

**UNIVERZITET U BEOGRADU  
STOMATOLOŠKI FAKULTET**

**Svetlana Z. Antić**

**UTICAJ PRISUSTVA I POLOŽAJA TREĆEG  
MOLARA DONJE VILICE NA RIZIK ZA  
NASTANAK PRELOMA U REGIONU  
DONJEVILIČNOG UGLA I ZGLOBNOG  
NASTAVKA**

doktorska disertacija

Beograd, 2015.

**UNIVERZITET U BEOGRADU  
STOMATOLOŠKI FAKULTET**

**Svetlana Z. Antić**

**UTICAJ PRISUSTVA I POLOŽAJA TREĆEG  
MOLARA DONJE VILICE NA RIZIK ZA  
NASTANAK PRELOMA U REGIONU  
DONJEVILIČNOG UGLA I ZGLOBNOG  
NASTAVKA**

doktorska disertacija

Beograd, 2015.

**UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF DENTISTRY**

**Svetlana Z. Antic**

**IMPACT OF THE LOWER THIRD MOLAR  
PRESENCE AND POSITION ON THE RISK  
OF FRACTURE IN THE REGIONS OF  
MANDIBULAR ANGLE AND CONDYLE**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2015.

**Mentori:**

Profesor dr Zoran Rakočević  
Univerzitet u Beogradu- Stomatološki fakultet

Profesor dr Marija Đurić  
Univerzitet u Beogradu- Medicinski fakultet

**Članovi komisije:**

1. Profesor dr Miroslav Vukadinović, Univerzitet u Beogradu- Stomatološki fakultet-  
predsednik komisije
2. Profesor dr Božidar Brković, Univerzitet u Beogradu- Stomatološki fakultet
3. Profesor dr Nenad Filipović, Univerzitet u Kragujevcu- Fakultet inženjerskih nauka

**Datum javne odbrane doktorske disertacije:**\_\_\_\_\_

## ZAHVALNOST

*Najpre bih želela da se najiskrenije zahvalim svojim mentorima: profesoru dr Zoranu Rakočeviću i profesorki dr Mariji Đurić, koji su bili moji stalni vodiči na nimalo jednostavnom putu, koji je vodio ka izradi doktorske disertacije. Neizmerno vam hvala na beskrajnom strpljenju, posvećenom vremenu, kao i na znanju koje ste nesebično delili samnom. Vaša izuzetna energija, poverenje koje ste mi ukazali, ohrabrenje i podrška su mi puno značili i pomogli da istrajem u svome radu.*

*Centar za radiološku dijagnostiku Stomatološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, kojim rukovodi profesor Zoran Rakočević, je mesto na kome sam se susretala sa raznovrsnom patologijom facijalnog skeleta, gde se i rodila ideja o temi ove doktorske disertacije. Zahvaljujući uslovima koji postoje u navedenoj instituciji, stručnosti i neštedljivoj pomoći profesora Rakočevića, bilo je moguće izvršiti skeniranje donje vilice i kreiranje njenog trodimenzionalnog modela. Ovo je bio neophodan korak u generisanju virtuelnih modela donje vilice, za potrebe sprovedene analize primenom metode konačnih elemenata. Svome mentoru, profesoru Rakočeviću, posebno zahvaljujem na radnom entuzijazmu i energiji koju je preneo svojim saradnicima i meni. Zahvaljujem se i svojim kolegama iz Centra za radiološku dijagnostiku: dr Aleksi Janoviću i dr Đurđi Bracanović na pruženoj podršci, koja mi je puno značila.*

*Donja vilica koja je upotrebljena za izradu virtuelnih modela u analizi primenom metode konačnih elemenata je odabrana iz kolekcije Laboratorije za antropologiju, Anatomske instituta, Medicinskog fakulteta, Univerziteta u Beogradu. Ova laboratorija, kojom rukovodi profesorka Marija Đurić, je ujedno i mesto mog odrastanja i sazrevanja u naučnom smislu. Zahvaljujući izuzetnoj energiji, umeću i sposobnosti profesorke Đurić, kao i marljivosti njenih saradnika- mojih kolega, laboratorija je mesto zapaženog naučnog uspeha i veliki je ponos biti deo njenog tima. Laboratorija za antropologiju je, takođe i mesto koje poseduje svu toplinu jednog doma. Zahvaljujem se profesorki Đurić i svojim kolegama na tome, kao i na značajnoj podršci koju su mi pružili u istraživačkom radu. Posebno se zahvaljujem docentkinji dr Danijeli Đonić na dragocenim sugestijama oko kliničko-epidemiološkog dela studije.*

*Generisanje virtuelnih modela donje vilice i analiza primenom metode konačnih elemenata je sprovedena u Bioinženjerskom istraživačkom i razvojnom centru- BIOIRC, na Fakultetu inženjerskih nauka Univerziteta u Kragujevcu. Zahvaljujem se rukovodiocu BIOIRC-a, profesoru dr Nenadu Filipoviću i stručnom timu: Arsi Vukićeviću, Igoru Saveljiću, Marku Milašinoviću i Daliboru Nikoliću za realizaciju dela istraživanja koji se odnosi na primenu*

*metode konačnih elemenata. Posebno se zahvaljujem profesorki dr Gordani Jovičić sa Fakulteta inženjerskih nauka za ukazanu stručnu pomoć, uloženi napor i trud koji su doprineli značajnom unapređenju ovog dela studije.*

*Kliničko-epidemiološka studija je sprovedena na Klinici za maksilofacijalnu hirurgiju, Univerziteta u Beogradu. Neizmernu zahvalnost dugujem kolegi dr Dragu Jelovcu, zaposlenom na ovoj klinici, za učešće u organizaciji i realizaciji ovog dela studije i svu ukazanu pomoć.*

*Najskrenije se zahvaljujem profesorki dr Biljani Miličić za pomoć u obradi i statističkoj analizi podataka dobijenih u kliničko-epidemiološkoj studiji, na posvećenoj pažnji i vremenu. Njene sugestije su puno pomogle unapređenju ovog dela studije.*

*Veliku zahvalnost dugujem profesoru dr Miroslavu Vukadinoviću i profesoru dr Božidaru Brkoviću, koji su mi puno pomogli svojim korisnim savetima i sugestijama.*

*Za organizaciju i doterivanje slika prikazanih u disertaciji, kao i za kreiranje nekih od njih, zahvalnost dugujem svome suprugu Milanu. Takođe, želim posebno da mu se zahvalim na interesovanju koje je pokazao za ovo istraživanje, kao i na beskrajnom strpljenju i razumevanju.*

*Zahvaljujem se svojim roditeljima koji su uvek verovali u mene i u puteve koje sam birala.*

*Doktorsku disertaciju posvećujem svome sinu Jovanu, koji je nepresušni izvor moje energije, volje za radom i napretkom, i težnje da sebe učinim boljom i vrednijom osobom.*

## SAŽETAK

Dosadašnje kliničko-epidemiološke studije su pokazale da prisustvo donjeg trećeg molara (umnjaka), naročito neizniklog, povećava rizik za nastanak preloma donjeviličnog ugla. Međutim, u slučaju odsustva umnjaka, zapažena je veća učestalost preloma zglobnog nastavka donje vilice, koji u odnosu na prelom vličnog ugla iziskuje komplikovaniji hirurški tretman. Kako dosadašnje studije, pored umnjaka, nisu razmatrale i druge faktore rizika za nastanak preloma donjeviličnog ugla i zglobnog nastavka, od značaja je bilo analizirati uticaj umnjaka uporedno sa uticajem drugih faktora rizika (pol i starost pacijenata, etiologija povrede, mesto dejstva traumatske sile) i izdvojiti moguće prediktore ovih preloma. Obzirom na to da nije poznat uticaj umnjaka na distribuciju napona značajnog za nastanak preloma u regionu donjeviličnog ugla i zglobnog nastavka, od značaja je takođe bilo analizirati i distribuciju napona u zavisnosti od prisustva, položaja i stepena izniklosti umnjaka, kao i od mesta dejstva traumatske sile.

**Cilj rada** je bio da se ispita uticaj prisustva, položaja i broja korenova donjeg umnjaka na rizik za nastanak preloma u regionu donjeviličnog ugla i zglobnog nastavka. Takođe, cilj je bio i da se proceni uticaj faktora traume (etiologije povrede i mesta dejstva traumatske sile) na ove prelome.

Studija se sastojala iz dva zasebna dela: kliničko-epidemiološke studije i analize kompjuterskih modela donje vilice primenom metode konačnih elemenata.

U kliničko-epidemiološkom delu studije, prikupljeni podaci su bili bazirani na istorijama bolesti, anamnezi, kliničkom pregledu i načinjenim radiogramima: ortopantomogramu i postero-anteriornom radiogramu donje vilice. Primarne nezavisne varijable su bile: svojstva donjeg umnjaka (prisustvo, stepen izniklosti, vertikalni i horizontalni položaj klasifikovan po Pell-u i Gregory-ju, nagib, odnos prema donjoj ivici donje vilice, broj korenova), pol, starost, etiologija povrede i mesto dejstva traumatske sile. Glavne ishodne varijable su bili prelomi donjeviličnih uglova i zglobnih nastavaka.

U drugom delu studije analizirani su kompjuterski modeli donje vilice primenom "metode konačnih elemenata" (*Finite element Analysis- FEA*). Modeli su kreirani na osnovu kompjuterizovano-tomografskih (Computerised Tomography- CT) snimaka donje vilice

odrasle muške osobe, sa punim zubnim nizom i izniklim umnjacima. Od inicijalnog trodimenzionalnog modela donje vilice sa prisutnim izniklim umnjacima, brisanjem i pomeranjem umnjaka u odgovarajuće položaje, kreirana su još tri dodatna modela: model bez umnjaka, model sa poluimpaktiranim umnjacima i model sa impaktiranim umnjacima. Svi modeli su potom izloženi sili intenziteta od 2000N, koja je aplikovana na kružnu površinu, dijametra 1 cm: frontalno (u sredini bradnog dela donje vilice), pa bočno (u predelu tela donje vilice). Usledila je analiza distribucije efektivnog (von Mises) i glavnih napona, za svaki od kreiranih modela i izvršena procena rizika za nastanak preloma zasnovana na vrednosti indeksa popuštanja kosti (*Failure index- FI*).

**Rezultati** su pokazali da je rizik za nastanak preloma donjeviličnog ugla približno 1,5 puta veći u slučaju prisustva izniklog, a do 3,5 puta veći u slučaju prisustva neizniklog umnjaka, u odnosu na situaciju bez ovog zuba. Kao mogući prediktori nastanka preloma viličnog ugla pokazala su se tri faktora: stepen izniklosti umnjaka, njegov položaj u vertikalnom pravcu (klasifikovan po *Pell-u i Gregory-ju*) i mesto dejstva traumatske sile. Procenjen rizik za nastanak preloma zglobnog nastavka je bio približno 1.7 puta veći u slučaju odsustva umnjaka, u odnosu na slučaj sa prisutnim umnjakom, međutim jedino se mesto dejstva traumatske sile pokazalo kao prediktor nastanka ovog preloma.

