalnog sinusa u odnosu na prisustvo kontuzija

Komplikacije	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
<b>Estetske</b>					
Koštanog masiva	31	42,5	10	21,3	0,330
Može i mekih tkiva	8	11,0	6	12,8	
Bez primedbi	34	46,6	31	66,0	0,058
<b>Infektivne</b>					
Sinuzitis	9	12,3	2	4,3	0,632
Druga infektivna stanja	7	9,6	4	8,5	
Bez oboljenja	57	78,1	41	87,2	0,306

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Sa traumom se se pojavile komplikacije kod 9,6% pacijenata sa kontuzijama i 8,5% pacijenata bez kontuzija. Nakon operacije se se pojavile komplikacije kod 12,3% pacijenata sa kontuzijama i 4,3% pacijenata bez kontuzija (Tabela 43).

**Tabela 43.** Vreme pojave komplikacija u odnosu na prisustvo kontuzija

Pojava komplikacija	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
<b>Sa traumom</b>	7	9,6	4	8,5	0,632
<b>Nakon operacije</b>	9	12,3	2	4,3	
<b>Bez komplikacija</b>	57	78,1	41	87,2	0,306

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Repozicija ulomaka i osteosinteza meshom je rađena kod 34,2% pacijenata sa kontuzijama i 42,6% pacijenata bez kontuzija. Repozicija i osteosinteza mini pločicama je rađena kod 56,2% pacijenata sa kontuzijama i 53,2% pacijenata bez kontuzija. Redukcija sinusa je rađena kod 9,6% pacijenata sa kontuzijama i 4,3% pacijenata bez kontuzija. Tehnike rekonstrukcije su ujednačene u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,419$ ).

**Tabela 44.** Primenjene tehnike rekonstrukcije u odnosu na prisustvo kontuzija

Tehnike rekonstrukcije	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
Repozicija ulomaka i osteosinteza mashom	25	34,2	20	42,6	0,419
Repozicija i osteosinteza mini pločicama	41	56,2	25	53,2	
Redukcija sinusa	7	9,6	2	4,3	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Povrede sa kontuzijom su najčešće lečene preko 15 dana (46,6% pacijenata). Povrede bez kontuzija su najčešće lečene do 5 dana (36,2%). Utvrđeno je da je dužina hospitalizacije statistički značajno povezana sa pojavom kontuzija mozga ( $p=0,010$ ) (Tabela 45).

**Tabela 45.** Broj dana hospitalizacije u odnosu na prisustvo kontuzija

Broj dana hospitalizacije	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
do 5 dana	16	21,9	17	36,2	0,010
do 7 dana	20	27,4	13	27,7	
do 15 dana	3	4,1	7	14,9	
preko 15 dana	34	46,6	10	21,3	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Unutar 6h zbiruto je 35,6% povreda sa kontuzijom i 59,6% povreda bez kontuzija. Unutar 12h zbiruto je 27,4% povreda sa kontuzijom i 27,7% povreda bez kontuzija. Unutar 72h zbiruto je 37,0% povreda sa kontuzijom i 12,8% povreda bez kontuzija. Vreme do početka zbrinjavanja se statistički značajno razlikuje u odnosu na pojavu kontuzija mozga ( $p=0,006$ ) (Tabela 46).

**Tabela 46.** Vreme do početka zbrinjavanja u odnosu na prisustvo kontuzija

Vreme do početka zbrinjavanja	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
unutar 6h	26	35,6	28	59,6	0,006
unutar 12h	20	27,4	13	27,7	
unutar 72h	27	37,0	6	12,8	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Kontrola u sva tri perioda rađena je kod 91,8% povreda sa kontuzijom i 68,1% povreda bez kontuzija. Učestalost kontrola se statistički značajno razlikuje u odnosu na pojavu kontuzija mozga ( $p=0,002$ ) (Tabela 47).

**Tabela 47.** Kontrola u odnosu na prisustvo kontuzija

Kontrola	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
6 meseci	6	8,2	15	31,9	0,002
sva tri perioda	67	91,8	32	68,1	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Nazolikvoreja se javila kod 37,0% povreda sa kontuzijom mozga i 36,2% povreda bez kontuzija mozga. Pojava nazolikvororeje je ujednačena u odnosu na pojavu likvororeje ( $p=1,000$ ) (Tabela 48).

**Tabela 48.** Pojava nazolikvororeja u odnosu na prisustvo kontuzija

Nazolikvororeja	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
Da	27	37,0	17	36,2	1,000
Ne	46	63,0	30	63,8	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Većini pacijenata nije bila potrebna rekonstrukcija u obe ispitivane grupe (63,0% vs 63,8%,  $p=1,000$ ). Kod pacijenata sa kontuzijom najčešće je rađena fascia lata (59,3%). Kod pacijenata bez kontuzije najčešće je rađen pericranialni flap. Utvrđeno je da postoji statistički značajna povezanost načina zbrinjavanja i pojave kontuzija mozga ( $p=0,027$ ) (Tabela 49).

**Tabela 49.** Način zbrinjavanja nazolikvororeje u odnosu na prisustvo kontuzija

Način zbrinjavanja	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
Beriplast	8	29,6	3	17,6	0,027
fascia lata	16	59,3	6	35,2	
pericranialni flip	3	11,1	8	47,0	
bez rekonstrukcije	46	63,0	30	63,8	1,000

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

**Tabela 50.** Intrakranijalne povrede u odnosu na prisustvo kontuzija

Intrakranijalne povrde	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
Pneumocephalus	28	38,4	14	29,8	0,022
CF fistula	10	13,7	14	29,8	
Prelom prednje baze lobanje	31	42,5	12	25,5	
Kompresija n.opticusa	3	4,1	7	14,9	
IC hemoragija	1	1,4	0	0,0	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Na Bekovoj skali depresivnosti najviše pacijenata je imalo skor 0-13, odnosno 37,0% pacijenata sa kontuzijama i 36,2% pacijenata bez kontuzija. Vrednosti 14-19 imalo je 28,8% pacijenata sa kontuzijama i 36,2% pacijenata bez kontuzija. Vrednosti 20-28 imalo je 21,9% pacijenata sa kontuzijama i 25,5% pacijenata bez kontuzija. Vrednosti 29-63 imalo je 12,3% pacijenata sa kontuzijama i 2,1% bez kontuzija. Vrednosti Bekova skale depresivnosti su ujednačene u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,174$ ).

Na Bekovoj skali anksioznosti najviše pacijenata je imalo skor 0-9, odnosno 47,9% pacijenata sa kontuzijama i 63,8% pacijenata bez kontuzija. Vrednosti 10-16 imalo je 19,2% pacijenata sa kontuzijama i 23,4% pacijenata bez kontuzija. Vrednosti 17-29 imalo je 24,7% pacijenata sa kontuzijama i 6,4% pacijenata bez kontuzija. Vrednosti 30-63 imalo je 8,2% pacijenata sa kontuzijama i 6,4% pacijenata bez kontuzija. Vrednosti Bekova skale anksioznosti su povezane sa pojavom kontuzija ( $p=0,047$ ).

**Tabela 51.** Bekova skala depresivnosti i anksioznosti u odnosu na prisustvo kontuzija

Bekova skala depresivnost	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
0-13	27	37,0	17	36,2	0,174
14-19	21	28,8	17	36,2	
20-28	16	21,9	12	25,5	
29-63	9	12,3	1	2,1	
<b>Bekova skala anksioznosti</b>	Broj	%	Broj	%	
0-9	35	47,9	30	63,8	0,047
10-16	14	19,2	11	23,4	
17-29	18	24,7	3	6,4	
30-63	6	8,2	3	6,4	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

### Testiranje potencijalni faktora rizika za nastanak kontuzija

Univarijantna logistička regresiona analiza je pokazala da su nezavisni faktori rizika za kontuzije mozga veća starost, prisustvo preloma tipa 1, prisustvo preloma tipa 2, smanjenje debljine zadnjeg zida frontalnog sinusa. Najjači nezavisni faktori rizika za nastanak kontuzija je prisustvo preloma tipa 1 i 2 (OR 4,786,  $p=0,027$ ).

**Tabela 52.** Testiranje potencijalnih faktora rizika za nastanak kontuzija  
(univarijantna logistička regresiona analiza)

Faktor rizika	OR	95%CI	P
Starost	1.024	1.002 - 1.047	0.036
Pol	2.383	0.997 - 5.695	0.051
Marshall-ov skor	1.185	0.914 - 1.538	0.200
Prijemni GCS			
Blago		referenta kategorija	
Umereno	1.311	0.486 - 3.538	0.592
Ozbiljno	1.360	0.561 - 3.300	0.496
Izolovani prelom	0,958	0,473 - 2,050	0,968
Prelom oba zida	2.291	0.740 - 7.089	0.150
Prelom NZ kanala	4.226	0.785 - 22.758	0.093
Tip 1 i 2	<b>4.786</b>	<b>1.200 - 19.092</b>	<b>0.027</b>
Tip3	2.778	0.631 - 12.222	0.177
Tip4	0.496	0.096 - 2.569	0.404
Tip5	1.578	0.215 - 11.603	0.654
TipA	2.409	0.956 - 6.068	0.062
TipB	0.761	0.181 - 3.204	0.710
TipC	1.037	0.167 - 6.452	0.969
TipD	3.200	0.282 - 36.319	0.348
Trauma skor	1.029	0.926 - 1.142	0.598
Prelom baza lobanje	0.619	0.158 - 2.429	0.492
Volumen levog sinusa	0.984	0.930 - 1.040	0.561
Volumen desnog sinusa	0.988	0.936 - 1.043	0.662
Ukupni volumen	0.992	0.964 - 1.021	0.593
Debljina prednjeg zida	1.949	1.001 - 3.795	0.050
Debljina zadnjeg zida	0.825	0.683 - 0.997	0.047
Debljina krova orbite	0.334	0.081 - 1.378	0.129
Broj interseptuma	1.067	0.877 - 1.298	0.516
Debljina interseptuma	0.261	0.022 - 3.080	0.286
Udružene povrede	0.606	0.285 - 1.289	0.194

OR – unakrsni odnos, 95%CI – 95% interval poverenja

U multivarijantnom modelu se kao faktor rizika za kontuziju mozga izdvojila starost (OR 1,026, p=0,029). **Hosmer-Lemeshow test** ukazuje na dobru kalibraciju modela (Tabela 53).

**Tabela 53.** Testiranje potencijalnih faktora rizika za nastanak kontuzija  
(multivarijantna logistička regresiona analiza)

Faktor rizika	OR	95%CI	P
Starost	1.026	1.003 - 1.050	0.029
Pol	2.103	0.828 - 5.339	0.118
Tip1	4.014	0.889 - 18.128	0.71
TipA	1.415	0.479 - 4.179	0.530
Debljina zadnjeg zida	0.889	0.729 - 1.108	0.319
Hosmer-Lemeshow test	p=0.171		

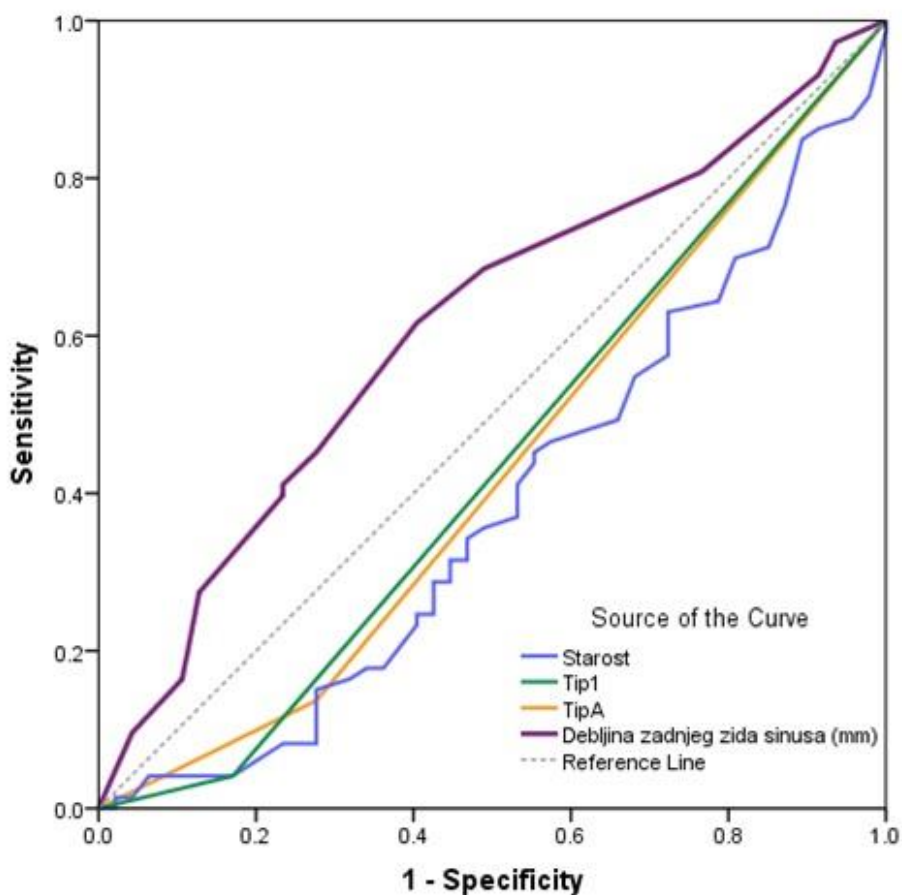
OR – unakrsni odnos, 95%CI – 95% interval poverenja

Analiza ROC krive je urađena za sve parametre koji su u univarijantnom modelu bili statistički značajni. Na osnovu površine ispod krive utvrđeno je da među ispitivanim parametrima najbolju diskriminacionu sposobnost ima debljina zadnjeg zida sinusa (Tabela 54, Grafikon 3).

**Tabela 54. Analiza ROC krive**

Faktor rizika	AUC	95%CI	p
Starost	0.383	0.280-0.487	0.031
Tip1	0.435	0.328-0.543	0.234
TipA	0.430	0.323-0.537	0.198
Debljina zadnjeg zida	0.612	0.510-0.714	0.039

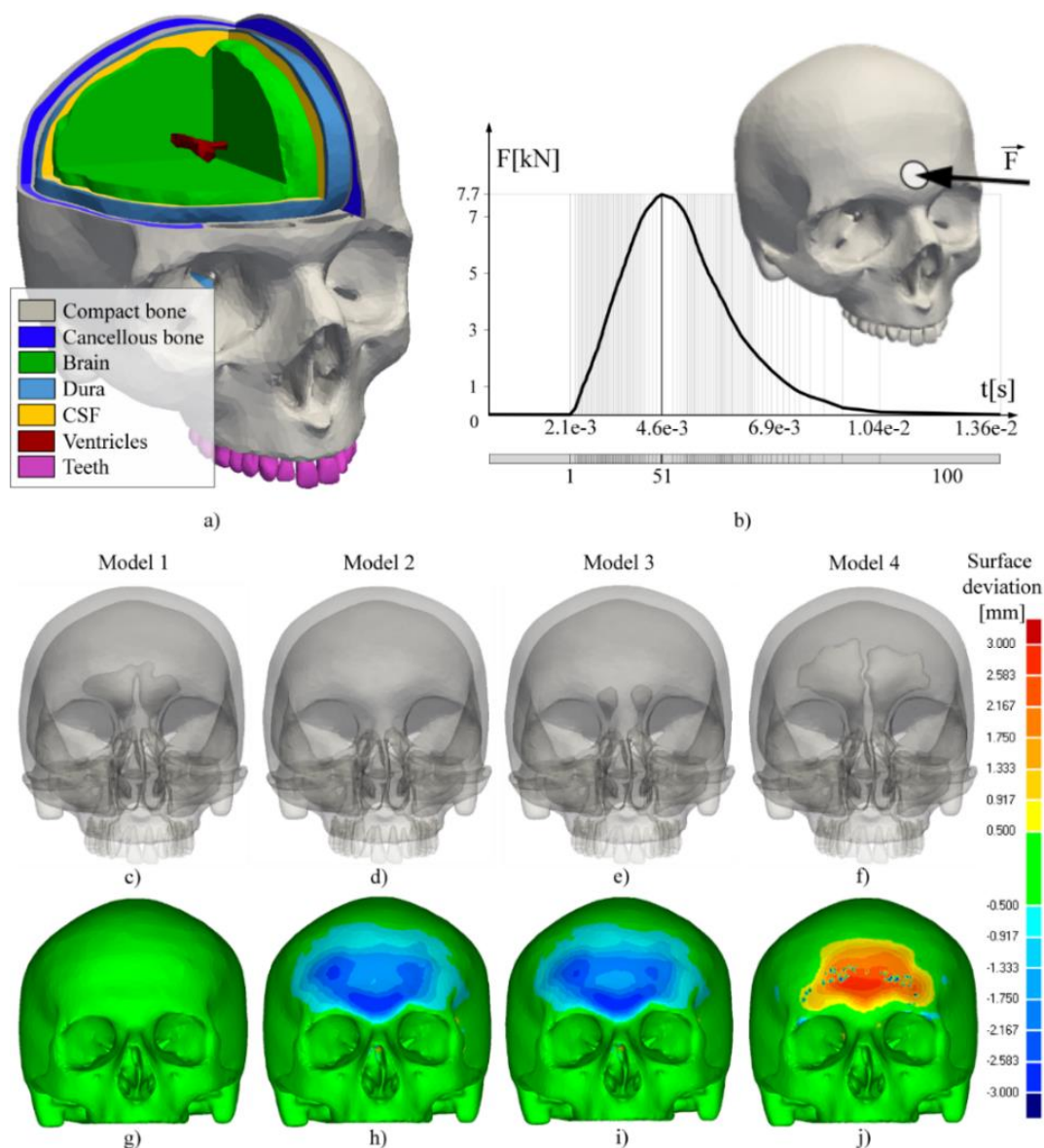
AUC- površina ispod krive, 95%CI – 95% interval poverenja



**Grafikon 3. Analiza ROC kriva u odnosu na pojavu kontuzija**

## 5.2 Rezultati eksperimentalnog istraživanja

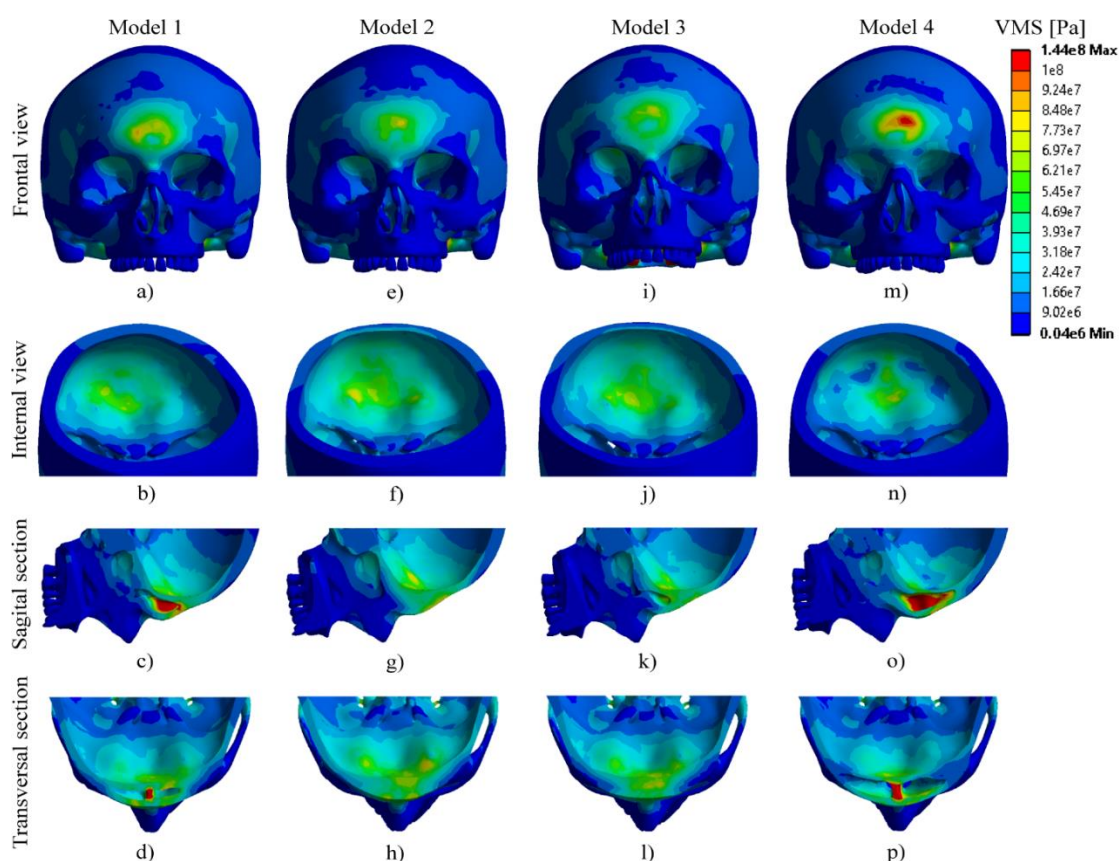
Rezultati pokazuju distribuciju stresa izazvanog udarima u prednjem delu, zavisno od zapremine sinusnih šupljina. Raspored efektivnih fon Mizovih (von Mises) i glavnih napona (kompresivni i zatezni) sa izračunatim indeksima kvara se procenjuju na vremenskoj udaljenosti koja odgovara vrhu udarne sile i prikazana na slikama ispod (slike 53- 2, 4, 5) .



**Slika 53.** Distribucija stresa izazvana udarima u predeo čeonog sinusa

- FEA modeli i granični uslovi. (A) Razmatrani materijali-tkiva; (B) uslovi učitavanja;  
 (C) Referentni model sa normalno razvijenim prednjim sinusnim šupljinama;  
 (D) Model bez frontalnih sinusa; (E) model sa hipoplaznim prednjim sinusnim šupljinama;  
 (F) Model sa hiperplaznim prednjim sinusnim šupljinama;  
 (G-J) Odstupanje FEA modela iz referentnog modela.



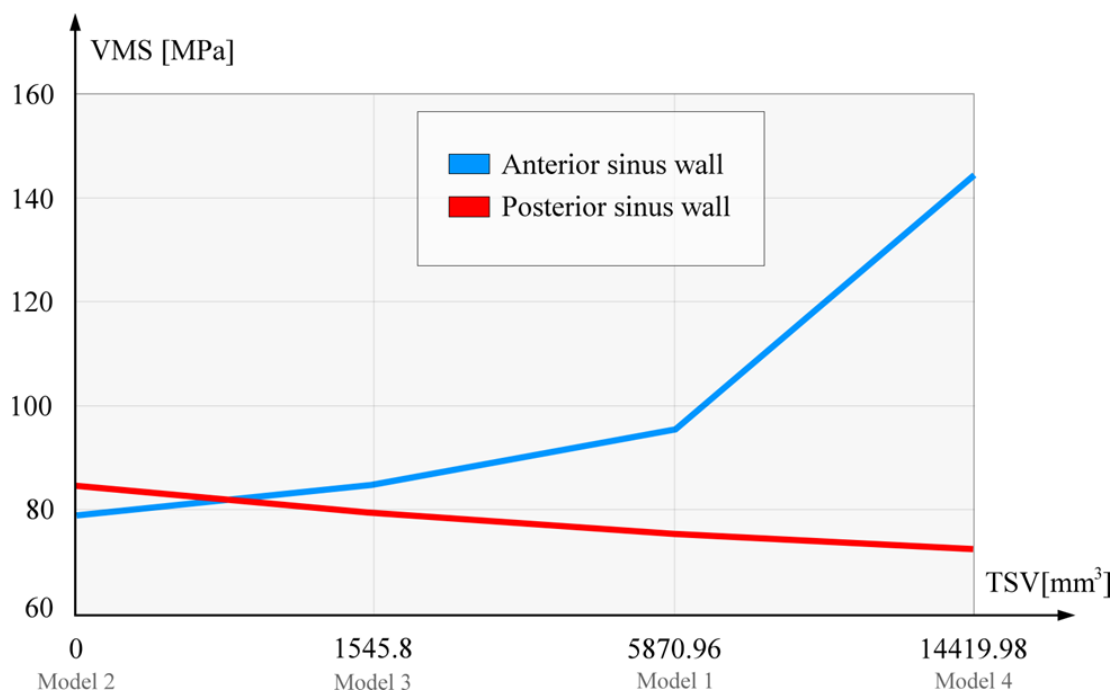


(A-D) Model 1; (E-H) Model 2; (I-L) Model 3; (M-P) Model 4.

#### Slika 54. Distribucija efektivnog stresa Von Mises

Hromatska analiza distribuiranih efektivni-von Mises (VMS) je predstavljena na slici 54.

Dobijeni rezultati pokazuju da su, nakon udara, ekstremne vrednosti VMS-a nastale u blizini udara (uključujući prednji sinusni zid) u svim modelima. Koncentracija napona se takođe desila u predelima septuma, zadnjeg zida sinusa i frontalnog dela kranijalne baze. Uzimajući u obzir prednji sinusni zid, najviši nivo napona je postignut u Modelu 4, dok se maksimalne vrednosti stresa pojavile u modelima u sledećem redukcionom redu: **Model 4 > Model 1 > Model 3 > Model 2**. Nasuprot tome, s obzirom na zadnji sinusni zid / unutrašnjost kortikalne ploče i frontalni deo i baze lobanje, redosled modela sa smanjenjem vrednosti stresa bio je potpuno suprotan: **Model 2 > Model 3 > Model 1 > Model 4** (Slika 46).

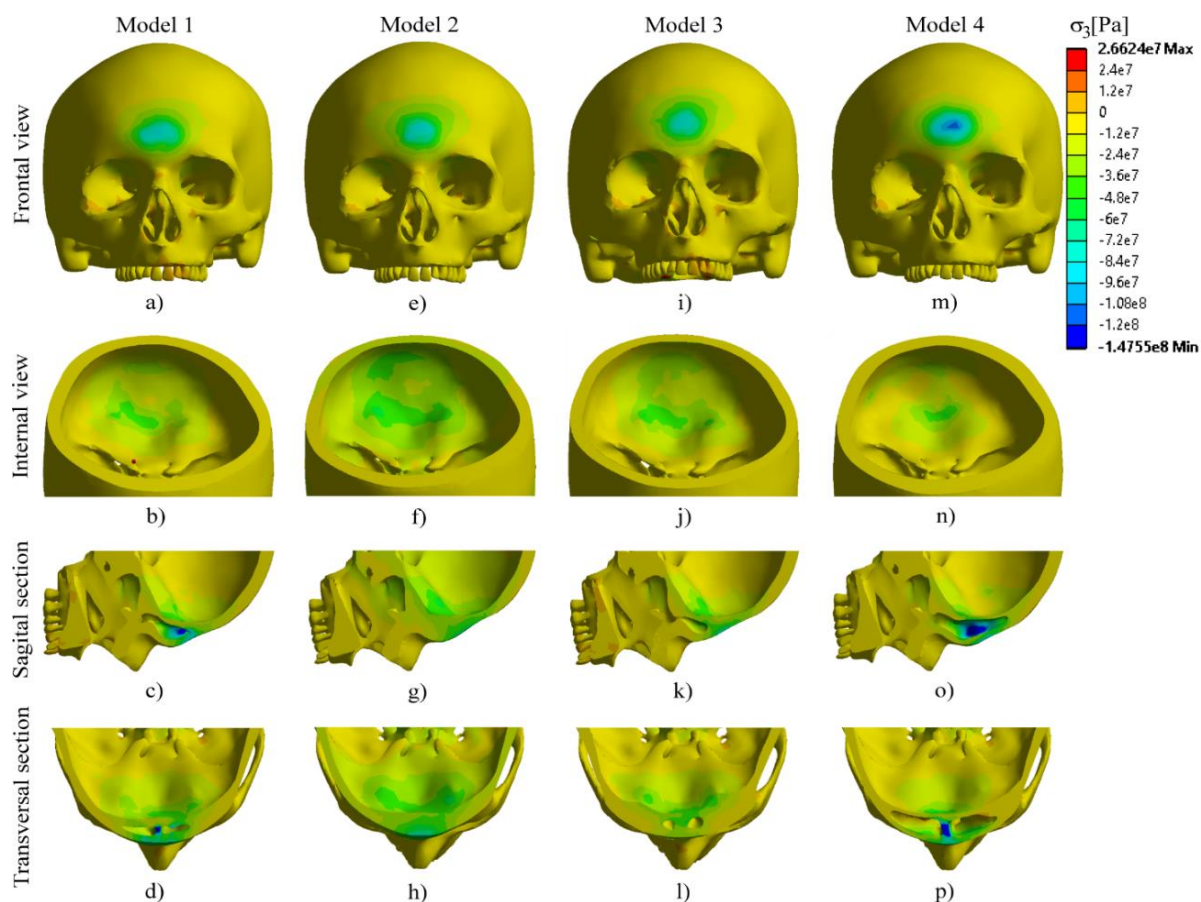


**Grafikon 4.** Prikazuje odnos volumena čeonog sinusa i maksimalne vrednosti koncentrisane VMS. Zapremina sinusa i maksimalni odnos napona Von Mises. TSV, ukupno zapremina sinusa (leva + desna sinusna šupljina); VMS, Von Mises stres (predstavljani su maksimalne vrednosti).

Pokazano je da je povećanje zapremine sinusa pratilo povećanje VMS na prednjem sinusnom zidu, što je bilo značajnije od smanjenja VMS-a na zadnjem sinusnom zidu. Međutim, bez obzira na male razlike u maksimalnom VMS-u merenom na zidu zadnjeg sinusa / u zavisnosti od zapremine sinusa, razlike u raspodeli VMS među modelima bile su očigledne (*slike 2B-N*).

Analiza glavnih napona sa izračunavanjem njihovih indikatora otkaza (FI) pokazala su sledeće:

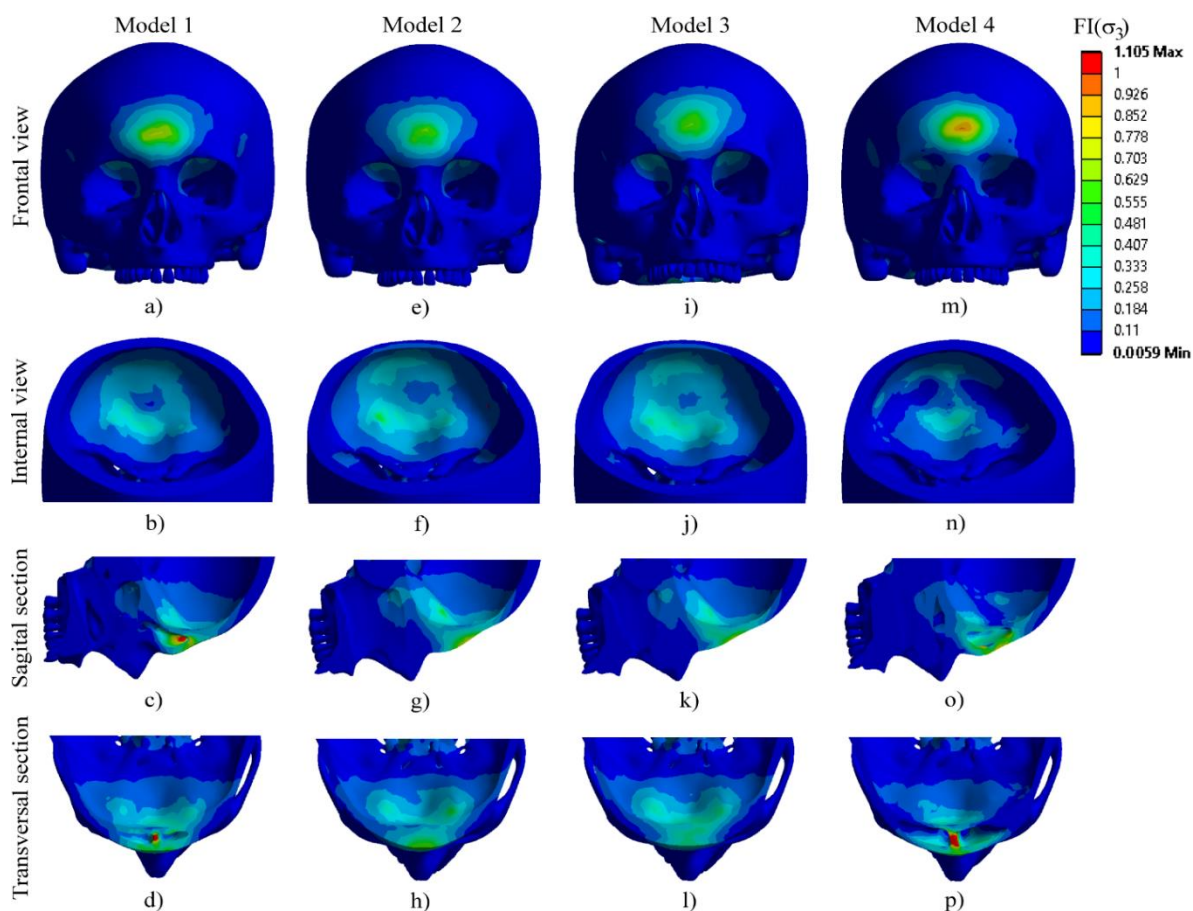
– Sila pritiska je uglavnom koncentrisana u tački uticaja, i u septičkim oblastima modela 1 i Model 4. Na osnovu dobijenih rezultata i izračunanih vrijednosti FI, fraktura se mogla očekivati samo u prednjoj oblasti modela 4 i septalnim područjima modela 1 i 4 (**Slika 55**).



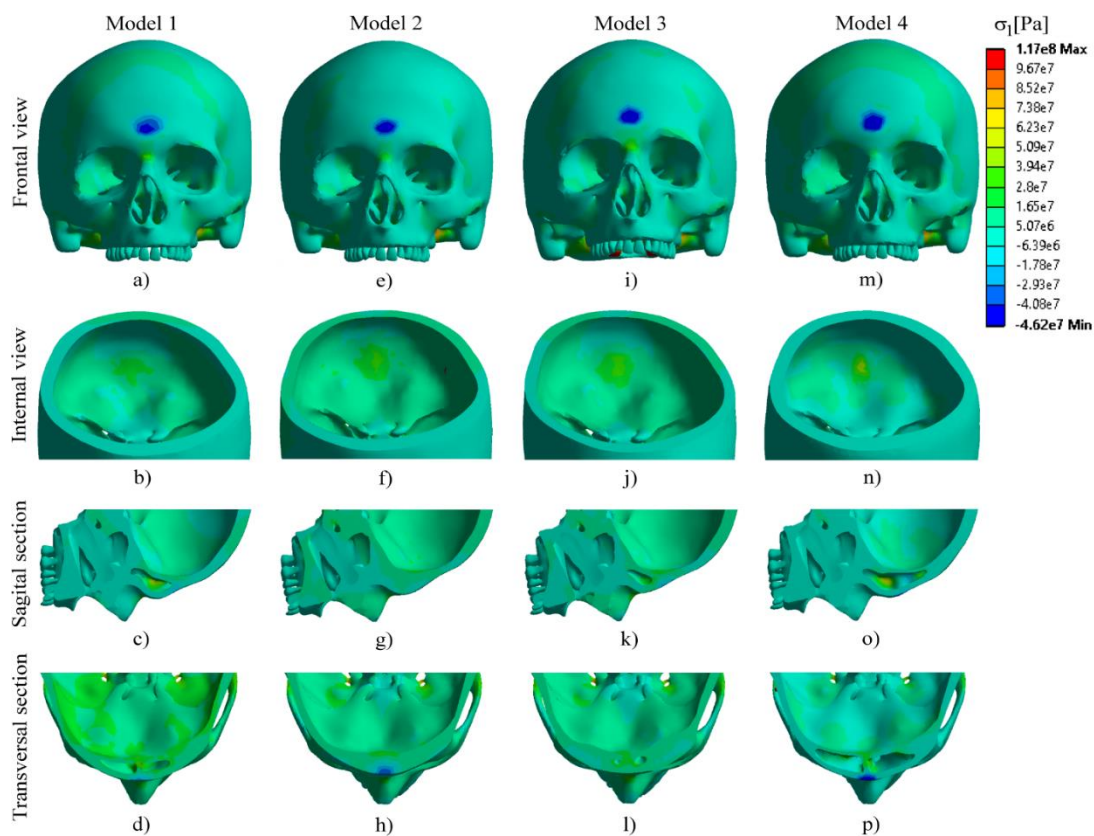
(A-D) Model 1; (E-H) Model 2; (I-L) Model 3; (M-P) Model 4.

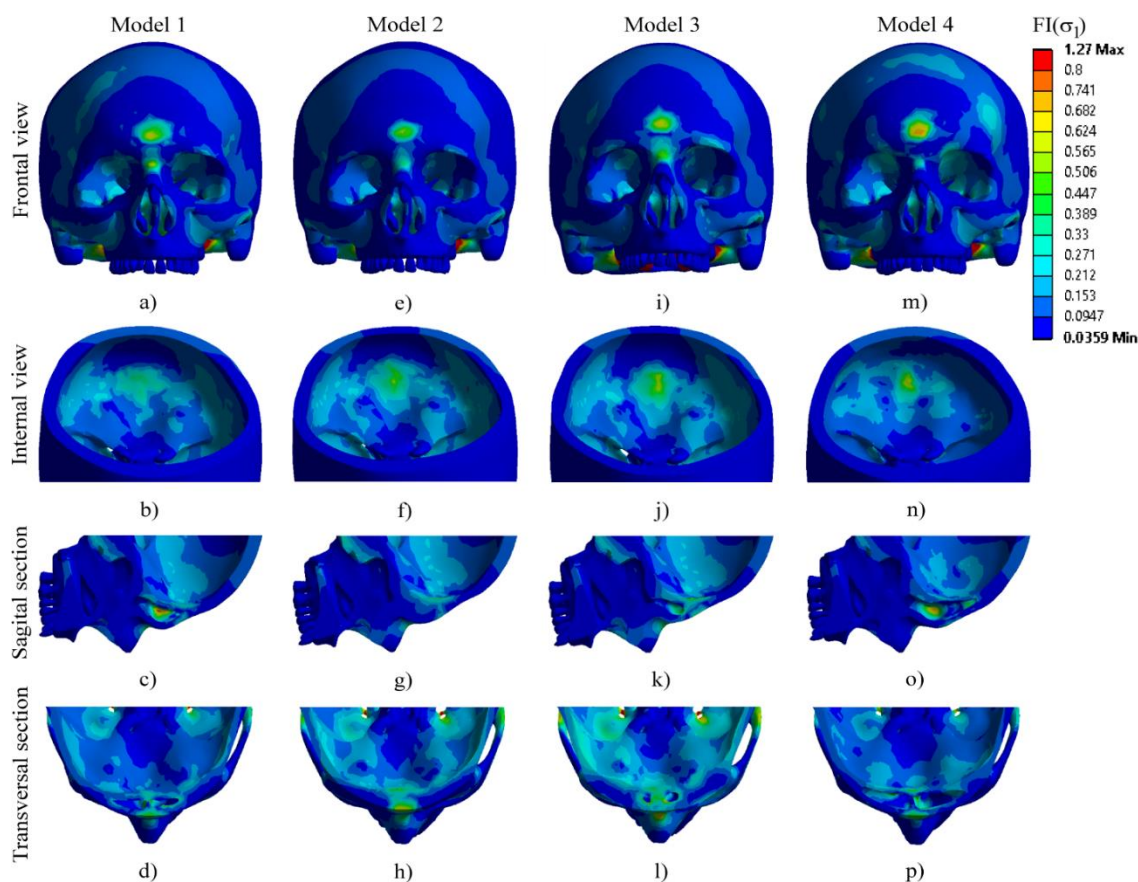
**Slika 55.** Distribucija sile pritiska i FI-kompresije.