Analiza kompjuterskih modela vilica je pokazala da, nakon frontalnog udarca, prisustvo poluimpaktiranog i impaktiranog umnjaka doprinosi povećanju zateznog napona u retromolarnom regionu i nastanku preloma viličnog ugla. U slučaju odsustva umnjaka, zglobni nastavak je fragilniji u odnosu na region ugla zahvaljujući porastu kompresivnog napona, ali za prelom je potrebno dejstvo sile većeg intenziteta. Nakon bočnog udarca, prelom se može očekivati u predelu istostranog zglobnog nastavka, nezavisno od prisustva trećeg molara, zahvaljujući visokoj vrednosti zateznog napona. Međutim, visok kompresivni napon može takođe uzrokovati prelom na mestu dejstva sile, ali i na kontralateralnoj strani: u regionu viličnog ugla (u slučaju prisustva umnjaka, naročito poluimpaktiranog ili impaktiranog) ili u regionu zglobnog nastavka (u slučaju odsustva umnjaka).

**Ključne reči:** donja vilica, treći molar, prelom, vilični ugao, zglobni nastavak, metod konačnih elemenata



## ABSTRACT

Previous clinically-epidemiological studies suggested that the presence of a lower third molar (wisdom tooth), especially unerupted, increases the risk of mandibular angle fracture. However, in the case of absent third molar, a greater frequency of condylar fractures is noted, the treatment of which is more complicated. Since previous studies have not considered other risk factors besides the the wisdom tooth, the interest was to analyse the impact of the lower third molar parallel with the impacts of other risk factors (patient gender and age, trauma etiology, site od action of the traumatic force) on mandibular angle and condylar fractures, and to show possible predictors of these fractures. Given that the impact of the wisdom tooth on the distribution of the stress (important for fracture development) in the mandibular angle and condylar regions is not familiar, it was meaningful to analyze the stress distribution in the terms of the presence, position, eruption status of the wisdom tooth, and of the site of action of the impact force.

**The aim of the study** was to investigate the influence of the lower third molar presence, position and number of the roots, on the risk of mandibular angle and condylar fractures. The aim was also to estimate the influence of trauma factors (trauma etiology and site of action of the impact force) on these fractures.

The study consisted of two separate units: clinical-epidemiological study and Finite Element Analysis (FEA) of the computational models of the lower jaw.

In the clinical-epidemiological study, collected data were based on the patient history, anamnesis, clinical examination and radiographs: the ortopantomograph and frontal radiograph of the lower jaw. Primary independent variables were: properties of the wisdom tooth (presence, eruption status, vertical and horizontal position classified by *Pell and Gregory*, angulation, relation to the inferior border of the mandible, number of roots), patient gender and age, trauma etiology and site of action of the impact force. The main outcome variables were the mandibular angle and condylar fractures.

In the second part of the study computer models of the lower jaw were analysed by means of *Finite element Analysis- FEA*. The models were created on the basis of the CT scans of

the mandible belonging to an adult male person with full dental arch and erupted third molars. From the initial three-dimensional model of the lower jaw with erupted third molars, by deleting and moving these teeth in appropriate positions, the following three additional models were created: a model without third molars, a model with partially impacted third molars, and a model with impacted third molars. Then all the models were exposed to a force of 2000 N intensity, which was applied to a circular area with the diameter of 1 cm: frontally (in the middle of the chin region of the mandible), and then laterally (in the region of mandibular body). Then, the distribution of effective (von Mises) and the principal stresses for each of the created models was analyzed, and the risk of fracture based on the value of the Failure index- FI was assessed.

**The results** showed that the risk of developing an angle fracture was approximately 1.5 folds higher in the case of erupted lower third molar, and up to 3.5 folds higher in the case of an unerupted lower third molar when compared with the case without this tooth. Three factors showed as possible predictors of angle fractures: eruption status of the lower third molar, its vertical position (classified by *Pell and Gregory*), and site of action of the impact force. The risk of condylar fracture was approximately 1.7 folds greater in the case without, than in the case with the lower third molar. However, only the site of action of the impact force showed as predictor of these fractures.

Finite Element Analysis of the computer models showed that, after a frontal blow, presence of partially impacted and impacted third molars contributed to the increase of tensile stress in the retromolar regions resulting with angle fractures. In the case without third molar, condyle becomes more fragile than the angle due to increase of compressive stress, but a higher force intensity is needed for fracture development.

After a lateral blow directed to the mandibular body, the fracture could be expected in the region of ipsilateral condyle, irrespective of the third molar presence and position, due to concentrated tensile stress. However, high compressive stress could also cause a fracture at the point of impact, and on the contralateral side: with third molar (especially partially and totally impacted) in the angle region, and without third molar in the condylar region.

**Key words:** lower jaw, third molar, fracture, angle, condyle, finite element analysis

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. RADNE HIPOTEZE .....	6
3. CILJEVI .....	7
4. RADNI ZADACI .....	8
4.1. Zadaci kliničko-epidemiološke studije:.....	8
4.2. Zadaci analize kompjuterskih modela donje vilice primenom metode konačnih elemenata: 9	
5. MATERIJAL I METODE.....	11
5.1. Kliničko-epidemiološka studija.....	12
5.1.1. Dizajn studije, uzorak i varijable.....	12
5.1.2. Prikupljanje podataka .....	14
5.1.3. Analiza prikupljenih podataka.....	23
5.2. Analiza kompjuterskih modela donje vilice primenom metode konačnih elemenata .....	24
5.2.1. Geometrija.....	24
5.2.2. Kreiranje mreže konačnih elemenata i definisanje materijalnih svojstava.....	27
5.2.3. Definisanje graničnih uslova .....	31
5.2.4. Analiza strukturalne čvrstoće .....	33
6. REZULTATI.....	34
6.1. Rezultati kliničko-epidemiološke studije .....	34
6.1.1. PRELOMI UGLA DONJE VILICE.....	41

6. 1.2. PRELOMI ZGLOBNOG NASTAVKA DONJE VILICE.....	50
6.2. Rezultati analize kompjuterskih modela donje vilice primenom metode konačnih elemenata .....	60
6.2.1. Distribucija efektivnog (von Mises) napona .....	60
6. 2.2. Distribucija glavnih napona i odgovarajućih indeksa popuštanja - <i>failure index-a (FI)</i>	75
<b>7. DISKUSIJA.....</b>	<b>81</b>
7.1. Epidemiologija preloma kostiju lica i vilica.....	81
7.2. Uticaj umnjaka donje vilice na prelome donjeviličnog ugla i zglobnog nastavka .....	87
7. 3. Primena metode konačnih elemenata u analizi uticaja trećeg molara donje vilice na prelome donjeviličnog ugla i zglobnog nastavka .....	94
7. 4. Dilema: Da li je opravdano profilaktičko uklanjanje donjeg trećeg molara?.....	98
<b>8. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>102</b>
<b>LITERATURA.....</b>	<b>105</b>
<b>BIOGRAFIJA.....</b>	<b>117</b>



# 1. UVOD

Donja vilica (*mandibula*), iako najveća i najjača kost skeleta lica, često je izložena povredama i prelomima. Prelomi donje vilice se nalaze na prvom mestu po učestalosti u odnosu na ostale delove facijalnog skeleta (*Delilbasi i sar. 2004; Mourouzis i sar. 2005; Naveen Shankar i sar. 2012; Bali i sar. 2013; Rajput i Bariar 2013, Boffano i sar. Jan 2015*), ili ovu poziciju dele sa prelomima jagodičnih kostiju (*Zix i sar. 2011; van den Bergh i sar. 2012; van Hout i sar. 2013*). Podaci o načinu zadobijanja i tipu nastalih preloma donje vilice, kao i o distribuciji ovih preloma po polu i starosti nisu konzistentni i zavise od karakteristika populacije uključene u studiju, njene okoline, kulture, socijalnih i ekonomskih uslova. Kao vodeći uzroci preloma donje vilice navode se fizički sukobi i saobraćajni udesi (*Bormann i sar. 2009*).

Prelom, tj. prekid kontinuiteta kosti donje vilice, nastaje u trenutku kada napon, koji se razvija u vilici usled delovanja sile, prevaziđe granicu elasticiteta kosti i savlada njenu otpornost.

Na nastanak i vrstu preloma donje vilice utiču brojni faktori:

- karakteristike delujuće sile (intenzitet, pravac i dužina delovanja),
- veličina i lokalizacija površine na koju sila deluje,
- biomehanička svojstva vilične kosti (koštana gustina, masa i arhitektonika)
- prisustvo/odsustvo zuba u vilici,
- okolna meka tkiva,
- položaj vilice (položaj pri otvorenim ili zatvorenim ustima) u trenutku delovanja sile

Odavno je zapaženo da donji treći molar (umnjak) može imati uticaj na lokalizaciju preloma u donjoj vilici. Rezultati kliničko-epidemioloških studija su pokazali da prisustvo donjeg umnjaka povećava rizik za nastanak preloma donjeviličnog ugla dva do četiri puta (*Safdar i Meechan* 1995; *Lee i Dodson* 2000; *Hanson i sar.* 2004). Da je pored prisustva umnjaka, bitan i njegov položaj, pokazali su *Reitzik i sar.* još 1978. godine u eksperimentalnoj studiji izvedenoj na donjim vilicama majmuna. Pomenuti autori su otkrili da donje vilice sa prisutnim neizniklim umnjacima zahtevaju 40% manju jačinu sile za nastanak preloma u regionu viličnog ugla u odnosu na donje vilice sa izniklim umnjacima. Kako postoje ograničenja u izvođenju eksperimentalnih studija na donjim vilicama ljudi, nekoliko kliničko-epidemioloških studija (*Lee i Dodson* 2000; *Iida i sar.* 2005; *Inaoka i sar.* 2009; *Thangavelu i sar.* 2010; *Patil* 2012; *Naghipur i sar.* 2014) se bavilo i uticajem položaja donjeg umnjaka na učestalost preloma viličnog ugla. Rezultati su pokazali veću učestalost preloma ugla u vilicama sa neizniklim ili delimično izniklim umnjacima u odnosu na vilice gde je ovaj zub bio potpuno iznikao.

Ovi podaci su naveli neke autore (*Schwimmer i sar.* 1983; *Yamada i sar.* 1998; *Meisami i sar.* 2002) da predlože ekstrakciju neizniklih umnjaka radi sprečavanja preloma viličnog ugla, naročito u populaciji izloženoj povredama, na primer u osoba koje se bave nekim od kontaktnih sportova. Sa druge strane, u studijama *Duan-a i Zhang-a* 2008 i *Thangavelu i sar.* 2010 prisustvo ovog zuba je koreliralo sa značajno manjom učestalošću preloma zglobnog nastavka donje vilice, što je sugerisalo da bi prisustvo donjeg umnjaka moglo delovati preventivno na prelom zglobnog nastavka. Inače, prelom zglobnog nastavka u odnosu na prelom donjeviličnog ugla iziskuje komplikovaniji tretman i nosi veći rizik za nastanak intraoperativnih i postoperativnih komplikacija, a savremena istraživanja iz ove oblasti su ukazala na činjenicu da su ekstrakcije neizniklih umnjaka u cilju sprečavanja preloma donjeviličnog ugla diskutabilne. Štaviše, i sam zahvat nosi sa sobom izvestan rizik, jer postoji mogućnost za nastanak preloma donjeviličnog ugla u toku intervencije ili nakon njenog završetka (*Grau-Manclús i sar.* 2011; *Cankaya i sar.* 2011; *Ethunandan i sar.* 2012; *Özçakir-Tomruk i Arslan* 2012). Autori nekolicine epidemioloških studija (*Duan i Zhang* 2008; *Inaoka i sar.* 2009; *Patil*, 2012; *Naghipur i sar.* 2014), su ispitali uticaj različitog položaja i stepena izniklosti umnjaka na učestalost preloma oba regiona donje vilice,

viličnog ugla i zglobnog nastavka, pri čemu rezultati ovih studija nisu bili sasvim usaglašeni. Prema našem saznanju, u literaturi nema podataka o tome kakav uticaj ima umnjak na rizik za nastanak preloma ugla i zglobnog nastavka donje vilice, u poređenju sa uticajem drugih faktora rizika: mehanizma povrede (uzroka ili etiologije povređivanja i mesta dejstva traumatske sile), pola i starosti pacijenta.

Usled postojanja ograničenja u sprovođenju eksperimentalnih studija na ljudima, savremena istraživanja se sve više usredsređuju na Metod konačnih elemenata (*Finite Element Analysis- FEA*), kompjuterski metod predviđanja biomehaničkog odgovora kompleksnih struktura izloženih statičkom ili dinamičkom opterećenju. Metod konačnih elemenata- *FEA* podrazumeva formiranje matematičkog modela objekta, koji se ispituje tako što se kompleksna geometrijska struktura deli na veliki broj pravilnih geometrijskih elemenata koji zajedno predstavljaju ispitivani objekat. Dalja analiza se bazira na proceni distribucije napona u materijalu poznatih mehaničkih karakteristika koji, nakupljanjem u pojedinim regionima, otkriva fragilna mesta. *FEA* metod omogućava sagledavanje rasporeda napona u materijalu, deformacije objekta, slabljenje pri cikličnom zamoru, itd. Primenom *FEA* metoda, danas je moguće formirati trodimenzionalne modele izuzetno složenih fizičkih struktura i ispitivati ponašanje materijala pod uticajem jednog ili više faktora i na taj način prevazići ograničenja eksperimentalnih istraživanja na ljudskim vilicama.

Ova metodologija je već bila primenjena za opisivanje biomehaničkog ponašanja donje vilice u slučaju dejstva traumatske sile (*Gallas Torreira i Fernandez 2004; Lei i sar. 2012; Tang i sar. 2012*), kao i povezanosti umnjaka sa odgovorom donje vilice na simuliranu traumatsku silu (*Takada i sar. 2006; Bezerra i sar. 2013*). U studiji *Takada-e i sar. 2006*, *FEA* je pokazala značajne razlike u distribuciji napona između sledećih kompjuterskih modela: modela donjeviličnog ugla bez umnjaka i modela donjeviličnog ugla sa prisutnim-neizniklim umnjakom, nakon simuliranog direktnog dejstva traumatske sile. Međutim, pomenuti autori nisu razmatrali uticaj umnjaka na distribuciju napona u regionu zglobnog nastavka, kao ni slučaj indirektnog dejstva sile. Nadalje, u *FEA* studiji *Bezerra-e i sar. 2013*, prikazana je distribucija napona u regionima donjeviličnog ugla i zglobnog nastavka



u zavisnosti od prisustva izniklog umnjaka. *Bezerra-e i sar.* 2013 su, nakon simuliranja udarca u predelu brade, upoređivali slučajeve bez i sa prisutnim potpuno izniklim umnjacima u vertikalnom položaju, ali nisu razmatrali i slučaj neizniklog umnjaka, kao ni distribuciju napona nakon bočnog udarca.

Nadalje, u prethodno citiranim FEA studijama kortikalna kost donje vilice je modelovana kao homogena, linearno elastična i izotropna, iako je eksperimentalno utvrđeno da kortikalno tkivo donje vilice ima anizotropna materijalna svojstva. Izotropija kortikalne kosti podrazumeva da su njena mehanička svojstva jednaka u svim pravcima, dok se u anizotropiji mehanička svojstva razlikuju u različitim pravcima i zavise od orijentacije osteona (*Nomura i sar.* 2003; *Bonnet i sar.* 2009). Anizotropija kortikalne kosti može postojati u dva različita oblika: u obliku ortotropije, i transverzalne izotropije. Ortotropija podrazumeva da su mehanička svojstva materijala simetrična u odnosu na tri ortogonalne ravni, odnosno da se razlikuju između svake od tri ortogonalne ose ( $x, y, z$ ), ali su ista duž svake pojedinačne ose. Transverzalna izotropija je slična ortotropiji, sa jedinom razlikom u tome što su mehanička svojstva ista u svim pravcima, izuzev u jednoj od ortogonalnih osa (*Chung i Dechow,* 2011). *Schwartz-Dabney i Dechow* 2003 su dali detaljan prikaz makromehaničkih svojstava kortikalne kosti donje vilice, koju su podelili u 31 zonu, posebno na spoljašnjoj (facijalnoj) i unutrašnjoj (lingvalnoj) strani svake vilične polovine. Dobijeni eksperimentalni podaci su pokazali ortotropna materijalna svojstva i otkrili da maksimalna krutost značajno varira duž facijalne i lingvalne kortikalne kosti donje vilice. *Apicella i sar.* 2010 su dokazali značaj usvajanja ortotropije i odgovarajuće debljine kortikalne kosti za dobijanje što realnijih modela donje vilice, naročito u senzitivnim regionima koji, između ostalog, uključuju: facijalnu stranu vrata zglobnog nastavka i retromolarni predeo.

Prethodno citirane FEA studije su bile bazirane na izračunavanju efektivnog- von Mises napona, koji predstavlja izraz efikasne apsolutne veličine napona, uzimajući u obzir glavne napone (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). Međutim, u literaturi postoje

eksperimentalni podaci o različitom dejstvu zateznog (tenzilnog) i kompresivnog napona na mehanizam nastanka preloma. Naime, poznato je da kost češće popušta i puca pod dejstvom tenzije nego pod dejstvom kompresije (*Franklyn i Field* 2013), pa je razdvajanje istoimenih napona neophodno za dobijanje preciznijih rezultata. Analiza distribucije zateznog i kompresivnog napona bi omogućila i procenu rizika za nastanak preloma vilice zasnovanu na “Kriterijumu maksimalnog glavnog napona- Maximum Principal Stress Criterion (MPSC)” (*Gross i Seelig* 2011). Prema MPSC, popuštanje-pucanje kosti nastaje kada maksimalni glavni napon prevazilazi zatezni napon  $\sigma_{ts}$  ili kada je minimalni glavni napon manji od kompresivnog napona  $\sigma_{cs}$ . Procena rizika za nastanak preloma se onda izražava indeksom popuštanja (pucanja) kosti- *Failure index (FI)*, koji se definiše kao maksimalni glavni napon:  $\sigma_1$  (maksimalni zatezni napon) i  $\sigma_3$  (maksimalni kompresivni napon).

Imajući u vidu da u dosadašnjim kliničko-epidemiološkim studijama koje su se bavile uticajem umnjaka na rizik za nastanak preloma donjeviličnog ugla i zglobnog nastavka nisu uzeti u obzir i drugi faktori rizika, od značaja je bilo analizirati uicaj umnjaka uporedno sa uticajem drugih faktora (pol i starost pacijenata, etiologija povrede, mesto dejstva traumatske sile) i izdvojiti moguće prediktore ovih preloma.

Kako u literaturi nema podataka o uticaju različitih položaja i stepena izniklosti umnjaka na distribuciju napona u regionu donjeviličnog ugla i zglobnog nastavka, od značaja je takođe bilo analizirati i distribuciju napona (efektivnog, kompresivnog i zateznog) u pomenutim regionima donje vilice u zavisnosti od prisustva, položaja i stepena izniklosti umnjaka, ali i od mesta dejstva traumatske sile.

## 2. RADNE HIPOTEZE

Hipoteze ovog istraživanja su :

- učestalost pojave preloma ugla i zglobnog nastavka donje vilice se menja u zavisnosti od prisustva umnjaka;
- učestalost pojave preloma ugla i zglobnog nastavka donje vilice se menja u zavisnosti od položaja umnjaka, kao i broja njegovih korenova
- pol pacijenta, starost pacijenta, i mehanizam povređivanja (etiologija povrede donje vilice i mesto dejstva traumatske sile) zajedno sa umnjakom utiču na rizik za nastanak preloma donjeviličnog ugla i zglobnog nastavka
- distribucija napona u regionu ugla i zglobnog nastavka donje vilice, prilikom delovanja traumatske sile, zavisi od prisustva i položaja umnjaka
- prosečne i maksimalne vrednosti napona, koji se razvija u regionima donjeviličnog ugla i zglobnog nastavka pri dejstvu zadate sile, se razlikuju u situacijama kada je umnjak odsutan i prisutan
- prosečne i maksimalne vrednosti napona, koji se razvija u regionima donjeviličnog ugla i zglobnog nastavka pri dejstvu zadate sile, se razlikuju u situacijama kada je umnjak prisutan, ali se nalazi u različitim položajima
- prosečne i maksimalne vrednosti napona, koji se razvija u regionima donjeviličnog ugla i zglobnog nastavka pri dejstvu zadate sile, se menjaju i u zavisnosti od pravca i mesta dejstva traumatske sile.

### 3. CILJEVI

- Ispitati kakav uticaj ima prisustvo umnjaka donje vilice, na rizik za nastanak preloma donjeviličnog ugla i zglobnog nastavka
- Ispitati kakav uticaj imaju različiti položaji i broj korenova umnjaka, na rizik za nastanak preloma donjeviličnog ugla i zglobnog nastavka
- Ispitati da li se uticaj prisustva i položaja umnjaka na rizik za nastanak preloma u regionu donjeviličnog ugla i zglobnog nastavka razlikuje pri različitom pravcu i mestu dejstva traumatske sile
- Analizirati uticaj umnjaka paralelno sa uticajem drugih faktora (pol i starost pacijenata, etiologija povrede, mesto dejstva traumatske sile) na rizik za nastanak preloma donjeviličnog ugla i zglobnog nastavka, i izdvojiti prediktore ovih preloma.

## **4. RADNI ZADACI**

Kako bi se testirale postavljene hipoteze i ostvario cilj istraživanja, definisani su radni zadaci u okviru dva zasebna dela studije:

1. Kliničko-epidemiološka studija
2. Analiza kompjuterskih modela donje vilice primenom metode konačnih elemenata

### **4.1. Zadaci kliničko-epidemiološke studije:**

- 1) Utvrditi da li ima statistički značajne razlike u učestalosti preloma ugla i zglobnog nastavka donje vilice u situacijama bez prisutnog umnjaka i sa prisutnim umnjakom.
- 2) Utvrditi da li ima statistički značajne razlike u učestalosti preloma ugla i zglobnog nastavka donje vilice u situacijama sa prisutnim umnjakom, ali u različitim položajima i pri različitom stepenu izniklosti ovog zuba.
- 3) Proceniti uticaj prisustva i položaja umnjaka na rizik za nastanak preloma ugla i zglobnog nastavka donje vilice.
- 4) Utvrditi kakav uticaj na prelome ugla i zglobnog nastavka donje vilice imaju: etiologija povrede, mesto dejstva traumatske sile, pol i starost pacijenata.
- 5) Definirati sve faktore koji imaju značajan uticaj na rizik za nastanak preloma donjeviličnog ugla i zglobnog nastavka i izdvojiti moguće prediktore.