Primećeni uglavnom na zadnjem sinusom zidu i frontalnom delu kranijalne osnove, dostižući maksimalne vrednosti u modelu 2 i modelu 3, redom. Međutim, nijedan od modela nije pokazao neuspeh, što ukazuje na to da se neuspeh može očekivati samo na višim nivoima udarne sile (Slika 56).



(A-D) Model 1; (E-H) Model 2; (I-L) Model 3; (M-P) Model 4.





Slika 56. Raspodela naprezanja i napetosti FI

### 5.3 Rezultati kliničkog istraživanja

Najstariji pacijenti su bili u podgrupi B, a najmlađi u podgrupi A. Utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika u starosti između ispitivanih grupa ( $p=0,017$ ). Dalja analiza je pokazala da statistički značajna razlika u starosti postoji između sledećih grupa: podgrupa A vs podgrupa B ( $p=0,006$ ), podgrupa A vs grupa 2 ( $p=0,016$ ) (Tabela 55). U svim ispitivanim grupama dominira muški pol. Grupe su ujednačene prema polu ( $p=0,076$ ).

Tabela 55. Demografski parametri u odnosu na ispitivane grupe

Parametri	Grupa 1-podgrupa A		Grupa 1-podgrupa B		Grupa 2		P
Starost	30.65±11.84		44.00±17.04 <sup>1</sup>		40.67±17.46 <sup>1</sup>		0,017†
0,1							
	Broj	%	Broj	%	Broj	%	
Muški	13	65,0	13	65,0	67	83,6	0,076‡
Ženski	7	35,0	7	35,0	13	16,2	

† Kruskal Wallis-ov test, <sup>1</sup> Mann-Whitney test vs podgrupa A, ‡ Hi-kvadrat test,

U obe podgrupe svi pacijenti su dobili povrede kao suvozači u saobraćajnim udesima. U grupi 2 dominiraju povrede dobijene na mestu suvozača ali su zastupljene i ostale kategorije povreda (Tabela 56).

**Tabela 56.** Etiologija povreda u odnosu na ispitivane grupe

Etiologija povrede	Grupa 1-podgrupa A		Grupa 1-podgrupa B		Grupa 2		P
	Broj	%	Broj	%	Broj	%	
Vozač	0	0,0	0	0,0	10	12,5	
Suvozač	20	100,0	20	100,0	47	58,8	
Pešak	0	0,0	0	0,0	10	12,5	
Motociklista	0	0,0	0	0,0	12	15,0	
Tuča	0	0,0	0	0,0	1	1,2	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

U podgrupi A i B povrede su najčešće bile u jesen (40,0%, odnosno 35,0%), a zatim u zimu (35,0% odnosno 25,0%). U grupu 2 povrede su se najčešće desile u zimskom periodu (32,5%) i u proleće (30,0%). Utvrđeno je da je vreme povređivanja ujednačeno u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,377$ ) (Tabela 57).

**Tabela 57.** Period povređivanja u odnosu na ispitivane grupe

Period	Grupa 1-podgrupa A		Grupa 1-podgrupa B		Grupa 2		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	Broj	%	
Leto	3	15,0	4	20,0	13	16,2	0,377
Jesen	8	40,0	7	35,0	17	21,2	
Zima	7	35,0	5	25,0	26	32,5	
Proleće	2	10,0	4	20,0	24	30,0	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

U podgrupi A povrede su najčešće nastale u periodu 18-21h (30,0%) i ujutru od 06-09h (25,0%). U podgrupi B povrede su najčešće nastale u periodu 06-09h (25,0%) i u periodu 10-13h (25,0%). U grupi 2 povrede su najčešće nastale u periodu 10-13h (36,2%) i u periodu 14-17h (27,5%). Učestalost povređivanja u periodu 18-21h se statistički značajno razlikuje u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,011$ ).

**Tabela 58.** Vremenski trenutak povređivanja

Vremenski trenutak	Grupa 1-podgrupa A		Grupa 1-podgrupa B		Grupa 2		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	Broj	%	
06-09h	5	25,0	5	25,0	20	25,0	1,000
10-13	2	10,0	5	25,0	29	36,2	0,063
14-17	4	20,0	3	15,0	22	27,5	0,451
18-21	6	30,0	3	15,0	5	6,2	0,011
22-01	1	5,0	1	5,0	2	2,5	0,772
02-06	2	10,0	3	15,0	2	2,5	0,070

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

U sve tri grupe dominiraju umereno ozbiljne povrede, odnosno povrede sa prijemnim skorom 10-13. Utvrđeno je da učestalost prijemnog GCS skora je ujednačena u odnosu na ispitivane grupe (p=0,400) (Tabela 59).

**Tabela 59.** Prijemni GCS

GCS	Grupa 1-podgrupa A		Grupa 1-podgrupa B		Grupa 2		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	Broj	%	
Ozbiljno (3-8)	7	35,0	7	35,0	18	22,5	0,400
Umereno (10-13)	7	35,0	10	50,0	36	45,0	
Blago (13-15)	6	30,0	3	15,0	26	32,5	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Učestalost Marshall-ovog skora je statistički značajno različita u odnosu na ispitivane grupe (p=0,005). Statistički značajna razlika postoji između podgrupe A i grupe 2 (p=0,001). Kod podgrupe A najčešća je druga kategorija skora – 50,0%, a kod grupe 2 najčešća je prva kategorija skora – 73,8% (Tabela 60).

**Tabela 60.** Marshalov skor u odnosu na ispitivane grupe

Marshalov skor	Grupa 1-podgrupa A		Grupa 1-podgrupa B		Grupa 2		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	Broj	%	
0-1.2	6	30.0	10	50.0	59	73.8	0.005
2-3.3	10	50.0	8	40.0	16	20.0	
4-5	4	20.0	2	10.0	5	6.2	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Preživeli su svi pacijenti podgrupe A, 95,0% pacijenata podgrupe B i 93,8% grupe 2. Utvrđeno je da je ishod lečenja ujednačen u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,659$ ) (Tabela 61).

**Tabela 61.** Ishod lečenja u odnosu na ispitivane grupe

Ishod lečenja	Grupa 1-podgrupa A		Grupa 1- podgrupa B		Grupa 2		P
	Broj	%	Broj	%	Broj	%	
Preživeli	20	100,0	19	95,0	75	93,8	0,695 <sup>#</sup>
Preminuli	0	0,0	0	0,0	2	2,5	
Nedostaju podaci	0	0,0	1	5,0	3	3,8	

# Fisher-ov test egzaktne verovatnoće

Kod sve tri grupe dominira izlovani prelom prednjeg zida, koji se javio kod 70,0% pacijenata podgrupe A, 50,0% pacijenata podgrupe B i 77,5% grupe 2. Prelomni obrazac je ujednačen u odnosu na ispitivane kategorije ( $p=0,389$ ) (Tabela 62).

**Tabela 62.** Prelomni obrazac

Prelomni obrazac	Grupa 1-podgrupa A		Grupa 1-podgrupa B		Grupa 2		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	Broj	%	
Izolovani – prednji zid	14	70,0	10	50,0	31	77,5	0,389
Izolovani - zadnji zid	2	10,0	1	5,0	1	2,5	
Uključena oba zida	3	15,0	6	30,0	5	12,5	
Prelom NFK	1	5,0	3	15,0	3	7,5	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

U podgrupi A najčešći su tipovi preloma 1 i 4, koji su zastupljeni sa 30% pacijenata. U podgrupi B najčešći je tip preloma 2 sa učestalošću od 40,0%. Utvrđeno je da su tipovi preloma ujednačeni u odnosu na ispitivane podgrupe ( $p=0,201$ ) (Tabela 63).

**Tabela 63.** Tip preloma čeonog sinusa

Tip preloma	Grupa 1-podgrupa A		Grupa 1-podgrupa B		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
Tip 1	6	30,0	3	15,0	0,201
Tip 2	3	15,0	8	40,0	
Tip 3	3	15,0	5	25,0	
Tip 4	6	30,0	2	10,0	
Tip 5	2	10,0	2	10,0	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test



U obe podgrupe najčešće je zastupljen tip preloma A po dubini baze lobanje, sa učestalošću od 50,0% u podgrupi A i 65,0% u podgrupi B. Tip preloma po dubini baze lobanje je ujednačen u odnosu na ispitivane podgrupe ( $p=0,582$ ).

**Tabela 64.** Tip preloma po dubini baze lobanje

Prelom po bazi lobanje	Grupa1- podgrupa A		Grupa1-podgrupa B		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
A	10	50,0	13	65,0	0,582
B	6	30,0	3	15,0	
C	3	15,0	2	10,0	
D	1	5,0	2	10,0	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Pridružene povrede gornje 1/3 su se javile kod 25,0% pacijenata grupe A, 25,0% grupe B i 43,8 % pacijenata grupe 2. Učestalost pridruženih povreda ove regije je ujednačena u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,135$ ). U Tabeli 63 je prikazana distribucija pojedinačnih pridruženih povreda gornje 1/3 u odnosu na ispitivane grupe (Tabela 65).

**Tabela 65.** Pridružene povrede gornje 1/3

Povrede	Grupa1- podgrupa A		Grupa1- podgrupa B		Grupa 2		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	Broj	%	
Etmoid	1	5.0	0	0.0	6	7.5	
Orbita	1	5.0	1	5.0	3	3.8	
Krov orbite	1	5.0	0	0.0	6	7.5	
Sfenoidni sinus	1	5.0	1	5.0	6	7.5	
Izolovani prelom nosa	1	5.0	1	5.0	6	7.5	
Lamina cribrosa	0	0.0	2	10.0	4	5.0	
NOE	0	0.0	0	0.0	4	5.0	
<b>Ukupno</b>	<b>5</b>	<b>25.0</b>	<b>5</b>	<b>25.0</b>	<b>35</b>	<b>43.8</b>	<b>0,135</b>

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Pridružene povrede srednje 1/3 su se javile kod svih pacijenata u ispitivanim grupama (Tabela 66). Učestalost pridruženih povreda ove regije je ujednačena u odnosu na ispitivane grupe (Tabela 66).

**Tabela 66.** Pridružene povrede srednjeg 1/3

Povrede	Grupa1- podgrupa A		Grupa1- podgrupa B		Grupa 2		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	Broj	%	
Izolovana orbita	3	15,0	3	15,0	23	28,7	0,253
Ile Fort I	4	20,0	2	10,0	18	22,5	0,457
Ile Fort II	4	20,0	2	10,0	21	26,2	0,285
Ile Fort III	6	30,0	7	35,0	14	17,5	0,167
Izolovana maksila	0	0,0	1	5,0	0	0,0	1,000 <sup>2</sup>
Izolovan jagodični luk	1	5,0	4	20,0	4	5,0	0,067 <sup>2</sup>
Alveolarni nastavak	2	10,0	1	5,0	4	5,0	0,684 <sup>2</sup>
<b>Ukupno</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>	<b>80</b>	<b>100,0</b>	<b>1,000</b>

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test, <sup>2</sup> Fisher-ov test egzaktne verovatnoće

Pridružene povrede donje 1/3 su se javile kod 70,0% pacijenata grupe A, 80,0% grupe B i 87,5% pacijenata grupe 2. Učestalost pridruženih povreda ove regije je ujednačena u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,156$ ). U Tabeli je prikazana distribucija pojedinačnih pridruženih povreda donje 1/3 u odnosu na ispitivane grupe (Tabela 67). Povrede simfize i tela donje vilice se statistički značajno razlikuju u odnosu na ispitivane grupe ( $p<0,001$ , odnosno  $p=0,001$ ).

**Tabela 67.** Pridružene povrede donje 1/3

Povrede	Grupa1- podgrupa A		Grupa1- podgrupa B		Grupa 2		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	Broj	%	
Kondilarna glava	0	0,0	1	5,0	0	0,0	0,333 <sup>2</sup>
Symphisa	2	10,0	1	5,0	4	5,0	0,684 <sup>2</sup>
Parasymphisa	1	5,0	1	5,0	52	65,0	<0,001 <sup>2</sup>
Telo donje vilice	5	25,0	6	30,0	3	3,8	0,001
Vilični ugao	1	5,0	0	0,0	0	0,0	0,333 <sup>2</sup>
Vilična grana	2	10,0	3	15,0	3	3,8	0,158
Alveolarni nastavak	3	15,0	1	5,0	2	2,5	0,072
Subkondilarni nastavak	0	0,0	2	10,0	2	2,5	0,253
Muskularni nastavak	0	0,0	1	5,0	3	3,8	1,000 <sup>2</sup>
Kondilarni vrat	0	0,0	0	0,0	1	1,2	1,000 <sup>2</sup>
<b>Ukupno</b>	<b>14</b>	<b>70,0</b>	<b>16</b>	<b>80,0</b>	<b>70</b>	<b>87,5</b>	<b>0,156</b>

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test, <sup>2</sup> Fisher-ov test egzaktne verovatnoće

Prelom baza lobanje je utvrđen kod 5 pacijenata podgrupe A (25,0) i 7 pacijenata podgrupe B (35,0%). Utvrđeno je da ne postoji statistički značajna razlika u učestalosti preloma baze lobanje između ove dve podgrupe ( $p=0,730$ ).

Dužina hospitalizacije se statistički značajno razlikuje u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,005$ ). Najduža hospitalizacija je kod pacijenata podgrupe A, zatim kod pacijenata grupe 2, a najkraća kod pacijenata podgrupe B. Daljom analizom je pokazano da statistički značajna razlika postoji između: podgrupe A i podgrupe B ( $p=0,003$ ) i podgrupe B i grupe A ( $p=0,003$ ) (Tabela 68). Trauma skor je ujednačen u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,558$ ).

**Tabela 68.** Dužina hospitalizacije u odnosu na ispitivane grupe

	Grupa1- PodgrupaA		Grupa1- podgrupa B		Grupa 2		P
<b>Dužina hospitalizacije</b>							
<b>AS±SD</b>	5.25±1.86 <sup>1</sup>		3.35±1.69 <sup>1</sup>		4.95±2.40		0.005†
<b>MIN-MAX</b>	1.0	9.0	1.0	7.0	1.0	10.0	
<b>Trauma skor</b>							
<b>AS±SD</b>	18.06±3.86		18.65±3.31		17.71±3.49		0.558
<b>MIN-MAX</b>	12.0	23.0	12.0	24.0	10.0	30.0	

AS±SD – aritmetička sredina±standardna devijacija,  
† Kruskal-Wallis-ov test, <sup>1</sup> Mann-Whitney test vs grupa 2

Volumen levog i desnog frontalnog sinusa, kao i ukupni volumen su statistički značajno veći kod pacijenata podgrupe B. Ostali parametri frontalnog sinusa su ujednačeni u odnosu na ispitivane grupe (Tabela 69).

**Tabela 69.** Parametri frontalnog sinusa u ispitivanim grupama

Parametri †	Grupa1- PodgrupaA	Grupa1- podgrupa B	p‡
<b>Volemen sinusa levo (ml)</b>	7.89±3.96	18.96±7.37	<0.001
<b>Volumen sinusa desno (ml)</b>	12.67±5.19	22.16±5.77	<0.001
<b>Ukupni volumen sinusa (ml)</b>	20.07±7.14	42.79±8.14	<0.001
<b>Debljina prednjeg zida sinusa (mm)</b>	1.64±0.36	1.56±0.31	0.565
<b>Debljina zadnjeg zida sinusa (mm)</b>	1.04±0.21	1.05±0.14	0.739
<b>Debljina krova orbite (mm)</b>	0.63±0.19	0.58±0.18	0.374
<b>Broj intersinusinih septi</b>	5.05±1.73	4.65±1.56	0.378
<b>Debljina intesinusnog septum</b>	1.01±0.14	0.98±0.21	0.878

† AS±SD – aritmetička sredina±standardna devijacija, ‡ Mann-Whitney test

SF 36 skor je ujednačen u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,741$ ). Vrednosti ovog skora kreću se u opsegu od 56,0-98,0 (Tabela 70).

**Tabela 70.** SF 36 u odnosu na ispitivane grupe

SF-36	Grupa1-PodgrupaA		Grupa1-podgrupa B		Grupa 2		P†
AS±SD	77.10±10.80		77.05±9.10		78.51±9.37		0.741
MIN-MAX	56.0	98.0	56.0	93.0	56.0	98.0	

AS±SD – aritmetička sredina±standardna devijacija, † Kruskal-Wallis-ov test

Komplikacije su se javile kod 10,0% pacijenata podgrupe A, 10,0% pacijenata podgrupe B i kod 8,8% grupe 2. Utvrđeno je da je pojava komplikacija ujednačena u odnosu na ispitivane grupe. U tabeli 71 je prikazana distribucija različitih komplikacija u odnosu na ispitivane grupe.

**Tabela 71.** Vrste komplikacija

Komplikacije	Grupa1-podgrupa A		Grupa1-podgrupa B		Grupa 2		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	Broj	%	
Infekcija	0	0.0	1	5.0	2	2.5	
Osteomijelitis	0	0.0	0	0.0	1	1.2	
Apsec	0	0.0	0	0.0	2	2.5	
Dehiscencija rane	1	5.0	1	5.0	2	2.5	
Pneumocefalus	1	5.0	0	0.0	0	0.0	
<b>Ukupno</b>	<b>2</b>	<b>10.0</b>	<b>2</b>	<b>10.0</b>	<b>7</b>	<b>8.8</b>	<b>0,975</b>

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Većina povreda u sve tri ispitivane grupe je zbrinuta u prvih 12h odnosno u prvih 24h. Utvrđeno je da ne postoji statistički značajna razlika u vremenskom okviru zbrinjavanja povreda u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,895$ ).

**Tabela 72.** Vremenski okvir u odnosu na ispitivane grupe

Vremenski okvir	Grupa1-podgrupa A		Grupa1-podgrupa B		Grupa 2		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	Broj	%	
prvih 6h	3	15.0	6	30.0	17	21.2	0.895
prvih 12h	7	35.0	6	30.0	28	35.0	
prvih 24h	7	35.0	4	20.0	23	28.7	
prvih 72h	3	15.0	4	20.0	12	15.0	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Rekonstrukcija prednjeg zida rađena je kod svih pacijenata u podgrupi A i B i kod 42,5% pacijenata grupe. Utvrđeno je da je ova rekonstrukcija statistički značajno češće rađena kod pacijenata u ove dve podgrupe u odnosu na grupu 2 ( $p < 0,001$ ). U sve tri ispitivane grupe podjednako su za rekonstrukciju prednjeg zida korišćenje mach i mikropličice ( $p = 0,929$ ) (Tabela 73).

**Tabela 73.** Rekonstrukcija prednjeg zida u odnosu na ispitivane grupe

Rekonstrukcija	Grupa 1-podgrupa A		Grupa 1-podgrupa B		Grupa 2		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	Broj	%	
Mach	10	50.0	11	55.0	17	50.0	0.929
Mikro pločica	10	50.0	9	45.0	17	50.0	
<b>Ukupno</b>	<b>20</b>	<b>100.0</b>	<b>20</b>	<b>100.0</b>	<b>34</b>	<b>42.5</b>	<b>&lt;0,001</b>

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Rekonstrukcija zadnjeg zida rađena je kod 75,0% pacijenata u podgrupi A i 70,0% pacijenata podgrupe B, kao i kod 70,6% pacijenata grupe 2 kojima je rađena rekonstrukcija prednjeg zida. U sve tri ispitivane grupe podjednako su za rekonstrukciju prednjeg zida korišćenje mach i mikropličice ( $p = 0,929$ ) (Tabela 74).

**Tabela 74.** Rekonstrukcija zadnjeg zida u odnosu na ispitivane grupe

Rekonstrukcija	Grupa1-podgrupa A		Grupa1-podgrupa B		Grupa 2		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	Broj	%	
Mach	2	10.0	2	10.0	5	14.7	0.929
Mikro pločica	13	65.0	12	60.0	19	55.9	
Itaktan zid	5	25.0	6	30.0	10	29.4	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Fraktura orbitalnog sprata se desila kod 60,0% pacijenata podgrupe A i kod 60,0% podgrupe B. Utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika u učestalosti fraktura orbitalnog sprata u odnosu na ispitivane grupe ( $p < 0,001$ ). Trauma NF kanala se desila kod 50,0% pacijenata podgrupe A, 40,0% pacijenata podgrupe B i kod 61,8% pacijenata grupe 2 kojima je rađena rekonstrukcija. Utvrđeno je da je ova povreda ujednačena u odnosu na ispitivane grupe ( $p = 0,288$ ).

Rekonstrukcija NF kanala je rađena kod 60,0% pacijenata podgrupe A i 50,0% pacijenata podgrupe B. Kod pacijenata grupe 2 nije bilo potrebe za ovakvom rekonstrukcijom. Učestalost rekonstrukcije se statistički značajno razlikuje u odnosu na ispitivane grupe ( $p < 0,001$ ). Najčešće je rađena obliteracija kod 40,0% pacijenata podgrupe A i 30,0% pacijenta podgrupe B. Anatomska rekonstrukcija je rađena kod 20,0% pacijenata

podgrupe A i 20,0% pacijenta podgrupe B (Tabela 75). Udružene povrede su se javile kod 80,0% pacijenata podgrupe A i 70,0% pacijenta podgrupe B i 56,2% pacijenata grupe 2. Učestalost udruženih povreda je ujednačena u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,109$ ). Laceracija kože se javila kod 50,0% pacijenata podgrupe A, 40,0% pacijenta podgrupe B i 56,2% pacijenata grupe 2. Povrede drugih organa i tkiva su se javile kod 30,0% pacijenata podgrupe A i 30,0% pacijenta podgrupe B.

**Tabela 75.** Fraktura orbitalnog sprata, trauma NF kanala u odnosu na ispitivane grupe

Parametri	Grupa 1- podgrupa A		Grupa 1- podgrupa B		Grupa 2		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	Broj	%	
<b>Fraktura orbitalnog sprata</b>							
Da	12	60,0	12	60,0	0	0,0	<0,001
Ne	8	40,0	8	40,0	80	100,0	
<b>Trauma NF kanala</b>							
Da	10	50,0	8	40,0	21	61,8	0,288
Ne	10	50,0	12	60,0	13	38,2	
<b>Rekonstrukcija NF kanala</b>							
Obliteracija	8	40,0	6	30,0	0	0,0	<0,001
Anatomska reostrukcija	4	20,0	4	20,0	0	0,0	
Nije bilo potrebe	8	40,0	10	50,0	80	100,0	
<b>Udružene povrede</b>							
Laceracija kože	10	50,0	8	40,0	45	56,2	
Povrede drugih organa i tkiva	6	30,0	6	30,0	0	0,0	
Bez drugih povreda	4	20,0	6	30,0	35	43,8	0,109

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Estetske komplikacije su se javile kod 50,0% pacijenata podgrupe A, 40,0% pacijenta podgrupe B i 46,2% pacijenata grupe 2. Učestalost estetskih komplikacija je ujednačena u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,810$ ). Komplikacije koštanog masiva se statistički značajno razlikuju u odnosu na ispitivane grupe ( $p<0,001$ ). Ove komplikacije su najčešće kod pacijenata grupe 2 (46,2%), a kod pacijenata podgrupe A i B zastupljene sa 10,0%. Komplikacije kože i mekih tkiva se statistički značajno razlikuju u odnosu na ispitivane grupe ( $p<0,001$ ). Ove komplikacije su najčešće kod pacijenata podgrupe A i podgrupe B, a nisu se javile kod pacijenata grupe 2.

Infektivne komplikacije su se javile kod 20,0% pacijenata podgrupe A, 15,0% pacijenta podgrupe B i 18,8% pacijenata grupe 2. Učestalost komplikacije je ujednačena u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,907$ ). Sinuzitis se javio kod 10,0% pacijenata podgrupe A, 10,0% pacijenta podgrupe B i 8,8% pacijenata grupe 2. Druga infektivna stanja su se javila kod 10,0% pacijenata podgrupe A, 5,0% pacijenta podgrupe B i 10,0% pacijenata grupe 2.

**Tabela 76.** Komplikacije hiruškog tretmana frontalnog sinusa u odnosu na ispitivane grupe

Komplikacije	Grupa 1- podgrupa A		Grupa 1- podgrupa B		Grupa 2		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	Broj	%	
Estetske							
Koštanog masiva	2	10,0	2	10,0	37	46,2	<0,001
Kože i mekih tkiva	8	40,0	6	30,0	0	0,0	<0,001
Bez primedbi	10	50,0	12	60,0	43	53,8	0,810
Infektivne							
Sinuzitis	2	10,0	2	10,0	7	8,8	0,975
Druga infektivna stanja	2	10,0	1	5,0	8	10,0	0,778
Bez oboljenja	16	80,0	17	85,0	65	81,2	0,907

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Bez komplikacije je bilo 80,0% pacijenata podgrupe A, 85,0% pacijenta podgrupe B i 81,2% pacijenata grupe 2. Komplikacije su se javile sa traumom kod 10,0% pacijenata podgrupe A, 5,0% pacijenta podgrupe B i 10,0% pacijenata grupe 2. Komplikacije su se javile nakon operacije kod 10,0% pacijenata podgrupe A, 10,0% pacijenta podgrupe B i 8,8% pacijenata grupe 2.

**Tabela 77.** Vreme pojave komplikacija u odnosu na ispitivane grupe

Pojava komplikacija	Grupa 1- podgrupa A		Grupa 1- podgrupa B		Grupa 2		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	Broj	%	
Sa traumom	2	10,0	1	5,0	8	10,0	
Nakon operacije	2	10,0	2	10,0	7	8,8	
Bez komplikacija	16	80,0	17	85,0	65	81,2	0,907

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Repozicija ulomaka i osteosinteza Mash-om rađena je kod 40,0% pacijenata podgrupe A, 35,0% pacijenta podgrupe B i 37,5% pacijenata grupe 2. Repozicija i osteosinteza mini pločicama rađena je kod 55,0% pacijenata podgrupe A, 55,0% pacijenta podgrupe B i 55,0% pacijenata grupe 2. Redukcija sinusa rađena je kod 5,0% pacijenata podgrupe A, 10,0% pacijenta podgrupe B i 7,5% pacijenata grupe 2. Primenjene tehnike su ujednačene u odnosu na ispitivane grupe (p=0,982).

**Tabela 78.** Primenjene tehnike rekonstrukcije u odnosu na ispitivane grupe

Tehnike rekonstrukcije	Grupa 1- podgrupa A		Grupa 1- podgrupa B		Grupa 2		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	Broj	%	
Repozicija ulomaka i osteosinteza mashom	8	40,0	7	35,0	30	37,5	0,982
Repozicija i osteosinteza mini pločicama	11	55,0	11	55,0	44	55,0	
Redukcija sinusa	1	5,0	2	10,0	6	7,5	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Duže od 15 dana lečeno je 40,0% pacijenata podgrupe A, 35,0% pacijenata podgrupe B i 36,2% pacijenata grupe 2. Do 15 dana lečeno je 5,0% pacijenata podgrupe A, 10,0% pacijenata podgrupe B i 8,8% pacijenata grupe 2. Do 7 dana lečeno je 30,0% pacijenata podgrupe A, 25,0% pacijenata podgrupe B i 27,5% pacijenata grupe 2. Do 5 dana lečeno je 25,0% pacijenata podgrupe A, 30,0% pacijenata podgrupe B i 27,5% pacijenata grupe 2. Utvrđeno je da je broj dana hospitalizacije ujednačen u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,995$ ).

**Tabela 79.** Broj dana hospitalizacije u odnosu na ispitivane grupe

Broj dana hospitalizacije	Grupa 1- podgrupa A		Grupa 1- podgrupa B		Grupa 2		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	Broj	%	
do 5 dana	5	25,0	6	30,0	22	27,5	0,995
do 7 dana	6	30,0	5	25,0	22	27,5	
do 15 dana	1	5,0	2	10,0	7	8,8	
preko 15 dana	8	40,0	7	35,0	29	36,2	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Većina pacijenata je imala kontrolu u sva tri perioda, odnosno 90,0% pacijenata podgrupe A, 80,0% pacijenata podgrupe B i 81,2% pacijenata grupe 2. Utvrđeno je da je učestalost kontrola ujednačena u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,588$ ).

**Tabela 80.** Kontrola u odnosu na ispitivane grupe

Kontrola	Grupa 1-podgrupa A		Grupa 1-podgrupa B		Grupa 2		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	Broj	%	
6 meseci	2	10,0	4	20,0	15	18,8	0,588
sva tri perioda	18	90,0	16	80,0	65	81,2	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Nazolikvororeja se javila kod 35,0% pacijenata podgrupe A, 35,0% pacijenata podgrupe B i 37,5% pacijenata grupe 2. Učestalost nazolikvoroje je ujednačena u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,965$ ).

**Tabela 81.** Pojava nazolikvoroje

Nazolikvororeja	Grupa 1- podgrupa A		Grupa 1- podgrupa B		Grupa 2		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	Broj	%	
Da	7	35,0	7	35,0	30	37,5	0,965
Ne	13	65,0	13	65,0	50	62,5	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test



U sve tri grupe najčešći vid zbrinjavanja je fascia lata. U manjem procentu korišćen je beriplast i pericranijalni flap. Učestalost različitih tehnika zbrinjavanja je ujednačena u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,993$ ).

**Tabela 82.** Način zbrinjavanja nazolikvororeje u odnosu na ispitivane grupe

Način zbrinjavanja	Grupa 1- podgrupa A		Grupa 1- podgrupa B		Grupa 2		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	Broj	%	
Beriplast	2	10,0	2	10,0	7	8,8	0,993
fascia lata	4	20,0	3	15,0	15	18,8	
pericranijalni flap	1	5,0	2	10,0	8	10,0	
bez rekonstrukcije	13	65,0	13	65,0	50	62,5	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Najčešća intrakranijalna povreda je pneumocefalon i javila se kod 30,0% pacijenata podgrupe A, 40,0% pacijenta podgrupe B i 35,0% pacijenata grupe 2. Zatim sledi prelom prednje baze lobanje, koji se javio kod 35,0% pacijenata podgrupe A, 35,0% pacijenta podgrupe B i 35,0% pacijenata grupe 2. Ostale intrakranijalne povrede su se javile u manjem procentu. Distribucija intrakranijalnih povreda je ujednačena u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,781$ ).

**Tabela 83.** Intrakranijalne povrede u odnosu na ispitivane grupe

Intrakranijalne povrede	Grupa 1- podgrupa A		Grupa 1- podgrupa B		Grupa 2		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	Broj	%	
Pneumocephalus	6	30,0	8	40,0	28	35,0	0,781
CF fistula	5	25,0	3	15,0	16	20,0	
Prelom prednje baze lobanje	7	35,0	7	35,0	29	36,2	
Kompresija n.opticusa	1	5,0	2	10,0	7	8,8	
IC hemoragija	1	5,0	0	0,0	0	0,0	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Kontuzija mozga se javila kod svih pacijenata podgrupe A i 66,2% pacijenata grupe 2. Utvrđena je statistički značajna razlika u učestalosti kontuzija mozga u odnosu na ispitivane grupe ( $p<0,001$ ). Većina pacijenata je lečena operativno, odnosno 95,0% pacijenata podgrupe A, 85,0% pacijenta podgrupe B i 88,8% pacijenata grupe 2. Način lečenja je ujednačen u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,548$ ).

**Tabela 84.** CT prezentacija kontuzija i način lečenja pacijenata u odnosu na ispitivane grupe

Kontuzija	Grupa1- podgrupaA		Grupa1- podgrupa B		Grupa 2		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	Broj	%	
Da	20	100,0	0	0,0	53	66,2	<0,001
Ne	0	0,0	20	100,0	27	33,8	
<b>Način lečenja pacijenata</b>							
Operativno	19	95,0	17	85,0	71	88,8	0,548
Neoperativno	1	5,0	3	15,0	9	11,2	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Na Bekovoj skali depresivnosti najviše pacijenata je imalo skor 0-13, odnosno 40,0% pacijenata podgrupe A, 55,0% pacijenata podgrupe B i 31,2% pacijenata grupe 2. Vrednosti 14-19 imalo je 30,0% pacijenata podgrupe A, 35,0% pacijenata podgrupe B i 21,2% pacijenata grupe 2. Vrednosti 20-28 imalo je 15,0% pacijenata podgrupe A, 10,0% pacijenata podgrupe B i 28,7% pacijenata grupe 2. Vrednosti 29-63 imalo je 15,0% pacijenata podgrupe A i 8,8% pacijenata grupe 2. Vrednosti Bekova skale depresivnosti su ujednačene u odnosu na ispitivane grupe (p=0,117).

Na Bekovoj skali anksioznosti najviše pacijenata je imalo skor 0-9, odnosno 40,0% pacijenata podgrupe A, 75,0% pacijenata podgrupe B i 52,5% pacijenata grupe 2. Vrednosti 10-16 imalo je 20,0% pacijenata podgrupe A, 25,0% pacijenata podgrupe B i 21,2% pacijenata grupe 2. Vrednosti 17-29 imalo je 25,0% pacijenata podgrupe A, 5,0% pacijenata podgrupe B i 18,8% pacijenata grupe 2. Vrednosti 30-63 imalo je 15,0% pacijenata podgrupe A i 7,5% pacijenata grupe 2. Vrednosti Bekova skale anksioznosti su ujednačene u odnosu na ispitivane grupe (p=0,143).

**Tabela 85.** Bekova skala depresivnosti i anksioznosti u odnosu na ispitivane grupe

Bekova skala depresivnost	Grupa1- podgrupaA		Grupa1- podgrupa B		Grupa 2		P
	Broj	%	Broj	%	Broj	%	
<b>0-13</b>	8	40,0	11	55,0	25	31,2	0,117
<b>14-19</b>	6	30,0	7	35,0	25	21,2	
<b>20-28</b>	3	15,0	2	10,0	23	28,7	
<b>29-63</b>	3	15,0	0	0,0	7	8,8	
<b>Bekova skala anksioznosti</b>							
<b>0-9</b>	8	40,0	15	75,0	42	52,5	0,143
<b>10-16</b>	4	20,0	4	20,0	17	21,2	
<b>17-29</b>	5	25,0	1	5,0	15	18,8	
<b>30-63</b>	3	15,0	0	0,0	6	7,5	

### 5.3.1 Rezultati u odnosu na prisustvo kontuzije

Pacijenti sa kontuzijom mozga su bili statistički značajno mlađi u odnosu na pacijente koji nisu imali kontuziju mozga ( $p=0,031$ ). Polna struktura je bila ujednačena u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,079$ ) (Tabela 86).

**Tabela 86.** Demografske karakteristike u odnosu na prisustvo kontuzija

Demografske karakteristike	Kontuzija		Bez kontuzije		P
	Broj	%	Broj	%	
Starost†	36.93±15.77		43.66±18.14		0.031 <sup>1</sup>
Pol	Broj	%	Broj	%	
Muški	61	83.6	32	68.1	0.079 <sup>2</sup>
Ženski	12	16.4	15	31.9	

† aritmetička sredina±standardna devijacija, <sup>1</sup> Mann-Whitney test, <sup>2</sup> Hi kvadrat test

U obe grupe su najčešće povrede suvozača (64,4% odnosno 85,1%). Ostale povrede su se javile sa znatno manjom učestalošću. Etiologija povrede je ujednačena u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,065$ ) (Tabela 87).

**Tabela 87.** Etiologija povrede u odnosu na prisustvo kontuzija

Etiologija povrede	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
Vozač	8	11.0	2	4.3	0.065
Suvozač	47	64.4	40	85.1	
Pešak	9	12.3	1	2.1	
Motociklista	8	11.0	4	8.5	
Tuča	1	1.4	0	0.0	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

U obe grupe povrede su najčešće nastale u zimu (30,1% odnosno 34,0%) i jesen (28,8% odnosno 23,4%). Period povređivanja je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,927$ ) (Tabela 88).

**Tabela 88.** Period povređivanja u odnosu na prisustvo kontuzija

Period	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
Leto	12	16.4	8	17.0	0.927
Jesen	21	28.8	11	23.4	
Zima	22	30.1	16	34.0	
Proleće	18	24.7	12	25.5	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Kod pacijenata sa kontuzijom povrde su se najčešće dešavale u periodu 14-17h (28,8%) i 10-13h (27,4%). U grupi bez kontuzija povrde su se najčešće dešavale između 10-13h (34,0%) i 06-09h (27,47%). Vremenski trenutak povređivanja je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,728$ ) (Tabela 89).

**Tabela 89.** Vremenski trenutak povređivanja u odnosu na prisustvo kontuzija

Vremenski trenutak	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
06-09h	17	23.3	13	27.7	0.728
10-13	20	27.4	16	34.0	
14-17	21	28.8	8	17.0	
18-21	8	11.0	6	12.8	
22-01	3	4.1	1	2.1	
02-06	4	5.5	3	6.4	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

U obe grupe najčešće je GSC bio između 10-13, odnosno radilo se o umerenim povredama (42,5%, odnosno 46,8%). Ozbiljne povrede su se javile kod 26,0% sa kontuzijama i 27,7% bez kontuzija. Prijemni GSC je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,777$ ) (Tabela 90).

**Tabela 90.** Prijemni GCS u odnosu na prisustvo kontuzija

GCS	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
Ozbiljno (3-8)	19	26.0	13	27.7	0.777
Umereno (10-13)	31	42.5	22	46.8	
Blago (13-15)	23	31.5	12	25.5	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Marshalov skor je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,578$ ) (Tabela 91). Najčešće su vrednosti bile u opsegu 0-1,2 (58,9% odnosno 68,1%).

**Tabela 91.** Marshalov skor u odnosu na ispitivane grupe

Marshalov skor	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
0-1.2	43	58.9	32	68.1	0.578
2-3.3	23	31.5	11	23.4	
4-5	7	9.6	4	8.5	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Preživelo je 98,6% pacijenata sa kontuzijama i 89,4% bez kontuzija. Ishod lečenja je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,142$ ) (Tabela 92).

**Tabela 92.** Ishod lečenja u odnosu na ispitivane grupe

Ishod lečenja	Kontuzija		Bez kontuzije		P
	Broj	%	Broj	%	
Preživeli	42	89.4	72	98.6	0,142#
Preminuli	0	0.0	2	4.3	
Nedostaju podaci	1	1.4	3	6.4	

# Fisher-ov test egzaktne verovatnoće

U obe grupe najčešći prelomni obrazac je izolovani prelom prednjeg zida, kod 77,3% pacijenata sa kontuzijama i 58,3% pacijenata bez kontuzija. Prelom oba zida se javio kod 13,6% pacijenata sa kontuzijama i 22,2% pacijenata bez kontuzija. Izolovani prelom zadnjeg zida javio se kod 4,5% pacijenata sa kontuzijama i 5,6% pacijenata bez kontuzija. Prelom nazofrontalnog sinusa se javio kod 4,5% pacijenata sa kontuzijama i 13,9% pacijenata bez kontuzija. Prelomni obrazac je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,271$ ) (Tabela 93).

**Tabela 93.** Prelomni obrazac u odnosu na prisustvo kontuzija

Prelomni obrazac	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
Izolovani – prednji zid	34	77.3	21	58.3	0.271
Izolovani - zadnji zid	2	4.5	2	5.6	
Uključena oba zida	6	13.6	8	22.2	
Prelom nazofrontalnog kanala	2	4.5	5	13.9	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Pridružene povrede gornje 1/3 su se javile kod 38,3% pacijenata sa kontuzijama i 34,1% pacijenata bez kontuzija. Učestalost pridruženih povreda gornje 1/3 je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,776$ ) (Tabela 94). Distribucija pojedinačnih povreda je prikazana u Tabeli 94.

**Tabela 94.** Pridružene povrede gornje 1/3 u odnosu na prisustvo kontuzija

Povrede	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
Etmoid	6	8,2	1	2,1	
Orbita	4	5,5	1	2,1	
Krov orbite	4	5,5	3	6,4	
Sfenoidni sinus	5	6,8	2	4,3	
Izolovani prelom nosa	6	8,2	2	4,3	
Lamina cribrosa	1	1,4	5	10,6	
NOE	2	2,7	2	4,3	
Ukupno	28	38,3	16	34,1	0.776

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Pridružene povrede srednje 1/3 su se javile kod svih pacijenata. Kod pacijenata sa kontuzijom najčešće se javio Le Fort II (27,4%) i izolovana povreda orbite (27,4%). Kod pacijenata bez kontuzija najčešće se javio Le Fort III (25,5%) i Le Fort I (23,4%). Učestalost pridruženih povreda srednje 1/3 je ujednačena u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,212$ ) (Tabela 95).

**Tabela 95.** Pridružene povrede srednjeg 1/3 u odnosu na prisustvo kontuzija

Povrede	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
Izolovana orbita	20	27,4	9	19,1	0,212
Le Fort I	13	17,8	11	23,4	
Le Fort II	20	27,4	7	14,9	
Le Fort III	15	20,5	12	25,5	
Izolovana maksila	0	0,0	1	2,1	
Izolovan jagodični luk	3	4,1	6	12,8	
Alveolarni nastavak	2	2,7	1	2,1	
<b>Ukupno</b>	<b>73</b>	<b>100,0</b>	<b>47</b>	<b>100,0</b>	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Pridružene povrede donje 1/3 su se javile kod 84,8% pacijenata sa kontuzijama i 80,9% pacijenata bez kontuzija. Kod pacijenata sa kontuzijama najčešće se javile povrede parasimfize (53,4%). Kod pacijenata bez kontuzija najčešće se javile povrede parasimfize (31,9%) i povrede tela donje vilice (17,0%). Učestalost pridruženih povreda donje 1/3 je ujednačena u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,251$ ) (Tabela 96).

**Tabela 96.** Pridružene povrede donje 1/3 u odnosu na prisustvo kontuzija

Povrede	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
Kondilarna glava	0	0,0	1	2,1	0,251
Symphisa	5	6,8	2	4,3	
Parasymphisa	39	53,4	15	31,9	
Telo donje vilice	6	8,2	8	17,0	
Vilični ugao	1	1,4	0	0,0	
Vilična grana	3	4,1	5	10,6	
Alveolarni nastavak	4	5,5	2	4,3	
Subkondilarni nastavak	2	2,7	2	4,3	
Muskularni nastavak	2	2,7	2	4,3	
Kondilarni vrat	0	0,0	1	2,1	
<b>Ukupno</b>	<b>62</b>	<b>84,8</b>	<b>38</b>	<b>80,9</b>	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Prelom baza lobanje je utvrđen kod 5 pacijenata sa kontuzijama (25,0%) i 7 pacijenata bez kontuzija (35,0%). Utvrđeno je da ne postoji statistički značajna razlika u učestalosti preloma baze lobanje između ove dve podgrupe ( $p=0,730$ ).

Pacijenti sa kontuzijama su statistički značajno duže bili hospitalizovani u odnosu na pacijente bez kontuzije ( $p=0,045$ ). Trauma skor je bio ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,734$ ) (Tabela 97).

**Tabela 97.** Dužina hospitalizacije u odnosu na ispitivane grupe u odnosu na prisustvo kontuzija

Parametri	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
Dužina hospitalizacije					
AS±SD	5,07±2,38		4,21±2,05		0,045
MIN-MAX	1,0	10,0	1,0	9,0	
Trauma skor					
AS±SD	17,79±3,32		18,13±3,84		0,734
MIN-MAX	10,	23,0	10,0	30,0	

AS±SD – aritmetička sredina±standardna devijacija, <sup>1</sup> Mann-Whitney test

Volumen levog i desnog sinusa, kao i ukupni volumen su statistički značajno veći kod pacijenata bez kontuzija ( $p<0,001$ , za sve parametre). Debljina prednjeg zida orbite je statistički značajno manje kod pacijenata sa kontuzijama ( $p=0,047$ ), a debljina zadnjeg zida orbite je statistički značajno veća kod pacijenata sa kontuzijama ( $p=0,038$ ) (Tabela 98).

**Tabela 98.** Parametri frontalnog sinusa u ispitivanim grupama u odnosu na prisustvo kontuzija

Parametri	Kontuzija	Bez kontuzije	P <sup>1</sup>
Volemen sinusa levo (ml)	7.89±3.96	18.96±7.37	<0.001
Volumen sinusa desno (ml)	12.67±5.19	22.16±5.77	<0.001
Ukupni volumen sinusa (ml)	20.07±7.14	42.79±8.14	<0.001
Debljina prednjeg zida sinusa (mm)	1,08±0,58	1,29±0,54	0,047
Debljina zadnjeg zida sinusa (mm)	2,80±2,26	2,00±1,89	0,038
Debljina krova orbite (mm)	0,75±0,26	0,67±0,27	0,113
Broj intersinusinih septi	3,06±1,94	3,83±1,77	0,345
Debljina intesinusnog septum	0,99±0,16	0,95±0,21	0,490

AS±SD – aritmetička sredina±standardna devijacija, <sup>1</sup> Mann-Whitney test vs grupa 2

SF36 skor je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,765$ ) (Tabela 99).

**Tabela 99.** SF 36 u odnosu na prisustvo kontuzija

SF-36	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
S±SD	78,22±9,86		77,45±9,06		0,765
MIN-MAX	56.0	98.0	56.0	98,0	

AS±SD – aritmetička sredina±standardna devijacija, <sup>1</sup> Mann-Whitney test vs grupa 2

Komplikacije su se javile kod 9,6% pacijenata sa kontuzijama i 8,5% pacijenata bez kontuzija. Učestalost komplikacija je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=1,000$ ) (Tabela 100). Distribucija pojedinačnih komplikacija je prikazana u Tabeli.

**Tabela 100.** Vrste komplikacija u odnosu na prisustvo kontuzija

Komplikacije	Kontuzija		Bez kontuzije		P
	Broj	%	Broj	%	
Infekcija	1	1,4	2	4,3	
Osteomijelitis	1	1,4	0	0,0	
Apsec	1	1,4	1	2,1	
Dehiscencija rane	3	4,1	1	2,1	
Pneumocefalus	1	1,4	0	0,0	
<b>Ukupno</b>	<b>7</b>	<b>9,6</b>	<b>4</b>	<b>8,5</b>	<b>1,000</b>

Povrede sa kontuzijama su zbrinute najčešće u prvih 12h (37,0%) i u prvih 24h (30,1%). Povrede bez kontuzija, takođe, su najčešće zbrinute u prvih 12h (29,8%) i 27,7% u prvih 6h. Vremenski okvir je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,577$ ) (Tabela 101).

**Tabela 101.** Vremenski okvir u odnosu na prisustvo kontuzija

Vremenski okvir	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
prvih 6h	13	17,8	13	27,7	0,577
prvih 12h	27	37,0	14	29,8	
prvih 24h	22	30,1	12	25,5	
prvih 72h	11	15,1	8	17,0	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Rekonstrukcija prednjeg zida je statistički značajno češće rađena kod pacijenata bez kontuzija (72,3% vs 54,8,  $p=0,008$ ). Rekonstrukcija prednjeg zida je ujednačeno rađena mešom i mikro-pločicama u obe grupe ( $p=1,000$ ).

**Tabela 102.** Rekonstrukcija prednjeg zida u odnosu na prisustvo kontuzija

Rekonstrukcija	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
Mash	21	52,5	17	50,0	1,000
Mikro pločica	19	47,5	17	50,0	
<b>Ukupno</b>	<b>40</b>	<b>54,8</b>	<b>34</b>	<b>72,3</b>	<b>0,008</b>

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test



Kod pacijenata kod kojih je rađena rekonstrukcija prednjeg zida itaktan zadnji zid je bio kod 22,5% pacijenata sa kontuzijama i 35,3% pacijenata bez kontuzija. Učestalost itaktnog zida bila je ujednačena u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,338$ ). U ovoj rekonstrukciji u obe grupe češće su korišćene mikro-pločice (62,5% vs 55,9%), ali nije utvrđena statistički značajna razlika (Tabela 103).

**Tabela 103.** Rekonstrukcija zadnjeg zida u odnosu na prisustvo kontuzija

Rekonstrukcija	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
<b>Mach</b>	6	15,0	3	8,8	0,860
<b>Mikro pločica</b>	25	62,5	19	55,9	
<b>Intaktan zid</b>	9	22,5	12	35,3	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Fraktura orbitalnog sprata se javila kod 16,4% pacijenata sa kontuzijama i 25,5% pacijenata bez kontuzija. Trauma NF kanala se javila kod 52,5% pacijenata sa kontuzijama i 52,9% pacijenata bez kontuzija. Rekonstrukcija NF kanala je rađena kod 16,5% pacijenata sa kontuzijama i 21,3% pacijenata bez kontuzija. Udružene povrede su se javile kod 67,1% pacijenata sa kontuzijama i 55,3% pacijenata bez kontuzija. Svi prikazani parametri u Tabeli su ujednačeni u odnosu na pojavu kontuzija mozga.

**Tabela 104.** Fraktura orbitalnog sprata, trauma NF kanala u odnosu na prisustvo kontuzija

Fraktura orbitalnog sprata	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
Da	12	16,4	12	25,5	0,326
Ne	61	83,6	35	74,5	
<b>Trauma NF kanala</b>					
Da	21	52,5	18	52,9	1,000
Ne	19	47,5	16	47,1	
<b>Rekonstrukcija NF kanala</b>					
Obliteracija	8	11,0	6	12,8	0,761
Anatomska rekonstrukcija	4	5,5	4	8,5	
Nije bilo potrebe	61	83,6	37	78,7	
<b>Udružene povrede</b>					
Laceracija kože	43	58,9	20	42,6	0,211
Povrede drugih organa i tkiva	6	8,2	6	12,8	
Bez drugih povreda	24	32,9	21	44,7	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Estetske komplikacije su se javile kod 53,4% pacijenata sa kontuzijama i 34,0% pacijenata bez kontuzija. Estetske komplikacije su ujednačene u odnosu na prisustvo kontuzija mozga ( $p=0,058$ ). Najčešće su se javile povrede koštanog masiva (42,5% odnosno 21,3%). Infektivne komplikacije su se javile kod 78,1% pacijenata sa kontuzijama i 87,2% pacijenata bez kontuzija. Infektivne komplikacije su ujednačene u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,306$ ).

**Tabela 105.** Komplikacije hirurškog tretmana frontalnog sinusa u odnosu na prisustvo kontuzija

Komplikacije	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
<b>Estetske</b>					
Koštanog masiva	31	42,5	10	21,3	0,330
Može i mekih tkiva	8	11,0	6	12,8	
Bez primedbi	34	46,6	31	66,0	0,058
<b>Infektivne</b>					
Sinuzitis	9	12,3	2	4,3	0,632
Druga infektivna stanja	7	9,6	4	8,5	
Bez oboljenja	57	78,1	41	87,2	0,306

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Sa traumom se se pojavile komplikacije kod 9,6% pacijenata sa kontuzijama i 8,5% pacijenata bez kontuzija. Nakon operacije se se pojavile komplikacije kod 12,3% pacijenata sa kontuzijama i 4,3% pacijenata bez kontuzija (Tabela 106).

**Tabela 106.** Vreme pojave komplikacija u odnosu na prisustvo kontuzija

Pojava komplikacija	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
<b>Sa traumom</b>	7	9,6	4	8,5	0,632
<b>Nakon operacije</b>	9	12,3	2	4,3	
<b>Bez komplikacija</b>	57	78,1	41	87,2	0,306

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Repozicija ulomaka i osteosinteza meshom je rađena kod 34,2% pacijenata sa kontuzijama i 42,6% pacijenata bez kontuzija. Repozicija i osteosinteza mini pločicama je rađena kod 56,2% pacijenata sa kontuzijama i 53,2% pacijenata bez kontuzija. Redukcija sinusa je rađena kod 9,6% pacijenata sa kontuzijama i 4,3% pacijenata bez kontuzija. Tehnike rekonstrukcije su ujednačene u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,419$ ).

**Tabela 107.** Primenjene tehnike rekonstrukcije u odnosu na prisustvo kontuzija

Tehnike rekonstrukcije	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
Repozicija ulomaka i osteosinteza mashom	25	34,2	20	42,6	0,419
Repozicija i osteosinteza mini pločicama	41	56,2	25	53,2	
Redukcija sinusa	7	9,6	2	4,3	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Povrede sa kontuzijom su najčešće lečene preko 15 dana (46,6% pacijenata). Povrede bez kontuzija su najčešće lečene do 5 dana (36,2%). Utvrđeno je da je dužina hospitalizacije statistički značajno povezana sa pojavom kontuzija mozga ( $p=0,010$ ) (Tabela 108).

**Tabela 108.** Broj dana hospitalizacije u odnosu na prisustvo kontuzija

Broj dana hospitalizacije	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
do 5 dana	16	21,9	17	36,2	0,010
do 7 dana	20	27,4	13	27,7	
do 15 dana	3	4,1	7	14,9	
preko 15 dana	34	46,6	10	21,3	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Unutar 6h zbirnuto je 35,6% povreda sa kontuzijom i 59,6% povreda bez kontuzija. Unutar 12h zbirnuto je 27,4% povreda sa kontuzijom i 27,7% povreda bez kontuzija. Unutar 72h zbirnuto je 37,0% povreda sa kontuzijom i 12,8% povreda bez kontuzija. Vreme do početka zbrinjavanja se statistički značajno razlikuje u odnosu na pojavu kontuzija mozga ( $p=0,006$ ) (Tabela 109).

**Tabela 109.** Vreme do početka zbrinjavanja u odnosu na prisustvo kontuzija

Vreme do početka zbrinjavanja	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
unutar 6h	26	35,6	28	59,6	0,006
unutar 12h	20	27,4	13	27,7	
unutar 72h	27	37,0	6	12,8	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Kontrola u sva tri perioda rađena je kod 91,8% povreda sa kontuzijom i 68,1% povreda bez kontuzija. Učestalost kontrola se statistički značajno razlikuje u odnosu na pojavu kontuzija mozga ( $p=0,002$ ) (Tabela 110).

**Tabela 110.** Kontrola u odnosu na prisustvo kontuzija

Kontrola	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
6 meseci	6	8,2	15	31,9	0,002
sva tri perioda	67	91,8	32	68,1	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Nazolikvoreja se javila kod 37,0% povreda sa kontuzijom mozga i 36,2% povreda bez kontuzija mozga. Pojava nazolikvororeje je ujednačena u odnosu na pojavu likvororeje (p=1,000) (Tabela 111).

**Tabela 111.** Pojava nazolikvororeje u odnosu na prisustvo kontuzija

Nazolikvororeja	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
Da	27	37,0	17	36,2	1,000
Ne	46	63,0	30	63,8	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Zbrinjavanje nazolikvororeje u odnosu na prisustvo kontuzija najveći broj je prošao bez rekonstrukcije 63,0%, a zatim rekonstrukcija fascijom latom 59,3%. Kod pacijenata koji nisu imali kontuziju najviše je bilo bez rekonstrukcije 63,8% a potom perikranijalnim flapom 47,0% (Tabela 112).

**Tabela 112.** Način zbrinjavanja nazolikvororeje u odnosu na prisustvo kontuzija

Način zbrinjavanja	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
Beriplast	8	29,6	3	17,6	0,027
fascia lata	16	59,3	6	35,2	
pericranijalni flap	3	11,1	8	47,0	
bez rekonstrukcije	46	63,0	30	63,8	1.000

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Intrakranijalne povrede u odnosu na prisustvo kontuzija dominantno su se istakli prelomi prednje baze lobanje 42,5% i prisustvo vazduha- pneumocephalon sa zastupljenošću 38,4% kod pacijenta sa kontuzijama mozga, a u kategoriji pacijenata bez kontuzija mozga prisustvo vazduha i CF fistula su bili dominantne pojave sa zastupljenošću 29,8% a potom prelom baze lobanje sa 25,5% (Tabela 113).

**Tabela 113.** Intrakranijalne povrede u odnosu na prisustvo kontuzija

Intrakranijalne povrede	Kontuzija		Bez kontuzije		P <sup>1</sup>
	Broj	%	Broj	%	
Pneumocephalon	28	38,4	14	29,8	0,022
CF fistula	10	13,7	14	29,8	
Prelom prednje baze lobanje	31	42,5	12	25,5	
Kompresija n.opticusa	3	4,1	7	14,9	
IC hemoragija	1	1,4	0	0,0	

<sup>1</sup> Hi-kvadrat test

Na Bekovoj skali depresivnosti najviše pacijenata je imalo skor 0-13, odnosno 37,0% pacijenata sa kontuzijama i 36,2% pacijenata bez kontuzija. Vrednosti 14-19 imalo je 28,8% pacijenata sa kontuzijama i 36,2% pacijenata bez kontuzija. Vrednosti 20-28 imalo je 21,9% pacijenata sa kontuzijama i 25,5% pacijenata bez kontuzija. Vrednosti 29-63 imalo je 12,3% pacijenata sa kontuzijama i 2,1% bez kontuzija. Vrednosti Bekova skale depresivnosti su ujednačene u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,174$ ).

Na Bekovoj skali anksioznosti najviše pacijenata je imalo skor 0-9, odnosno 47,9% pacijenata sa kontuzijama i 63,8% pacijenata bez kontuzija. Vrednosti 10-16 imalo je 19,2% pacijenata sa kontuzijama i 23,4% pacijenata bez kontuzija. Vrednosti 17-29 imalo je 24,7% pacijenata sa kontuzijama i 6,4% pacijenata bez kontuzija. Vrednosti 30-63 imalo je 8,2% pacijenata sa kontuzijama i 6,4% pacijenata bez kontuzija. Vrednosti Bekova skale anksioznosti su povezane sa pojavom kontuzija ( $p=0,047$ ).

**Tabela 114.** Bekova skala depresivnosti i anksioznosti u odnosu na prisustvo kontuzija

Bekova skala depresivnost	Kontuzija		Bez kontuzije		P
	Broj	%	Broj	%	
0-13	27	37,0	17	36,2	0,174
14-19	21	28,8	17	36,2	
20-28	16	21,9	12	25,5	
29-63	9	12,3	1	2,1	
Bekova skala anksioznosti					
0-9	35	47,9	30	63,8	0,047
10-16	14	19,2	11	23,4	
17-29	18	24,7	3	6,4	
30-63	6	8,2	3	6,4	

### 5.3.2 Analiza regresionog modela u predikciji nastanka kontuzije mozga

Analiza regresionog modela imala je za cilj da identifikuje faktore za predikciju nastanka kontuzije mozga. Prvi deo analize sastojao se od primene univarijantnog modela u kome su se ispitivali svi faktori pojedinačno. Drugi deo analize činio je multivarijantni regresioni model u kojem su se izdvojili prediktori koji mogu samostalno da utiču na pojavu kontuzije mozga. Mera uticaja prediktora ocenjuje se pomoću eksponenta B (eng. Odds Ratios) kojim se pokazuje koliko su ispitanici pod rizikom od nastanka kontuzije mozga. Vrednost eksponenta  $\text{Exp}(B) > 1$  ukazuje na veći rizik, odnosno  $\text{Exp}(B) < 1$  na manji rizik za pojavu komplikacije.

### 5.3.3. Rezultati regresionih analiza u predikciji pojave akutnog oštećenja mozga

Univarijantnim regresionim modelom ispitivali su se sledeći faktori: opšte karakteristike ispitanika, etiologija povreda, vrsta preloma i pridruženih povreda, Maršal skor, Trauma skor, građa frontalnog sinusa i pojava udruženih povreda (Tabela 115).

**Tabela 115.** Univarijantni logistički regresioni model - Faktori u predikciji nastanka kontuzija

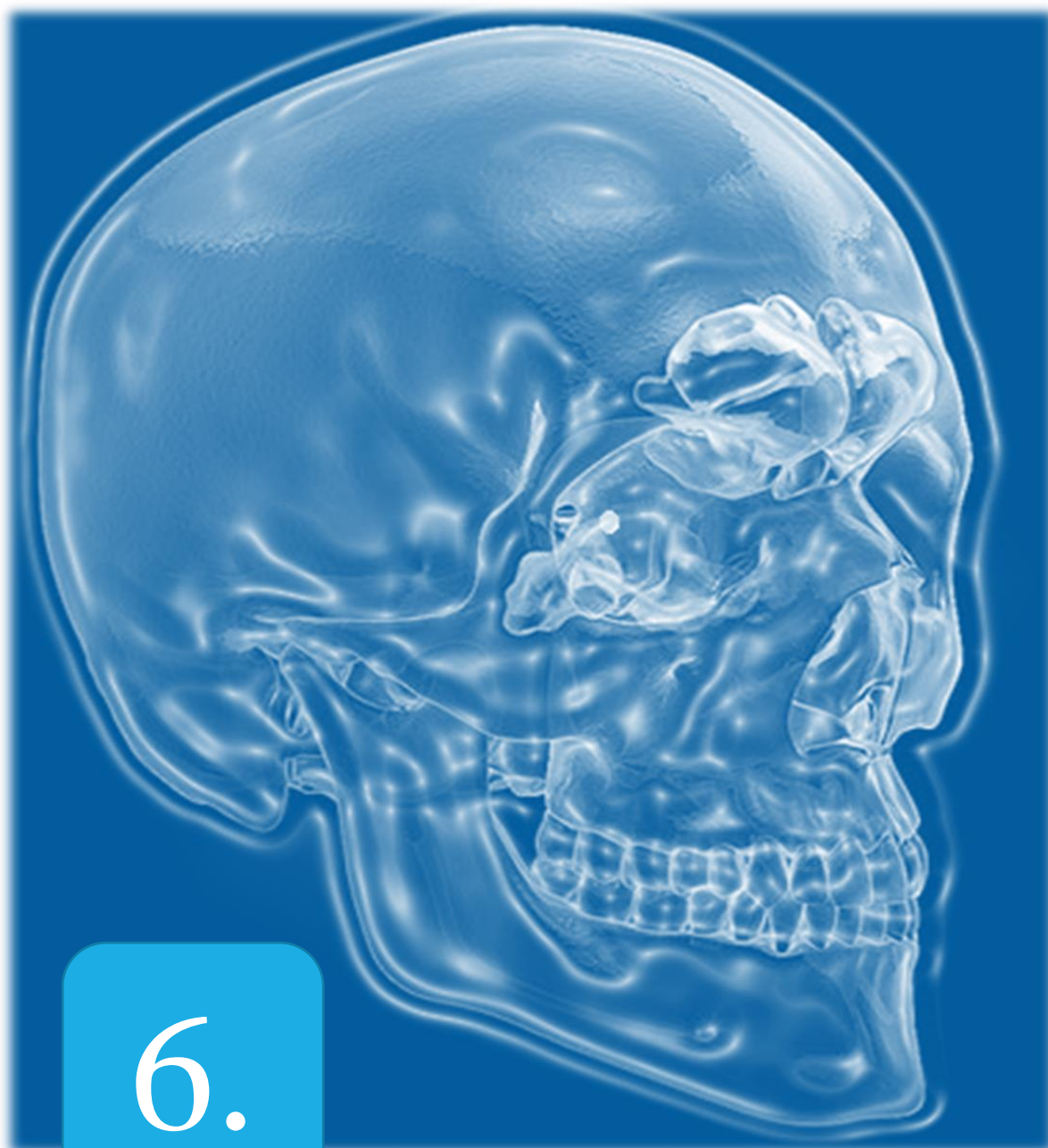
Faktor	Značajnost	Exp (B)	95% IP Exp (B)
Pol	0,083	2,139	0,905 - 5,053
Starost	0,628	1,005	0,984 - 1,028
Etiologija povreda	0,321	0,811	0,536 - 1,227
Maršal skor	0,787	0,965	0,744 - 1,251
Prelomni obrazac	0,603	1,080	0,808 - 1,444
Prelom zida sinusa	<b>0,020*</b>	1,864	1,105 - 3,145
Tip preloma čeonog sinusa	0,743	1,070	0,715 - 1,601
Tip preloma po dubini baze lobanje	0,295	1,340	0,774 - 2,321
Pridružene povrede gornja 1/3	0,695	1,048	0,823 - 1,325
Pridružene povrede srednja 1/3	0,907	1,015	0,789 - 1,307
Pridružene povrede donja 1/3	0,067	1,210	0,987 - 1,485
Trauma skor	0,692	1,009	0,963 - 1,058
Prelom baze lobanje	0,562	1,013	0,971 - 1,057
Ukupni volumen sinusa	0,591	0,994	0,971 - 1,017
Debljina prednjeg zida sinusa	0,205	1,504	0,801 - 2,826
Debljina zadnjeg zida sinusa	0,594	0,956	0,809 - 1,129
Debljina krova sinusa	0,863	1,125	0,297 - 4,262
Br. intersinusnih septi čeonog sinusa	0,619	0,949	0,771 - 1,167
Debljina intersinusnih septi čeonog sinusa	0,684	1,811	0,104 - 31,567
Udružene povrede tela	<b>0,015*</b>	1,642	1,102 - 2,446
Udružene povrede glave	0,202	1,257	0,884 - 1,789

IP-interval poverenja; \* statistički značajan

Rezultati analize univarijantnog regresionog modela pokazuju da se ukupno izdvojilo dva faktora (Tabela 115) koji su daljom analizom obrađivani u multivarijantom modelu.

Multivarijantni model je bio statistički značajan  $\chi^2$  (2, N=155) = 11,24, p=0,004, što pokazuje da model razlikuje ispitanika sa i bez prisustva kontuzije. U multivarijantom modelu kao nezavisni prediktori razlike izdvojili su se oba faktora *prelom zida sinusa* (Exp(B)=2,071; IP=1,193-3,596; p=0,010) i *udružene povrede* (Exp(B)=1,765; IP=1,098-2,837; p=0,019).

Rezultati za prediktor prelom zida sinusa pokazuju da nastankom *preloma zida sinusa* povećava se rizik za **2,071** puta za nastanak kontuzije. Takođe, *pojava udruženih povreda* povećava rizik za **1,7** puta za nastanak kontuzije.



6.

## DISKUSIJA

Srbislav S. Pajić  
ZNAČAJ VELIČINE I STRUKTURE ZIDOVA ČEONOG SINUSA  
NA NASTANAK KONTUZIJE MOZGA KOD TRAUME ČEONE REGIJE



## 6. DISKUSIJA

6.1 Diskusija rezultata kliničko-epidemiološkog istraživanja povreda kraniofacijalnog masiva

6.2 Diskusija rezultata eksperimentalnog istraživanja

6.3 Diskusija rezultata kliničkog istraživanja

### 6.1 Diskusija rezultata kliničko-epidemiološkog istraživanja povreda kraniofacijalnog masiva

Epidemiološke studije dosadašnjih istraživanja ukazale su na različitost podataka o prelomima lica i vilica (facijalnog skeleta) u odnosu na teritorijalnu pripadnost (*Hutchinson i sar.1998; Van Beek i Merckx 1999; Hogg i sar.2000; Al Ahmed i sar.2004; Bormann i sar.2009*).

Etiologija koja proističe iz rezultata naših slučajeva bila je slična onima u literaturi. U ispitivanom periodu registrovano je 1472 maksilofacijalnih povreda sa prelomima ličnog masiva, odnosno 1231 preloma kod muškaraca (83,6%) i 241 prelom kod osoba ženskog pola (16,4%). Zastupljenost preloma čeonog sinusa bila je u petogodišnjem posmatranom periodu 147(9,86%) gde je muškaraca bilo 114 (77,55%) a žena 33 (22,45%) sa ovom vrstom povreda. Prosečna starost ispitivane populacije je 37,1±15,9 godina (Min 18,0 godina, Max 90,0 godina).

Objašnjenje bi se moglo naći u različitim ekonomskim i socijalnim uslovima, obrascima ponašanja, kulturi i različitim zakonodavnim normama. Dominantno u literaturi nailazimo na podatke da je jedan od razloga pojavnosti preloma facijalnog masiva, podatak da se javlja u mlađem životnom dobu i u muškoj populaciji a kao posledica konzumacije alkohola i napitim stanjem (*Hutchinson i sar.1998*), a nastalih u fizičkim sukobima, u saobraćajnim nesrećama ili usled pada.

Kada se govori o povredama kraniofacijalnog skeleta različiti autori dolaze do identičnog stava da su to povrede koje su nastale kao rezultat interpersonalnog nasilja, u vidu fizičkog sukoba i obračuna vatrenim oružjem (*Aksoy i sar.2002; Lee i sar.2010; Gandhi i sar.2011*). Naši rezultati pokazuju da je dominirajući razlog kraniofacijalnih povreda saobraćajni traumatizam 89,2% ukupne populacije, odnosno 88,9% muškaraca i 90,4% žena.

Dominantne su povrede suvozača u saobraćaju (62,2% ukupne populacije, odnosno muškaraca i žena), zatim slede povrede vozača – 9,2% ukupne populacije, 9,0% muškaraca odnosno 10,0% žena (*Tabela 6, Grafikon1*). Ovo se objašnjava činjenicom da je u zemljama u razvoju povećan saobraćajni traumatizam, što je slučaj i sa našom državom.

Svetska istraživanja su pokazala da u zemljama u razvoju, saobraćajne nesreće zauzimaju većinu etiologije maksilofacijalnih povreda u rasponu od jedne do dve trećine, pa čak i do 80%. U epidemiološkim studijama sprovedenim u zemljama (Danska, Holandija, Japan, Novi Zeland, Singapur ili poput Nigerije, Indije, Ujedinjenih Arapskih Emirata) kao najčešći uzrok preloma kostiju lica i vilica navode saobraćajne nezgode (*Boffano i sar. 2015*). Nasuprot ovome, zemlje razvijenog sveta kao što su Švajcarska i Nemačka imaju nasilje kao najčešći (ili podjednak sa saobraćajnim nesrećama) uzrok povreda kostiju lica što se objašnjava izrazitim smanjenjem broja nezgoda motornim vozilima zbog bolje saobraćajne infrastrukture i same regulacije saobraćaja uz novije automobile sa boljom sigurnosnom opremom i zaštitom. (*Naveen Shankar i sar.2012; van den Bergh i sar.2012; Bali i sar.2013; van Hout i sar.2013; Rajpur i Bariar 2013*). Podatak koji ide u prilog ovom stavu je i činjenica da je u Holandiji stopa povreda maksilofacijalnog predela za period 1960-1974 bio 68,2% a zatim za 13 godina kasnije smanjio na 50,2%. Važan faktor pri nasilju je i alkohol. Padovi u većini zemalja zauzimaju treće mesto na listi uzroka preloma kostiju lica i kraniofacijalnog spoja. Naši rezultati pokazuju tendenciju sličnosti sa zemljama razvijenog sveta. Daljna analiza rezultata će pokazati i približno dati odgovor na pitanje zašto je saobraćajni traumatizam kod nas u etiologiji dominantan i to u kategoriji suvozača koji su u ovom istraživanju prevladali.

Što se tiče starosti ispitivane populacije, svetski podaci govore da je uopšteno zastupljena populacija od 20-29 godina, odnosno 21-30 (*Helmy ES,1990, Delilbasi i sar. ,2004*). Očigledno da svaka etiologija zahvata određenu starosnu kategoriju stanovništva, tako u kategoriji saobraćajnog traumatizma starosna granica je bila 36 godina dok je u našoj populaciji 37 godina. Prosek godina kod padova u svetskoj literaturi kreće se oko 55 godina, u našoj 63 godine, povrede u tuči je 33 godine u našoj studiji 35, u sportskim povredama 24 godine a rukovanje sa mašinama i alatima 46 godina. Ukoliko se posmatraju ispitivana populacija odvojeno samo za muškarce najčešće je starosna granica 20-29 godina, dok je za žene 80-90 godina (22%) i to je jedina starosna kategorija gde žene preovladavaju. Možemo to objasniti činjenicom da žene žive duže, te je to u toj starosnoj kategoriji pad očekivano najčešći razlog, a inače je kod žena to i najčešći uzrok. Kako su padovi očekivano najčešći uzrok preloma kostiju lica starijih osoba. Tako prema podacima iz Švedske, u grupi iznad 60 godina činili su čak 88,6% uzroka preloma. (*Shumrick KA,2014*)

Istraživali smo koji je to godišnji period predstavlja predominaciju povreda istraživanog predela i rezultati su pokazali da je jesen je period sa najviše povreda (32,1%), zatim zimski period (28,3%), a najmanje povreda je u letnjem periodu (16,9%). Isti obrazac raspodele povreda je i u odnosu na pol (Tabela 9). Period povređivanja je ujednačen u odnosu na pol ( $p=0,504$ ). Posmatrali smo koji to deo dana i rezultati ukazuju da se četvrtina povreda desila se u periodu od 14-17h (26,2%), zatim u periodu 06-09h (20,6%), a najmanje povreda je u periodu 22-01h (7,7%). Vremenski trenutak nastanka povreda je ujednačen u odnosu na pol ( $p=0,152$ ) (Tabela 10). Nismo u literature naišli na ovakvu vrstu podataka i istraživanja koja su išla u ovom pravcu. Jesen kao dominantan period povređivanja objašnjavamo činjenicom da je to period jakog fizičkog rada i umora i najveće aktivnosti u tim periodima dana.

Ispitivali smo prijemne skorove pacijenata koji bi nam ukazali na aktuelno stanje zdravlja pacijenata pri ulasku u ustanovu za zbrinjavanje i došli do podataka: umerene povrede sa GCS 9-12 su najčešće u ispitivanoj populaciji (36,1%, odnosno 36,0% muškaraca i 36,9% žena). Ozbiljne povrede sa GCS 3-8 su bile prisutne kod 34,7% ukupne populacije, odnosno 35,0% muškaraca i 33,2% žena. Prijemni GCS je ujednačen u odnosu na pol ( $p=0,863$ ) (Tabela 11). U ispitivanoj populaciji najčešći Marshall-ov skor je 2-3 (36,8%), zatim sledi skor 4-5 (32,7%), a najmanje su zastupljeni skor 5-6 (16,7%) i 0-1 (13,8%). Utvrđeno je da je ovaj skor ujednačen u odnosu na pol ( $p=0,679$ ) (Tabela 12).

Najčešća vrsta preloma bio je prelom donje vilice, zatim jagodične kosti, što je donekle u skladu sa svetskom literaturom (*Shumrick KA, 2014*). Važno je napomenuti da su i prelomi nosnih kostiju jedan od čestih uzroka, ali u ovom slučaju ne čine velik udeo etiologije. Tako u Italiji i Nemačkoj najzastupljeniji je bio prelom jagodične kosti (*Rajpur i Bariar 2013*), dok su u Australiji, s nasiljem kao dominantnim glavnim uzrokom, prelom orbite je bio najzastupljeniji (*Gerbino G, 2000*), iako treba imati na umu da jagodična kost čini deo građe orbite te se može raditi i o razlici u klasifikacijama.

U našoj dijagnostičkoj proceni koristili smo se jednostavnom klasifikacijom povrede čeone kosti i sinusa (prednji i zadnji zid izolovani prelomi, ili oba zida, kominutivni prelomi, lezija dure i nazofrontalnog kanala) a koju su predložili *Luce* (1987) i *Donald* (1982). Iako je jednostavan, ova klasifikacija nam omogućava da se izdvoje slučajevi sa najvećim mogućim potencijalom za komplikacije (zadnji zid sinusa), koji u sebe uključuje složenije hirurške zahvate i adekvatnu zdravstvenu zaštitu. Najadekvatniju evaluaciju stanja i opseg traume umnogome nam pokazuje MSCT dijagnostika.