## 4.2. Zadaci analize kompjuterskih modela donje vilice primenom metode konačnih elemenata:

- 1) Kreirati kompjuterske modele donje vilice sa usvajanjem ortotropije i debljine kortikalne kosti.
- 2) Analizirati na modelima biomehanički odgovor donje vilice na dejstvo simulirane traumatske sile (frontalne i lateralne), na osnovu prikaza distribucije efektivnog (von Mises) napona, zateznog napona i kompresivnog napona.
- 3) Definirati kritične zone- u kojima se najpre može očekivati nastanak preloma, na osnovu koncentrisanih napona i izračunatih vrednosti indeksa popuštanja kosti- *FI* na tenziju i kompresiju.
- 4) Utvrditi kakav uticaj ima prisustvo umnjaka na distribuciju napona značajnog za nastanak preloma u regionu ugla i zglobnog nastavka donje vilice u dva standardna slučaja dejstva traumatske sile:
  - pri dejstvu sile frontalno (pri udaru u predelu brade- simfize);
  - pri dejstvu sile lateralno (pri udaru u predelu tela donje vilice), sa iste i suprotne strane (ipsilateralno i kontralateralno).
- 5) Utvrditi kakav uticaj imaju različit položaj i stepen izniklosti umnjaka na distribuciju napona značajnog za nastanak preloma u predelu ugla i zglobnog nastavka donje vilice pri frontalnom i lateralnom dejstvu sile, u sledećim situacijama:
  - a) prisutan potpuno iznikao umnjak u vertikalnom položaju
  - b) prisutan delimično iznikao (poluimpaktiran) umnjak u mezijalno nagnutom (mezioangularnom) položaju
  - c) prisutan neiznikao (impaktiran) umnjak u mezioangularnom položaju

- 6) Utvrditi ima li razlike u prosečnim i maksimalnim vrednostima efektivnog napona i vrednostima  $FI$  (indeksa popuštanja kosti) na tenziju i kompresiju u regionima donjeviličnog ugla i zglobnog nastavka, nakon zadate sile (frontalne i bočne), između situacija u kojima je umnjak odsutan i prisutan.
- 7) Utvrditi ima li razlike u prosečnim i maksimalnim vrednostima efektivnog napona i vrednostima  $FI$  na tenziju i kompresiju u regionima donjeviličnog ugla i zglobnog nastavka, nakon zadate sile (frontalne i bočne), u situacijama kada se umnjak nalazi u prethodno navedenim različitim položajima.

## 5. MATERIJAL I METODE

Studija obuhvata dva zasebna dela:

### 1. Kliničko-epidemiološka studija

- a) Retrospektivna kliničko-epidemiološka studija
- b) Prospektivna kliničko-epidemiološka studija

### 2. Analiza kompjuterskih modela donje vilice primenom metode konačnih elemenata

- a) Kvalitativna analiza: hromatska analiza distribucije efektivnog, zateznog i kompresivnog napona na kompjuterskim modelima donje vilice, nakon dejstva zadate sile
- b) Kvantitativna analiza: analiza prosečnih i maksimalnih vrednosti efektivnog napona u regionima ugla i zglobnog nastavka na kompjuterskim modelima donje vilice, kao i izračunavanje indeksa popuštanja kosti- *FI* na tenziju i kompresiju.



## 5.1. Kliničko-epidemiološka studija

Kliničko-epidemiološka studija obuhvata retrospektivnu i prospektivnu studiju. Kako su obe studije bile dizajnirane na isti način, i kako preliminarna analiza (pilot studija) nije pokazala značajne razlike između istih, podaci iz obe studije su analizirani zajednički.

### 5.1.1. Dizajn studije, uzorak i varijable

*Retrospektivni deo studije* je obuhvatio 525 pacijenata sa prelomom donje vilice, lečenih na Klinici za Maksilofacijalnu hirurgiju Stomatološkog fakulteta, Univerziteta u Beogradu, počev od 1. januara 2000. godine, zaključno sa 31. decembrom 2012. godine.

*Prospektivni deo studije* je obuhvatio 90 pacijenata lečenih na klinici za Maksilofacijalnu hirurgiju Stomatološkog fakulteta, Univerziteta u Beogradu, tokom 2013. godine i prvih 6 meseci 2014. godine.

Kliničko-epidemiološka studija je obuhvatila ukupno 615 pacijenata, među kojima je bilo 527 (85,7%) muškaraca i 88 (14,3 % žena).

Studija nije uključivala:

- pacijente mlađe od 15 godina,
- pacijente sa prelomima vilica uzrokovanim dejstvom vatrenog oružja,
- pacijente sa patološkim prelomima (prelomi nastali na bazi postojećih patoloških procesa),
- pacijente sa nepotpunom medicinskom dokumentacijom o nastaloj povredi.

Na osnovu anamneze, kliničkog pregleda i načinjenih radiograma (ortopantomograma i posteroanteriornog radiograma donje vilice), prikupljeni su sledeći podaci:

- Pol pacijenta ( M / Ž )
- Starost pacijenta u trenutku povređivanja
- Etiologija povrede (način povređivanja)
- Mesto dejstva traumatske sile
- Tip preloma donje vilice, na osnovu rendgenskog snimka: ortopantomograma i postero-anteriornog radiograma donje vilice
- Prisustvo/odsustvo donjeg umnjaka, na osnovu ortopantomograma
- Stepent izniklosti, nagib, broj korenova i odnos umnjaka prema donjoj ivici donje vilice, na osnovu ortopantomograma

Primarne nezavisne varijable su bile sledeće: svojstva donjeg umnjaka (prisustvo, stepent izniklosti, vertikalni i horizontalni položaj klasifikovan po *Pell-u i Gregory-ju* 1933, nagib, odnos prema donjoj ivici donje vilice, broj korenova), mehanizam povređivanja (etiologija povrede i mesto dejstva traumatske sile), pol i starost pacijenta.

Glavne ishodne varijable su bile: prelom donjeviličnog ugla i prelom zglobnog nastavka.

## 5.1.2. Prikupljanje podataka

### A. Podaci o pacijentu

- a) Pol pacijenta: muški ili ženski
- b) Starost pacijenta: broj godina pacijenta u trenutku povređivanja.  
Imajući u vidu razlike u starosnim dobima pacijenata vezane za prisustvo neizniklih umnjaka, kao i za promene u kvalitetu viličnih kostiju, pacijenti su potom grupisani prema broju godina, u tri prethodno definisane starosne kategorije:
  - I: 15-25 godina,
  - II: 26-55 godina,
  - III: preko 55 godina starosti.

### B. Karakteristike donjeg trećeg molara (umnjaka)

Analiza svojstava donjih umnjaka je obavljena na ortopantomogramima.

Prisustvo i stepen izniklosti donjih umnjaka su definisani posebno za levu i desnu polovinu donje vilice, na sledeći način:

- Odsutan umnjak: umnjak je ekstrahovan ili se zametak ovog zuba nije ni formirao.
- Iznikao umnjak: grizna (okluzalna) površina umnjaka dostiže nivo okluzalne ravni zuba donje vilice, a posteriorni deo krunice ovog zuba nije pokriven delom koštane mase uzlazne grane donje vilice.
- Delimično iznikao (poluimpaktiran) umnjak: grizna površina umnjaka je ispod okluzalne ravni zuba donje vilice, ili je posteriorni deo krunice ovog zuba pokriven delom koštane mase uzlazne grane donje vilice, uz prekid kontinuiteta kosog grebena (*crista/linea obliqua*).
- Neiznikao (impaktiran) umnjak: umnjak koji je kompletno okupiran okolnom trabekularnom kosti, bez narušavanja kontinuiteta kosog grebena.

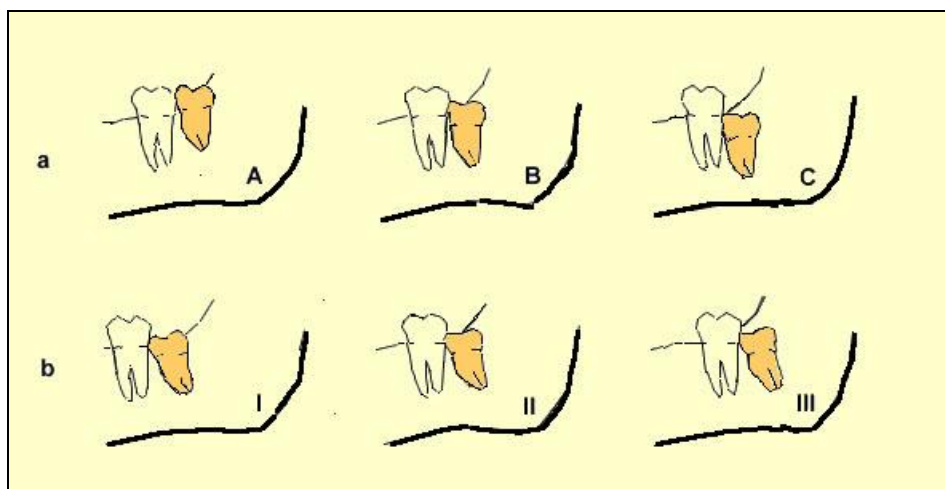
U analizi položaja donjeg umnjaka, primenjena je klasifikacija po *Pell-u i Gregory-ju* (*Pell i Gregory, 1933*) radi preciznijeg definisanja njegovog položaja u vertikalnom i horizontalnom pravcu (slika 1).

Vertikalni položaj umnjaka, po *Pell-u i Gregory-ju*, podrazumeva sledeće klase:

- Klasa A: Okluzalna ravan umnjaka se nalazi na istom nivou kao i okluzalna ravan susednog drugog molara
- Klasa B: Okluzalna ravan umnjaka se nalazi između okluzalne ravni drugog molara i njegove cervikalne linije
- Klasa C: Okluzalna ravan umnjaka se nalazi ispod nivoa cervikalne linije susednog drugog molara

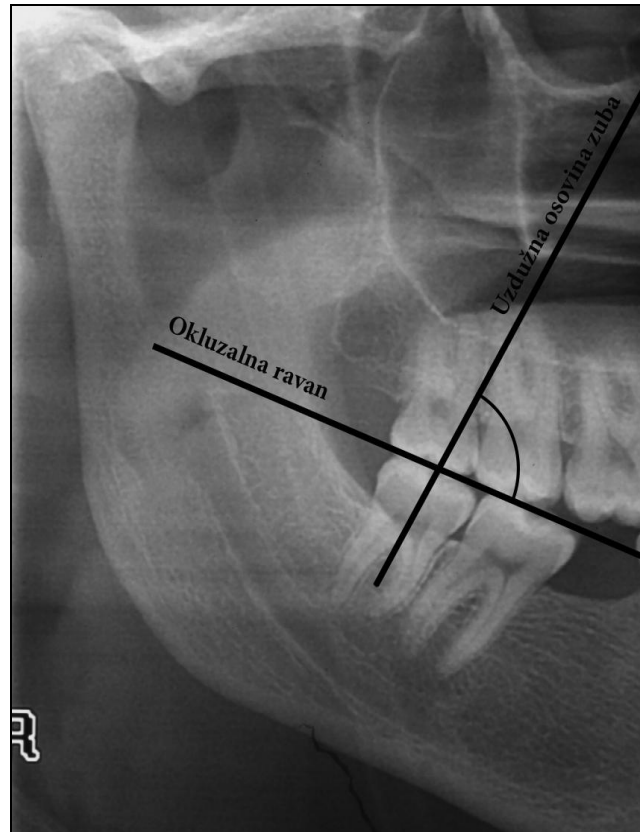
Horizontalni položaj umnjaka, po *Pell-u i Gregory-ju*, podrazumeva sledeće klase:

- Klasa I: Postoji dovoljno prostora između vilične grane i distalnog dela susednog drugog molara za smeštanje čitavog mezio-distalnog promera umnjaka
- Klasa II: Prostor između vilične grane i distalnog dela susednog drugog molara je manji od mezio-distalnog promera umnjaka
- Klasa III: Umnjak se u potpunosti ili svojim većim delom nalazi u viličnoj grani.