U ispitivanoj populaciji najčešći je prelom prednjeg zida (7,7%), ostali tipovi preloma su zastupljeni u manje od 5% ispitivane populacije (Tabela 13). Za posmatrani petogodišnji period broj pacijenta sa prelomima čeonog sinusa bilo je 147 (9,86%) u posmatranoj populaciji sa povredama kraniofacijalnog masiva, pri čemu je 114 (77,55%) pacijenta bilo muškog pola a ženskog 33 (22,45%) (Tabela 14).

Volumen levog i volumen desnog sinusa, kao i ukupni volumen sinusa je *statistički značajno veći* kod muškaraca u odnosu na žene ( $p=0,009$ ,  $p=0,009$ , odnosno  $p=0,015$ ). Debljina intersinusnog septuma je *statistički značajno veća kod ženske populacije* ( $p=0,005$ ) (Tabela 15). Ostali parametri frontalnog sinusa su ujednačeni u odnosu na pol.

Povrede gornje 1/3 su zastupljene kod 289 pacijenata, odnosno kod 19,6% populacije, odnosno kod 18,6% muškaraca i 24,9% žena. Pridružene povrede gornje 1/3 se *statistički značajno češće javljaju u ženskoj populaciji* ( $p=0,024$ ). Kod muškaraca dominiraju povrede krova orbite (51,5%) i izolovani prelom nosa (34,9%). Kod žena su najčešće povrede krova orbite (38,3%), a ostale vrste povreda se javljaju sa manjom učestalošću od 15%. Utvrđeno je da *postoji statistički značajna razlika različitim vrstama povrede u odnosu na pol* ( $p<0,001$ ).

Pridružene povrede srednje 1/3 su se javile kod 984 pacijenata, odnosno 66,8% ukupne populacije, odnosno kod 65,7% muškaraca i 72,6% žena. Utvrđeno je da su pridružene *povrede srednje 1/3 statistički značajno češće kod ženske populacije* ( $p=0,045$ ). U ispitivanoj populaciji najčešće su se javile povrede Le Fort I (22,6%) i Le Fort II (21,0%). Slična distribucija različitih povreda ove lokalizacije je i prema polu, odnosno ujednačene su prema polu ( $p=0,179$ ) (Tabela 17).

Pridružene povrede donje 1/3 su se javile kod 1003 pacijenta, odnosno 68,1% ukupne populacije, odnosno kod 66,9% muškaraca i 74,7% žena. Utvrđeno je da su pridružene povrede donje 1/3 *statistički značajno češće kod ženske populacije* ( $p=0,021$ ). U ispitivanoj populaciji najčešće su se javile povrede tela donje vilice (24,6%) i simfize (18,2%). Slična distribucija različitih povreda ove lokalizacije je i prema polu, odnosno ujednačene su prema polu ( $p=0,169$ ) (Tabela 18).

Distribucija različitih trauma skorova je gotovo ujednačena u ispitivanoj populaciji. Najčešće je grupa II (35,7%) i grupa I (34,2%). Trauma skor je ujednačen u odnosu na pol ( $p=0,415$ ) (Tabela 19).

Prelom baze lobanje je imalo 40 pacijenata (2,7%), odnosno 15 muškaraca (1,5%) i 25 žena 10,4%. Utvrđeno je da je *prelom baze lobanje statistički značajno češći kod ženske populacije* ( $p<0,001$ ).

Komplikacije su se javile kod 38 pacijenata odnosno kod 2,6% ispitivane populacije, tj. kod 2,8% muškaraca i 1,2% žena. Učestalost komplikacija je ujednačena u odnosu na pol ( $p=0,169$ ). Kod muškaraca se najčešće javljaju infekcije (40,0%) i dehiscencije rane (34,3%). Kod žena su se javile 2 infekcije (66,7%) i jedan pneumocefalus (33,3%). Utvrđeno je da su različite komplikacije ujednačene u odnosu na pol ( $p=0,276$ ) (Tabela 20).

Najčešće su povrede zbrinjavane u prvih 12h (32,1% populacije), odnosno u prvih 24h (30,2% populacije). U prvih šest sati zbrinuto je 16,1% populacije, a u prvih 72h zbrinuto je 21,7% povreda. Vremenski okvir zbrinjavanja povreda je ujednačen u odnosu na pol ( $p=0,959$ ) (Tabela 21).

Uz adekvatnu antibiotsku potporu pacijentu prvo pristupamo konzervativnim tretmanom. Ukoliko se radi o težim lezijama, kao što je nazolikvoreja sa lezijom dure i komunikacija mozga sa potencijalno kontaminiranim šupljinama (nos), lezije u predelu orbitalnog konusa, krova orbite i očnog živca pacijente treba operisati u prvih 72h nakon povrede, jer rana dijagnoza i preduzeto lečenje može umanjiti moguće komplikacije i smanjiti morbiditet i mortalitet. (*Montgomery MW, 1971, Delilbasi i sar.2004; Mourouyis i sar.2005; van Hout i sar.2013*) Nekad i pored preduzetih preventivnih mera, nije neuobičajeno da za ove pacijente da razviju meningitis, fistule, intrakranijalne apscese, duži boravak u bolnici i potrebe za dve ili više hirurških intervencija. (*Lee TT.1998, Verma i Chambers, 2014*) Svakako da još jedan dominantni faktor u ovim povredama je povreda u predelu kribriformne ploče koji će opredeliti vrstu operacije, a kao posledicu usloviti nastanak trajne anosmie. (*Hybels RL. 1977, Morris i sar .2015; Boffano i sar. 2015*). Jedno od kontraverzi na koje se nailazi je izabrani pristup sinusima kod jednostavnih preloma, gde je uključen samo prednji zid, gde smo uvek koristili rez kroz obrve umesto korišćenja bikoronarnog reza koga zagovara (*Peri G, 1981; Donald i sar.1986; Gonty i sar. 1999; Donath i sar.2006;*). Bikoronarni rez kada se formira s obzirom na njegovu dužinu, može stvoriti mogućnost ružnog ožiljka. Primenom reza “leptir krila” ispod obrva ne stvara se mogućnost nastajanja ružnih ožiljaka na licu, jer se prave mali rezovi, nakon linije napetosti i šivenjem atraumatskom tehnikom (intradermalnim šavovima). U literaturi se javljaju iznete činjenice o postojanju upornih hiperestezija u predelu glabele i čeonog predela uzrokovanom samom povredom supraorbitalnog nerva, (*Gerbino G, 2000; Gupta i sar. 2013*), međutim mi nismo imali takvo iskustvo. Verujemo da bi to moglo biti i tokom pristupa operativnom polju i odizanju flapa, ali smo tu bili jako oprezni prezervirajući neurovaskularni snop.

Osteosinteza ulomaka činjena je tako da bi se načinio spoj fragmenata i umanjila njihova nestabilnost koristili smo metod fiksacije čeličnom žicom, mikro pločicama sa

pripadajućim mikrošrafovim, a kod multifragmentarnih preloma primenili smo titanijum 3D Mash-a, primenjujući metod “ *izvlačenja fragmenata na mrežu*“, a potom svaki fiksirali mikro šrafom. Nakon konsolidacije preloma u postoperativnom toku i nakon kontrolnih perioda jedan deo pacijenata se žalio na činjenicu da mogu osetiti i palpirati primenjeni osteosintetski materijal i da im to smeta, to je ona kategorija pacijenata koji paze na svoje lice te od njih i zahtevi da im se ukloni osteosintetski materijal nakon konsolidacije kosti u zoni preloma. U slučajevima kada je došlo do lezije dure ukoliko je rascep jednostavan isti se ušije, ukoliko je došlo do većeg razaranja primenjujemo upotrebu mišićne fascije ili aloplastičnog materijala za korekciju dure. Kada je došlo do lezije i narušenog integriteta nazofrontalnog kanala isti smo oblitrisali delom fascije i Beriplastom, ukoliko je velika lezija i destrukcija kosti na prednjoj bazi lobanje uzimali smo koštani graft sa kalvarije i isti inkorporirali u defekt, a isti fiksirali.

Veliki je broj pristalica agresivne tehnike brisanja zadnjeg zida sinusa-kranijalizacije. Naše iskustvo pokazuje da je konervativniji stav i tehnika moraju prevladati aresivni pristup, koji se ogleda u rekonstrukciji svih zidova sinusa u prevenciji kasnijih mogućih ponovnih povreda u ovom predelu, unutrašnjoj fiksaciji fragmenata, vraćanju anatomske forme sinusa i ne narušenom estetskom izgledu.

Vrlo često uz prelome kraniofacijalnog spoja idu i udružene povrede sa udelom u našoj populaciji od 42,2% nastalih u saobraćajnim nesrećama.

### **Rezultati u odnosu na prisustvo kontuzije**

Pacijenti sa kontuzijom mozga su bili *statistički značajno mlađi* u odnosu na pacijente koji nisu imali kontuziju mozga ( $p=0,031$ ). Polna struktura je bila ujednačena u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,079$ ) (Tabela 22) Ovakav rezultat ima svoje utemeljenje u samoj činjenici da je to populacija u znatnoj fizičkoj aktivnosti, sklona konzumaciji alkohola kao favorizujućem faktoru u nastanku povreda.

U obe grupe su najčešće povrede suvozača (64,4% odnosno 85,1%). Ostale povrede su se javile sa znatno manjom učestalošću. Etiologija povrede je ujednačena u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,065$ ) (Tabela 23). U obe grupe povrede su najčešće nastale u zimu (30,1% odnosno 34,0%) i jesen (28,8% odnosno 23,4%). Period povređivanja je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,927$ ) (Tabela 24). Kod pacijenata sa kontuzijom povrede su se najčešće dešavale u periodu 14-17h (28,8%) i 10-13h (27,4%). U grupi bez kontuzija

povrede su se najčešće dešavale između 10-13h (34,0%) i 06-09h (27,47%). Vremenski trenutak povređivanja je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,728$ ) (Tabela 25).

Prisustvo kontuzija u susstratu povređenog pacijenta umnogome usložnjava samo izlečenje i oporavak. Stoga prijemni skorovi pacijenta umnogome nam omogućavaju da predvidimo tok lečenja i pravac delovanja u zbrinjavanju ove kategorije pacijenata. U obe grupe najčešće je GSC bio između 10-13, odnosno radilo se o umerenim povredama (42,5%, odnosno 46,8%). Ozbiljne povrede su se javile kod 26,0% sa kontuzijama i 27,7% bez kontuzija. Prijemni GSC je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,777$ ) (Tabela 26). Marshalov skor je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,578$ ) (Tabela 27). Najčešće su vrednosti bile u opsegu 0-1,2 (58,9% odnosno 68,1%). Preživelo je 98,6% pacijenata sa kontuzijama i 89,4% bez kontuzija. Ishod lečenja je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,142$ ) (Tabela 28).

Aspekt našeg interesovanja u ovoj studiji bio je frakturni obrazac čeonog sinusa i njegov odnos prema kontuziji mozga. U obe grupe najčešći prelomni obrazac je izolovani prelom prednjeg zida, kod 77,3% pacijenata sa kontuzijama i 58,3% pacijenata bez kontuzija. Prelom oba zida se javio kod 13,6% pacijenata sa kontuzijama i 22,2% pacijenata bez kontuzija. Izolovani prelom zadnjeg zida javio se kod 4,5% pacijenata sa kontuzijama i 5,6% pacijenata bez kontuzija. Prelom nazofrontalnog kanala se javio kod 4,5% pacijenata sa kontuzijama i 13,9% pacijenata bez kontuzija. Prelomni obrazac je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,271$ ) (Tabela 29).

Kako se radi o traumatizmu nastalih delovanjem visokoenergetskih sila koje su delovale svojom tupinom, povrede su vrlo često udružene sa povredama drugih delova sprata lica, a vrlo često praćene i kontuzijom mozga. Pridružene povrede gornje 1/3 su se javile kod 38,3% pacijenata sa kontuzijama i 34,1% pacijenata bez kontuzija. Učestalost pridruženih povrede gornje 1/3 je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,776$ ) (Tabela 30). Distribucija pojedinačnih povreda je prikazana u Tabeli 30.

Pridružene povrede srednje 1/3 su se javile kod svih pacijenata. Kod pacijenata sa kontuzijama najčešće su se javile kod Le Fort II (27,4%) i izolovana povrede orbite (27,4%). Kod pacijenata bez kontuzija najčešće se javio Le Fort III (25,5%) i Le Fort I (23,4%). Učestalost pridruženih povrede srednje 1/3 je ujednačena u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,212$ ) (Tabela 31).

Pridružene povrede donje 1/3 su se javile kod 84,8% pacijenata sa kontuzijama i 80,9% pacijenata bez kontuzija. Kod pacijenata sa kontuzijama najčešće se javile povrede parasimfize (53,4%). Kod pacijenata bez kontuzija najčešće se javile povrede parasimfize

(31,9%) i povrede tela donje vilice (17,0%). Učestalost pridruženih povrede donje 1/3 je ujednačena u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,251$ ) (Tabela 32).

Prelom baza lobanje je utvrđen kod 5 pacijenata sa kontuzijama (25,0%) i 7 pacijenata bez kontuzija (35,0%). Utvrđeno je da ne postoji statistički značajna razlika u učestalosti preloma baze lobanje između ove dve podgrupe ( $p=0,730$ ). Pacijenti sa kontuzijama su statistički značajno duže bili hospitalizovani u odnosu na pacijente bez kontuzije ( $p=0,045$ ). Trauma skor je bio ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,734$ ) (Tabela 33).

*Volumen levog i desnog sinusa, kao i ukupni volumen su statistički značajno veći kod pacijenata bez kontuzija ( $p<0,001$ , za sve parametre). Debljina prednjeg zida orbite je statistički značajno manje kod pacijenata sa kontuzijama ( $p=0,047$ ), a debljina zadnjeg zida orbite je statistički značajno veća kod pacijenata sa kontuzijama ( $p=0,038$ ) (Tabela 34). Kod pacijenata sa kontuzijama većina pacijenata (90,0%) je imala sinus male veličine. U ovoj grupi 10,0% je imalo veliki sinus. U grupi bez kontuzija 10,0% je imalo frontalni sinus normalne veličine, a 90,0% veliki sinus. Utvrđeno je da je veličina sinusa povezana sa pojavom kontuzija ( $p<0,001$ ).*

Na zakazanim kontrolnim pregledima pratili smo pojavnost komplikacija i stava pacijenata nakon postoperativnog perioda, a to smo činili u ovoj studiji nakon dve nedelje, mesec dana, tri, šest i do godine dana. Komplikacije su se javile kod 9,6% pacijenata sa kontuzijama i 8,5% pacijenata bez kontuzija. Učestalost komplikacija je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=1,000$ ) (Tabela 37). Distribucija pojedinačnih komplikacija je prikazana u Tabeli 37.

Po prijemu pacijenata i evaluaciji njihovog trenutnog stanja, pristupalo se zbrinjavanju u zavisnosti od kompleksnosti njihovih povreda, pridruženih i stanja intrakranijuma. Povrede sa kontuzijama su zbrinute najčešće u prvih 12h (37,0%) i u prvih 24h (30,1%). Povrede bez kontuzija, takođe, su najčešće zbrinute u prvih 12h (29,8%) i 27,7% u prvih 6h. Vremenski okvir je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,577$ ) (Tabela 38).

Operativno zbrinjavanje se ogledalo u evaluaciji stanja struktura koje čine zidovi sinusa, inspekciji same šupljine i stanja nazofrontalnog kanala, stanja mekih tkiva kao i da li postoji lezija dure i udruženog preloma prednje baze lobanje. Vrlo često intraoperativno uočimo i prelom krova orbite kao pridruženu povredu u trauma čeonog sinusa. Ovo ima svoj naročiti značaj zbog stanja apeksa orbite, da ne dođe do kompresije n. opticusa ulomkom, što može predusloviti nastanak gubitka vida bolesnika. *Rekonstrukcija prednjeg zida je statistički značajno češće rađena kod pacijenata bez kontuzija (72,3% vs 54,8,  $p=0,008$ ).* Rekonstrukcija prednjeg zida je ujednačeno rađena mash-om i mikro-pločicama u obe grupe



( $p=1,000$ ). Kod pacijenata kod kojih je rađena rekonstrukcija prednjeg zida intaktan zadnji zid je bio kod 22,5% pacijenata sa kontuzijama i 35,3% pacijenata bez kontuzija. Učestalost intaktnog zida bila je ujednačena u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,338$ ). U ovoj rekonstrukciji u obe grupe češće su korišćene mikro-pločice (62,5% vs 55,9%), ali nije utvrđena statistički značajna razlika (Tabela 39).

Fraktura orbitalnog sprata se javila kod 16,4% pacijenata sa kontuzijama i 25,5% pacijenata bez kontuzija. Trauma NF kanala se javila kod 52,5% pacijenata sa kontuzijama i 52,9% pacijenata bez kontuzija. Rekonstrukcija NF kanala je rađena kod 16,5% pacijenata sa kontuzijama i 21,3% pacijenata bez kontuzija. Udružene povrede su se javile kod 67,1% pacijenata sa kontuzijama i 55,3% pacijenata bez kontuzija. Svi prikazani parametri u Tabeli 41 su ujednačeni u odnosu na pojavu kontuzija mozga.

Estetske komplikacije su se javile kod 53,4% pacijenata sa kontuzijama i 34,0% pacijenata bez kontuzija. Estetske komplikacije su ujednačene u odnosu na prisustvo kontuzija mozga ( $p=0,058$ ). Najčešće su se javile povrede koštanog masiva (42,5% odnosno 21,3%). Infektivne komplikacije su se javile kod 78,1% pacijenata sa kontuzijama i 87,2% pacijenata bez kontuzija. Infektivne komplikacije su ujednačene u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,306$ ). Sa traumom se se pojavile komplikacije kod 9,6% pacijenata sa kontuzijama i 8,5% pacijenata bez kontuzija. Nakon operacije se se pojavile komplikacije kod 12,3% pacijenata sa kontuzijama i 4,3% pacijenata bez kontuzija (Tabela 43).

Repozicija ulomaka i osteosinteza mesh-om je rađena kod 34,2% pacijenata sa kontuzijama i 42,6% pacijenata bez kontuzija. Repozicija i osteosinteza mini pločicama je rađena kod 56,2% pacijenata sa kontuzijama i 53,2% pacijenata bez kontuzija. Redukcija sinusa je rađena kod 9,6% pacijenata sa kontuzijama i 4,3% pacijenata bez kontuzija. Tehnike rekonstrukcije su ujednačene u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,419$ ). Povrede sa kontuzijom su najčešće lečene preko 15 dana (46,6% pacijenata). Povrede bez kontuzija su najčešće lečene do 5 dana (36,2%). Utvrđeno je da je *dužina hospitalizacije statistički značajno povezana sa pojavom kontuzija mozga* ( $p=0,010$ ) (Tabela 45).

Unutar 6h zbiruto je 35,6% povreda sa kontuzijom i 59,6% povreda bez kontuzija. Unutar 12h zbiruto je 27,4% povreda sa kontuzijom i 27,7% povreda bez kontuzija. Unutar 72h zbiruto je 37,0% povreda sa kontuzijom i 12,8% povreda bez kontuzija. Vreme do početka zbrinjavanja se statistički značajno razlikuje u odnosu na pojavu kontuzija mozga ( $p=0,006$ ) (Tabela 46). Kontrola u sva tri perioda rađena je kod 91,8% povreda sa kontuzijom i 68,1% povreda bez kontuzija. *Učestalost kontrola se statistički značajno razlikuje u odnosu na pojavu kontuzija mozga* ( $p=0,002$ ) (Tabela 47).

Jedan od značajnih parametara koji opredeljuju trenutak operativnog zbrinjavanja je pojava isticanja likvora, te je primarno zbrinuti u kratkom vremenskom intervalu po sticanju opštih uslova i kada stanje zdravlja pacijenta to dozvoli, u predikciji sprečavanja razvoja infektivnog stanja u intrakranijumu. Nazolikvoreja se javila kod 37,0% povreda sa kontuzijom mozga i 36,2% povreda bez kontuzija mozga. Pojava nazolikvororeje je ujednačena u odnosu na pojavu likvororeje ( $p=1,000$ ) (Tabela 48).

Većini pacijenata nije bila potrebna rekonstrukcija u obe ispitivane grupe (63,0% vs 63,8%,  $p=1,000$ ). Kod pacijenata sa kontuzijom najčešće je rađena fascia lata (59,3%). Kod pacijenata bez kontuzije najčešće je rađen pericranialni flap. Utvrđeno je da postoji statistički značajna povezanost načina zbrinjavanja i pojave kontuzija mozga ( $p=0,027$ ) (Tabela 49).

U postraumatskom period praćenja pacijenata imali smo za cilj da sagledamo stanje zdravlja operisanih pacijenata primenjujući SF-36 i Bekove skale depresivnosti i anksioznosti, kao gradijente za ocenu kvaliteta života pacijenata nakon pretrpljene traume i operativnog zbrinjavanja. Na Bekovoj skali depresivnosti najviše pacijenata je imalo skor 0-13, odnosno 37,0% pacijenata sa kontuzijama i 36,2% pacijenata bez kontuzija. Vrednosti 14-19 imalo je 28,8% pacijenata sa kontuzijama i 36,2% pacijenata bez kontuzija. Vrednosti 20-28 imalo je 21,9% pacijenata sa kontuzijama i 25,5% pacijenata bez kontuzija. Vrednosti 29-63 imalo je 12,3% pacijenata sa kontuzijama i 2,1% bez kontuzija. Vrednosti Bekova skale depresivnosti su ujednačene u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,174$ ).

Na Bekovoj skali anksioznosti najviše pacijenata je imalo skor 0-9, odnosno 47,9% pacijenata sa kontuzijama i 63,8% pacijenata bez kontuzija. Vrednosti 10-16 imalo je 19,2% pacijenata sa kontuzijama i 23,4% pacijenata bez kontuzija. Vrednosti 17-29 imalo je 24,7% pacijenata sa kontuzijama i 6,4% pacijenata bez kontuzija. Vrednosti 30-63 imalo je 8,2% pacijenata sa kontuzijama i 6,4% pacijenata bez kontuzija. Vrednosti Bekova skale anksioznosti su povezane sa pojavom kontuzija ( $p=0,047$ ). Iz svega napred navedenog i dobijenih rezultata možemo zaključiti da su pacijenti imali umereni kvalitet života, bez traumatskih sekvela. Ovo je jako značajno sa aspekta psihofizičkog i socio-ekonomskog stanovišta, jer nema pratećih posledica a koje bi mogle biti zanemarene.

### Testiranje potencijalni faktora rizika za nastanak kontuzija

Univarijantna logistička regresiona analiza nam je pokazala da su nezavisni faktori rizika za kontuzije mozga veća *starost*, *prisustvo preloma tipa 1*, *prisustvo preloma tipa 2*,

smanjenje debljine zadnjeg zida frontalnog sinusa. **Najjači nezavisni faktori rizika za nastanak kontuzija je prisustvo preloma tipa 1 i 2** (OR 4,786,  $p=0,027$ ).

U multivarijantnom modelu se kao faktor rizika za kontuziju mozga izdvojila starost (OR 1,026,  $p=0,029$ ). **Hosmer-Lemeshow test** ukazuje na dobru kalibraciju modela (Tabela 53).

Testiranje potencijalnih faktora rizika za nastanak kontuzija (*multivarijantna logistička regresiona analiza*) Analiza ROC krive je urađena za sve parametre koji su u univarijantnom modelu bili statistički značajni a ispoljili su se – *starost, Tip I, TipA, debljina zadnjeg zida*. Na osnovu površine ispod krive utvrđeno je da među ispitivanim parametrima **najbolju diskriminacionu sposobnost ima debljina zadnjeg zida sinusa** (Tabela 54, Grafikon 3).

## 6.2 Diskusija rezultata eksperimentalnog istraživanja

Predložene su brojne pretpostavke kako bi se objasnila funkcija paranazalnih sinusa i mnoge od njih su odbačene (*Blanei*, 1990; *Rhis-Evans*, 1992; *Rae and Koppe*, 2004; *Keir*, 2009). Nedavno su *Kellman i Schmidt* (2009) predložili teoriju da paranasalni sinusi služe kao zona sa ulogom da obezbede stisnutu ili fragmentabilnu barijeru koja apsorbuje i raspršuje energiju kroz uništavanje i/ili deformaciju same zone.

U eksperimentalnoj studiji sa devet kadavera pokazali su da je kada je trauma bila usmerena ka globusu oka, tanak orbitalni pod se prelomio relativno u maksilarni sinus, čime se zaštitio oko od rupture. Kada su eliminisani etmoidni i maksilarni sinusi, slična trauma je prouzrokovala rupture globusa oka. Osim toga, pretpostavili su da postoji sličan način na koji frontalni sinusi štite frontalni režanj. Inspirisan teorijom paranazalnih sinusa kao zaštitnih struktura, *Song et al.* (2015) validirali su dva modela ljudske glave: sa i bez paranazalnih sinusa, razmatrajući tri različita uticaja: udara na čelo, jagodicu i maksilu. U uticaju na čelu, frontalni sinusi su značajno uticali na akumulaciju stresa u obližnoj intrakranijalnoj zoni. Naime, pritisak u bližoj intrakranijalnoj zoni bio je veći u modelu bez sinusa za oko 35% nego u modelu sa sinusima. *Yu et al.* (2014) u epidemiološkoj studiji ispitao je interakcije frontalnih sinusa različitih volumena i mozga u okruženju traume glave. Oni su pokazali da je volumen frontalnih sinusa bio 33% manji kod pacijenata sa kontuzijom nego kod pacijenata bez kontuzije mozga, što znači da frontalni sinusi daju zaštitnu prednost pred frontalnom kontuzijom mozga.

U skladu sa tim podacima, rezultati naše studije pokazali su da dinamika povrede glave i raspodele stresa u prednjoj oblasti zavise od zapremine sinusa i potvrđuju zaštitnu ulogu čeonih sinusa. Posle nanošenja udarne sile od 7,7 kN na prednji deo čela, stres se javlja na

prednjem zidu sinusa, regionu sinusnog septuma, na zadnjem zidu sinusa i frontalnom delu baze lobanje u sva četiri modela. Međutim, uočene su značajne razlike u raspodeli ekstremnih nivoa sile u zavisnosti od zapremine sinusa. Prednji sinusni zid pokazao je najveću krhkost u slučaju hiperplazije sinusne šupljine zbog visoke sile istezanja.

Na osnovu rezultata nakon frontalnog udarca, poređenje modela, bazirano na glavnim naponima i odgovarajućim indeksima popuštanja (FI), je dovelo do popu[anja kosti u regionima usled koncentrisanja zateznog napona, a u slučajevima gde ovaj stres može prouzrokovati prelom prednjeg zida hiperplazičnih sinusa, kao i septum hiperplazičnih i normalno razvijenih sinusa. Nasuprot tome, zadnji sinusni zid / unutrašnja ploča i frontalni deo baze lobanje pokazali su veću krhkost u slučajevima sa hipoplazijom i još više u nerazvijenim sinusima, zbog visokog zatezne sile. Međutim, količina zatezne sile u ovim regionima nije bila dovoljna da izazove neuspeh. Lom zadnjeg zida ili frontalne lobanjske podloge zahteva veću udarnu silu i to će se primarno pojaviti u slučajevima sa hipoplazičnim ili nerazvijenim sinusima.

U slučaju traume prednjeg regiona sa razvijenom sinusnom šupljinom, prednji sinusni zid i septum su predisponirani na frakturu zbog apsorbovane sile pritiska, čime se minimizira prenos energije udara na čeonu rezanj. Sa hipoplazičnim ili nerazvijenim sinusnim šupljinama, prednji zid je bio manje krhk, pošto je stres bio prenet na zadnji zid i frontalni deo baze lobanje. Iako je potrebna veća sila udarca da bi se uzrokovala fraktura ovih regiona, distribuirani stres se takođe može preneti dalje i uticati na mozak i vitalne strukture. Ovo je u skladu sa rezultatima epidemiološke studije *Yu et al.* (2014), gde su pacijenti sa kontuzijom mozga imali 33% manjih sinusa od pacijenata bez kontuzije mozga.

Rezultati studije podržavaju teoriju da prednji sinusi obezbeđuju stisnutu ili fragmentalnu barijeru koja apsorbuje i raspršuje energiju kroz uništavanje i/ili deformaciju njenog prednjeg zida, čime se štiti zadnji zid i sinusni pod. Znajući da prelomi zadnje kortikalne ploče i sinusnog poda obično uzrokuju povrede intrakranijalnog i orbitalnog sadržaja (*Heller i sar., 1989; Stanlei, 1989*), frontalni sinusi daju zaštitnu ulogu protiv traume mozga i očiju. Razumevanje dinamike lobanje u traumi je važno za rano prepoznavanje ozbiljnih slučajeva, kao i za pružanje buduće zaštite mozga.

U frontalnoj traumi treba očekivati kontrakciju mozga kod osoba s manjim sinusnim šupljinama, stoga treba voditi posebnu pažnju kako bi se izbegli mogući previdi u dijagnozi. Rezultati studije podržavaju rekonstrukciju prelomljenog prednjeg zida sinusa koji prate hirurški pristup očuvanju i obnovi zadnjeg zida i sinusne šupljine, izbegavajući radikalne procedure, kad god je to moguće.

Ovo je od posebnog značaja kod ljudi koji su skloni ponovnoj povredi ovog predela, kao što su osobe uključene u različite sportove, ili radna mesta sa povećanim rizikom od povređivanja. Buduća istraživanja trebalo bi usmeravati na razvoj adekvatnih obnavljajućih materijala i rekonstruktivnih strategija za očuvanje integriteta prednje sinusne šupljine.

## 6.3 Diskusija rezultata kliničkog istraživanja

Neuroanatomska i neuroradiološka prezentacija različitih lezija kraniofacijalnog spoja i prednjeg sprata baze lobanje, kao i klinička slika i dominantni simptomi i znaci bolesti, odnosno biološki potencijal lezije ili stepen povrede, diktiraju i stepen hirurške resekcije lezije, što mora biti pojedinačna odluka kod svakog pacijenta.

Dugi niz godina region baze lobanje i kraniofacijalnog spoja je važio za ničiju zemlju. Nedostatak adekvatnih dijagnostičkih procedura za vizuelizaciju lezija u ovoj regiji, neodgovarajuća hirurška tehnika kao i ograničavajući faktori u smislu nepostojanja hirurških instrumenata i odgovarajuće intenzivne nege i terapije su bili karakteristike koje su lezije ove regije često klasifikovale kao inoperabilne.

Međutim, razvoj moderne tehnologije kao i posvećenost izučavanju anatomskih karakteristika baze lobanje i kraniofacijalnog spoja, kao i multidisciplinarni pristup lečenju lezija ove regije su doveli do promene u načinu razmišljanja, kao i do uvođenja novih hirurških pristupa u lečenju.

Po našem iskustvu kombinacija transkranijalne i ekstrakranijalne pristupa i rekonstrukcije preloma zidova čeonog sinusa udruženog sa prelomom prednjeg sprata baze lobanje u jednom operativnom aktu, pokazala se kao efektna sa stanovišta opsega hirurške operacije, dozvoljavala je sigurnu plastiku osteoduralnog defekta na bazi i bila je sigurna po bolesnika, jer je izvođena tokom jedne anestezije. Operativni rizik je umanjen time da specijalisti dve različite hirurške discipline rade na različitim delovima istog supstrata. Prednje i prednje lateralnim kraniofacijalnim pristupima se otvara mogućnost komfornijeg pristupa i uspešnog rešavanja lezija baze lobanje i kraniofacijalnog spoja kako intraduralnih tako i ekstraduralnih ili kombinovanih intraekstraduralnih lezija na većem broju lokalizacija. Ideje o ovim pristupima su začete *Tessierovim* saopštenjima iz 1967. godine o rekonstrukcijama kod komplikovanih kraniofacijalnih anomalija. *Derome* navedene pristupe koristi za lečenje tumora u

sferoetmoidalnoj regiji, što prikazuje u članku publikovanom 1972. godine. Dalje slede modifikacije koje unapređuju ove pristupe.

Kraniofacijalni pristupi sa brojnim varijacijama i modifikacijama i tehničkim detaljima kao i njihove uporedne prednosti su detaljno opisani u literaturi (*Derome* 1972 i 1982. godine, *Jackson* i sar. 1986, *Sekhar* i sar. 1992 i 1993, *Raveh* i sar. 1993, *Honeybul* i sar. 1999, *Lang* i sar. 1999, i drugi).

Kada su u pitanju povrede u predelu kraniofacijalnog spoja i prednjeg sprata baze lobanje pre preduzimanja hirurškog lečenja neophodno je pravilno sagledati lokalizaciju povrede, stepen preloma i težinu eventualne kraniocerebralne povrede i optimalno proceniti stepen narušavanja uobičajenih anatomskih struktura. To se postiže adekvatnim kliničkim pregledom, kao i nakon sprovedene neuroradiološke dijagnostike (CT endokranijuma i 3D rekonstrukcija). U skladu sa prethodno iznetim činjenicama hirurškom lečenju se pristupa nakon adekvatne preoperativne pripreme pacijenta, uz poštovanje postulata određenih hirurških pristupa.

Posebni problemi koji se javljaju u okviru ovih operativnih pristupa nastaju iz brojnih razloga. Mogući su postoperativni facijalni ožiljci sa estetskim i funkcionalnim posledicama, postoperativni defekti koštanog i mekog tkiva. Pozicija i veličina čeonog sinusa zahteva obliteraciju ili kranijalizaciju sinusa, a dodatno uvećava mrtvi intrakranijalni prostor, prolaps intrakranijalnog sadržaja kroz slabo rešenu plastiku baze lobanje, likvorna fistula, tenzioni pneumocefalus kao i brojni drugi problemi i komplikacije usled specifičnih anatomskih, funkcionalnih, patoloških i hirurških preplitanja.

CT kontrola unutar prvog postoperativnog dana je obavezna. Prati se formiranje kolekcije krvi, cerebrospinalne tečnosti i vazduha. Zbog rizika infekcije ili resorpcije koštanih graftova tokom postoperativnog perioda kontrola se mora obavljati i povremenim radiografskim snimcima lobanje.

Istraživanjem u okviru ove studije proučavali smo značaj volumena sinusa i njegov značaj u ekspresiji nastalih povreda, a naročito u traumi intrakranijalnog sadržaja manifestovanog kao kontuzije mozga sa svim svojim modalitetima ekspresije. Period kliničkog posmatranja je jednogodišnji u 2017. godini koji je obuhvatao 120 pacijenta, od kojih su 40 bili ispitivana grupa sa povredama u predelu čeonog sinusa a u okviru iste i dve podgrupe sa i bez prisustva kontuzije mozga i 80 je činilo kontrolnu grupu sa povredama facijalnog masiva i sa prisustvom ili odsustvom kontuzija a isključivalo je povrede čeonog predela.

Trauma u saobraćajnim udesima je bila dominantni faktor nastajanja povreda i o kategorija suvozača. Dominirao je muški pol u svim ispitivanim grupama iako su grupe bile ujednačene prema polu. Dobna starost u analiziranim grupama bila je u rasponu od

30,65±11,84 do 44,00±17,04. Karakteristična je dominacija povreda jesen i zima i to u vremenskim intervalima od 06-09h i 18-21h. Udeo povreda koje su ispitivane u populaciji u najvećem procentu od 62,2% nastao je u saobraćajnom traumatizmu u kategoriji suvozača sa predominacijom muškaraca kao povređenih. Istraživanje *Dimitrijević i sar.* <sup>(179)</sup> ukazuje na zastupljenost ovog vida traumatizma u 59% populacije, koje navode i neki autori. Tako jedan od njih *Chen* <sup>(200)</sup> (studija na 78 pacijenata u periodu 1994-2002.god) gde iznosi podatak od 57,7%, koji ide u prilog saobraćajnoj nezgodi. Tu tvrdnju potvrđuje i *Strong* <sup>(184)</sup> (studija na 202 pacijenta u periodu 1974-2002.god.) sa 71%.

S obzirom na rezultate dosadašnjih studija i sprovedenih istraživanja u pogledu učestalosti preloma čeone kosti u odnosu na pol, možemo zaključiti da smo u našem istraživanju dobili rezultate koji su u skladu sa rezultatima ostalih autora.

Utvrđeno je da su se prelomi čeone kosti javljali uglavnom kod osoba muškog pola čak u 85% slučajeva, a *Peltola* <sup>(204)</sup> (studija na 374 pacijenata u periodu 2000-2005.god) iznosi procenat od 72%.

Ako se uporedi učestalost preloma čeone kosti u odnosu na godine starosti, dobijamo prosek starosti između 20-40god., što čini 41%.

Prosek starosti utvrđen našim istraživanjem nema značajne statističke razlike sa rezultatima koja u svojim istraživanjima navode *Peltola* <sup>(204)</sup> 34.god. i *Grossman* <sup>(214)</sup> (studija na 96 pacijenata u periodu 1990-2003.god.) 39.godina. Rezultati do kojih smo mi došli studijom je prosečna strost **37,1±15,9**, što bi odgovaralo navedenim podacima pomenutih studija. Najstariji pacijenti su bili u podgrupi B, a najmlađi u podgrupi A. Utvrđeno je *da postoji statistički značajna razlika u starosti između ispitivanih grupa* ( $p=0,017$ ). Dalja analiza je pokazala da statistički značajna razlika u starosti postoji između sledećih grupa: podgrupa A vs podgrupa B ( $p=0,006$ ), podgrupa A vs grupa 2 ( $p=0,016$ ) (Tabela 55). U svim ispitivanim grupama dominira muški pol. Grupe su ujednačene prema polu ( $p=0,076$ ). U obe podgrupe svi pacijenti su dobili povrede kao suvozači u saobraćajnim udesima. U grupi 2 dominiraju povrede dobijene na mestu suvozača ali su zastupljene i ostale kategorije povreda (Tabela 56).