**Slika 1** Klasifikacija položaja donjeg umnjaka u vertikalnom i horizontalnom pravcu po *Pell-u i Gregory-ju* 1933;  
a- vertikalni položaj,  
b- horizontalni položaj

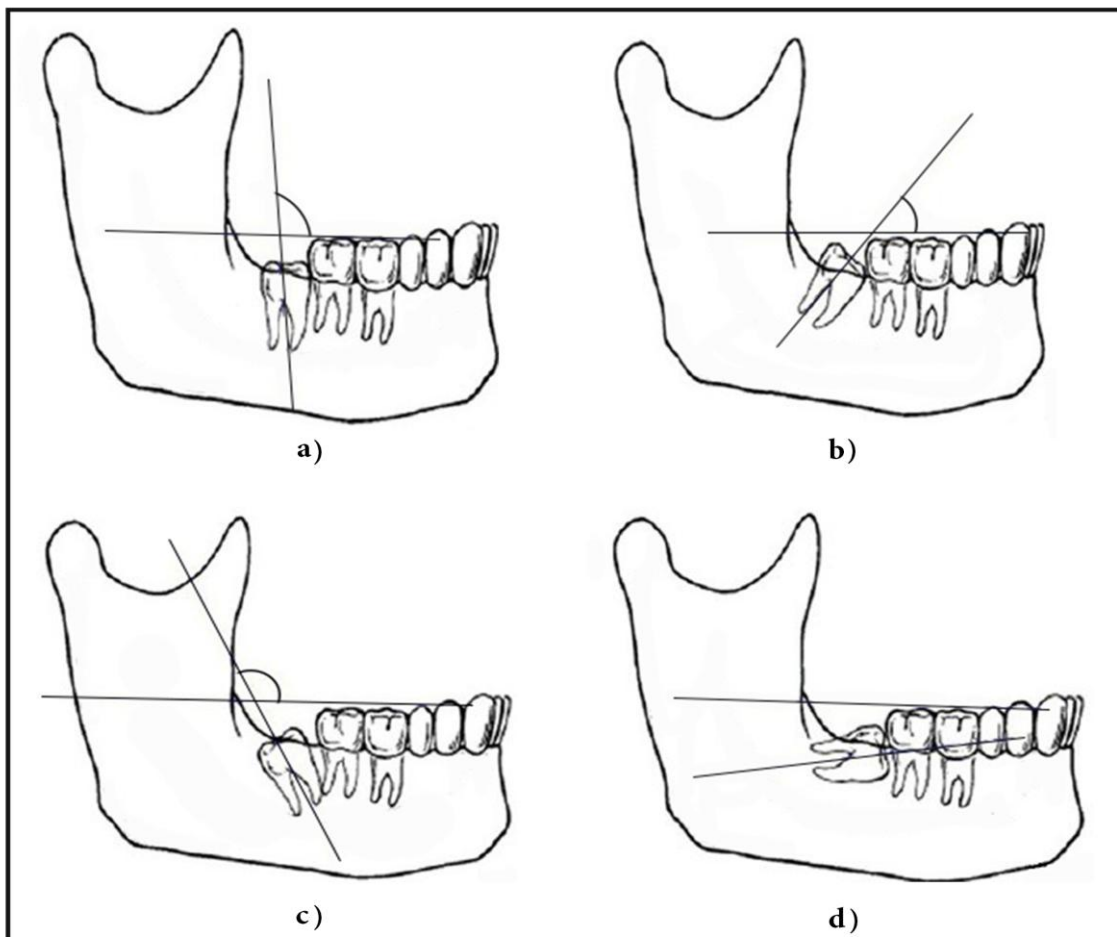
Nagib umnjaka je definisan na osnovu ugla koji gradi njegova uzdužna osovina sa okluzalnom ravni zuba donje vilice (*Tevepaugh i Dodson, 1995*) (slika 2).



**Slika 2 Nagib donjeg umnjaka:** definisan je uglom između njegove uzdužne osovine i okluzalne ravni donje vilice (*Tevepaugh i Dodson, 1995*)

Zatim su odgovarajući položaji umnjaka klasifikovani prema Ma'aita i Alwrikat- u (*Ma'aita i Alwrikat, 2000*), na sledeći način:

- vertikalni položaj: ugao od 80–100 °
- mezioangularni položaj: ugao od 20–80 °
- distoangularni položaj: ugao >100 °
- horizontalni položaj: ugao < 20 ° (slika 3).



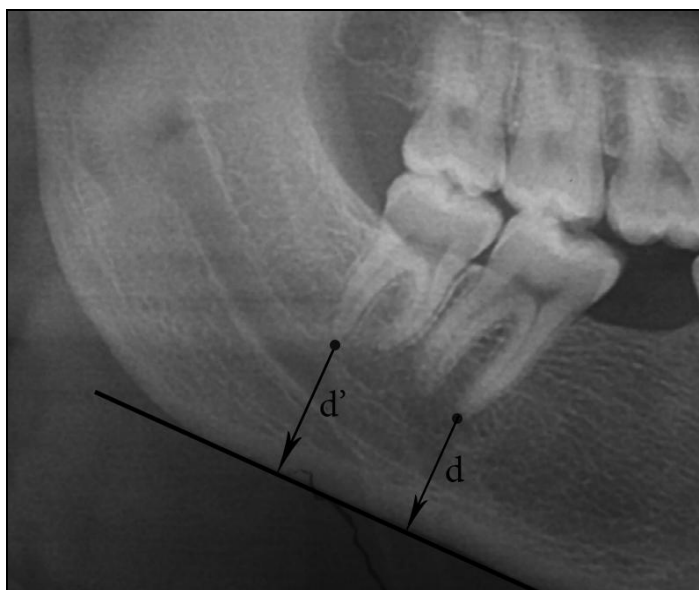
**Slika 3** Klasifikacija položaja umnjaka na osnovu njegovog nagiba

(Ma'aita i Alwrikat, 2000):

- a) vertikalni položaj
- b) mezioangularni položaj
- c) distoangularni položaj
- d) horizontalni položaj

Položaj donjeg umnjaka u odnosu na donju ivicu donje vilice je determinisan najkraćim rastojanjem između najkaudalnije tačke umnjaka i tangente koja prolazi kroz dve najprominentnije tačke na donjoj ivici donje vilice. Na osnovu upoređivanja najkraćeg rastojanja između umnjaka i povučene tangente na donju ivicu donje vilice sa najkraćim rastojanjem između navedene tangente i najkaudalnije tačke susednog drugog molara, definisane su sledeće 2 klase:

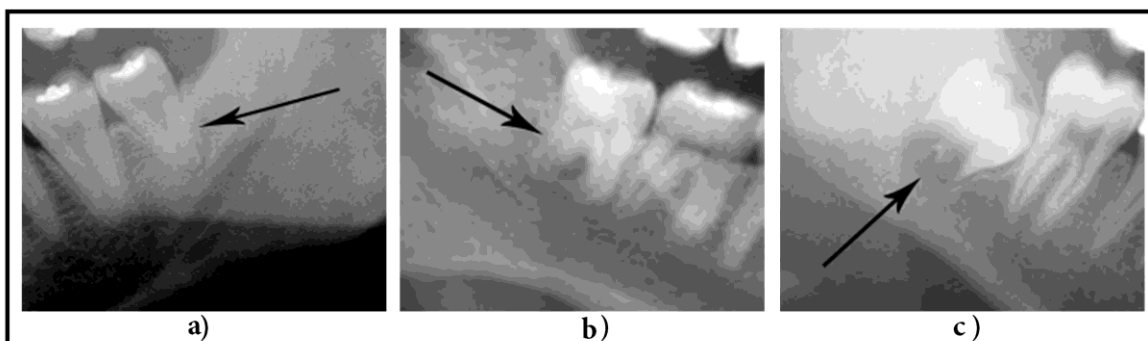
- **Klasa  $\alpha$ :** najkraće rastojanje između donjeg trećeg molara i tangente na donju ivicu donje vilice je jednako ili duže od najkraćeg rastojanja između susednog drugog molara i navedene tangente
- **Klasa  $\beta$ :** najkraće rastojanje između donjeg trećeg molara i tangente na donju ivicu donje vilice je kraće od najkraćeg rastojanja između susednog drugog molara i navedene tangente (*Iida i sar.* 2005) (slika 4).



**Slika 4** Odnos donjeg trećeg molara prema donjoj ivici donje vilice: određen je na osnovu upoređivanja najkraćeg rastojanja između najniže tačke na trećem molaru i tangente na donju ivicu donje vilice ( $d'$ ) sa najkraćim rastojanjem između najniže tačke na susednom-drugom molaru i navedene tangente ( $d$ ) (*Iida i sar.* 2005)

Broj korenova donjeg trećeg molara je klasifikovan na sledeći način:

- pojedinačan koren ili fuzionisan (kupast) koren,
- dva ili više korenova i
- zubni zametak bez formiranih korenova (slika 5).



**Slika 5** Klasifikacija donjeg umnjaka na osnovu broja korenova: a) umnjak sa pojedinačanim korenom, b) dvokoreni umnjak, c) zametak umnjaka, bez formiranih korenova

### ***C. Faktori traume***

Podaci o etiologiji povrede, mestu dejstva traumatske sile, vrsti i lokalizaciji nastalog preloma donje vilice dobijeni su na osnovu: anamneze i kliničkog pregleda (u propspektivnom delu studije), uvida u istoriju bolesti pacijenata (retrospektivni deo studije), kao i na osnovu načinjenih radiograma. S obzirom na to da su prelomi facijalnog skeleta, uključujući i vilice, često predmet sudsko-medicinskog veštačenja, doktrina klinike jeste precizno i detaljno prikupljanje podataka o uzroku povrede i načinu nastanka povrede. U cilju verifikacije anamnestičkih podataka koji se odnose na mesto dejstva traumatske sile, evidentirani su i klinički znaci, poput “vulnus lacerocontusum cutis”, eventualno udruženi prelom krunice zuba u frontalnom ili bočnom regionu donje vilice. Pacijenti sa



nekompletnim anamnestičkim podacima ili sa neslaganjem između anamnestičkih podataka i kliničkih pokazatelja mesta dejstva traumatske sile su bili isključeni iz dela istraživanja koji se odnosio na uticaj mesta dejstva traumatske sile na ishodne varijable- prelome donjeviličnog ugla i zglobnog nastavka.

Traume su definisane na osnovu mesta dejstva traumatske sile na:

- Frontalne traume: sila je delovala u predelu bradnog regiona donje vilice (simfize)
- Lateralne traume: sila je delovala u predelu tela, ugla ili grane donje vilice sa leve ili desne strane

Etiološki činioci ili uzroci nastalog preloma donje vilice su klasifikovani u 6 kategorija:

- 1) fizički sukob
- 2) pad
- 3) saobraćajni udes
- 4) sportska povreda
- 5) povreda na radu (uzrokovana radnom mašinom ili alatom)
- 6) jatrogena povreda (uzrokovana greškom u radu stomatologa)

Radiološka dijagnoza preloma je bila postavljena na osnovu prisustva jednog od sledećih radioloških kriterijuma preloma, viđenih na ortopantomogramu i postero-anteriornom radiogramu donje vilice: linije preloma, prekida kontinuiteta ivica kosti i dislokacije koštanih fragmenata.

Tip nastalog preloma donje vilice je definisan na sledeći način:

- 1) jednostruki prelom
- 2) dvostruki jednostrani prelom
- 3) dvostruki obostrani prelom
- 4) višestruki prelom

Od mnogobrojnih klasifikacija i podela, za definisanje lokalizacije preloma donje vilice odabrali smo u praksi prihvaćenu i široko primenjivanu modifikaciju kliničke podele donje vilice na regione (*Piščević i sar. 1995*), usled njene najveće sličnosti sa radiološkom podelom i prilagodljivosti primene na ortopantomogramu. Odabrana klinička podela uz to pruža mogućnost za pouzdano određivanje lokalizacije preloma.

Prelomi pojedinih regiona donje vilice su definisani na sledeći način:

Pod prelomom bradnog regiona (*symphysis/parasymphysis*) podrazumeva se prelom lokalizovan u središnjem delu vilice, između zamišljenih linija koje dodiruju distalne površine korena levog i desnog očnjaka.

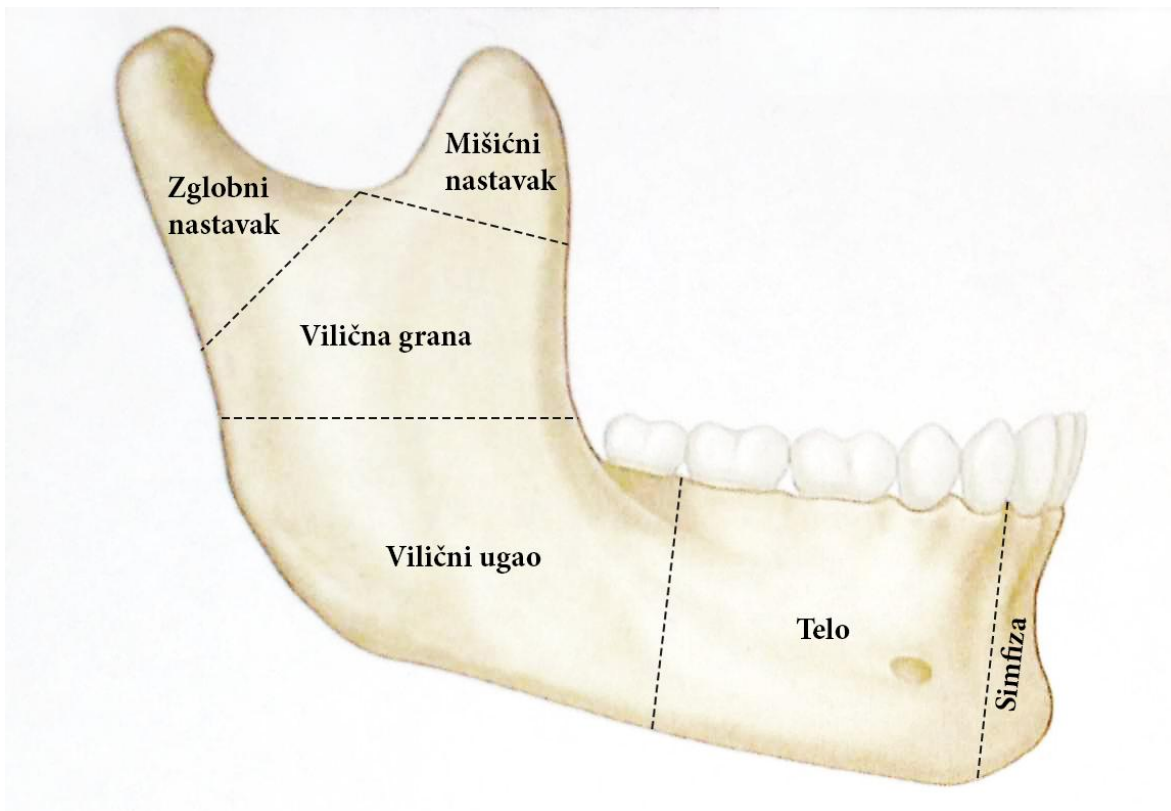
Pod prelomom tela donje vilice (*corpus mandibulae*) podrazumeva se prelom lokalizovan u regionu omeđenom linijom tangentom distalne površine očnjaka i linijom tangentom distalne površine distalnog korena drugog molara.

Pod prelomom ugla donje vilice (*angulus mandibulae*) podrazumeva se prelom lokalizovan u regionu čije su granice: linija koja dodiruje distalnu površinu distalnog korena drugog molara i linija preseka okluzalne ravni i vilične grane.

Pod prelomom grane donje vilice (*ramus mandibulae*) podrazumeva se prelom koji se pruža od prednje ka zadnjoj ivici vilične grane, a lokalizovan je u regionu omeđenom linijom preseka okluzalne ravni i vilične grane i njoj paralelnom linijom koja prolazi kroz najnižu tačku donjeviličnog useka (*incisura mandibulae*).

Pod prelomom zglobnog nastavka (*processus condylaris*) podrazumeva se prelom koji se pruža od bilo koje tačke na donjeviličnom useku (*incisura mandibulae*) ka zadnjoj ivici vilične grane.

Pod prelomom mišićnog nastavka (*processus coronoideus*) podrazumeva se prelom koji se pruža od bilo koje tačke na donjeviličnom useku (*incisura mandibulae*) ka prednjoj ivici vilične grane (slika 6).



**Slika 6** Prikaz podele donje vilice na regione, prema kojoj su definisane lokalizacije preloma

### **5.1.3. Analiza prikupljenih podataka**

Statistička analiza je bazirana na uporebi SPSS softvera, verzije 18.0 (Chicago, IL, USA). Deskriptivni podaci su izraženi kao srednja vrednost  $\pm$ SD (standardna devijacija) za kontinuirane mere, ili u vidu apsolutnih vrednosti i procenata za diskontinuirana merenja. Kruskal Wallis test je upotrebljen za procenjivanje razlika u u godinama starosti pacijenata (kontinuiran podatak) sa različitom etiologijom nastalog preloma donje vilice. Kategorički podaci su analizirani upotrebom Hi-kvadrat testa ( $X^2$ ). Univarijantna i mutivarijantna binarna logistička regresiona analiza su upotrebljene za evaluaciju povezanosti svakog faktora rizika sa prelomima donjeviličnih uglova i zglobnih nastavaka, i izdvajanje potencijalnih determinanti ovih preloma. Rezultati su izraženi u vidu koeficijenata značajnosti “odd ratios (ORs)” i njihovih 95% intervala poverenja “confindence interval (CI)”. Rezultati su smatrani statistički značajnim ukoliko je  $p < 0,05$ .

## 5.2. Analiza kompjuterskih modela donje vilice primenom metode konačnih elemenata

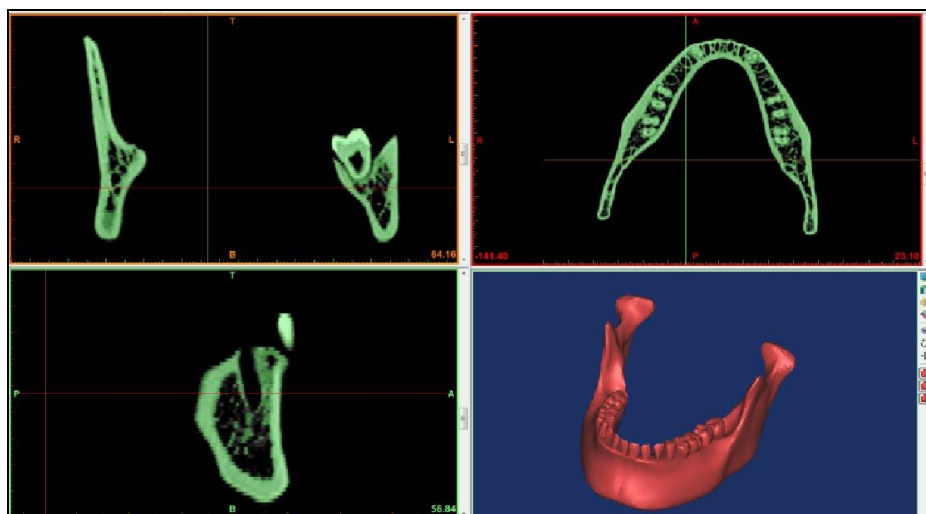
### 5.2.1. Geometrija

Iz skeletne kolekcije Laboratorije za antropologiju Medicinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, odabrana je donja vilica odrasle osobe muškog pola, starosti između 25 i 35 godina, sa prisutnim izniklim donjim trećim molarima i punim zubnim nizom. Donja vilica je najpre skenirana na dijagnostičkom aparatu za kompjuterizovanu tomografiju (Computerised Tomography- CT, Siemens Somatom Sensation 16) u transverzalnim ravnima, u slojevima debljine 0,75mm, u Centru za radiološku dijagnostiku Stomatološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

Izrada kompjuterskih modela donje vilice i analiza istih metodom konačnih elemenata je sprovedena u Istraživačko razvojnom centru za bioinženjering (BioIRC) na Fakultetu inženjerskih nauka, Univerziteta u Kragujevcu.

Rekonstrukcija trodimenzionalnih modela, bazirana na CT snimcima, je izvedena u nekoliko koraka upotrebom softvera pod nazivom “Mimics” (Materialize, Leuven, Belgium), verzije 10. Prvi korak se sastojao u dobijanju maske kortikalne kosti.

U sledećem koraku je kreirana maska trabekularne kosti i konačno, maska zuba (slika 7).