U podgrupi A i B povrede su najčešće bile u jesen (40,0%, odnosno 35,0%), a zatim u zimu (35,0% odnosno 25,0%). U grupu 2 povrede su se najčešće desile u zimskom periodu (32,5%) i u proleće (30,0%). Utvrđeno je da je vreme povređivanja ujednačeno u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,377$ ) (Tabela 57). U podgrupi A povrede su najčešće nastale u periodu 18-21h (30,0%) i ujutru od 06-09h (25,0%). U podgrupi B povrede su najčešće nastale u periodu 06-09h (25,0%) i u periodu 10-13h (25,0%). U grupi 2 povrede su najčešće nastale u

periodu 10-13h (36,2%) i u periodu 14-17h (27,5%). Učestalost povređivanja u periodu 18-21h se statistički značajno razlikuje u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,011$ ). U sve tri grupe dominiraju umereno ozbiljne povrede, odnosno povrede sa prijemnim skorom 10-13. Utvrđeno je da učestalost prijemnog GSC skora je ujednačena u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,400$ ) (Tabela 59).

Učestalost Marshall-ovog skora je statistički značajno različita u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,005$ ). Statistički značajna razlika postoji između podgrupe A i grupe 2 ( $p=0,001$ ). Kod podgrupe A najčešća je druga kategorija skora – 50,0%, a kod grupe 2 najčešća je prva kategorija skora – 73,8% (Tabela 60).

Ne tako često, prelomi čeone kosti bivaju udruženi sa povredama kako mekotkivnog omotača tako i sa drugim prelomima ličnog masiva ili udaljenih povreda drugih sistema ili organa. Ukoliko se nastanu lacerokontuzne rane tokom traumatizma vrlo često se kroz pomenute rane mogu videti frakturisani zidovi čeonog sinusa, povređena dura i moždana masa. Našim istraživanjima lacerokontuzne rane činile su 41%, što je veća učestalost nego što dobija **Pešić**<sup>(207)</sup> (studija na 19 pacijenata u periodu 1995-2006.god) a iznosi 31,57%.

Povrede čeonog sinusa mogu biti izolovane, ali se ovim istraživanjem može utvrditi da su češće udružene sa drugim povredama glave, lica, baze lobanje i temporalne kosti, što čini 55%.

Kod sve tri grupe dominira izlovani prelom prednjeg zida, koji se javio kod 70,0% pacijenata podgrupe A, 50,0% pacijenata podgrupe B i 77,5% grupe 2. Prelomni obrazac je ujednačen u odnosu na ispitivane kategorije ( $p=0,389$ ) (Tabela 62). U podgrupi A najčešći su tipovi preloma 1 i 4, koji su zastupljeni sa 30% pacijenata. U podgrupi B najčešći je tip preloma 2 sa učestalošću od 40,0%. Utvrđeno je da su tipovi preloma ujednačeni u odnosu na ispitivane podgrupe ( $p=0,201$ ) (Tabela 63).

U obe podgrupe najčešće je zastupljen tip preloma A po dubini baze lobanje, sa učestalošću od 50,0% u podgrupi A i 65,0% u podgrupi B. Tip preloma po dubini baze lobanje je ujednačen u odnosu na ispitivane podgrupe ( $p=0,582$ ).

Pridružene povrede srednje 1/3 su se javile kod svih pacijenata u ispitivanim grupama (Tabela 66). Učestalost pridruženih povreda ove regije je ujednačena u odnosu na ispitivane grupe (Tabela 66). Pridružene povrede donje 1/3 su se javile kod 70,0% pacijenata grupe A, 80,0% grupe B i 87,5% pacijenata grupe 2. Učestalost pridruženih povreda ove regije je ujednačena u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,156$ ). U Tabeli 67 je prikazana distribucija pojedinačnih pridruženih povreda donje 1/3 u odnosu na ispitivane grupe (Tabela 67). Povrede simfize i tela donje vilice se statistički značajno razlikuju u odnosu na ispitivane grupe ( $p<0,001$ , odnosno  $p=0,001$ ). Prelom baza lobanje je utvrđen kod 5 pacijenata



podgrupe A (25,0) i 7 pacijenata podgrupe B (35,0%). Utvrđeno je da ne postoji statistički značajna razlika u učestalosti preloma baze lobanje između ove dve podgrupe ( $p=0,730$ ).

Dužina hospitalizacije se *statistički značajno razlikuje u odnosu na ispitivane grupe* ( $p=0,005$ ). Najduža hospitalizacija je kod pacijenata podgrupe A, zatim kod pacijenata grupe 2, a najkraća kod pacijenata podgrupe B. Daljom analizom je pokazano da statistički značajna razlika postoji između: podgrupe A i podgrupe B ( $p=0,003$ ) i podgrupe B i grupe A ( $p=0,003$ ) (Tabela 68). Trauma skor je ujednačen u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,558$ ).

**Gordin**<sup>(199)</sup> (studija na 47 pacijenata u periodu 1998-2002.god.) u svom istraživanju navodi da 47% povreda frontalnog sinusa često biva udruženo sa povredama lica, a 39% u sklopu intrakranijalnih povreda. Tako, **Montovani**<sup>(189)</sup> iznosi rezultate gde je 83,4% s prelomima lica, a 54,2% s intrakranijalnim povredama. Međutim, **Chen**<sup>(200)</sup> dolazi do rezultata od 71% udruženih povreda, koji ide u prilog prelomu orbite.

Treba istaći da je u našim istraživanjima ustanovljeno istovremeno postojanje preloma prednjeg i zadnjeg zida čeonog sinusa, što čini 50% i podudara se s rezultatima koje dobija **Grossman** od 50%, **Gordin** navodi nešto veći procenat od 70%, a **Montovani** 33,4%.<sup>(199,200,204)</sup>

Naši rezultai su pokazali da izolovani prelom prednjeg zida sačinjava 46%, a relativno mali broj prelom zadnjeg zida sinusa 4%.

Rezultati drugih autora, a tiču se izolovanih preloma prednjeg zida su sledeći **Montovani** iznosi podatak od 66%, **Gordin** 30% i **Grossman** 50%.

Prednja čeona kost je najjača komponenta kraniofacijalnog skeleta i može izdržati silu ekvivalentnu 3,6 - 7,1 kN (**Nahum, 1975**) a drugi autori ističu da su dobili vrednost od 9,8 kN (**Lakhani, Shibuya, Mathog i sar., 2001**) pre loma. Prednji zid čeonog sinusa obavlja dvostruku funkciju. Prednji zid, formiran kod frontalne kosti, odgovorna je za estetsku konturu čela i gornje orbitalne rime. Zbog svoje prosečne debljine, ima veći kapacitet da apsorbuje udar, delujući kao horizontalna kontura skeleta lica, naročito duž supraorbitalnog oboda (**Linnau, Stanley, Hallam i sar., 2003**). Zadnji zid je tanji i nije deo sistema distribucije sile lica. Ova struktura čini prednju granicu prednje kranijalne fosse, razdvajajući sadržaj lobanje i sinusa, snažno ležeći prema duri (**Lawson, 1991**).

Volumen levog i desnog frontalnog sinusa, kao i ukupni volumen su statistički značajno veći kod pacijenata podgrupe B. Ostali parametri frontalnog sinusa su ujednačeni u odnosu na ispitivane grupe (Tabela 69).

SF 36 skor je ujednačen u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,741$ ). Vrednosti ovog skora kreću se u opsegu od 56,0-98,0 (Tabela 70).

Komplikacije su se javile kod 10,0% pacijenata podgrupe A, 10,0% pacijenata podgrupe B i kod 8,8% grupe 2. Utvrđeno je da je pojava komplikacija ujednačena u odnosu na ispitivane grupe. U tabeli 71 je prikazana distribucija različitih komplikacija u odnosu na ispitivane grupe. Većina povreda u sve tri ispitivane grupe je zbrinuta u prvih 12h odnosno u prvih 24h. Utvrđeno je da ne postoji statistički značajna razlika u vremenskom okviru zbrinjavanja povreda u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,895$ ).

Rekonstrukcija prednjeg zida rađena je kod svih pacijenata u podgrupi A i B i kod 42,5% pacijenata grupe. Utvrđeno je da je ova rekonstrukcija statistički značajno češće rađena kod pacijenata u ove dve podgrupe u odnosu na grupu 2 ( $p<0,001$ ). U sve tri ispitivane grupe podjednako su za rekonstrukciju prednjeg zida korišćenje mach i mikropličice ( $p=0,929$ ) (Tabela 73).

Rekonstrukcija zadnjeg zida rađena je kod 75,0% pacijenata u podgrupi A i 70,0% pacijenata podgrupe B, kao i kod 70,6% pacijenata grupe 2 kojima je rađena rekonstrukcija prednjeg zida. U sve tri ispitivane grupe podjednako su za rekonstrukciju prednjeg zida korišćenje mach i mikropličice ( $p=0,929$ ) (Tabela 74).

Fraktura orbitalnog sprata se desila kod 60,0% pacijenata podgrupe A i kod 60,0% podgrupe B. Utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika u učestalosti fraktura orbitalnog sprata u odnosu na ispitivane grupe ( $p<0,001$ ). Trauma NF kanala se desila kod 50,0% pacijenata podgrupe A, 40,0% pacijenata podgrupe B i kod 61,8% pacijenata grupe 2 kojima je rađena rekonstrukcija. Utvrđeno je da je ova povreda ujednačena u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,288$ ).

Rekonstrukcija NF kanala je rađena kod 60,0% pacijenata podgrupe A i 50,0% pacijenata podgrupe B. Kod pacijenata grupe 2 nije bilo potrebe za ovakvom rekonstrukcijom

Prelomi koji utiču na kost čeonog sinusa uglavnom su uzrokovani silama nanetim direktno na prednji deo lobanje u glabelarnoj regiji, ogromna većina fraktura je povezana sa tupom traumom (*Manolidis, 2004*). Među dominantnom etiologijom je saobraćajni traumatizam motornim vozilima, gde je intenzitet traume obično viši (*Frencker, Richtner, 1960; Pollak; Payne, 1976 i Marzola, 2008*). Drugi najveći etiološki uzročnik su povrede izazvane tučom (*Marzola, 2008*). Rezultati naše studije su kompatibilni iznetim.

Najveća incidenca preloma čeonog sinusa koja obuhvata doba u grupi od 21-30 godina predstavlja 25% od ukupnog broja. Ovaj nalaz se može objasniti zbog veće aktivnosti ove grupe i izloženosti rizicima koji su prisutni u društvu (*Wilson, Davidson, Corey i sar., 1988; Gonty; Marciani; Adoranto, 1999; Gerbino; Roccia; Benech i sar., 2000. Marzola, 2008*).

Povrede koje mogu probiti prednji zid obično utiču na i zadnji zid i elemente poda prednje kranijalne fosse, uključujući foveu etmoida i kibriformnu ploču. Ova činjenica nam ukazuje da u dijagnostici moramo biti obazrivi a naročito da intraoperativni nalaz može sadržati leziju pomenutih struktura sa isticanjem cerebrospinalne tečnosti, čime se usložnjava operativni zahvat (*Rohrich, Hollier, 1992*).

Učestalost rekonstrukcije *se statistički značajno razlikuje u odnosu na ispitivane grupe* ( $p < 0,001$ ). Najčešće je rađena obliteracija kod 40,0% pacijenata podgrupe A i 30,0% pacijenta podgrupe B. Anatomska rekonstrukcija je rađena kod 20,0% pacijenata podgrupe A i 20,0% pacijenta podgrupe B (Tabela 75). Udružene povrede su se javile kod 80,0% pacijenata podgrupe A i 70,0% pacijenta podgrupe B i 56,2% pacijenata grupe 2. Učestalost udruženih povreda je ujednačena u odnosu na ispitivane grupe ( $p = 0,109$ ). Laceracija kože se javila kod 50,0% pacijenata podgrupe A, 40,0% pacijenta podgrupe B i 56,2% pacijenata grupe 2. Povrede drugih organa i tkiva su se javile kod 30,0% pacijenata podgrupe A i 30,0% pacijenta podgrupe B.

Estetske komplikacije su se javile kod 50,0% pacijenata podgrupe A, 40,0% pacijenta podgrupe B i 46,2% pacijenata grupe 2. Učestalost estetskih komplikacija je ujednačena u odnosu na ispitivane grupe ( $p = 0,810$ ). Komplikacije koštanog masiva se statistički značajno razlikuju u odnosu na ispitivane grupe ( $p < 0,001$ ). Ove komplikacije su najčešće kod pacijenata grupe 2 (46,2%), a kod pacijenata podgrupe A i B zastupljene sa 10,0%. Komplikacije kože i mekih tkiva se statistički značajno razlikuju u odnosu na ispitivane grupe ( $p < 0,001$ ). Ove komplikacije su najčešće kod pacijenata podgrupe A i podgrupe B, a nisu se javile kod pacijenata grupe 2.

Infektivne komplikacije su se javile kod 20,0% pacijenata podgrupe A, 15,0% pacijenta podgrupe B i 18,8% pacijenata grupe 2. Učestalost komplikacije je ujednačena u odnosu na ispitivane grupe ( $p = 0,907$ ). Sinuzitis se javio kod 10,0% pacijenata podgrupe A, 10,0% pacijenta podgrupe B i 8,8% pacijenata grupe 2. Druga infektivna stanja su se javila kod 10,0% pacijenata podgrupe A, 5,0% pacijenta podgrupe B i 10,0% pacijenata grupe 2.

Bez komplikacije je bilo 80,0% pacijenata podgrupe A, 85,0% pacijenta podgrupe B i 81,2% pacijenata grupe 2. Komplikacije su se javile sa traumom kod 10,0% pacijenata podgrupe A, 5,0% pacijenta podgrupe B i 10,0% pacijenata grupe 2. Komplikacije su se javile nakon operacije kod 10,0% pacijenata podgrupe A, 10,0% pacijenta podgrupe B i 8,8% pacijenata grupe 2.

Repozicija ulomaka i osteosinteza Mash-om rađena je kod 40,0% pacijenata podgrupe A, 35,0% pacijenta podgrupe B i 37,5% pacijenata grupe 2. Repozicija i osteosinteza mini

pločicama rađena je kod 55,0% pacijenata podgrupe A, 55,0% pacijenta podgrupe B i 55,0% pacijenata grupe 2. Redukcija sinusa rađena je kod 5,0% pacijenata podgrupe A, 10,0% pacijenta podgrupe B i 7,5% pacijenata grupe 2. Primenjene tehnike su ujednačene u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,982$ ). Duže od 15 dana lečeno je 40,0% pacijenata podgrupe A, 35,0% pacijenta podgrupe B i 36,2% pacijenata grupe 2. Do 15 dana lečeno je 5,0% pacijenata podgrupe A, 10,0% pacijenta podgrupe B i 8,8% pacijenata grupe 2. Do 7 dana lečeno je 30,0% pacijenata podgrupe A, 25,0% pacijenta podgrupe B i 27,5% pacijenata grupe 2. Do 5 dana lečeno je 25,0% pacijenata podgrupe A, 30,0% pacijenta podgrupe B i 27,5% pacijenata grupe 2. Utvrđeno je da je broj dana hospitalizacije ujednačen u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,995$ ).

Perforantne povrede u predelu čeonog sinusa koje nastaju usled oštećenja vatrenim oružjem i industrijskim sredstvima – mašinama i alatima, ove nesreće su povezane sa traumom sa visokim stepenom koncentrisane sile na malo područje. Ove povrede su stoga povezane sa visokim rizikom od oštećenja na oba zida čeonog sinusa, ruptуре dure, prelomom kibriiformne ploče i fovea etmoida kao i oštećenje frontalnog režnja mozga praćenim kontuzijom (*Manolidis, 2004*).

Najčešća intrakranijalna povreda je pneumocefalus i javila se kod 30,0% pacijenata podgrupe A, 40,0% pacijenta podgrupe B i 35,0% pacijenata grupe 2. Zatim sledi prelom prednje baze lobanje, koji se javio kod 35,0% pacijenata podgrupe A, 35,0% pacijenta podgrupe B i 35,0% pacijenata grupe 2. Ostale intrakranijalne povrede su se javile u manjem procentu. Distribucija intrakranijalnih povreda je ujednačena u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,781$ ).

Kontuzija mozga se javila kod svih pacijenata podgrupe A i 66,2% pacijenata grupe 2. Utvrđena je statistički značajna razlika u učestalosti kontuzija mozga u odnosu na ispitivane grupe ( $p<0,001$ ). Većina pacijenata je lečena operativno, odnosno 95,0% pacijenata podgrupe A, 85,0% pacijenta podgrupe B i 88,8% pacijenata grupe 2. Način lečenja je ujednačen u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,548$ ).

U dijagnostičkim procedurama kompjuterizovana tomografija zauzima počasnno mesto i odlučujuća je u dijagnostici preloma čeonog sinusa i prednje baze lobanje. Svoje mesto u nekom inicijalnom prikazivanju i nekoj prvoj dijagnostici ima i nativna radiografija paranasalnih šupljina, prevashodno u tom nekom početnom procenjivanju stepena povrede i volumena sinusa.

Mesto ovih dijagnostičkih procedura u našim istraživanjima kod svih pacijenata sprovedena je MSCT dijagnostika a u nekim slučajevima dopunjena i 3D rekonstrukcijom i

do sa stopom zastupljenosti od 100%. U studiji *Peltola* potvrđuje prelom čeone kosti na CT-u kod 262 pacijenta odnosno 70% a kod 112 odnosno 30% nije bilo preloma.

Samo lečenje pacijenata bilo je uslovljeno lokalnim nalazom. Ukoliko su utvrđene laceracije, kroz njih se pristupalo delovima zidova čeonog sinusa. Na Bekovoj skali depresivnosti najviše pacijenata je imalo skor 0-13, odnosno 40,0% pacijenata podgrupe A, 55,0% pacijenta podgrupe B i 31,2% pacijenata grupe 2. Vrednosti 14-19 imalo je 30,0% pacijenata podgrupe A, 35,0% pacijenta podgrupe B i 21,2% pacijenata grupe 2. Vrednosti 20-28 imalo je 15,0% pacijenata podgrupe A, 10,0% pacijenta podgrupe B i 28,7% pacijenata grupe 2. Vrednosti 29-63 imalo je 15,0% pacijenata podgrupe A i 8,8% pacijenata grupe 2. Vrednosti Bekova skale depresivnosti su ujednačene u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,117$ ).

Na Bekovoj skali anksioznosti najviše pacijenata je imalo skor 0-9, odnosno 40,0% pacijenata podgrupe A, 75,0% pacijenta podgrupe B i 52,5% pacijenata grupe 2. Vrednosti 10-16 imalo je 20,0% pacijenata podgrupe A, 25,0% pacijenta podgrupe B i 21,2% pacijenata grupe 2. Vrednosti 17-29 imalo je 25,0% pacijenata podgrupe A, 5,0% pacijenta podgrupe B i 18,8% pacijenata grupe 2. Vrednosti 30-63 imalo je 15,0% pacijenata podgrupe A i 7,5% pacijenata grupe 2. Vrednosti Bekova skale anksioznosti su ujednačene u odnosu na ispitivane grupe ( $p=0,143$ ).

### Rezultati u odnosu na prisustvo kontuzije

Pacijenti sa kontuzijom mozga su bili statistički značajno mlađi u odnosu na pacijente koji nisu imali kontuziju mozga ( $p=0,031$ ). Polna struktura je bila ujednačena u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,079$ ) (Tabela 86).

U obe grupe su najčešće povrede suvozača (64,4% odnosno 85,1%). Ostale povrede su se javile sa znatno manjom učestalošću. Etiologija povrede je ujednačena u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,065$ ) (Tabela 87).

U obe grupe povrede su najčešće nastale u zimu (30,1% odnosno 34,0%) i jesen (28,8% odnosno 23,4%). Period povređivanja je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,927$ ) (Tabela 88).

Kod pacijenata sa kontuzijom povrde su se najčešće dešavale u periodu 14-17h (28,8%) i 10-13h (27,4%). U grupi bez kontuzija povrde su se najčešće dešavale između 10-13h (34,0%) i 06-09h (27,47%). Vremenski trenutak povređivanja je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,728$ ) (Tabela 89).

U obe grupe najčešće je GSC bio između 10-13, odnosno radilo se o umerenim povredama (42,5%, odnosno 46,8%). Ozbiljne povrede su se javile kod 26,0% sa kontuzijama i 27,7% bez kontuzija. Prijemni GSC je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,777$ ) (Tabela 90). Marshalov skor je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,578$ ) (Tabela 91). Najčešće su vrednosti bile u opsegu 0-1,2 (58,9% odnosno 68,1%). Preživelo je 89,4% pacijenata sa kontuzijama i 98,6% bez kontuzija. Ishod lečenja je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,142$ ) (Tabela 92).

U obe grupe najčešći prelomni obrazac je izolovani prelom prednjeg zida, kod 77,3% pacijenata sa kontuzijama i 58,3% pacijenata bez kontuzija. Prelom oba zida se javio kod 13,6% pacijenata sa kontuzijama i 22,2% pacijenata bez kontuzija. Izolovani prelom zadnjeg zida javio se kod 4,5% pacijenata sa kontuzijama i 5,6% pacijenata bez kontuzija. Prelom nazofrontalnog sinusa se javio kod 4,5% pacijenata sa kontuzijama i 13,9% pacijenata bez kontuzija. Prelomni obrazac je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,271$ ) (Tabela 93).

Pridružene povrede gornje 1/3 su se javile kod 38,3% pacijenata sa kontuzijama i 34,1% pacijenata bez kontuzija. Učestalost pridruženih povrede gornje 1/3 je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,776$ ) (Tabela 91). Distribucija pojedinačnih povreda je prikazana u Tabeli 94.

Pridružene povrede srednje 1/3 su se javile kod svih pacijenata. Kod pacijenata sa kontuzijama najčešće se javio Le Fort II (27,4%) i izolovana povreda orbite (27,4%). Kod pacijenata bez kontuzija najčešće se javio Le Fort III (25,5%) i Le Fort I (23,4%). Učestalost pridruženih povreda srednje 1/3 je ujednačena u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,212$ ) (Tabela 95).

Pridružene povrede donje 1/3 su se javile kod 84,8% pacijenata sa kontuzijama i 80,9% pacijenata bez kontuzija. Kod pacijenata sa kontuzijama najčešće se javile povrede parasimfize (53,4%). Kod pacijenata bez kontuzija najčešće se javile povrede parasimfize (31,9%) i povrede tela donje vilice (17,0%). Učestalost pridruženih povreda donje 1/3 je ujednačena u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,251$ ) (Tabela 96).

Prelom baza lobanje je utvrđen kod 5 pacijenata sa kontuzijama (25,0%) i 7 pacijenata bez kontuzija (35,0%). Utvrđeno je da ne postoji statistički značajna razlika u učestalosti preloma baze lobanje između ove dve podgrupe ( $p=0,730$ ).

Pacijenti sa kontuzijama su *statistički značajno duže bili hospitalizovani u odnosu na pacijente bez kontuzije* ( $p=0,045$ ). Trauma skor je bio ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,734$ ) (Tabela 97).

*Volumen levog i desnog sinusa, kao i ukupni volumen su statistički značajno veći kod pacijenata bez kontuzija ( $p < 0,001$ , za sve parametre). Debljina prednjeg zida orbite je statistički značajno manje kod pacijenata sa kontuzijama ( $p = 0,047$ ), a debljina zadnjeg zida orbite je statistički značajno veća kod pacijenata sa kontuzijama ( $p = 0,038$ ) (Tabela 98).*

SF36 skor je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p = 0,765$ ) (Tabela 99).

Komplikacije su se javile kod 9,6% pacijenata sa kontuzijama i 8,5% pacijenata bez kontuzija. Učestalost komplikacija je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p = 1,000$ ) (Tabela 100). Distribucija pojedinačnih komplikacija je prikazana u Tabeli.

Povrede sa kontuzijama su zbrinute najčešće u prvih 12h (37,0%) i u prvih 24H (30,1%). Povrede bez kontuzija, takođe, su najčešće zbrinute u prvih 12h (29,8%) i 27,7% u prvih 6h. Vremenski okvir je ujednačen u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p = 0,577$ ) (Tabela 101).

Rekonstrukcija prednjeg zida je statistički značajno češće rađena kod pacijenata bez kontuzija (72,3% vs 54,8,  $p = 0,008$ ). Rekonstrukcija prednjeg zida je ujednačeno rađena mešom i mikro-pločicama u obe grupe ( $p = 1,000$ ).

Kod pacijenata kod kojih je rađena rekonstrukcija prednjeg zida itaktan zadnji zid je bio kod 22,5% pacijenata sa kontuzijama i 35,3% pacijenata bez kontuzija. Učestalost itaktnog zida bila je ujednačena u odnosu na ispitivane grupe ( $p = 0,338$ ). U ovoj rekonstrukciji u obe grupe češće su korišćene mikro-pločice (62,5% vs 55,9%), ali nije utvrđena statistički značajna razlika (Tabela 103).

Fraktura orbitalnog sprata se javila kod 16,4% pacijenata sa kontuzijama i 25,5% pacijenata bez kontuzija. Trauma NF kanala se javila kod 52,5% pacijenata sa kontuzijama i 52,9% pacijenata bez kontuzija. Rekonstrukcija NF kanala je rađena kod 16,5% pacijenata sa kontuzijama i 21,3% pacijenata bez kontuzija. Udružene povrede su se javile kod 67,1% pacijenata sa kontuzijama i 55,3% pacijenata bez kontuzija. Svi prikazani parametri u Tabeli su ujednačeni u odnosu na pojavu kontuzija mozga.

Estetske komplikacije su se javile kod 53,4% pacijenata sa kontuzijama i 34,0% pacijenata bez kontuzija. Estetske komplikacije su ujednačene u odnosu na prisustvo kontuzija mozga ( $p = 0,058$ ). Najčešće su se javile povrede koštanog masiva (42,5% odnosno 21,3%). Infektivne komplikacije su se javile kod 78,1% pacijenata sa kontuzijama i 87,2% pacijenata bez kontuzija. Infektivne komplikacije su ujednačene u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p = 0,306$ ).

Sa traumom se se pojavile komplikacije kod 9,6% pacijenata sa kontuzijama i 8,5% pacijenata bez kontuzija. Nakon operacije se se pojavile komplikacije kod 12,3% pacijenata sa kontuzijama i 4,3% pacijenata bez kontuzija (Tabela 106).

Repozicija ulomaka i osteosinteza meshom je rađena kod 34,2% pacijenata sa kontuzijama i 42,6% pacijenata bez kontuzija. Repoziacija i osteosinteza mini pločicama je rađena kod 56,2% pacijenata sa kontuzijama i 53,2% pacijenata bez kontuzija. Redukcija sinusa je rađena kod 9,6% pacijenata sa kontuzijama i 4,3% pacijenata bez kontuzija. Tehnike rekonstrukcije su ujednačene u odnosu na prisustvo kontuzija ( $p=0,419$ ).

Povrede sa kontuzijom su najčešće lečene preko 15 dana (46,6% pacijenata). Povrede bez kontuzija su najčešće lečene do 5 dana (36,2%). Utvrđeno je da je dužina hospitalizacije statistički značajno povezana sa pojavom kontuzija mozga ( $p=0,010$ ) (Tabela 108).

Unutar 6h zbiruto je 35,6% povreda sa kontuzijom i 59,6% povreda bez kontuzija. Unutar 12h zbiruto je 27,4% povreda sa kontuzijom i 27,7% povreda bez kontuzija. Unutar 72h zbiruto je 37,0% povreda sa kontuzijom i 12,8% povreda bez kontuzija. Vreme do početka zbrinjavanja se statistički značajno razlikuje u odnosu na pojavu kontuzija mozga ( $p=0,006$ ) (Tabela 109).

Prema našim rezultatima, subpalpebralni (transcilijarni) pristup je učinjen kod većeg broja pacijenata i iznosi 40%.

Ukoliko je veličina i oblik laceracije nisu bili adekvatni za hirurški pristup ili pak, ukoliko nisu postojale laceracije ili je povreda većeg obima, primenjen je koronarni pristup, što čini 22%.

I kod ovog pristupa može se javiti kao komplikacija kao što je pareza frontalne grane facijalnog nerva.<sup>(14)</sup>

U literaturi je opisan izvestan broj metoda za fiksaciju fragmenata zidova čeonog sinusa (14, 213,215,217). Našim istraživanjem se može zapaziti da je kod većeg broja pacijenata, čak 70% primenjena rekonstrukcija preloma čeone kosti osteosintetskim materijalom, dok **Grossman** iznosi procena od 30%, a **Chen** 50%.

Sam cilj hirurške terapije je “**kreiranje sigurnog sinusa**”, dosadašnji stav je bio obliteracija i kranijalizacija. Mi smo odlučili za spontanu osteogenezu, dok ostali autori u svojim istraživanjima iznose sledeće podatke, **Grossman** 23% u korist kranijalizacije i 17% u korist obliteracije, dok **Chen** sa 14% kranializacije i 18% obliteracije.

Dužina hospitalizacije je bila različita u zavisnosti od mehanizma povređivanja, prijemnog trauma skora i GCS skora na prijemu, na to su još dodatno uticali načini hirurškog zbrinjavanja.



## Analiza regresionog modela u predikciji nastanka kontuzije mozga

Analiza regresionog modela imala je za cilj da identifikuje faktore za predikciju nastanka kontuzije mozga. Prvi deo analize sastojao se od primene univarijantnog modela u kome su se ispitivali svi faktori pojedinačno. Drugi deo analize činio je multivarijantni regresioni model u kojem su se izdvojili prediktori koji mogu samostalno da utiču na pojavu kontuzije mozga. Mera uticaja prediktora ocenjuje se pomoću eksponenta B (eng. Odds Ratios) kojim se pokazuje koliko su ispitanici pod rizikom od nastanka kontuzije mozga. Vrednost eksponenta  $\text{Exp}(B) > 1$  ukazuje na veći rizik, odnosno  $\text{Exp}(B) < 1$  na manji rizik za pojavu komplikacije.

## Rezultati regresionih analiza u predikciji pojave akutnog oštećenja mozga

Univarijantnim regresionim modelom ispitivali su se sledeći faktori: *opšte karakteristike ispitanika, etiologija povreda, vrsta preloma i pridruženih povreda, Maršal skor, Trauma skor, građa frontalnog sinusa i pojava udruženih povreda* (Tabela br 115).

Rezultati analize univarijantnog regresionog modela pokazuju da se ukupno izdvojilo dva faktora (Tabela 115) koji su daljom analizom obrađivani u multivarijantnom modelu.

Multivarijantni model je *bio statistički značajan*  $\chi^2(2, N=155) = 11,24, p=0,004$ , što pokazuje da model razlikuje ispitanika sa i bez prisustva kontuzije. U multivarijantnom modelu kao nezavisni prediktori razlike izdvojili su se oba faktora *prelom zida sinusa* ( $\text{Exp}(B)=2,071$ ;  $IP=1,193-3,596$ ;  $p=0,010$ ) i *udružene povrede* ( $\text{Exp}(B)=1,765$ ;  $IP=1,098-2,837$ ;  $p=0,019$ ).

Rezultati za prediktor prelom zida sinusa pokazuju da nastankom *preloma zida sinusa* povećava se rizik za **2,071** puta za nastanak kontuzije. Takođe, *pojava udruženih povreda* povećava rizik za **1,7** puta za nastanak kontuzije.

Intrakranijalne povrede u odnosu na prisustvo kontuzija dominantno su se istakli *prelomi prednje baze lobanje* 42,5% i *prisustvo vazduha- pneumocephalus* sa zastupljenošću 38,4% kod pacijenata sa kontuzijama mozga, a u kategoriji pacijenata bez kontuzija mozga *prisustvo vazduha* i *CF fistula* su bili dominantne pojave sa zastupljenošću 29,8% a potom prelom baze lobanje sa 25,5%.(Tabela 113).

Prosečan boravak pacijenata u Centru za urgentno zbrinjavanje i neurotraumu bilo je do 9,8 dana dana kod 80% pacijenata, a maksimalni broj dana boravka 15 dana kod pacijenata koji su imali udruženo sa prelomima zidova čeonog sinusa i kontuziju mozga. U radu *Bell-a* (studija na 144 pacijenata u periodu 1995-2005.god.), kao prosečna dužina hospitalizacije navodi se 8-9 dana.



## ZAKLJUČCI ISTRAŽIVANJA

Srbislav S. Pajić  
ZNAČAJ VELIČINE I STRUKTURE ZIDOVA ČEONOG SINUSA  
NA NASTANAK KONTUZIJE MOZGA KOD TRAUME ČEONE REGIJE

## 7. ZAKLJUČCI ISTRAŽIVANJA

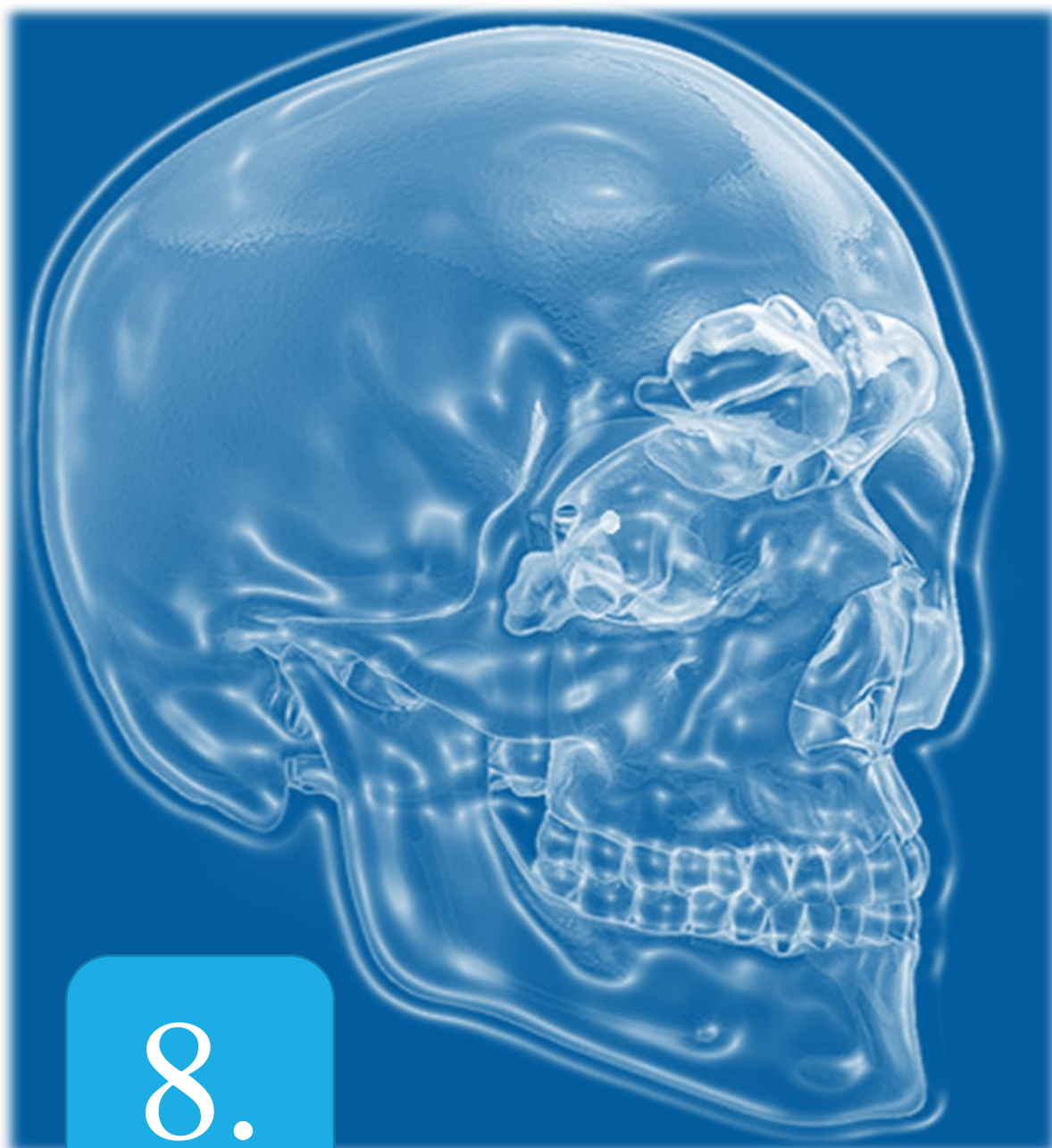
Na osnovu postavljenih ciljeva, primenjene metodologije i dobijenih rezultata može se zaključiti sledeće:

- Naši rezultati pokazuju da distribucija stresa uzrokovanih udarima i struktura preloma u frontalnoj regiji u velikoj meri zavise od obima čeonog sinusne šupljine.
- Rezultati studije podržavaju teoriju da prednji sinusi obezbeđuju stisnutu ili fragmentalnu barijeru koja apsorbuje i raspršuje energiju kroz uništavanje i/ili deformaciju njenog prednjeg zida, čime se štiti zadnji zid i sinusni pod. Znajući da prelomi zadnje kortikalne ploče i sinusnog poda obično uzrokuju povrede intrakranijalnog i orbitalnog sadržaja (*Heller i sar., 1989; Stanlei, 1989*), frontalni sinusi daju zaštitnu ulogu protiv traume mozga i očiju. Razumevanje dinamike lobanje u traumi je važno za rano prepoznavanje ozbiljnih slučajeva, kao i za pružanje buduće zaštite mozga.
- U frontalnoj traumi treba očekivati kontrakciju mozga kod osoba s manjim sinusnim šupljinama, stoga treba voditi posebnu pažnju kako bi se izbegli mogući previdi u dijagnozi.
- Rezultati studije podržavaju rekonstrukciju prelomljenog prednjeg zida sinusa koji prate hirurški pristup očuvanju i obnovi zadnjeg zida i sinusne šupljine, izbegavajući radikalne procedure, kad god je to moguće.
- Ovo je od posebnog značaja kod ljudi koji su skloni ponovnoj povredi ovog predela, kao što su osobe uključene u različite sportove, ili radna mesta sa povećanim rizikom od povređivanja. Buduća istraživanja trebalo bi usmeravati na razvoj adekvatnih obnavljajućih materijala i rekonstruktivnih strategija za očuvanje integriteta prednje sinusne šupljine.
- Dobro razvijeni frontalni sinusi mogu pružiti dobrobit preživljavanja, delujući kao "amortizeri" koji štite okolne vitalne strukture i intrakranijalne sadržaje. Ova studija po prvi put razjašnjava mehanizam ove, prethodno samo pretpostavljene - zaštitne uloge frontalnih sinusa.
- Zapremina čeonog sinusa predviđa incidencu pojavnosti kontuzija mozga kod pacijenata sa povredom glave.

- Lokalizacija, obim povrede koštanih zidova, stanje nazofrontalnog duktusa, likvoreja i infekcija su dominantni u određivanju terapijskog pristupa u lečenju preloma zidova čeonog sinusa.
- Raspodela napona je takva da je na modelu 3 (sa najvećim sinusima) napon najveći na prednjem zidu sinusa. Obrnuto, model 2 (sa najmanjim sinusima) ima najmanji napon na prednjem zidu ali najveću koncentraciju napona na zadnjem zidu.. Ovo bi se tumačilo da kod velikih sinusa većinu napona prihvata prednji zid i puca, dok zadnji ostaje zaštićen, Kod malih sinusa, više napona stiže do zadnjeg zida, pa je on ugrožen, što znači da sinusna šupljina ipak na neki način amortizuje udarac, štiteći zadnji zid i unutrašnjost lobanje. Takođe, kod većih sinusa, dosta napona prima na sebe i septum, što znači da puca sa velikom verovatnoćom.
- Cilj terapije je sprečavanje ranih i kasnih komplikacija, kreiranje “*sigurnog sinusa*” i uspostavljanje facijalnih kontura. Samo jednostavni prelomi se mogu uspešno rešiti osteoplastičnom operacijom čeonog sinusa. Savremeni hirurški pristup kompleksnim prelomima, podrazumeva adekvatnu ekspoziciju povredene regije, uklanjanje sluznice i manjih koštanih fragmenata, eksploraciju i rekonstrukciju zadnjeg zida i zaštitu endokranijuma, obezbeđenje komunikacije sa nosnom dupljom i rekonstrukcijom prednjeg zida.
- Povrede čeone kosti su često udružene sa ostalim povredama glave, lica, baze lobanje i temporalne kosti, ovim istraživanjem 45%.
- Savremeni koncept lečenja ovih povreda udruženih sa prednjom bazom lobanje podrazumeva doslednu primenu dijagnostičkih procedura, terapijskog algoritma sa trendom ka konzervativnijim tretmanom u smislu očuvanja integriteta sinusne šupljine i koji zahteva pre svega timski pristup.
- Rezultati za prediktor prelom zida sinusa pokazuju da nastankom *preloma zida sinusa* povećava se rizik za **2,071** puta za nastanak kontuzije. Takođe, *pojava udruženih povreda* povećava rizik za **1,7** puta za nastanak kontuzije.
- Uvid u epidemiologiju kraniofacijalnih preloma ovom studijom, zidova čeonog sinusa i prateće manifestacije stanja mozga kroz kontuziju kao i pratećih-udruženih povreda korisno je ne samo za izradu strategija prevencije, već i za odluke u pogledu nege bolesnika, razvoj optimalnih režima lečenja i adekvatnu alokaciju resursa.

Nadalje, evaluacija terapije i analiza brzine komplikacija omogućavaju realnije tumačenje načina na koji pacijente treba lečiti.

- Savremeni trenutak tretira hirurške lezije prednjeg sprata baze lobanje kao izuzetno zahtevne, ali sa zadovoljavajućim hirurškim ishodom lečenja.
- Uočili smo da je čeona kost smanjila magnitudo naprežanja na površini gde je primila udar i time bitno uticala na endokranijalnu šupljinu i njen sadržaj, a sa aspekta posmatrano kroz različite predložene modele.
- Tako da „idealizovani biološki amortizer” u lobanji-čeonu sinus kroz elastičnu deformaciju, za razliku od krhkog loma ili plastične deformacije koncentriše i vrši disperziju apsorbovanih sila i odvaja tu deformaciju od delikatnih organa lobanje. Možemo zaključiti da duže deformacije vezane za elastičnost deformisanog objekta umanjuje napon a time i moguća oštećenja po moždano tkivo i krvne sudove zbog inercije. Može se primetiti da postoji mogućnost da su zidovi svojom arhitektonikom uticali i usmerili tok sila u prazan prostor a potom na šavne kosti od biološki osetljivih struktura prema šavovima, gde se dodatno deformacija odvija. Stoga možemo sa pravom konstatovati i potvrditi ideju o sinusu kao optimalnoj strukturi.



8.

## LITERATURA

Srbislav S. Pajić  
ZNAČAJ VELIČINE I STRUKTURE ZIDOVA ČEONOG SINUSA  
NA NASTANAK KONTUZIJE MOZGA KOD TRAUME ČEONE REGIJE

## 8. LITERATURA

1. Susan Standing, ur. (2009) [1858]. *Gray's anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice, Expert Consult. illustrated by Richard E. M. Moore (40 izd.)*. Churchill Livingstone. ISBN 978-0-443-06684-9.
2. Slavoljub V. Jovanović; Nadežda A. Jeličić (2000). *Anatomija čoveka – glava i vrat*. Beograd: Savremena administracija. ISBN 86-387-0604-9.
3. Slavoljub V. Jovanović; Neva L. Lotrić (1987). *Deskriptivna i topografska anatomija čoveka*. Beograd, Zagreb: Naučna knjiga.
4. Danica Obradović; Ljilja Mijatov-Ukropina; Ljubica Stojić (2000). *Osteologija za studente medicine*. Novi Sad. ISBN 86-489-0274-6.
5. Xie C, Mehendale N, Barrett D, Bui CJ, Metzinger SE. 30-year retrospective review of frontal sinus fractures: The Charity Hospital experience. *J Craniomaxillofac Trauma* 2000;6:7-15.
6. Rice DH. Management of frontal sinus fractures. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2004;12:46-8.
7. Manolidis S, Hollier LH Jr. Management of frontal sinus fractures. *Plast Reconstr Surg* 2007;120(7 Suppl 2):32S-48S.
8. McRae M, Momeni R, Narayan D. Frontal sinus fractures: a review of trends, diagnosis, treatment, and outcomes at a level 1 trauma center in Connecticut. *Conn Med* 2008;72:133-8.
9. Carter KB Jr, Poetker DM, Rhee JS. Sinus preservation management for frontal sinus fractures in the endoscopic sinus surgery era: a systematic review. *Craniomaxillofac Trauma Reconstr* 2010;3:141-9.
10. Muminagic S, Masic T, Babajic E, Asotic M. Management of frontal sinus fracture: obliteration sinus with cancellous bone graft. *Med Arh* 2011;65:250-1.
11. Gossman DG, Archer SM, Arosarena O. Management of frontal sinus fractures: a review of 96 cases. *Laryngoscope* 2006;116:1357-62.
12. Luce EA. Frontal sinus fractures: guidelines to management. *Plast Reconstr Surg* 1987;80:500-10.
13. Donald PJ, Bernstein L. Compound frontal sinus injuries with intracranial penetration. *Laryngoscope* 1978;88(2 Pt 1):225-32.
14. Chen KT, Chen CT, Mardini S, Tsay PK, Chen YR. Frontal sinus fractures: a treatment algorithm and assessment of outcomes based on 78 clinical cases. *Plast Reconstr Surg* 2006;118:457-68.
15. Hueman K, Eller R. Reduction of anterior frontal sinus fracture involving the frontal outflow tract using balloon sinuplasty. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2008;139:170-1.
16. Adkins WY, Cassone RD, Putney FJ. Solitary frontal sinus fracture. *Laryngoscope* 1979;89(7 Pt 1):1099-104.
17. Kalavrezos N. Current trends in the management of frontal sinus fractures. *Injury* 2004;35:340-6.
18. Nahum AM. The biomechanics of maxillofacial trauma. *Clin Plast Surg* 1975;2:59-64.

19. Wallis A, Donald PJ. Frontal sinus fractures: a review of 72 cases. *Laryngoscope* 1988;98(6 Pt 1):593-8.
20. Kim DW, Yoon ES, Lee BI, Dhong ES, Park SH. Fracture depth and delayed contour deformity in frontal sinus anterior wall fracture. *J Craniofac Surg* 2012;23:991-4.
21. Tieghi R, Consorti G, Clauser LC. Contouring of the forehead irregularities (washboard effect) with bone biomaterial. *J Craniofac Surg* 2012;23:932-4.
22. Chen TM, Wang HJ, Chen SL, Lin FH. Reconstruction of post-traumatic frontal-bone depression using hydroxyapatite cement. *Ann Plast Surg* 2004;52:303-8.
23. Friedman CD, Costantino PD, Synderman CH, Chow LC, Takagi S. Reconstruction of the frontal sinus and frontofacial skeleton with hydroxyapatite cement. *Arch Facial Plast Surg* 2000;2:124-9.
24. Mathur KK, Tatum SA, Kellman RM. Carbonated apatite and hydroxyapatite in craniofacial reconstruction. *Arch Facial Plast Surg* 2003;5:379-83.
25. Baker SB, Weinzweig J, Kirschner RE, Bartlett SP. Applications of a new carbonated calcium phosphate bone cement: early experience in pediatric and adult craniofacial reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 2002;109:1789-96.
26. Verret DJ, Ducic Y, Oxford L, Smith J. Hydroxyapatite cement in craniofacial reconstruction. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2005;133:897-9.
27. Bourguet J, Bourdiniere J, Subileau C, Le Clech G. Otorhinolaryngology and ethmoido-frontal injuries. *J Fr Otorhinolaryngol Audiophonol Chir Maxillofac* 1977;26:95-105.
28. Le Clech G, Bourdiniere J, Rivron A, Demoulin PY, Inigues JP, Marechal V. Post-traumatic infections of the frontal sinus. *Rev Laryngol Otol Rhinol (Bord)* 1990;111:103-5.
29. Metzinger SE, Metzinger RC. Complications of frontal sinus fractures. *Craniofac Trauma Reconstr* 2009;2:27-34.
30. Weber R, Draf W, Kratzsch B, Hosemann W, Schaefer SD. Modern concepts of frontal sinus surgery. *Laryngoscope* 2001;111:137-46.
31. Donald PJ, Ettin M. The safety of frontal sinus fat obliteration when sinus walls are missing. *Laryngoscope* 1986;96:190-3.
32. Castro B, Walcott BP, Redjal N, Coumans JV, Nahed BV. Cerebrospinal fluid fistula prevention and treatment following frontal sinus fractures: a review of initial management and outcomes. *Neurosurg Focus* 2012;32:E1.
33. Ratilal BO, Costa J, Sampaio C, Pappamikail L. Antibiotic prophylaxis for preventing meningitis in patients with basilar skull fractures. *Cochrane Database Syst Rev* 2011;(8):CD004884.
34. Bellamy JL, Molendijk J, Reddy SK, Flores JM, Munding GS, Manson PN, et al. Severe infectious complications following frontal sinus fracture: the impact of operative delay and perioperative antibiotic use. *Plast Reconstr Surg* 2013;132:154-62.
35. Lin YT, Chen CT, Lai JP. Post-traumatic fronto-ethmoid osteomyelitis treated with free muscle transfer. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2010;63:963-9.
36. Kim YO, Park BY. Reverse temporalis muscle flap: treatment of large anterior cranial base defect with direct intracranial-nasopharyngeal communication. *Plast Reconstr Surg* 1995;96:576-84.



37. Karli R. Closure of the frontal sinus ostium by a block of bone: unexpected cause of frontal mucocele. *J Craniofac Surg* 2013;24:e155-7.
38. Constantinidis J, Steinhart H, Schwerdtfeger K, Zenk J, Iro H. Therapy of invasive mucoceles of the frontal sinus. *Rhinology* 2001;39:33-8.
39. Koktekir BE, Karalezli A, Topal O, Erbek S. Strabismus secondary to frontal sinus mucocele associated with nasal polyposis. *J Craniofac Surg* 2012;23:e340-1.
40. Weber R, Draf W, Keerl R, Kahle G, Schinzel S, Thomann S, et al. Osteoplastic frontal sinus surgery with fat obliteration: technique and long-term results using magnetic resonance imaging in 82 operations. *Laryngoscope* 2000;110:1037-44.
41. Koudstaal MJ, van der Wal KG, Bijvoet HW, Vincent AJ, Poublon RM. Post-trauma mucocele formation in the frontal sinus; a rationale of follow-up. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2004;33:751-4.
42. Horowitz G, Amit M, Ben-Ari O, Gil Z, Abergel A, Margalit N, et al. Cranialization of the frontal sinus for secondary mucocele prevention following open surgery for benign frontal lesions. *PLoS One* 2013;8:e83820.
43. Ulualp SO, Carlson TK, Toohill RJ. Osteoplastic flap versus modified endoscopic Lothrop procedure in patients with frontal sinus disease. *Am J Rhinol* 2000;14:21-6.
44. Al-Qudah M, Graham SM. Modified osteoplastic flap approach for frontal sinus disease. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2012;121:192-6.
45. Kim YJ, Kim HR, Jun YJ, Seo BC. Usefulness of vascularized galeal frontalis myofascial flap as treatment for postoperative infection in frontal sinus fracture. *J Craniofac Surg* 2011;22:1968-71.
46. Hardy JM, Montgomery WW. Osteoplastic frontal sinusotomy: an analysis of 250 operations. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1976;85(4 Pt 1):523-32.
47. Rohrich RJ, Hollier LH. Management of frontal sinus fractures: changing concepts. *Clin Plast Surg* 1992;19:219-32.
48. Weitzel EK, Hollier LH, Calzada G, Manolidis S. Single stage management of complex fronto-orbital mucoceles. *J Craniofac Surg* 2002;13:739-45.
49. Kim YH, Youn SK, Kim JT, Kim SW, Yi HJ, Kim CY. Treatment of the severely infected frontal sinus with latissimus dorsi myocutaneous Archives o Vol. 17, No. 3, 2016 f Craniofacial Surgery free flaps. *J Craniofac Surg* 2011;22:962-6.
50. Jung SH, Aniceto GS, Rodriguez IZ, Diaz RG, Recuero II. Posttraumatic frontal bone osteomyelitis. *Craniofacial Trauma Reconstr* 2009;2:61-6.
51. Weber SM, Kim JH, Wax MK. Role of free tissue transfer in skull base reconstruction. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2007;136:914-9.
52. Yamada A, Harii K, Ueda K, Asato H. Free rectus abdominis muscle reconstruction of the anterior skull base. *Br J Plast Surg* 1992;45:302-6.
53. Lutz BS, Wei FC, Chen HC, Lin CH, Wei CY. Reconstruction of scalp defects with free flaps in 30 cases. *Br J Plast Surg* 1998;51:186-90.
54. West CA, Towns G, Bachelor AG, Liddington MI. Reconstruction of skull base and dura using rectus abdominis muscle combined with a vascularised fascial perforator flap. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2006;59:631-5.

55. Gerbino G, Roccia F, Benech A, Caldarelli C. Analysis of 158 frontal sinus fractures: current surgical management and complications. *J Craniomaxillofac Surg* 2000;28:133-9.
56. Chen KT, Chen CT, Mardini S, Tsay PK, Chen YR. Frontal sinus fractures: A treatment algorithm and assessment of outcomes based on 78 clinical cases. *Plast Reconstr Surg*. 2006;118:457-68.
57. Donald PJ, Ettin M. The safety of frontal sinus fat obliteration when sinus walls are missing. *Laryngoscope*. 1986;96:190-3.
58. Donath A, Sindwani R. Frontal sinus cranialization using the pericranial flap: An added layer of protection. *Laryngoscope*. 2006;116:1585-8.
59. Duque C, Casiano R. New York: Springer; 2005. *Surgical anatomy and embryology of the frontal sinus. The Frontal Sinus*.
60. Gerbino G, Roccia F, Benech A, Caldarelli C. Analysis of 158 frontal sinus fractures: Current surgical management and complications. *J Craniomaxillofac Surg*. 2000;28:133-9.
61. Gonty AA, Marciani RD, Adornato DC. Management of frontal sinus fractures: A review of 33 cases. *J Oral Maxillofac Surg*. 1999;57:372.
62. Gupta T, Aggarwal A, Sahni D. Surgical anatomy of the frontal sinus outflow pathway: A cadaveric study. *Eur J Anat*. 2013;17:29-34.
63. Hopper RA, Salemy S, Sze RW. Diagnosis of midface fractures with CT: What the surgeon needs to know. *Radiographics*. 2006;26:783-93.
64. Ioannides C, Freihofer HP. Fractures of the frontal sinus: Classification and its implications for surgical treatment. *Am J Otolaryngol*. 1999;20:273-80.
65. Kamoshima Y, Terasaka S, Nakamaru Y, Takagi D, Fukuda S, Houkin K. Giant frontal mucocele occurring 32 years after frontal bone fracture: A case report. *Case Rep Neurol*. 2012;4:34-7.
66. Koudstaal MJ, van der Wal KG, Bijvoet HW, Vincent AJ, Poublon RM. Post-trauma mucocele formation in the frontal sinus; a rationale of follow-up. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2004;33:751-4.
67. Larrabee WF, Jr, Travis LW, Tabb HG. Frontal sinus fractures--their suppurative complications and surgical Management. *Laryngoscope*. 1980;90:1810-3.
68. Manolidis S, Hollier LH, Jr Management of frontal sinus fractures. *Plast Reconstr Surg*. 2007;120(7 Suppl 2):S32-48S.
69. Hollier LH Jr, Sharabi SE, Koshy JC, Stal S. Facial trauma: general principles of management. *J Craniofac Surg* 2010; 21:1051-1053
70. Kunz C, Audige L, Cornelius CP, et al. The comprehensive AOCMF classification system: mid-face fractures: level 2 tutorial. *Craniomaxillofac Trauma Reconstr* 2014; 7(suppl 1):S059-S067
71. Reiter M, Schwoppe R, Theler J. Postoperative CT of the orbital skeleton after trauma: review of normal appearances and common complications. *AJR* 2016; 206:1276-1285
72. McVeigh K, Bhatt V, Green J, Monaghan A, Dover MS. The contemporary management of midface and craniofacial trauma. *Trauma* 2012; 14:128-138
73. Fraioli RE, Branstetter BF 4th, Deleyiannis FW. Facial fractures: beyond Le Fort. *Otolaryngol Clin North Am* 2008; 41:51-76

74. Patel R, Reid RR, Poon CS. Multidetector computed tomography of maxillofacial fractures: the key to high-impact radiological reporting. *Semin Ultrasound CT MR* 2012; 33:410–417
75. Papadopoulos H, Salib NK. Management of naso-orbital-ethmoidal fractures. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2009; 21:221–225
76. Winegar BA, Murillo H, Tantiwongkosi B. Spectrum of critical imaging findings in complex facial skeletal trauma. *RadioGraphics* 2013; 33:3–19
77. Sun JK, LeMay DR. Imaging of facial trauma. *Neuroimaging Clin N Am* 2002; 12:295–309
78. Kim JJ, Huoh K. Maxillofacial (midface) fractures. *Neuroimaging Clin N Am* 2010; 20:581–596
79. Sargent LA. Nasoethmoid orbital fractures: diagnosis and treatment. *Plast Reconstr Surg* 2007; 120(suppl 2):16S–31S
80. Gossman DG, Archer SM, Arosarena O. Management of frontal sinus fractures: a review of 96 cases. *Laryngoscope* 2006; 116:1357–1362
81. Garg RK, Afifi AM, Gassner J, et al. A novel classification of frontal bone fractures: the prognostic significance of vertical fracture trajectory and skull base extension. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2015; 68:645–653
82. Avery LL, Susaria SM, Novelline RA. Multidetector and three-dimensional CT evaluation of the patient with maxillofacial injury. *Radiol Clin North Am* 2011; 49:183–203
83. Turner BG, Rhea JT, Thrall JH, Small AB, Novelline RA. Trends in the use of CT and radiography in the evaluation of facial trauma, 1999–2002: implications for current cost. *AJR* 2004; 183:751–754
84. Morrison CS, Taylor HO, Collins S, Oyelese A, Sullivan SR. Use of intraoperative computed tomography in complex craniofacial trauma: an example of on-table change in management. *CranioMaxillofac Trauma Reconstr* 2014; 7:298–301
85. Gruss JS, Mackinnon SE. Complex maxillary fractures: role of buttress reconstruction and immediate bone grafts. *Plast Reconstr Surg* 1986; 78:9–22
86. Salentijn EG, van den Bergh B, Forouzanfar T. A ten-year analysis of midfacial fractures. *J Craniomaxillofac Surg* 2013; 41:630–636
87. Manson PN, Clark N, Robertson B, et al. Subunit principles in midface fractures: the importance of sagittal buttresses, soft-tissue reductions, and sequencing treatment of segmental fractures. *Plast Reconstr Surg* 1999; 103:1287–1306
88. Manson PN, Hoopes JE, Su CT. Structural pillars of the facial skeleton: an approach to the management of Le Fort fractures. *Plast Reconstr Surg* 1980; 66:54–62
89. Russell EJ, Cvervionke L, Huckman M, Daniels D, McLachlan D. CT of the inferomedial orbit and the lacrimal drainage apparatus: normal and pathologic anatomy. *AJR* 1985; 145:1147–1154
90. Carter KB Jr, Poetker DM, Rhee JS. Sinus preservation management for frontal sinus fractures in the endoscopic sinus surgery era: a systematic review. *CranioMaxillofac Trauma Reconstr* 2010; 3:141–149

91. Lakhani RS, Shibuya TY, Mathog RH, Marks SC, Burgio DL, Yoo GH. Titanium mesh repair of the severely comminuted frontal sinus fracture. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2001; 127:665–669
92. Hartley C, Ng KL, Jackson A. CT and MR appearance of otolaryngologic packing materials. *AJNR* 1995; 16:1697–1702
93. Manolidis S. Frontal sinus injuries: associated injuries and surgical management of 93 patients. *J Oral Maxillofac Surg* 2004; 62:882–891
94. Weber R, Draf W, Keerl R, et al. Magnetic resonance imaging following fat obliteration of the frontal sinus. *Neuroradiology* 2002; 44:52–58
95. Smith TL, Han JK, Loehrl TA, Rhee JS. Endoscopic management of the frontal recess in frontal sinus fractures: a shift in the paradigm? *Laryngoscope* 2002; 112:784–790
96. Kochhar A, Byrne PJ. Surgical management of complex midfacial fractures. *Otolaryngol Clin North Am* 2013; 46:759–778
97. Unger JM. Fractures of the nasolacrimal fossa and canal: a CT study of appearance, associated injuries, and significance in 25 patients. *AJR* 1992; 158:1321–1324
98. Garg RK, Hartman MJ, Lucarelli MJ, Levenson G, Afifi AM, Gentry LR. Nasolacrimal system fractures: a description of radiologic findings and associated outcomes. *Ann Plast Surg* 2015; 75:407–413
99. Markowitz BL, Manson PN, Sargent L, et al. Management of the medial canthal tendon in nasoethmoid orbital fractures: the importance of the central fragment in classification and treatment. *Plast Reconstr Surg* 1991; 87:843–853
100. Van Tassel P, Lee YY, Jing BS, De Pena CA. Mucocoeles of the paranasal sinuses: MR imaging with CT correlation. *AJR* 1989; 153:407–412
101. Shkoukani MA, Caughlin BP, Folbe A, Pereira L, Carron MA, Mathog RH. Mucocoeles of the para-nasal sinuses: a 10 year single institution review. *J Otol Rhinol* 2013; 2:1–3.
102. Loevner LA, Yousem DM, Lanza DC, Kennedy DW, Goldberg AN. MR evaluation of frontal sinus osteoplastic flaps with autogenous fat grafts. *AJNR* 1995; 16:1721–1726.
103. Manolidis S, Weeks BH, Kirby M, Scarlett M, Hollier L. Classification and surgical management of orbital fractures: experience with 111 orbital reconstructions. *J Craniofac Surg* 2002; 13:726–737
104. Campbell CA, Lin KY. Complications of rigid internal fixation. *Craniofacial Trauma Reconstr* 2009; 2:41–47
105. Francel TJ, Birely BC, Ringelman PR, Manson PN. The fate of plate and screws after facial fracture reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 1992; 90:568–573
106. O'Sullivan ST, Snyder BJ, Moore H, et al. Outcome measurement of the treatment of maxillary fractures: a prospective analysis of 100 consecutive cases. *Br J Plast Surg* 1999; 52:519–523
107. Lacey M, Antonyshyn O, MacGregor JH. Temporal contour deformity after coronal flap elevation: an anatomical study. *J Craniofac Surg* 1994; 5:223–227
108. Guo J, Tian W, Long J, Gong H, Duan S, Tang W. A retrospective study of traumatic temporal hollowing and treatment with titanium mesh. *Ann Plast Surg* 2012; 68:279–285
109. Montgomery WW. Surgery of the frontal sinuses. *Otolaryngol Clin North Am* 1971; 4: 97–126.

110. Nahum AM. *The biomechanics of facial bone fracture*. *Laryngoscope*. 1975;85:140–56.
111. Olson EM, Wright DL, Hoffman HT, Hoyt DB, Tien RD. *Frontal sinus fractures: Evaluation of CT scans in 132 patients*. *AJNR Am J Neuroradiol*. 1992;13:897–902.
112. Pollock RA, Hill JL, Jr, Davenport DL, Snow DC, Vasconez HC. *Cranialization in a cohort of 154 consecutive patients with frontal sinus fractures (1987-2007): Review and update of a compelling procedure in the selected patient*. *Ann Plast Surg*. 2013;71:54–9.
113. Raveh J, Laedrach K, Vuillemin T, Zingg M. *Management of combined frontonasal-orbital/skull base fractures and telecanthus in 355 cases*. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 1992;118:605–14.
114. Rodriguez ED, Stanwix MG, Nam AJ, St Hilaire H, Simmons OP, Christy MR, et al. *Twenty-six-year experience treating frontal sinus fractures: A novel algorithm based on anatomical fracture pattern and failure of conventional techniques*. *Plast Reconstr Surg*. 2008;122:1850–66.
115. Rohrich RJ, Hollier L. *The role of the nasofrontal duct in frontal sinus fracture management*. *J Craniomaxillofac Trauma*. 1996;2:31–40.
116. Rohrich RJ, Hollier LH. *Management of frontal sinus fractures. Changing concepts*. *Clin Plast Surg*. 1992;19:219–32.
117. Schultz RC, de Camara DL. *Athletic facial injuries*. *JAMA*. 1984;252:3395–8.
118. Shen BH, Fang R, Lin JT. *Management of frontal sinus fractures*. *J Plast Reconstr Surg Assoc ROC*. 1997;6:25.
119. Smith TL, Han JK, Loehrl TA, Rhee JS. *Endoscopic management of the frontal recess in frontal sinus fractures: A shift in the paradigm?* *Laryngoscope*. 2002;112:784–90.
120. Snyderman CH, Scioscia K, Carrau RL, Weissman JL. *Hydroxyapatite: An alternative method of frontal sinus obliteration*. *Otolaryngol Clin North Am*. 2001;34:179–91.
121. Stanley RB, Jr *Management of frontal sinus fractures*. *Facial Plast Surg*. 1988;5:231–5.
122. Stanley RB, Jr, Becker TS. *Injuries of the nasofrontal orifices in frontal sinus fractures*. *Laryngoscope*. 1987;97:728–31.
123. Takasaki K, Umeki H, Enatsu K, Kumagami H, Takahashi H. *Spatial anatomy of the nasofrontal recess on the CT using multiplanar reconstruction technique*. *Auris Nasus Larynx*. 2010;37:329–33.
124. Takeuchi S, Tanikawa R, Katsuno M, Tsuboi T, Noda K, Oda J, et al. *An effective method of frontal sinus reconstruction after bifrontal craniotomy: Experience with 103 patients*. *World Neurosurg*. 2015;83:907–11.
125. Wallis A, Donald PJ. *Frontal sinus fractures: A review of 72 cases*. *Laryngoscope*. 1988;98:593–8.
126. Wilson BC, Davidson B, Corey JP, Haydon RC. *3rd Comparison of complications following frontal sinus fractures managed with exploration with or without obliteration over 10 years*. *Laryngoscope*. 1988;98:516–20.
127. Wolfe SA, Johnson P. *Frontal sinus injuries: Primary care and management of late complications*. *Plast Reconstr Surg*. 1988;82:781–9.
128. De Ponte FS, Bottini DJ, Sassano P, Rinna C. *Bicoronal approach in the management of frontal sinus fractures*. *Minerva Stomatol*. 1995 Nov;44(11):507-14.

129. Sakas DE, Beale DJ, Ameen AA, Whitwell HL, Whittaker KW, Krebs AJ, Abbasi KH, Dias PS. Compound anterior cranial base fractures: classification using computerized tomography scanning as a basis for selection of patients for dural repair. *J Neurosurg*. 1998 Mar;88(3):471-7.
130. Fain J, Chabannes J, Péri G, Jourde J. Frontobasal injuries and csf fistulas. Attempt at an anatomoclinical classification. Therapeutic incidence. *Neurochirurgie*. 1975 Nov; 21(6):493-506.
131. Bell RB, Dierks EJ, Brar P, Potter JK, Potter BE. A protocol for the management of frontal sinus fractures emphasizing sinus preservation. *J Oral Maxillofac Surg*. 2007 May;65(5):825-39.
132. Hollier LH Jr, Sharabi SE, Koshy JC, Stal S. Facial trauma: general principles of management. *J Craniofac Surg* 2010; 21:1051–1053
133. Kunz C, Audige L, Cornelius CP, et al. The comprehensive AOCMF classification system: mid-face fractures: level 2 tutorial. *Craniomaxillofac Trauma Reconstr* 2014; 7(suppl 1):S059–S067
134. Reiter M, Schwöpe R, Theler J. Postoperative CT of the orbital skeleton after trauma: review of normal appearances and common complications. *AJR* 2016; 206:1276–1285
135. McVeigh K, Bhatt V, Green J, Monaghan A, Dover MS. The contemporary management of midface and craniofacial trauma. *Trauma* 2012; 14:128–138
136. Fraioli RE, Branstetter BF 4th, Deleyiannis FW. Facial fractures: beyond Le Fort. *Otolaryngol Clin North Am* 2008; 41:51–76
137. Patel R, Reid RR, Poon CS. Multidetector computed tomography of maxillofacial fractures: the key to high-impact radiological reporting. *Semin Ultrasound CT MR* 2012; 33:410–417
138. Papadopoulos H, Salib NK. Management of naso-orbital-ethmoidal fractures. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2009; 21:221–225
139. Winegar BA, Murillo H, Tantiwongkosi B. Spectrum of critical imaging findings in complex facial skeletal trauma. *RadioGraphics* 2013; 33:3–19
140. Sun JK, LeMay DR. Imaging of facial trauma. *Neuroimaging Clin N Am* 2002; 12:295–309
141. Kim JJ, Huoh K. Maxillofacial (midface) fractures. *Neuroimaging Clin N Am* 2010; 20:581–596
142. Sargent LA. Nasoethmoid orbital fractures: diagnosis and treatment. *Plast Reconstr Surg* 2007; 120(suppl 2):16S–31S
143. Gossman DG, Archer SM, Arosarena O. Management of frontal sinus fractures: a review of 96 cases. *Laryngoscope* 2006; 116:1357–1362
144. Garg RK, Afifi AM, Gassner J, et al. A novel classification of frontal bone fractures: the prognostic significance of vertical fracture trajectory and skull base extension. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2015; 68:645–653.
145. Avery LL, Susaria SM, Novelline RA. Multidetector and three-dimensional CT evaluation of the patient with maxillofacial injury. *Radiol Clin North Am* 2011; 49:183–203

146. Turner BG, Rhea JT, Thrall JH, Small AB, Novelline RA. Trends in the use of CT and radiography in the evaluation of facial trauma, 1999–2002: implications for current cost. *AJR* 2004; 183:751–754
147. Morrison CS, Taylor HO, Collins S, Oyelese A, Sullivan SR. Use of intraoperative computed tomography in complex craniofacial trauma: an example of on-table change in management. *Craniofacial Trauma Reconstr* 2014; 7:298–301
148. Gruss JS, Mackinnon SE. Complex maxillary fractures: role of buttress reconstruction and immediate bone grafts. *Plast Reconstr Surg* 1986; 78:9–22
149. Manson PN, Clark N, Robertson B, et al. Subunit principles in midface fractures: the importance of sagittal buttresses, soft-tissue reductions, and sequencing treatment of segmental fractures. *Plast Reconstr Surg* 1999; 103:1287–1306
150. Manson PN, Hoopes JE, Su CT. Structural pillars of the facial skeleton: an approach to the management of Le Fort fractures. *Plast Reconstr Surg* 1980; 66:54–62
151. Russell EJ, Cvervionke L, Huckman M, Daniels D, McLachlan D. CT of the inferomedial orbit and the lacrimal drainage apparatus: normal and pathologic anatomy. *AJR* 1985; 145:1147–1154
152. Burnstine MA. Clinical recommendations for repair of orbital facial fractures. *Curr Opin Ophthalmol* 2003; 14:236–240
153. Carter KB Jr, Poetker DM, Rhee JS. Sinus preservation management for frontal sinus fractures in the endoscopic sinus surgery era: a systematic review. *Craniofacial Trauma Reconstr* 2010; 3:141–149
154. Lakhani RS, Shibuya TY, Mathog RH, Marks SC, Burgio DL, Yoo GH. Titanium mesh repair of the severely comminuted frontal sinus fracture. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2001; 127:665–669
155. Hartley C, Ng KL, Jackson A. CT and MR appearance of otolaryngologic packing materials. *AJNR* 1995; 16:1697–1702
156. Manolidis S. Frontal sinus injuries: associated injuries and surgical management of 93 patients. *J Oral Maxillofac Surg* 2004; 62:882–891
157. Weber R, Draf W, Keerl R, et al. Magnetic resonance imaging following fat obliteration of the frontal sinus. *Neuroradiology* 2002; 44:52–58
158. Smith TL, Han JK, Loehrl TA, Rhee JS. Endoscopic management of the frontal recess in frontal sinus fractures: a shift in the paradigm? *Laryngoscope* 2002; 112:784–790
159. Kochhar A, Byrne PJ. Surgical management of complex midfacial fractures. *Otolaryngol Clin North Am* 2013; 46:759–778
160. Shulte-Geers M, Kater W, Seeberger R. Root trauma and tooth loss through the application of pre-drilled transgingival fixation screws. *J Craniofacial Surg* 2012; 40:e214–e217
161. Unger JM. Fractures of the nasolacrimal fossa and canal: a CT study of appearance, associated injuries, and significance in 25 patients. *AJR* 1992; 158:1321–1324
162. Garg RK, Hartman MJ, Lucarelli MJ, Levenson G, Afifi AM, Gentry LR. Nasolacrimal system fractures: a description of radiologic findings and associated outcomes. *Ann Plast Surg* 2015; 75:407–413

163. Markowitz BL, Manson PN, Sargent L, et al. Management of the medial canthal tendon in nasoethmoid orbital fractures: the importance of the central fragment in classification and treatment. *Plast Reconstr Surg* 1991; 87:843–853
164. Van Tassel P, Lee YY, Jing BS, De Pena CA. Mucocoeles of the paranasal sinuses: MR imaging with CT correlation. *AJR* 1989; 153:407–412
165. Loevner LA, Yousem DM, Lanza DC, Kennedy DW, Goldberg AN. MR evaluation of frontal sinus osteoplastic flaps with autogenous fat grafts. *AJNR* 1995; 16:1721–1726
166. Manolidis S, Weeks BH, Kirby M, Scarlett M, Hollier L. Classification and surgical management of orbital fractures: experience with 111 orbital reconstructions. *J Craniofac Surg* 2002; 13:726–737
167. Campbell CA, Lin KY. Complications of rigid internal fixation. *Craniofac Trauma Reconstr* 2009; 2:41–47
168. Francel TJ, Birely BC, Ringelman PR, Manson PN. The fate of plate and screws after facial fracture reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 1992; 90:568–573
169. Lacey M, Antonyshyn O, MacGregor JH. Temporal contour deformity after coronal flap elevation: an anatomical study. *J Craniofac Surg* 1994; 5:223–227
170. Guo J, Tian W, Long J, Gong H, Duan S, Tang W. A retrospective study of traumatic temporal hollowing and treatment with titanium mesh. *Ann Plast Surg* 2012; 68:279–285
171. Allsop, D. L., Warner, C. Y., Wille, M. G., Scheider, D. C., and Nahum, A. M. (1988). Facial Impact Response—A Comparison of the Hybrid III Dummy and Human Cadaver. *SAE Technical Paper* 881719.
172. Amine, M. A., and Anand, V. (2015). Anatomy and complications- safe sinus. *Otolaryngol. Clin. North. Am.* 48, 739–748. doi: 10.1016/j.otc.2015.05.003
173. Antic, S., Vukicevic, A. M., Milasinovic, M., Saveljic, I., Jovicic, G., Filipovic, N., et al. (2015). Impact of the lower third molar presence and position on the fragility of mandibular angle and condyle: a three-dimensional finite element study. *J. Craniofacillofac. Surg.* 43, 870–878. doi: 10.1016/j.jcms.2015.03.025
174. Asgharpour, Z., Baumgartner, D., Willinger, R., Graw, M., and Peldschus, S. (2014). The validation and application of finite element human head model for frontal skull fracture analysis. *J. Mech. Behav. Biomed. Mater.* 33, 16–23. doi: 10.1016/j.jmbbm.2013.02.010
175. Aydinlioğlu, A., Kavakli, A., and Erdem, S. (2003). Absence of frontal sinus in Turkish individuals. *Yonsei Med. J.* 44, 215–218. doi: 10.3349/ymj.2003.44.2.215
176. Bell, R. B., Dierks, E. J., Brar, P., Potter, J. K., and Potter, B. E. (2007). A protocol for the management of frontal sinus fractures emphasizing sinus preservation. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 65, 825–839.
177. Blaney, S. P. A. (1990). Why paranasal sinuses? *J. Laryngol. Otol.* 104, 690–693. doi: 10.1017/S0022215100113635
178. Cormier, J., and Manoogian, S. (2010). Biomechanical response of the human face and corresponding biofidelity of the FOCUS headform. *SAE Int.* 3, 842–859. doi: 10.4271/2010-01-1317
179. Dimitrijevic, M. V., Krstic, A. M., Djordjevic, V. Z., and Bukurov, B. M. (2014). Late complication of the frontobasal trauma. *J. Craniofac. Surg.* 25, e174–e176. doi: 10.1097/scs.0000000000000529