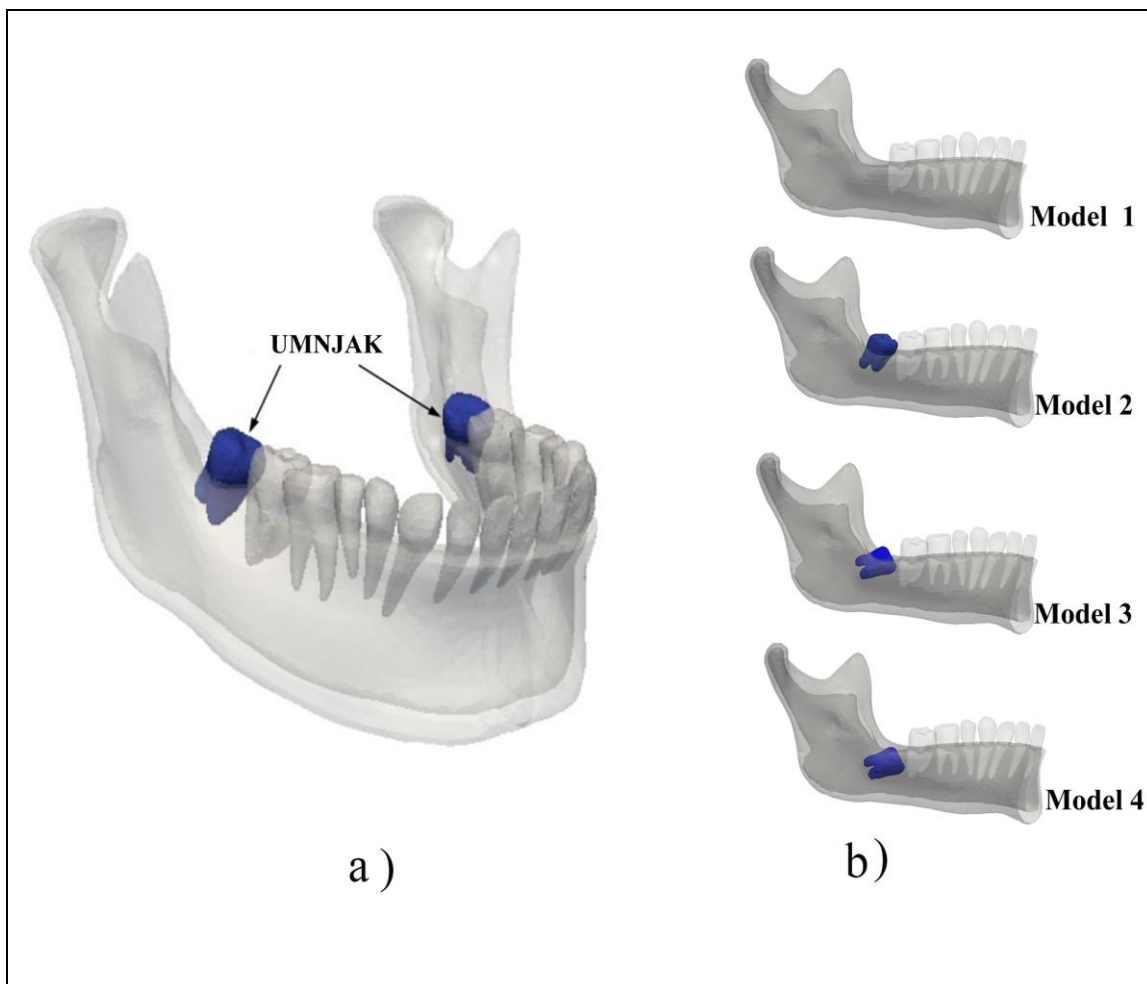
**Slika 7** Rekonstrukcija trodimenzionalnog modela donje vilice, bazirana na CT snimcima

Upotrebom stereolotografskog (STL) modula Mimics softvera, sve maske su konvertovane u stereolitografski format. Modul "Remesh", pripojen Mimics-u, je upotrebljen da redukuje broj i fiksira kvalitet trouglova koji nisu bili pogodni za analizu metodom konačnih elemenata (*FEA*).

Upotrebom CT snimaka donje vilice sa potpuno izniklim donjim umnjacima u vertikalnom položaju, generisana su tri dodatna virtuelna modela: model sa delimično izniklim (poluimpaktiranim) umnjacima u mezioangularnom položaju, model sa neizniklim (impaktiranim) umnjacima u mezioangularnom položaju, i model bez umnjaka. Modeli su dizajnirani kao simetrični. Leva strana je modelovana prema desnoj po principu "lika u ogledalu", sa namerom da se isključi uticaj moguće različite situacije na suprotnoj strani vilice, na rezultate istraživanja. Za dobijanje ovih modela, adekvatno pozicioniranje ili uklanjanje donjeg umnjaka sa desne strane realizovano je konvertovanjem piksela ovog zuba iz inicijalne maske zuba u masku kortikalne ili trabekularne kosti u svakom CT sloju, uz poštovanje anatomskih karakteristika.

Konačno, dobijena su sledeća 4 modela (slika 8):

- **Model br.1:** model donje vilice bez umnjaka
- **Model br.2:** model donje vilice sa prisutnim potpuno izniklim umnjacima u vertikalnom položaju
- **Model br.3:** model donje vilice sa prisutnim poluimpaktiranim umnjacima u mezioangularnom položaju
- **Model br.4:** model donje vilice sa prisutnim impaktiranim umnjacima u mezioangularnom položaju



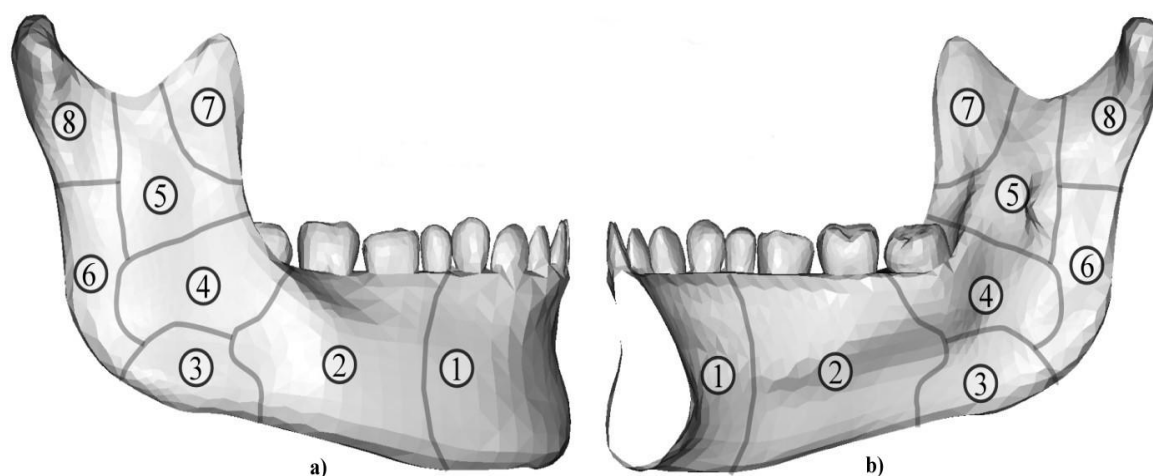
**Slika 8** Proces izrade modela 1,2,3 i 4.

- a) inicijalni model donje vilice sa punim zubnim nizom i potpuno izniklim umnjacima
- b) prikaz svih kreiranih modela

STL formati sva 4 modela su potom importovani u softver pod nazivom “CATIA V5”, verzija R20 (Dassault Systèmes, Velizy-Villacoublay, France), i konvertovani u parametrizovane površine (Non-uniform rational B-spline- NURBS), upotrebom “Digitized Shape Editor and Quick Surface Reconstruction” modula. Dobijeni solidni modeli su potom eksportovani u softver pod nazivom “ANSYS”, verzija 14.5.7 (SASI, Canonsburg, PA, United States of America), za kreiranje mreže konačnih elemenata i strukturalnu analizu.

## 5. 2. 2. Kreiranje mreže konačnih elemenata i definisanje materijalnih svojstava

Kortikalna kost (korteks) donje vilice je modelovana uz poštovanje ortotropije (oblika anizotropije). Korteks je najpre podeljen u 31 zonu na spoljašnjoj (facijalnoj) i 31 zonu unutrašnjoj (lingvalnoj) strani svake polovine doje vilice, a na osnovu ranije definisane podele u literaturi (*Schwartz-Dabney and Dechow, 2003*). Potom su date zone kortikalne kosti bile grupisane na osnovu sličnih vrednosti Young-ovog modula elastičnosti (usvojenih iz literature) i debljine, izmerene direktno na modelu, u manji broj zona većih površina (slika 9).



**Slika 9** Definisanje zona ortotropije: zone kortikalne kosti (po 31 zona na facijalnoj i lingvalnoj strani svake polovine donje vilice, *Schwartz-Dabney i Dechow, 2003*) su generalizovane grupisanjem zona sličnih vrednosti Young-ovog modula elastičnosti (usvojenih iz literature, *Schwartz-Dabney and Dechow, 2003*), i kortikalne debljine izmerene direktno na modelima. Grupisanjem je dobijeno ukupno 8 zona sa a) facijalne i b) lingvalne strane svake polovine donje vilice.



Young-ov modul ( $E$ ) i Poisson-ov odnos ( $\nu$ ) su eksperimentalno procenjena svojstva materijala, koja determinišu njegovo mehaničko ponašanje. Young-ov modul je mera čvrstoće elastičnog materijala koja, preko Hooke-ovog zakona " $\sigma = E\varepsilon$ ", opisuje odnos između napona " $\sigma$ " (sila po jedinici površine) i deformacije " $\varepsilon$ " tokom elastične deformacije. Poisson-ov odnos je bezdimenzionalna karakteristika materijala, čija veličina zavisi od vrste materijala. Kada se neki materijal komprimuje u jednom pravcu, on obično teži da ekspandira u druga dva pravca upravna na pravac kompresije. Ovaj fenomen je poznat kao Poisson-ov efekat. Poisson-ov odnos  $\nu$  (ni) je mera ovog efekta. To je frakcija (ili procenat) ekspanzije podeljena sa frakcijom kompresije, za male vrednosti ovih promena (*Pruitt i Chakravartula, 2011*).

Materijalna svojstva za svaku od zona ortotropije kortikalne kosti su data u tabeli 1.