180. Gross, D., and Seelig, T. (2011). "Classical fracture and failure hypothesis," in *Fracture Mechanics- With an Introduction to Micromechanics*, ed F. F. Ling (Berlin; Heidelberg: Springer Verlag), 39–49.
181. Heller, E. M., Jacobs, J. B., and Holliday, R. A. (1989). Evaluation of the frontonasal duct in frontal sinus fractures. *J. Head Neck Surg.* 11, 46–50. doi: 10.1002/hed.2880110109
182. Holier, L. H., Sharabi, S. E., Koshy, J. C., and Stal, S. (2010). Facial trauma: general principles of management. *J. Craniofac. Surg.* 21, 1051–1053. doi: 10.1097/SCS.0b013e3181e5701c
183. Kalavrezos, N. (2004). Current trends in the management of frontal sinus fractures. *Injury* 35, 340–346. doi: 10.1016/S0020-1383(03)00095-0
184. Keir, J. (2009). Why do we have paranasal sinuses? *J. Laryngol. Otol.* 123, 4–8. doi: 10.1017/S0022215108003976
185. Kellman, R. M., and Schmidt, C. (2009). The paranasal sinuses as a protective crumple zone for the orbit. *Laryngoscope* 119, 1682–1690. doi: 10.1002/lary.20583
186. Mao, H., Zhang, L., Jiang, B., Genthikatti, V. V., Jin, X., Zhu, F., et al. (2013). Development of a finite element human head model partially validated with thirty five experimental cases. *J. Biomech. Eng.* 135, 111002. doi: 10.1115/1.4025101
187. May, M. (1970). Nasofrontal duct in frontal sinus trauma. *Arch. Otolaryngol.* 92, 534. doi: 10.1001/archotol.1970.04310060006003
188. Mithani, S. K., St-Hilaire, H., Brooke, B. S., Smith, I.M., Bluebond-Langner, R., and Rodriguez, E. D. (2009). Predictable patterns of intracranial and cervical spine injury in craniomaxillofacial trauma: analysis of 4786 patients. *Plast. Reconstr. Surg.* 123, 1293–1301. doi: 10.1097/PRS.0b013e31819e26f2
189. Montovani, J. C., Nogueira, E. A., Ferreira, F. D., Lima Neto, A. C., and Nakajima, V. (2006). Surgery of frontal sinus fractures: epidemiologic study and evaluation of techniques. *Braz. J. Otorhinolaryngol.* 72, 204–209. doi: 10.1016/S1808-8694(15)30056-2
190. Nahum, A. M., Smith, R., and Ward, C. C. (1977). Intracranial Pressure Dynamics During Head Impact. *SAE Technical Paper.* 770922.
191. Nyquist, G. W., Cavanaugh, J. M., Goldberg, S. J., and King, A. I. (1986). Facial Impact Tolerance and Response. *SAE Technical Paper.* 861896.
192. Pondé, J. M., Metzger, P., and Amaral, G., Machado, M., Prandini, M. (2003). Anatomic variations of the frontal sinus. *Minim. Invasive Neurosurg.* 46, 29–32. doi: 10.1055/s-2003-37956
193. Pruitt, L. A., and Chakravartula, A. M. (2011). "Mechanics," in *Mechanics of Biomaterials Fundamental Principles for Implant Design*, eds W. M. Saltzman and S. Chien (New York, NY: Cambridge University Press), 165–361. doi: 10.1017/cbo9780511977923
194. Rae, T. C., and Koppe, T. (2004). Holes in the head: evolutionary interpretations of the paranasal sinuses in catarrhines. *Evol. Anthropol.* 13, 211–223. doi: 10.1002/evan.20036
195. Rhys-Evans, P. H. (1992). The paranasal sinuses and other enigmas: an aquatic evolutionary theory. *J. Laryngol. Otol.* 106, 214–225. doi: 10.1017/S0022215100119115

196. Samaka, H., and Tarlochan, F. (2013). *Finite Element (FE) human head models/literature review*. *Int. J. Sci. Tech. Res.* 2, 17–31. Available online at: <http://www.ijstr.org/final-print/july2013/Finite-Element-Fe-Human-Head-Models--Literature-Review.pdf>
197. Song, X., Zhao, B., Wang, C., and Wang, N. (2015). *Dynamic response of the skull with sinuses under blunt frontal impact: a three-dimensional computational study*. *Comput. Math. Methods Med.* 2015:848079. doi: 10.1155/2015/848079
198. Stanley, R. B. (1989). *Fractures of the frontal sinus*. *Clin. Plast. Surg.* 16, 115–123.
199. Strong, E. B., Pahlavan, N., and Saito, D. (2006). *Frontal sinus fractures: a 28-year retrospective review*. *Otolaryngol. Head Neck Surg.* 135, 774–779. doi: 10.1016/j.otohns.2006.03.043
200. Tiwari, P., Higuera, S., Thornton, J., and Hollier, L. H. (2005). *The management of frontal sinus fractures*. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 63, 1354–1360. doi: 10.1016/j.joms.2005.05.308
201. Urken, M. L., Som, P. M., Lawson, W., Edelstein, D., Weber, A.L., and Biller, H. F. (1987). *Abnormally large frontal sinus. II. Nomenclature, pathology, and symptoms*. *Laryngoscope* 97, 606–611. doi: 10.1288/00005537-198705000-00014
202. Yu, J. L., Branstetter, B. F. IV, and Snyderman, C. H. (2014). *Frontal sinus volume predicts incidence of brain contusion in patients with head trauma*. *J. Trauma Acute Care Surg.* 76, 488–492. doi: 10.1097/TA.0b013e3182aaa4bd
203. Yüksel Aslier, N. G., Karabay, N., Zeybek, G., Keskinoglu, P., Kiray, A., Sütay, S., et al. (2016). *The classification of frontal sinus pneumatization patterns by CT-based volumetry*. *Surg. Radiol. Anat.* 38, 923–930. doi: 10.1007/s00276-016-1644-7
204. Zelic, K., Vukicevic, A., Jovicic, G., Aleksandrovic, S., Filipovic, N., and Djuric, M. (2015). *Mechanical weakening of devitalized teeth: three-dimensional finite element analysis and prediction of tooth fracture*. *Int. Endod. J.* 48, 850–863. doi: 10.1111/iej.12381
205. Zhang, L., Yang, K. H., Dwarampudi, R., Omori, K., Li, T., Chang, K., et al. (2001). *Recent advances in brain injury research: a new human head model development and validation*. *Stapp. Car Crash J.* 45, 369–394.
206. Zong, Z., Lee, H. P., and Lu, C. (2006). *A three-dimensional human head finite element model and power flow in human head subject to impact loading*. *J. Biomech.* 39, 284–292. doi: 10.1016/j.jbiomech.2004.11.015
207. Pesic Z, Petrovic S, Buric N. *Odnos kliničkog nalaza i terapijskog pristupa u lečenju preloma zidova frontalnog sinusa*. *Bibliid 2007*;p.639-644.
208. Krasić D, Pešić Z, Mihailović D, Trajković M, Živković N, Krasić S. *Clinical analysis and surgical treatment of frontal sinus mucocoeles: 10 years experience with seven cases*. *Srp Arh Celok Lek 2017* DOI: <https://doi.org/10.2298/SARH161007118K>.
209. Milovančević M, Balać I. *Metoda konačnih elemenata u stomatologiji i ispitivanju stomatoloških materijala*. U: Stamenković D, urednik. *Stomatološki materijali*. Knj 2. Beograd: Stomatološki fakultet; 2012. str. 339-50.
210. Atmaram GH, Mohammed H. *Stress analysis of single-tooth implants. I. Effect of elastic parameters and geometry of implant*. *Implantologist*. 1983;3(1):24-9.
211. Grbović A, Balać I. *Primer primene MKE u stomatologiji*. U: Stamenković D, urednik. *Stomatološki materijali*. Knj 2. Beograd: Stomatološki fakultet; 2012. str. 351-70.

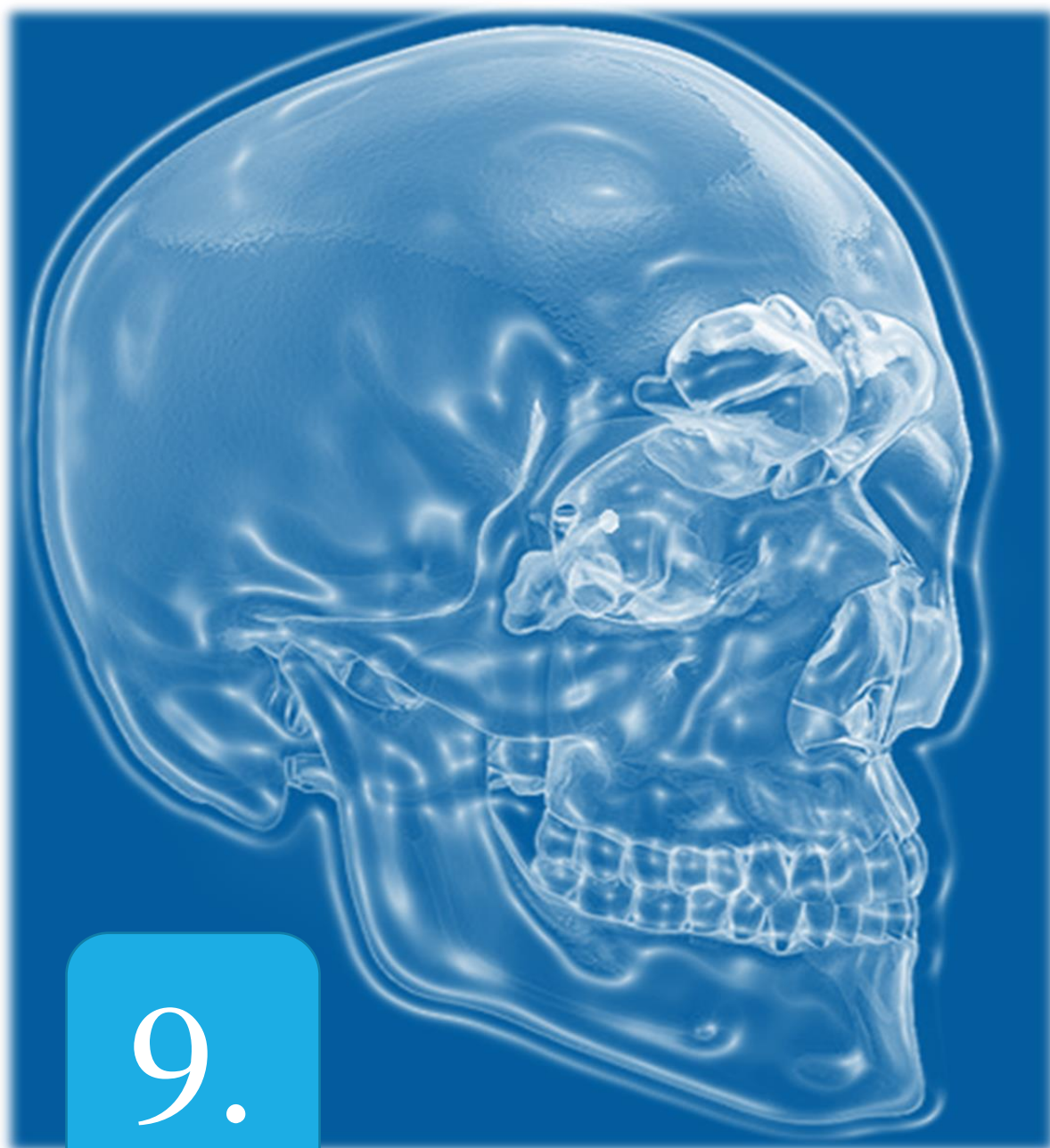
212. Stamenković D, Grbović A. Metoda konačnih elemenata u ispitivanju gradivnih stomatoloških materijala. U: Stamenković D, urednik. Gradivni stomatološki materijali. Beograd: Stomatološki fakultet; 2007. str. 83-108.
213. Sennerby L, Meredith N. Analisi della frequenza di risonanza (RFA). Conoscenze attuali e implicazioni cliniche. In: Chiapasco M, Gatti C, editors. Osteointegrazione e Carico Immediato Fondamenti Biologici e Applicazioni Cliniche. Mi-lan: Masson; 2002. p. 19-31.
214. Grbović A, Stamenković D. Primeri primene MKE u dizajniranju i ispitivanju stomatoloških materijala. U: Stamenković D, urednik. Stomatološki materijali. Knj 2. Beograd: Stomatološki fakultet; 2012. str. 371-84.
215. Damianos SA, David BJ, Ameen AA, et al. Compound anterior cranial base fractures: classification using computerized tomography scanning as a basis for selection of patients for dural repair. *J Neurosurg* 1998;88:471-477.
216. Pretto Flores L, De Almeida CS, Casulari LA Positive predictive values of selected clinical signs associated with skull base fractures. *Journal of Neurosurgical Sciences* [2000, 44(2):77-82; discussion 82-3] (PMID:11105835).
217. Gjerris F. Traumatic lesions of the visual pathways. In: Vincken PJ, Bruyn GW, eds. *Handbook of Neurology*. Vol 24. New York: Elsevier; 1976:27-57.
218. Kline LB, Morawetz RB, Swaid SN. Indirect injury of the optic nerve. *Neurosurgery*. 1984;14:756-764.
219. Smits M, Dippel DW, de Haan GG, Dekker HM, Vos PE, Kool DR, Nederkoorn PJ, Hofman PA, Twijnstra A, Tanghe HL, Hunink MG. External validation of the Canadian CT Head Rule and the New Orleans Criteria for CT scanning in patients with minor head injury. *JAMA*. 2005 Sep 28;294(12):1519-25. PubMed PMID: 16189365.
220. Hornbury JR, Masters SJ, Campbell JA. Imaging recommendations for head trauma: a new comprehensive strategy. *AJR Am J Roentgenol*. Oct 1987; 149(4):781-3.
221. Samii M, Tatagiba M. Skull base trauma: diagnosis and management. *Neurol Res* 2002;24:147-156.
222. Dula, DJ, MD and Fales, F, MD. The 'Ring Sign': Is It a Reliable Indicator for Cerebral Spinal Fluid? *Annals of Emergency Medicine*, 1993;22:718-720.
223. Meco C, Oberascher G, Arrer E, et al. Beta-trace protein test: new guidelines for the reliable diagnosis of cerebrospinal fluid fistula. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2003;129:508-17.
224. Bell RB, Dierks EJ, Homer L, et al. Management of cerebrospinal fluid leak associated with craniomaxillofacial trauma. *J Oral Maxillofac Surg* 2004;62(6):676-84.
225. Slupchynskyj, O. S., Berkower, A. S., Byrne, D. W. and Cayten, C. G. (1992), Association of skull base and facial fractures. *The Laryngoscope*, 102: 1247-1250.
226. Eisenberg, Howard M., et al. "Initial CT findings in 753 patients with severe head injury: a report from the NIH Traumatic Coma Data Bank." *Journal of neurosurgery* 73.5 (1990): 688-698.
227. Driscoll CL, Lane JI. Advances in skull base imaging. *Otolaryngol Clin North Am*. 2007 Jun;40(3).

228. *Celhaney JH, Hopper RH Jr, Nightingale RW, Myers BS. Mechanisms of basilar skull fracture. J Neurotrauma. 1995. Aug;12(4):669-78. PubMed PMID: 8683618.:439-54, vii. Review. PubMed PMID: 17544690.*
229. *Gerbino G, Rocchia F, Benech A, Caldarelli C. Analysis of 158 frontal sinus fractures: current surgical management and complications. J Craniomaxillofac Surg. 2000;28:133-139.*
230. *Bell RB: Management of frontal sinus fractures. Oral Maxillofac Surg Clin North Am 21:227-242,2009.*
231. *Bell RB, Dierks EJ, Brar P, Potter JK, Potter BE: A protocol for the management of frontal sinus fractures emphasizing sinus preservation. J Oral Maxillofac Surg 65:825-839, 2007.*
232. *Castro B, Walcott BP, Redjal N, Coumans JV, Nahed BV: Cerebrospinal fluid fistula prevention and treatment following frontal sinus fractures: a review of initial management and outcomes. Neurosurg Focus 32:1-7, 2012.*
233. *Chaaban MR, Conger B, Riley KO, Woodworth BA: Transnasal endoscopic repair of posterior table fractures. Otolaryngol Head Neck Surg 147:1142-1147, 2012.*
234. *Chen KT, Chen CT, Mardini S, Tsay PK, Chen YR: Frontal sinus fractures: a treatment algorithm and assessment of outcomes based on 78 clinical cases. Plast Reconstr Surg 118:457-468, 2006.*
235. *Choi M, Li Y, Shapiro SA, Havlik RJ, Flores RI: A 10-year review of frontal sinus fractures: clinical outcomes of conservative management of posterior table fractures. Plast Reconstr Surg 130: 399-406, 2012.*
236. *Chuang SK, Dodson TB: Evaluation and management of frontal sinus injuries. In: Fonseca RJ, Walker RV, Betts N, Powers MP, Barber HD, eds. Oral and Maxillofacial Trauma. Philadelphia: WB Saunders; 2004:721-735.*
237. *Daele JJ, Goffart Y, Machiels S: Traumatic, iatrogenic, and spontaneous cerebrospinal fluid (CSF) leak: endoscopic repair. B-ENT 7 (Suppl 17):47-60, 2011.*
238. *Donald PJ: Frontal sinus ablation by cranialization: report of 21 cases. Arch Otolaryngol 108:142-146, 1982.*
239. *Donald PJ, Bernstein L: Compound frontal sinus injuries with intracranial penetration. Laryngoscope 88:225-232, 1978.*
240. *Eljamel MS, Foy PM: Post-traumatic CSF fistulae, the case for surgical repair. Br J Neurosurg 4:479-483, 1990.*
241. *Gabrielli MF, Gabrielli MA, Hochuli-Vieira E, Periera-Fillho VA: Immediate reconstruction of frontal sinus fractures: review of 26 cases. J Oral Maxillofac Surg 62:582-586, 2004.*
242. *Gerbino G, Rocchia F, Benech A, Caldarelli C: Analysis of 158 frontal sinus fractures: current surgical management and complications. J Craniomaxillofac Surg 28:133-139, 2000.*
243. *Gonty AA, Marciani RD, Adornato DC: Management of frontal sinus fractures: a review of 33 cases. J Oral Maxillofac Surg 57:372-379, 1999.*
244. *Gossman DG, Archer SM, Arosarena O: Management of frontal sinus fractures: a review of 96 cases. Laryngoscope 116:1357-1362, 2006.*

245. Hybels RL, Newman MH: Posterior table fractures of the frontal sinus: an experimental study. *Laryngoscope* 87:171-179, 1977.
246. Kalavrezos N: Current trends in the management of frontal sinus fractures. *Injury* 35:340-346, 2004.
247. Kalavrezos ND, Grätz KW, Oechslin CK, Sailer HF: Obliteration of the frontal sinus with lyophilized cartilage in frontal fractures [in German]. *Mund Kiefer Gesichtschir* 2 (Suppl 1):S66-S69, 1998.
248. Kamochi H, Kusaka G, Ishikawa M, Ishikawa S, Tanaka Y: Late onset cerebrospinal fluid leakage associated with past head injury. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 53:217-220, 2013.
249. Kamoshima Y, Terasaka S, Nakamaru Y, Takagi D, Fukuda S, Houkin K: Giant frontal mucocele occurring 32 years after frontal bone fracture: a case report. *Case Rep Neurol* 4:34-37, 2012.
250. Langton-Hewer CD, Wormald PJ: Endoscopic sinus surgery rescue of failed osteoplastic flap with fat obliteration. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 13:45-49, 2005.
251. Luce EA: Frontal sinus fractures: guidelines to management. *Plast Reconstr Surg* 80:500-510, 1987.
252. Manolidis S, Hollier LH Jr: Management of frontal sinus fractures. *Plast Reconstr Surg* 120 (7 Suppl 2):32S-48S, 2007.
253. Onishi K, Nakajima T, Yoshimura Y: Treatment and therapeutic devices in the management of frontal sinus fractures: our experience with 42 cases. *J Craniomaxillofac Surg* 17: 58-63, 1989.
254. Pollock RA, Hill JL Jr, Davenport DL, Snow DC, Vasconez HC: Cranialization in a cohort of 154 consecutive patients with frontal sinus fractures (1987-2007): review and update of a compelling procedure in the selected patient. *Ann Plast Surg* 71:54-59, 2013.
255. Raveh J, Stich H, Schawalder P, Ruchti C, Cottiker H: Biocement e a new material. Results of its experimental use for osseous repair of skull cap defects with lesions of the dura mater and liquorrhea, reconstruction of the anterior wall of the frontal sinuses and fixation of alloimplants. *Acta Otolaryngol* 94:371-384, 1982.
256. Rodriguez ED, Stanwix MG, Nam AJ, St Hilaire H, Simmons OP, Christy MR, Grant MP, Manson PN: Twenty-six-year experience treating frontal sinus fractures: a novel algorithm based on anatomical fracture pattern and failure of conventional techniques. *Plast Reconstr Surg* 122:1850-1866, 2008.
257. Rodriguez ED, Stanwix MG, Nam AJ, St Hilaire H, Simmons OP, Manson PN: Definitive treatment of persistent frontal sinus infections: elimination of dead space and sinonasal communication. *Plast Reconstr Surg* 123:957-967, 2009.
258. Rohrich RJ, Hollier L: The role of the nasofrontal duct in frontal sinus fracture management. *J Craniomaxillofac Trauma* 2:31-40, 1996.
259. Rohrich RJ, Hollier LH: Management of frontal sinus fractures. *Changing concepts. Clin Plast Surg* 19:219-232, 1992.
260. Rosen C, Nachtigal D: The use of hydroxyapatite for obliteration of the human frontal sinus. *Laryngoscope* 105:553-555, 1995.

261. Sailer HF, Gratz KW, Kalavrezos ND: *Frontal sinus fractures: principles of treatment and longterm results after sinus obliteration with the use of lyophilized cartilage. J Craniomaxillofac Surg* 26:235-242, 1998.
262. Sauvé C, Paquin R, Valcourt A: *Postoperative complications of frontal sinus fractures: a retrospective review of 47 cases. J Oral Maxillofac Surg.* 69 (9 Supp):e36-37, 2011.
263. Schenck NL, Tomlinson JJ: *experimental reconstruction with proplast. Laryngoscope* 87:398-407,1977.
264. Scholsem M, Scholtes F, Collignon F, Robe P, Dubuisson A, Kaschten B, Lenelle J, Martin D: *Surgical management of anterior cranial base fractures with cerebrospinal fluid fistulae: a single-institution experience. Neurosurgery* 62:463-469, 2008.
265. Sherif C, Di Leva A, Gibson D, Pakrah-Bodingbauer B, Widhalm G, Krusche-Mandl I, Erdoes J, Gilloon B, Matula C: *A management algorithm for cerebrospinal fluid leak associated with anterior skull base fractures: detailed clinical and radiological follow-up. Neurosurg Rev* 35: 227-237, 2011.
266. Shi JB, Chen FH, Fu QL, Xu R, Wen WP, Hou WJ, Guo JB, Zhang XM, Xu G: *Frontal sinus cerebrospinal fluid leaks: repair in 15 patients using an endoscopic surgical approach. J Otorhinolaryngol Relat Spec* 72:56-62, 2010.
267. Sivori LA 2nd, de Leeuw R, Morgan I, Cunningham LL Jr: *Complications of frontal sinus fractures with emphasis on chronic craniofacial pain and its treatment: a review of 43 cases. J Oral Maxillofac Surg* 68:2041-2046,2010.
268. Smith TL, Han JK, Loehrl TA, Rhee JS: *Endoscopic management of the frontal sinus recess in frontal sinus fractures: a shift in paradigm? Laryngoscope* 112:784-790, 2002.
269. Stevens M, Kline SN: *Management of frontal sinus fractures. J Craniomaxillofac Trauma* 1:29-37, 1995.
270. Tedaldi M, Ramieri V, Foresta E, Cascone P, Iannetti G: *Experience in the management of frontal sinus fractures. J Craniofacial Surg* 21: 208-210, 2010.
271. Tiwari P, Higuera S, Thornton J: *The management of frontal sinus fractures. Maxillofac Surg* 63:1354-1360, 2005.
272. Tosun F, Gonul E, Yetiser S, Gerek M: *Analysis of different surgical approaches for the treatment of cerebrospinal fluid rhinorrhea. Minim Invasive Neurosurg* 48:355-360, 2005.
273. ver Brugghen A: *Injury to the cranial bones. In: Neurosurgery in General Practice. Springfield, IL: Charles C Thomas; 1952.*
274. Verillaud B, Genty E, Leboulanger N, Zerah M, Garabédian EN, Roger G: *Mucocele after transnasal endoscopic repair of traumatic anterior skull base fistula in children. Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 75:1137-1142, 2011.
275. Wallis A, Donald PJ: *Frontal sinus fractures: a review of 72 cases. Laryngoscope* 98:593-598,1988.
276. Widdel L, Winston KR: *Pus and free bone flaps. J Neurosurg Pediatr* 44:378-382, 2009.
277. Yavuzer R, Sari A, Kelly CP, Tuncer S, Latifoglu O, Celebi MC, Jackson I: *Management of frontal sinus fractures. Plast Reconstr Surg* 115:79-93, 2005.

278. Pajic SS, Antic S, Vukicevic AM, Djordjevic N, Jovicic G, Savic Z, Saveljic I, Janovic A, Pesic Z, Djuric M and Filipovic N (2017) Trauma of the Frontal Region Is Influenced by the Volume of Frontal Sinuses. A Finite Element Study. *Front. Physiol.* 8:493. (IF: 4,134) doi: 10.3389/fphys.2017.00493 (M21) <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00493>.
279. S.Pajić, T.Boljević, S.Antić, M.Mrvaljević, M.Cojić, J.Janić, Z.Pešić: PROPTOSIS AND DIPLOPIA AS CONSEQUENCES IN TRAUMA OF CRANIOFACIAL JUNCTION-CASE REPORT, *FACTA UNIVERSITATIS, Series: Medicine and Biology, Vol. 19, No 1, 2017, pp. 38-44. UDC 616.716-001-089:617.76-002-06 DOI:10.22190/FUMB170517006P. ISSN 0354-2017. (M51) <http://casopisi.junis.ni.ac.rs/index.php/FUMedBiol>*
280. S.Pajić, T.Boljević, S.Antić, M.Mrvaljević, M.Cojić, J.Janić, Z.Pešić. MESTO I ULOGA TITANIJUM MESH-A U REKONSTRUKCIJI ČEONOG SINUSA NAKON TRAUME, *Timočki medicinski glasnik, (2017). Vol. 42, Supplement br. 1, str. 5-11. UDK 616.216.2-089.844 ; 616.715-001.5-089.844 COBISS.SR-ID 234133772, ISSN 0350-2899. (M52)*
281. S.Pajić. THE ROLE AND TASKS OF THE MAXILLOFACIAL SURGEONS IN THE TREATMENT OF TRAUMA IN THE EMERGENCY CENTER, , *Southeast European Journal of Emergency and Disaster Medicine vol. III, Year 2017, Suppl. 1.. (Lecturer by invitation).*



9.

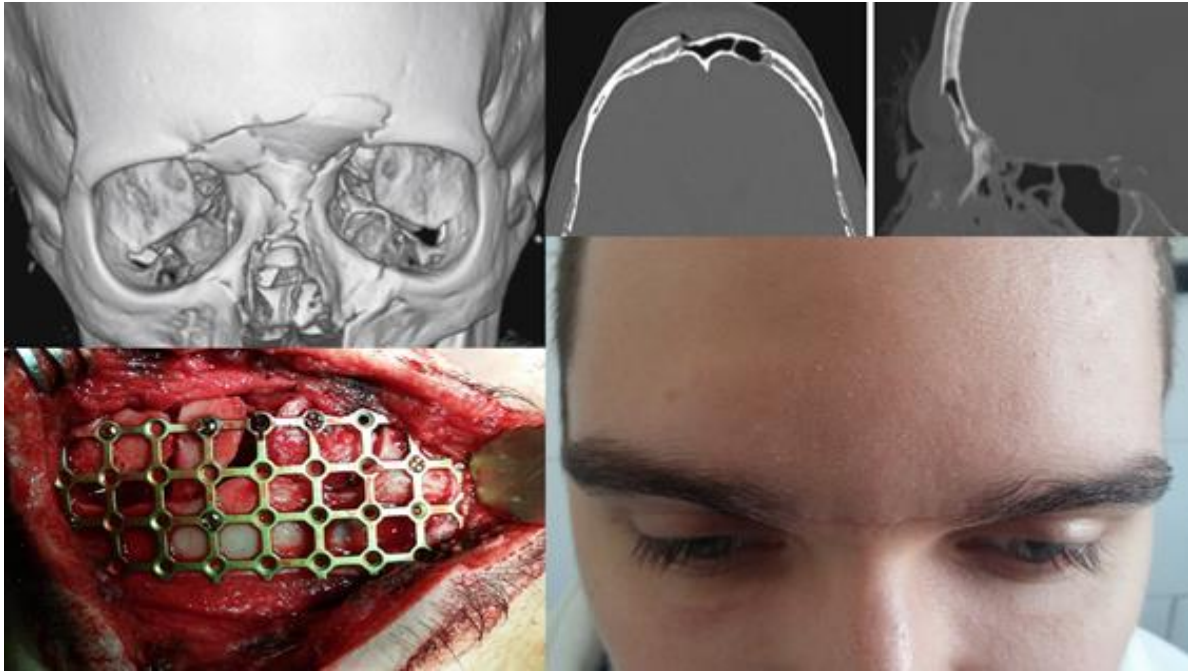
## PRILOG

Srbislav S. Pajić  
ZNAČAJ VELIČINE I STRUKTURE ZIDOVA ČEONOG SINUSA  
NA NASTANAK KONTUZIJE MOZGA KOD TRAUME ČEONE REGIJE

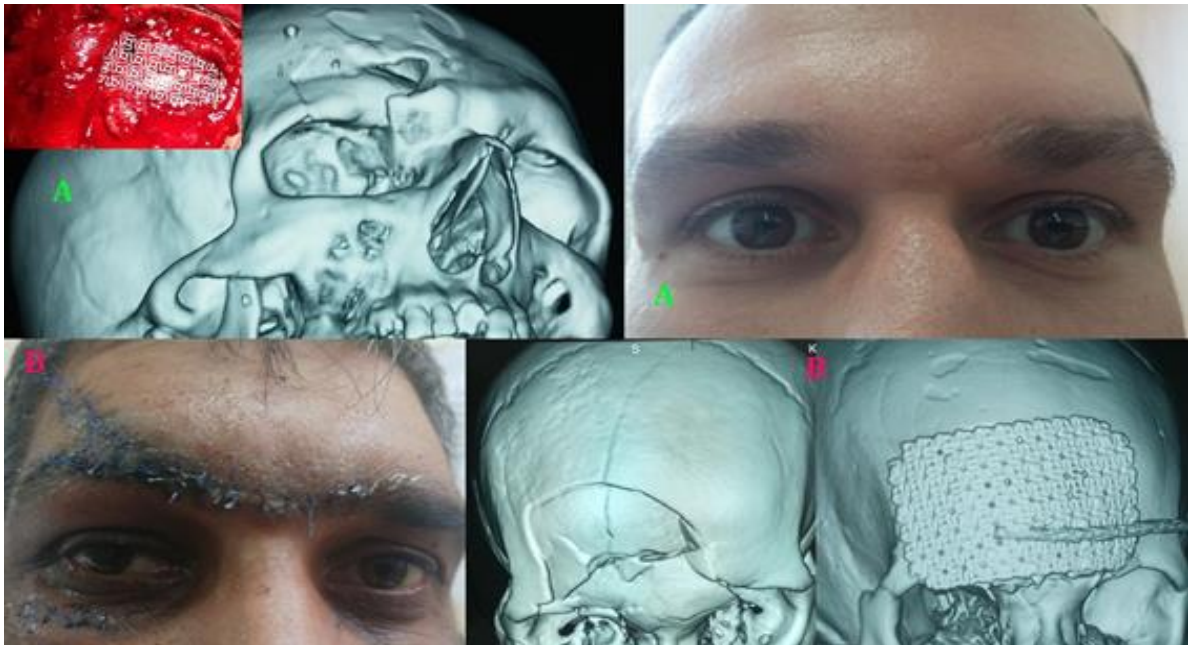


## 9. PRILOG

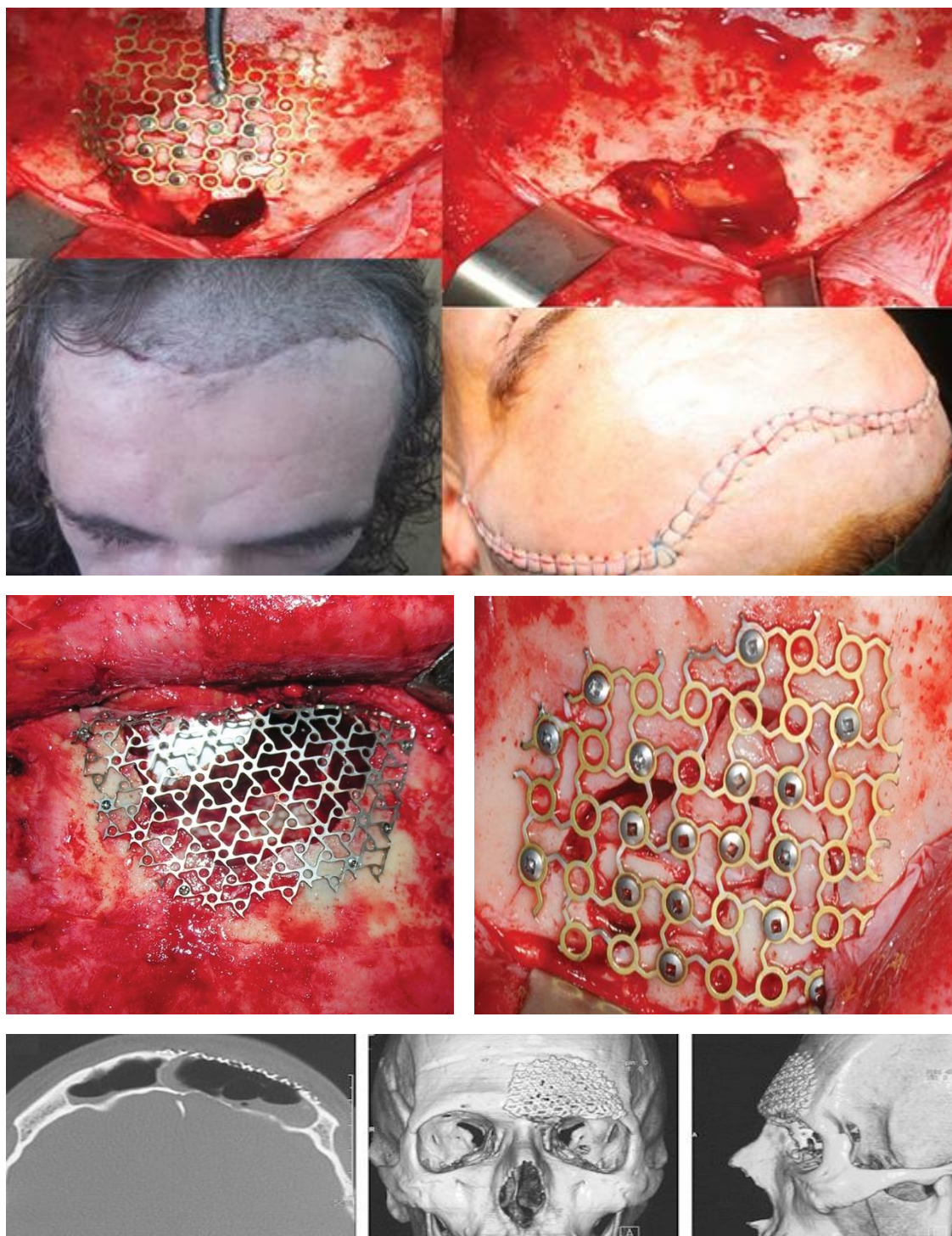
**Prilog 1.** Prikaz pacijenta – repozicija i osteosinteza 3D Mesh-om, definitivni izgled dve nedelje nakon zbrinjavanja



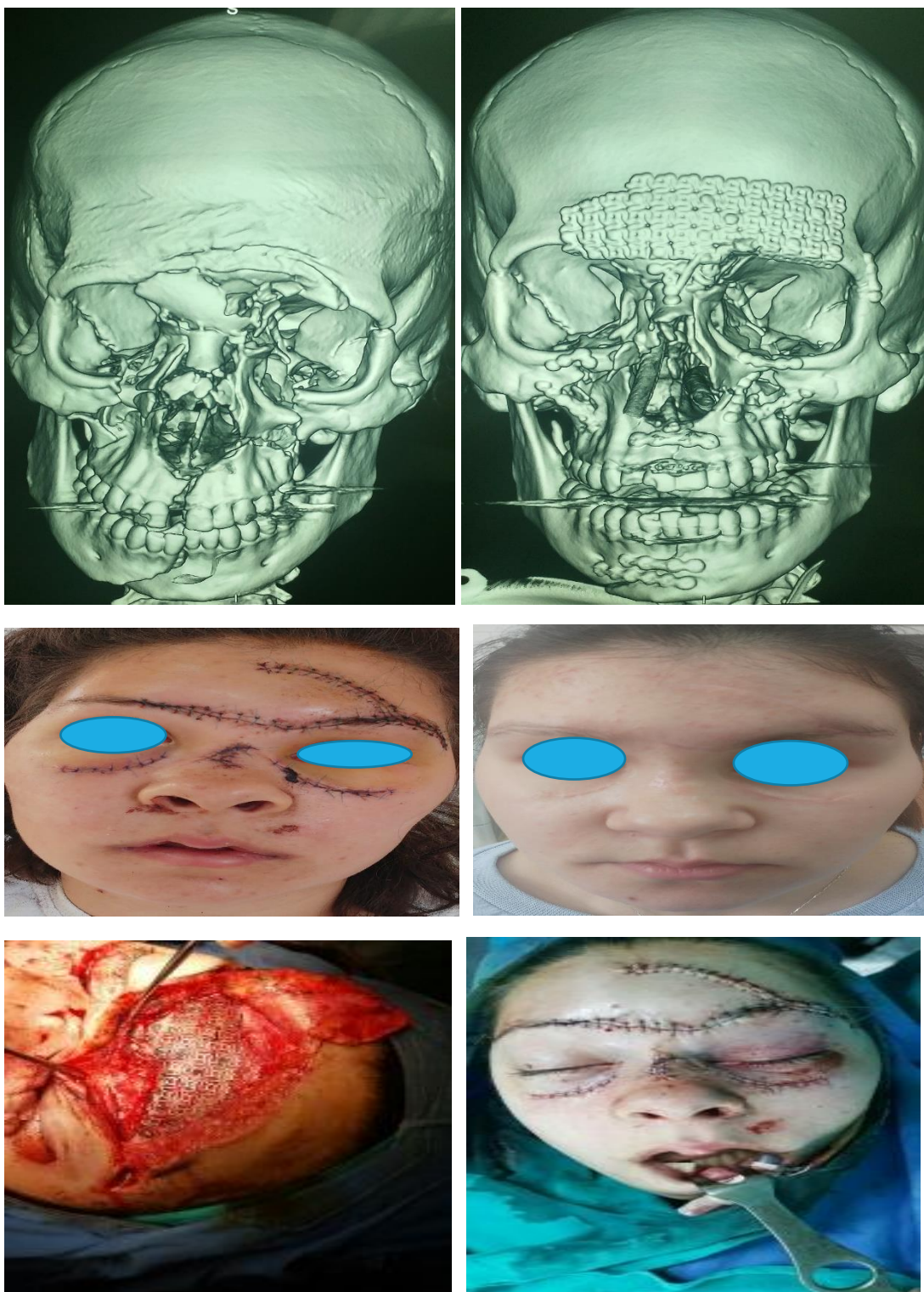
**Prilog 2.** Dve rekonstrukcije traume čeone kosti i čeonog sinusa



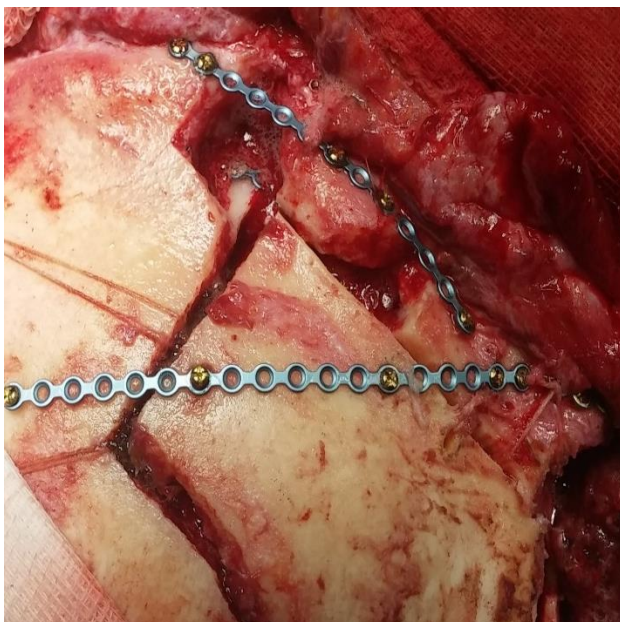
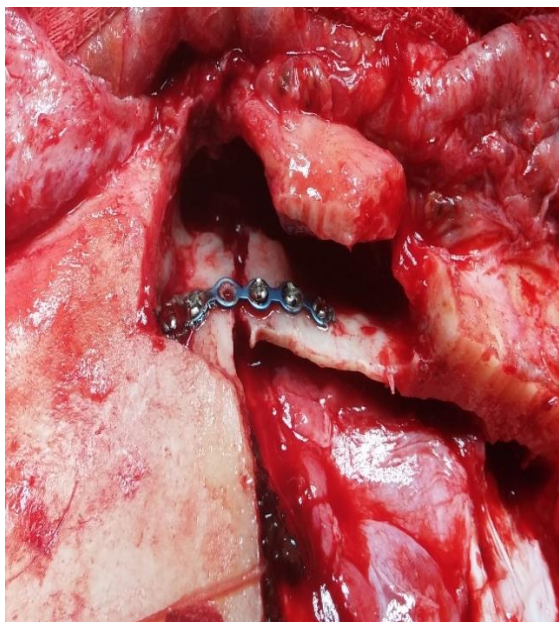
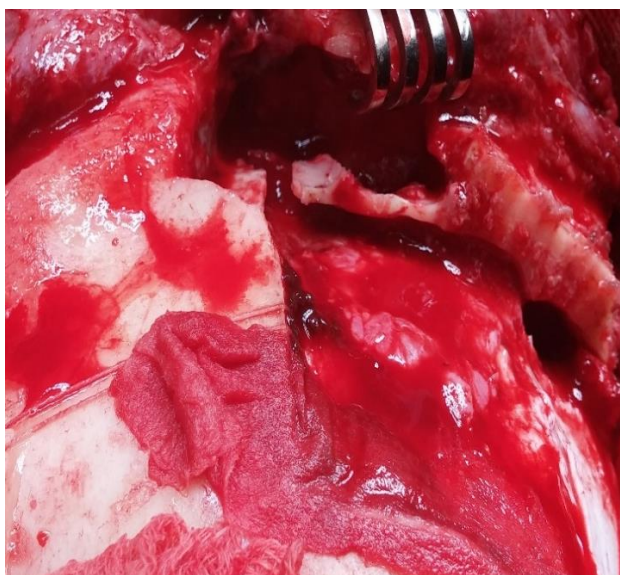
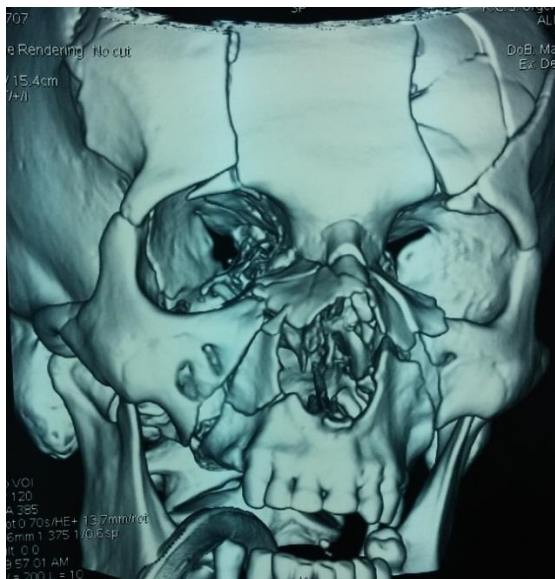
**Prilog 3.** Kominutivni i impresivni prelom čeone kosti i rekonstruktivni zahvat kroz bikoronarni pristup.



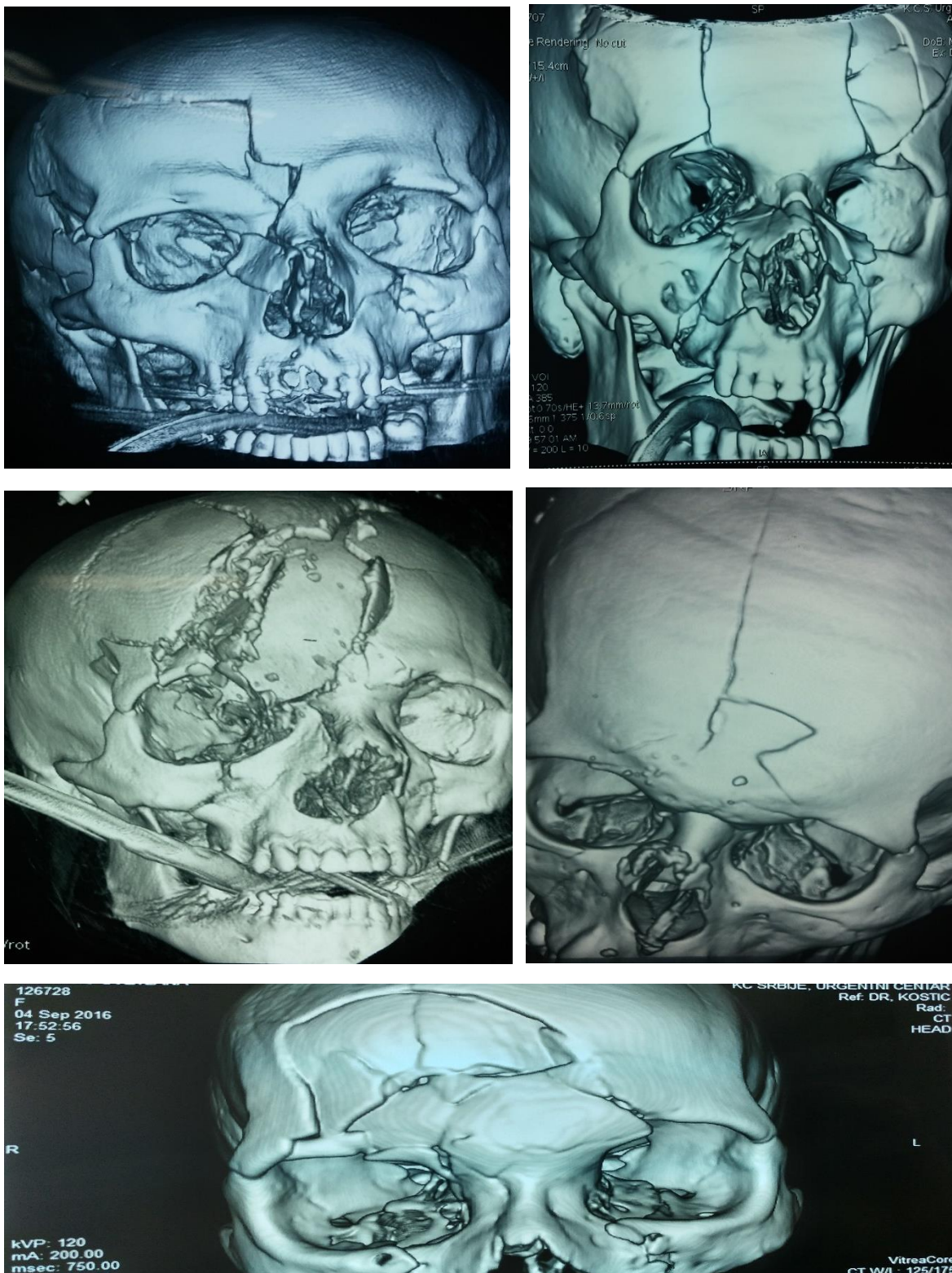
**Prilog 4.** Kompleksna povreda čeonog sinusa udružena prelomima srdenjeg masiva lica i donje vilice



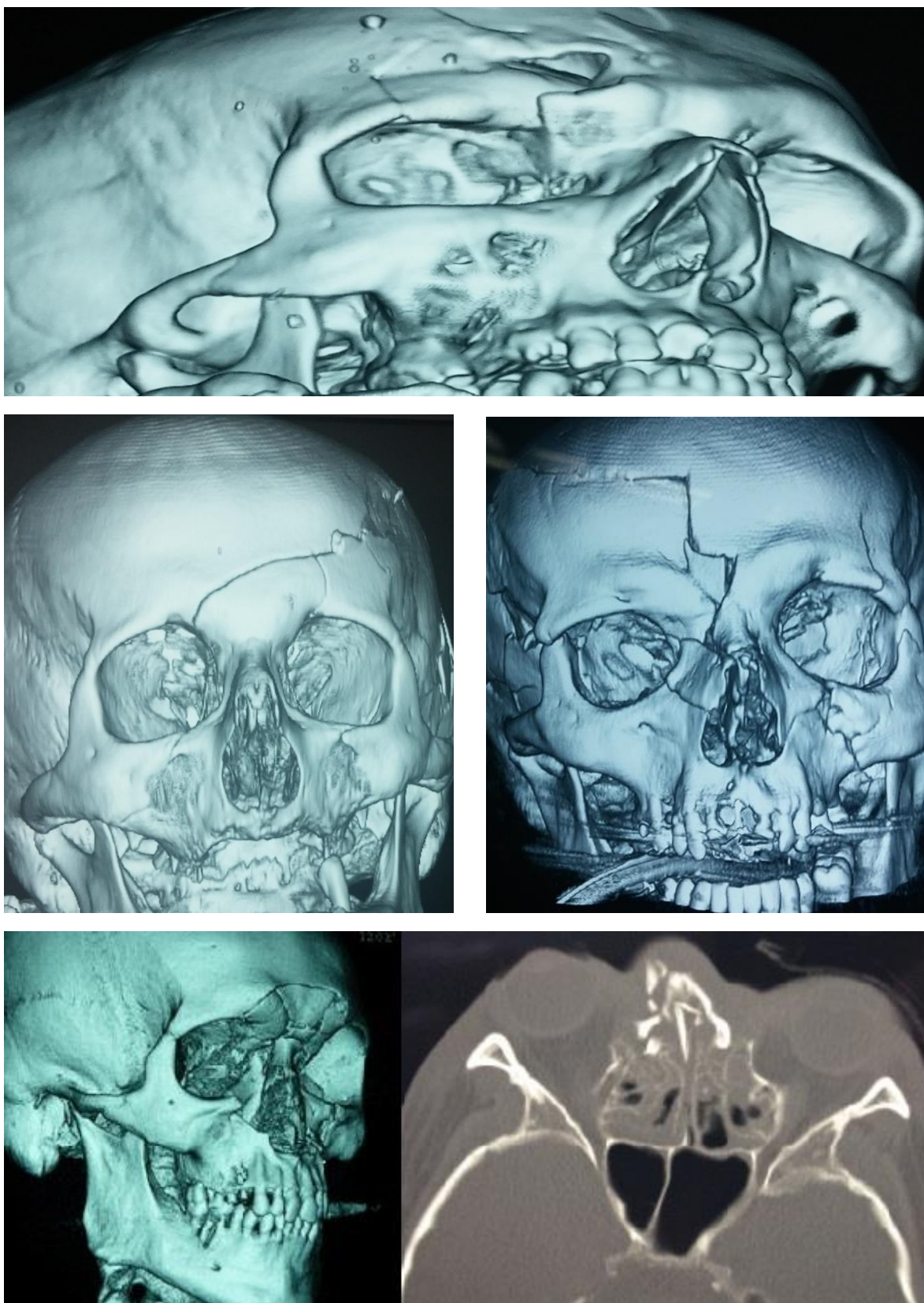
**Prilog 5. Kompleksni prelom čeonog sinusa udružen sa prelomima ličnog masiva**



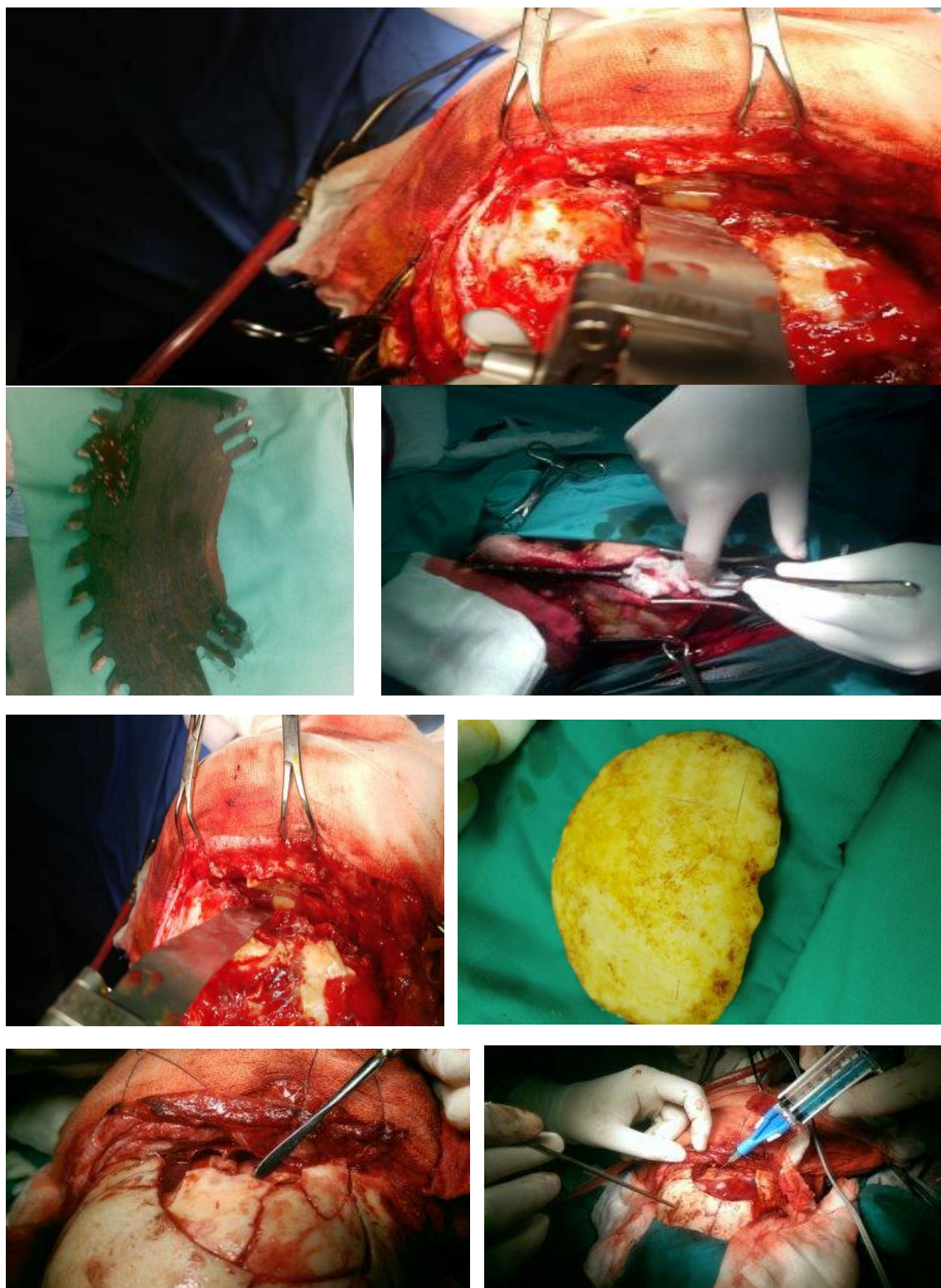
Prilog 6.1. Najčešći frakturni obrasci preloma čeone kosti ispitivane populacije u ovoj studiji



**Prilog 6.2.** Najčešći frakturalni obrasci preloma čeone kosti ispitivane populacije u ovoj studiji



**Prilog 7. Trauma nastala rukovanjem mašinom**





**Brunel**  
University  
London

Brunel University Research Archive (BURA)

BURA preserves and enables open access to all types of digital content. BURA News

Brunel University Research Archive College of Engineering, Design and Physical Sciences Dept of Mechanical Aerospace and Civil Engineering Dept of Mechanical Aerospace and Civil Engineering Research Papers

Please use this identifier to cite or link to this item: <http://bura.brunel.ac.uk/handle/2438/14950>

## Title: **Trauma of the frontal region is influenced by the volume of frontal sinuses. A finite element study**

Authors: Pajić, S, Antic, S, Vukicevic, A, Djordjevic, N, Jovicic, G, Savic, Z, Saveljic, I, Janovic, A, Djuric, M, Filipovic, N

Keywords: Frontal sinus; Fracture; Frontal bone; Finite element analysis; Modeling

Issue Date: 2017

Publisher: Frontiers Media

Citation: Frontiers in Physiology, pp. 1-9, (2017)

**Abstract:** Anatomy of frontal sinuses varies individually, from differences in volume and shape to a rare case when the sinuses are absent. However, there are scarce data related to influence of these variations on impact generated fracture pattern. Therefore, the aim of this study was to analyse the influence of frontal sinus volume on the stress distribution and fracture pattern in the frontal region. The study included four representative Finite Element models of the skull. Reference model was built on the basis of computed tomography scans of a human head with normally developed frontal sinuses. By modifying the reference model, three additional models were generated: a model without sinuses, with hypoplastic, and with hyperplastic sinuses. A 7.7 kN force was applied perpendicularly to the forehead of each model, in order to simulate a frontal impact. The results demonstrated that the distribution of impact stress in frontal region depends on the frontal sinus volume. The anterior sinus wall showed the highest fragility in case with hyperplastic sinuses, whereas posterior wall/inner plate showed more fragility in cases with hypoplastic and undeveloped sinuses. Well-developed frontal sinuses might, through absorption of the impact energy by anterior wall, protect the posterior wall and intracranial contents.

URI: <http://bura.brunel.ac.uk/handle/2438/14950>

DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fphys.2017.00493>

ISSN: **1664-042X**

Appears in Collections: Dept of Mechanical Aerospace and Civil Engineering Research Papers

Files in This Item:

File	Description	Size	Format
FullText.pdf		3.12 MB	Adobe PDFView/Open





**Brunel**  
University  
London

Brunel University Research Archive (BURA)

BURA preserves and enables open access to all types of digital content. BURA News

Brunel University Research Archive College of Engineering, Design and Physical Sciences Dept of Mechanical Aerospace and Civil Engineering

Dept of Mechanical Aerospace and Civil Engineering Research Papers Collection home page

Browse

Issue Date Author Title Subject

Subscribe to this collection to receive daily e-mail notification of new additions [Subscribe](#) [RSS Feed](#) [RSS Feed](#) [RSS Feed](#)

Collection's Items (Sorted by Submit Date in Descending order): 1 to 30 of 914

[next >](#)

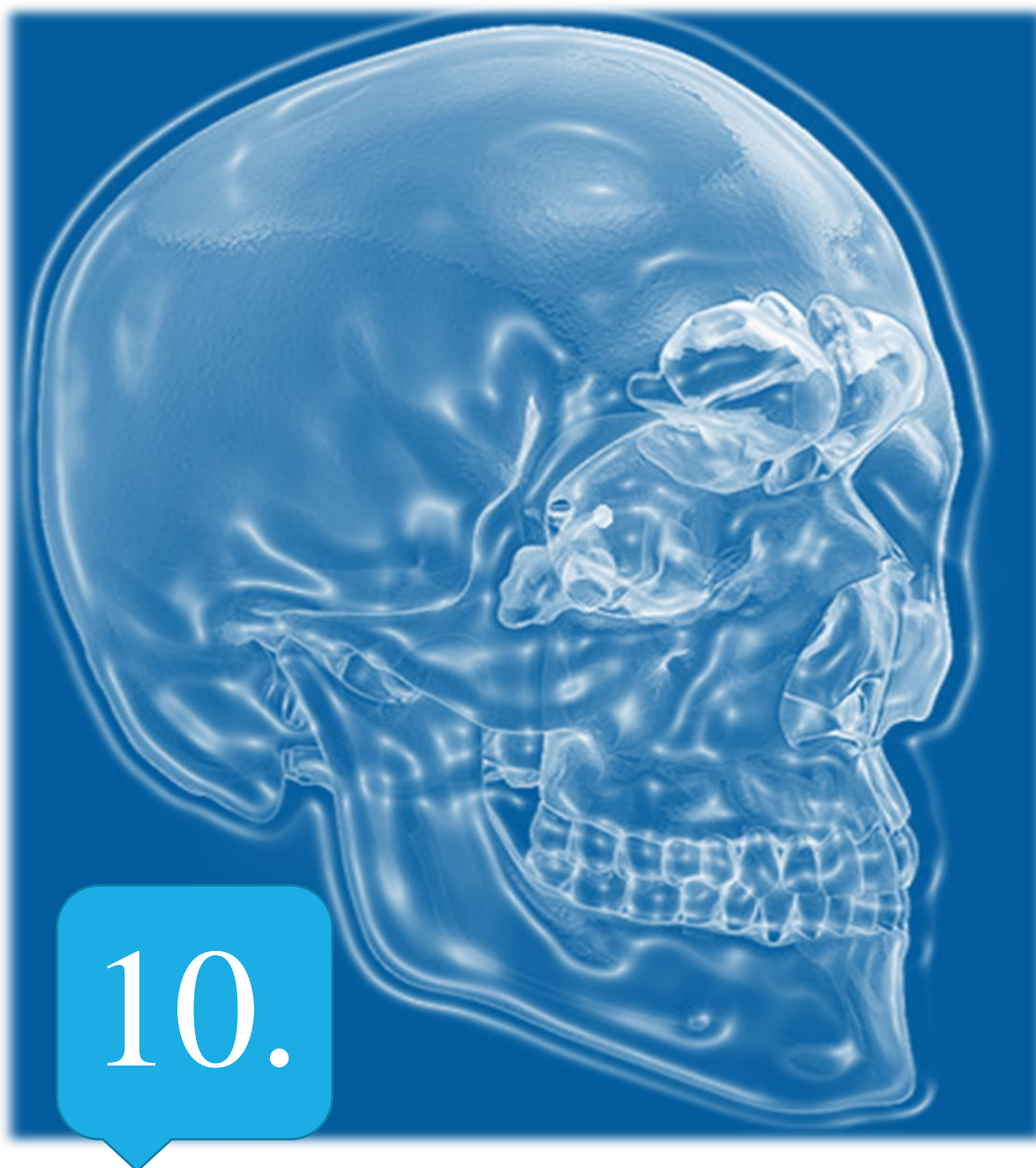
Issue Date Title Author(s)

1. 2017 Recycled tyre rubber-thermoplastic composites through interface optimisation Zhou, Y; Fan, M
  - Search for associated production of a Z boson with a single top quark and for tZ flavour-changing interactions in pp collisions at  $\sqrt{s}=8$  TeV Sirunyan, AM; Tumasyan, A; Adam, W; Asilar, E; Bergauer, T, et al
  - Search for dark matter produced with an energetic jet or a hadronically decaying W or Z boson at  $\sqrt{s}=13$  TeV Sirunyan, AM; Tumasyan, A; Adam, W; Asilar, E; Bergauer, T, et al
  - Search for heavy gauge W' bosons in events with an energetic lepton and large missing transverse momentum at  $\sqrt{s}=13$  TeV Khachatryan, V; Sirunyan, AM; Tumasyan, A; Adam, W; Asilar, E, et al
2. 2017 Search for new physics with dijet angular distributions in proton-proton collisions at  $\sqrt{s}=13$  TeV Sirunyan, AM; Tumasyan, A; Adam, W; Asilar, E; Bergauer, T, et al
  - Search for t(t)over-bar resonances in highly boosted lepton plus jets and fully hadronic final states in proton-proton collisions at  $\sqrt{s}=13$  TeV Sirunyan, AM; Tumasyan, A; Adam, W; Asilar, E; Bergauer, T, et al
3. 2017 Test beam performance measurements for the Phase I upgrade of the CMS pixel detector Dragicevic, M; Friedl, M; Hrubec, J; Steininger, H; Gädda, A, et al
4. 2016 Comparative study of two tsunamigenic earthquakes in the Solomon Islands: 2015  $M_w$  7.0 normal-fault and 2013 Santa Cruz  $M_w$  8.0 megathrust earthquakes Heidarzadeh, M; Harada, T; Satake, K; Ishibe, T; Gusman, AR
5. 2017 Small-on-large fractional derivative-based single-cell model incorporating cytoskeleton prestretch Fraldi, M; Cugno, A; Carotenuto, AR; Cutolo, A; Pugno, NM, et al
6. 2017 QoS-Constraints and Pilot-Contamination in the Uplink of Non-cooperative Cellular Massive-MIMO Al-Raweshidy, H; Hburi, I
- 2017 A New Intelligent Approach for Optimising 6LoWPAN MAC Layer Parameters Al-Raweshidy, H; Al-Kaseem, BR; Al-Dunainawi, Y; Banitsas, K
7. 2017 Vibration and Acoustic Emission Monitoring of a Girth Weld during a Resonance Fatigue Test Shamsudin, MF; Mares, C; Johnston, C; Edwards, G; Gan, T-H

8. 2017 Bayesian Estimation for Crack Monitoring of a Resonant Pipe using Acoustic Emission Method Shamsudin, MF; Mares, C; Gan, T-H; Edwards, G
9. 2017 Search for anomalous couplings in boosted  $WW/WZ \rightarrow \ell\nu q\bar{q}$  production in proton–proton collisions at  $\sqrt{s}=8$  TeV Sirunyan, AM; Tumasyan, A; Adam, W; Asilar, E; Bergauer, T, et al
10. 2017 Investigation of the influence of air guiding strips on the performance of multi-deck refrigerated display cabinets using CFD modelling Tsamos, K; Sun; Tassou
11. 2017 Thermodynamic analysis on the performance of an R717/R744 cascade refrigeration system for food retail applications Amaris; Tsamos, K; Ge; Tassou
12. 2017 Decoupling Temporal Dynamics for Naturalistic Affect Recognition in a Two-Stage Regression Framework Gaus, Y; Meng, H; Jan, A
13. 2017 Usability of composing REST services on smartphones Mesfin, G; Gronli, TM; Ghinea, G; Younas, M
14. 2010 Towards dynamic genome scale models Gilbert, D; Heiner, M; Jaraweera, Y; Rohr, C
15. 2017 The plastic behavior of sandwich beams with core gradation Jiang, WZ; Liu, Y; Wang, B
16. 2016 Source model of the 16 September 2015 Illapel, Chile,  $M_w=8.4$  earthquake based on teleseismic and tsunami data Heidarzadeh, M; Murotani, S; Satake, K; Ishibe, T; Gusman, AR
- 17. 2017 Trauma of the frontal region is influenced by the volume of frontal sinuses. A finite element study Pajić, S; Antic, S; Vukicevic, A; Djordjevic, N; Jovicic, G, et al.**
18. 2009 Heat and mass transfer in air-fed pressurised suits. Tesch, K; Collins, MW; Karayiannis, TG; Atherton, MA; Edwards, P
19. 2017 C1 Complex: Structural Modularity and Functional Diversity Lu, J; Kishore, U
20. 2017 Operational Space Control in Hexapod Robot for Humanitarian Demining Applications Powell, R; Abbod, M
21. 2017 An Integrated Biorefinery Concept for Conversion of Sugar Beet Pulp into Value-added Chemicals and Pharmaceutical Intermediates Bawn, M; Bennett, C; Penumathsa, B; Subrizi, F; Suhaili, N, et al
22. 2016 Strengthening mechanisms in nanostructured Al/SiCp composite manufactured by accumulative press bonding Amir Khanlou, S; Rahimian, M; Ketabchi, M; Parvin, N; Yaghinali, P, et al
23. 2017 Structure and luminescence analyses of simultaneously synthesised  $(Lu_{1-x}Gd_x)_2O_3:Tb^{3+}$  and  $(Lu_{1-x}Gd_x)_2O_3:Tb^{3+}$  Pasberg, N; den Engelsens, D; Fern, GR; Harris, PG; Ireland, TG, et al
24. 2017 Application of external fields to the development of aluminum-based nanocomposite and master alloys Eskin, DG; Vadakke Madam, SK; Tamayo, J; Vorozhtsov, SA; Hari Babu, N, et al
25. 2017 Energy analysis of alternative CO2 refrigeration system configurations for retail food applications Ge, Y; Santosa, IID; Tassou, S; Bianchi, G; Mylona,

Prilog 9. Časopis gde je objavljen rad iz doktorata

The screenshot shows the Frontiers website interface. At the top, there's a navigation bar with 'HOME', 'ABOUT', 'SUBMIT', 'JOURNALS', and 'RESEARCH TOPICS'. The main header features the 'frontiers in Physiology' logo and the journal title 'Craniofacial Biology and Dental Research'. A badge indicates it's 'The 2nd most cited journal in Physiology' with an 'IMPACT FACTOR 4.134'. Below the header is a dark navigation bar with 'SECTION', 'ABOUT', 'ARTICLES', 'RESEARCH TOPICS', 'FOR AUTHORS', and 'EDITORIAL BOARD'. The article title is 'Trauma of the Frontal Region Is Influenced by the Volume of Frontal Sinuses. A Finite Element Study'. It is categorized as an 'ORIGINAL RESEARCH ARTICLE' from 'Front. Physiol.' on 11 July 2017. The authors listed are Srbislav S. Pajić, Svetlana Antic, Arso M. Vukicevic, Nenan Djordjevic, Gordana Jovicic, Zivorad Savic, Igor Saveljic, Aleksa Janovic, Zoran Pesic, Marija Djuric, and Nenad Filipovic. The article has 1,184 total views and an Altmetric score of 2. A 'frontiers SPOTLIGHT AWARD' badge is visible. The footer of the browser shows the time as 1:51 AM on 5/15/2018.



## BIOGRAFIJA

Srbislav S. Pajić  
ZNAČAJ VELIČINE I STRUKTURE ZIDOVA ČEONOG SINUSA  
NA NASTANAK KONTUZIJE MOZGA KOD TRAUME ČEONE REGIJE

## 10. BIOGRAFIJA



Dr Srbslav S. Pajić rođen je 03.02.1962. godine u Negotinu. Osnovnu školu pohađao u Planinici i Lubnici, gimnaziju u Šapcu i Zaječaru sa odličnim uspehom i nosilac Vukovih diploma. Završio Stomatološki fakultet Univerziteta u Beogradu sa prosečnom ocenom 8,14. Stekao zvanje specijaliste maksilofacijalne hirurgije na Stomatološkom fakultetu Unverziteta u Beogradu.

Zaposlen u Kliničkom Centru Srbije - Centru za zbrinjavanje urgentnih stanja i neurotraume Urgentnog centra Beograd.

Školske 2014/2015. godine na Medicinskom fakultetu Univerziteta u Nišu upisuje doktorske akademske studije i polaže sve ispite predviđene planom i programom sa srednjom ocenom 9,56.

Dr Srbslav S. Pajić je do sada objavio 80 stručnih i naučnih radova sa recenzijom u kojima je bio autor ili koautor, učestvovao na domaćim i međunarodnim stručnim skupovima i uzeo učeće kao predavač po pozivu na dva Kongresa sa Međunarodnim učešćem-I ranga.

Posebna oblast stručnog i naučnog interesovanja dr Srbslava Pajića je kraniofacijalna traumatologija i mogućnosti njihovog hirurškog korigovanja.

Član je Sekcije maksilofacijalnih hirurga Srbije, član Stomatološke komore Srbije, član Balkan Association of Maxillofacial Surgery-BAMFS, član EACMFS – European Association of Cranio-Maxillofacial Surgeons, član, Sekcije za oralnu implantologiju

Mentor na Medicinskom fakultetu Univerziteta u Beogradu iz Maksilofacijalne hirurgije za specijalizante iz oblasti Urgentne medicine, Neurohirurgije, Opšte hirurgije, Anestezije sa reanimacijom.

## Изјава 1.

### ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Изјављујем да је докторска дисертација, под насловом

**“ЗНАЧАЈ ВЕЛИЧИНЕ И СТРУКТУРЕ ЗИДОВА ЧЕОНОГ СИНУСА  
ЗА НАСТАНАК КОНТУЗИЈЕ МОЗГА КОД ТРАУМЕ ЧЕОНЕ РЕГИЈЕ”**

која је одбрањена на Медицинском факултету Универзитета у Нишу:

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да ову дисертацију, ни у целини, нити у деловима, нисам пријављивао/ла на другим факултетима, нити универзитетима;
- да нисам повредио/ла ауторска права, нити злоупотребио/ла интелектуалну својину других лица.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци, који су у вези са ауторством и добијањем академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада, и то у каталогу Библиотеке, Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Нишу, као и у публикацијама Универзитета у Нишу.

У Нишу, \_\_\_\_\_ 2018. године

Потпис аутора дисертације:

---

Србислав С. Пајић

**Изјава 2.**

**ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ЕЛЕКТРОНСКОГ И ШТАМПАНОГ ОБЛИКА  
ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

Наслов дисертације:

**“ЗНАЧАЈ ВЕЛИЧИНЕ И СТРУКТУРЕ ЗИДОВА ЧЕОНОГ СИНУСА  
ЗА НАСТАНАК КОНТУЗИЈЕ МОЗГА КОД ТРАУМЕ ЧЕОНЕ РЕГИЈЕ”**

Изјављујем да је електронски облик моје докторске дисертације, коју сам предао/ла за уношење у **Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу**, истоветан штампаном облику.

У Нишу, \_\_\_\_\_ 2018. године

Потпис аутора дисертације:

---

Србислав С. Пајић

### Изјава 3:

#### ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Никола Тесла“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу унесе моју докторску дисертацију, под насловом:

#### “ЗНАЧАЈ ВЕЛИЧИНЕ И СТРУКТУРЕ ЗИДОВА ЧЕОНОГ СИНУСА ЗА НАСТАНАК КОНТУЗИЈЕ МОЗГА КОД ТРАУМЕ ЧЕОНЕ РЕГИЈЕ”

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском облику, погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију, унету у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу, могу користити сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons), за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство **(CC BY)**
2. Ауторство – некомерцијално **(CC BY-NC)**
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде **(CC BY-NC-ND)**
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима **(CC BY-NC-SA)**
5. Ауторство – без прераде **(CC BY-ND)**
6. Ауторство – делити под истим условима **(CC BY-SA)<sup>1</sup>**

У Нишу, \_\_\_\_\_ 2018. године

Потпис аутора дисертације:

\_\_\_\_\_  
Србислав С. Пајић

<sup>1</sup> Аутор дисертације обавезан је да изабере и означи (заокружи) само једну од шест понуђених лиценци; опис лиценци дат је у наставку текста.



## ТИПОВИ ЛИЦЕНЦИ КРЕАТИВНЕ ЗАЈЕДНИЦЕ<sup>2</sup>

### 1. Ауторство (CC BY)

Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора, на начин одређен од аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

### 2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)

Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора, на начин одређен од аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

### 3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)

Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора, на начин одређен од аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. Уодносу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

### 4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)

Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора, на начин одређен од аутора или даваоца лиценце, и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада

### 5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)

Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора, на начин одређен од аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

### 6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора, на начин одређен од аутора или даваоца лиценце, и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.

---

<sup>2</sup> Више о лиценцама Креативне заједнице на адреси:

[http://creativecommons.org.rs/?page\\_id=74CC](http://creativecommons.org.rs/?page_id=74CC). Овај текст НИЈЕ саставни део изјава аутора!