**Tabela 1 Mehanička svojstva zona ortotropije facijalne i lingvalne strane kortikalne kosti**

Zone	$E_1$ GPa	$E_2$ GPa	$E_3$ GPa	$\nu_{12} = \nu_{21}$ -	$\nu_{13} = \nu_{31}$ -	$\nu_{23} = \nu_{32}$ -	$G_{12} = G_{21}$ GPa	$G_{13} = G_{31}$ GPa	$G_{23} = G_{32}$ GPa
1F	11,51	15,38	20,00	0,20	0,41	0,33	4,57	4,98	6,57
2F	12,98	18,03	23,22	0,22	0,428	0,32	5,10	5,65	7,67
3F	11,35	18,05	20,10	0,15	0,48	0,34	4,70	5,10	7,25
4F	14,15	20,15	28,15	0,27	0,34	0,27	5,15	5,80	8,05
5F	12,55	19,27	22,40	0,19	0,46	0,32	5,10	5,55	7,70
6F	13,60	18,10	26,10	0,26	0,37	0,28	5,10	5,50	7,60
7F	14,00	19,55	28,55	0,27	0,325	0,325	5,20	5,75	7,65
8F	13,20	18,00	25,95	0,26	0,37	0,265	5,05	5,55	7,45
1L	12,78	17,31	20,98	0,21	0,45	0,34	5,08	5,65	7,25
2L	12,46	17,69	20,31	0,19	0,46	0,35	5,07	5,39	7,25
3L	12,65	19,40	22,60	0,20	0,445	0,32	5,05	5,45	7,75
4L	12,65	19,20	26,55	0,21	0,39	0,297	5,02	5,40	7,20
5L	12,64	18,02	23,02	0,26	0,32	0,26	4,80	5,10	6,85
6L	12,70	17,35	24,55	0,25	0,34	0,235	4,75	5,50	7,40
7L	13,25	17,25	25,50	0,24	0,32	0,25	5,20	5,40	7,10
8L	12,65	17,75	24,50	0,21	0,40	0,30	5,05	5,15	7,30

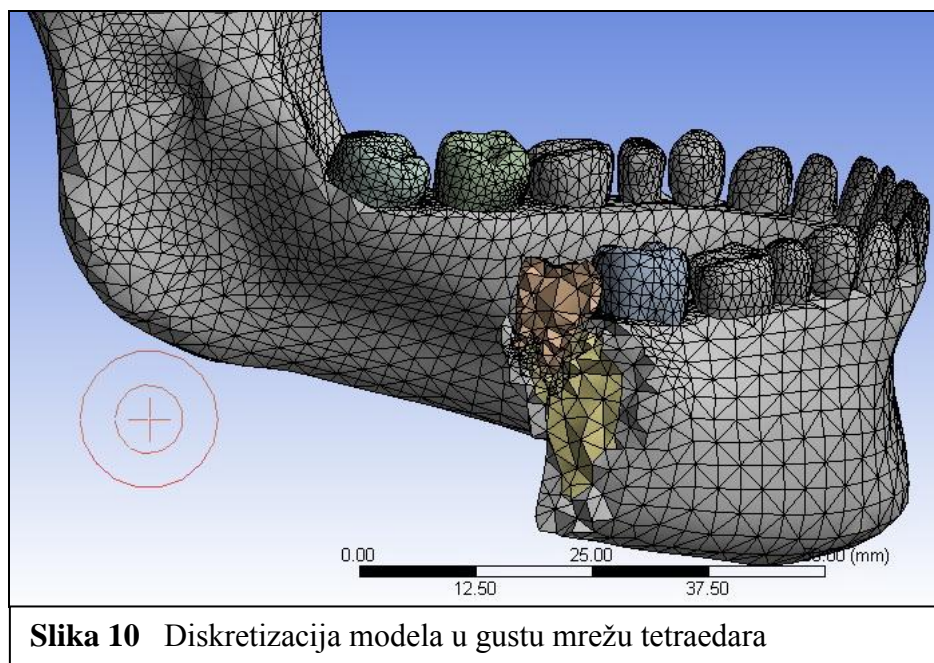
E- modul elastičnosti,  $\nu$ - Poisson-ov odnos i G- modul smicanja u GPa (giga paskali) za donju vilicu sa prisutnim zubima. Brojevi u subskriptu (npr.  $E_1$ ,  $\nu_{12}$ ,  $G_{12}$ ) se odnose na ortotropiju i označavaju pravce tri ortogonalne ose: x, y, i z:

$$\begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \sigma_{23} \\ \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma_{33} \end{bmatrix} \text{ ili } \begin{bmatrix} \sigma_{xx} & \sigma_{xy} & \sigma_{xz} \\ \sigma_{yx} & \sigma_{yy} & \sigma_{yz} \\ \sigma_{zx} & \sigma_{zy} & \sigma_{zz} \end{bmatrix}$$

F- facijalni korteks; L-lingvalni korteks; 1F(L)= bradni region- *symphysis* (baza i alveolarni nastavak); 2F(L)= region tela- *corpus* (baza i alveolarni nastavak); 3F(L)= region viličnog ugla – *angulus* (donji deo); 4F(L)= region viličnog ugla (srednji i gornji deo); 5F(L)= region vilične grane- *ramus* (srednji i prednji deo); 6F(L)= zadnji deo vilične grane i donja ivica viličnog ugla; 7F(L)= mišićni nastavak- *processus coronoideus*; 8F(L)= zglobni nastavak- *processus condylaris*

Pored parametara predstavljenih u tabeli 1, mehanička svojstva koštanog tkiva uključuju i zateznu čvrstoću, kompresivnu čvrstoću i čvrstoću na smicanje. S obzirom na to da kortikalna kost ima anizotropnu strukturu, njena čvrstoća značajno zavisi od orijentacije osteona u odnosu na pravac delovanja sile (Nomura i sar. 2003). Ovde date vrednosti kompresivne i zatezne čvrstoće su bile sledeće:  $\sigma_{t3} = 138 \text{ MPa}$  i  $\sigma_{c3} = 199.5 \text{ MPa}$  (MPa= mega paskali). Čvrstoća u ravni ortogonalnoj na pravac osa osteona je bila približno ista: zatezna čvrstoća:  $\sigma_{t1} \approx \sigma_{t2} = 92 \text{ MPa}$  i kompresivna čvrstoća:  $\sigma_{c1} \approx \sigma_{c2} = 133 \text{ MPa}$ . Smicajne čvrstoće u ravni ortogonalnoj na pravac osa osteona i van te ravni su bile sledeće:  $\sigma_{s3} \approx \sigma_{s1} = 79.5 \text{ MPa}$  i  $\sigma_{s2} = 53 \text{ MPa}$ . Materijalna svojstva trabekularne kosti i zuba su usvojena kao izotropna (trabekularna kost: Youngov modul elastičnosti: 1,37 GPa, Poissonov odnos: 0,30; zubi: Youngov modul elastičnosti 18,60 GPa, Poissonov odnos 0,31 (Lotti i sar. 2006; Bezerra i sar. 2013).

Upotrebom ANSYS-ovog modula za generisanje mreže konačnih elemenata (ANSYS Meshing modul), modeli su diskretizovani u veoma gustu mrežu tetraedara (slika 10). Broj konačnih elemenata za Model 1, Model 2, Model 3 i Model 4 je bio sledeći: 1.673.931, 1.706.616, 1.726.999 i 1.738.904, redom.



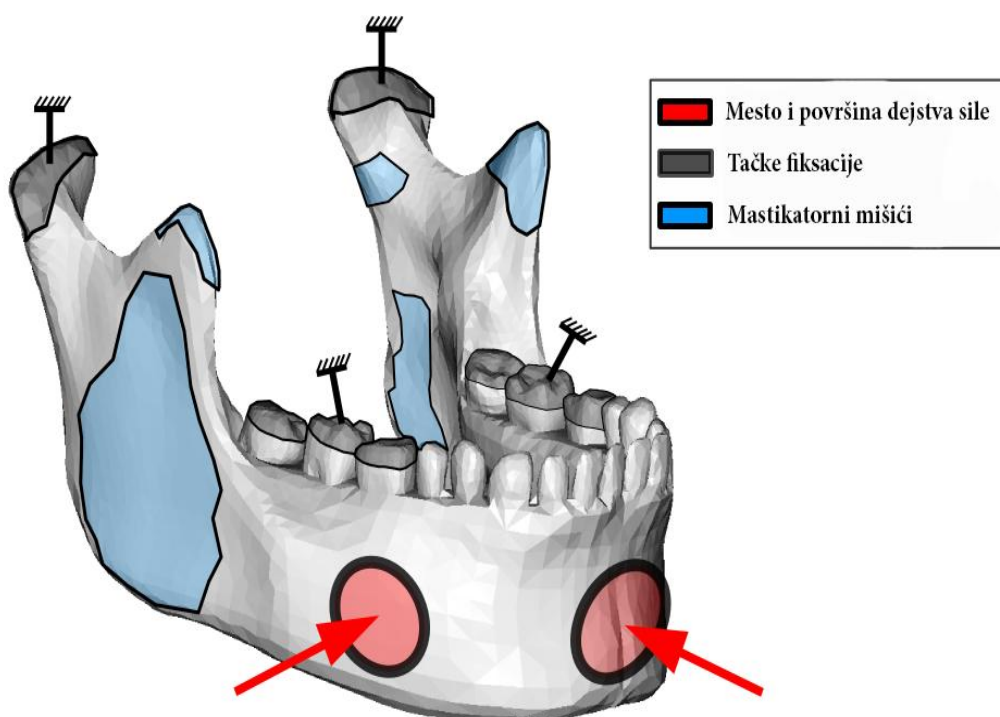
**Slika 10** Diskretizacija modela u gustu mrežu tetraedara

### 5. 2.3. Definisanje graničnih uslova

Granični uslovi, prikazani na slici 11, su preuzeti iz literature (*Bezerra i sar.* 2013). Najsuperiorniji i najposteriorniji delovi kondila su fiksirani u svim stepenima slobode (slika 11, siva boja). Simuliran je položaj donje vilice pri zatvorenim ustima, u okluziji, pa su tačke fiksacije na slici 11 sivom bojom obeležene i na griznim površinama donjih molara. Obzirom na to da donja vilica ima mogućnost pokreta u sve tri ravni, postoji nekoliko mastikatornih mišića koji olakšavaju date pokrete (slika 11, plava boja). Modelovani su temporalni, maseterični, unutrašnji i spoljašnji pterigoidni mišići i mišići depresori donje vilice- glavni mišići otvarači i zatvarači usta. Ovi mišići su modelovani kao opruge bez otpora na kompresiju. Vrednosti zatezne čvrstoće opruga su preuzete iz literature: za maseterične mišiće =16,35 N/mm<sup>2</sup>, za lateralne pterigoidne mišiće =12 N/mm<sup>2</sup>, za medijalne pterigoidne mišiće =15 N/mm<sup>2</sup>, za prednje temporalne mišiće =14 N/mm<sup>2</sup>, za zadnje temporalne mišiće =13 N/mm<sup>2</sup>, i za mišiće depresore donje vilice, odnosno otvarače usta =10,9 N/mm<sup>2</sup> (*Meyer i sar.* 2002; *Müftü i Müftü* 2006). Linije akcija mastikatornih mišića su modelovane kao opruge, kako je prethodno bilo opisano (*Kober i sar.* 2004).

Sila intenziteta 2000N je aplikovana na kružnu površinu, dijametra 1 cm, u dva pravca:

- frontalno: perpendikularno na frontalnu ravan u sredini bradnog dela donje vilice
- bočno: u predelu tela donje vilice (slika 11, crvena boja)



**Slika 11** Simulacija dejstava frontalne i lateralne sile (crvena boja);  
granični uslovi (siva boja), i pripoji matikatornih mišića (plava boja)

#### 5.2.4. Analiza strukturalne čvrstoće

Nakon simuliranja dejstva traumatske sile, na modelima je, pored analize distribucije efektivnog (von Mises) napona, za svaki od kreiranih modela, izvršena i analiza distribucije kompresivnog i zateznog napona. Nakon ovih analiza, izvršena je procena rizika za nastanak preloma zasnovana na “Kriterijumu maksimalnog glavnog napona- Maximum Principal Stress Criterion (MPSC)” (Gross i Seelig, 2011). Prema MPSC, popuštanje kosti nastaje kada maksimalni glavni napon prevazilazi zatezni napon-  $\sigma_{TS}$ , ili kada je minimalni glavni napon manji od kompresivnog napona-  $\sigma_{CS}$ . Stoga, “indeks popuštanja- *Failure index* (FI)” je definisan kao glavni napon:  $\sigma_1$  (maksimalni zatezni napon) i  $\sigma_3$  (maksimalni kompresivni napon)

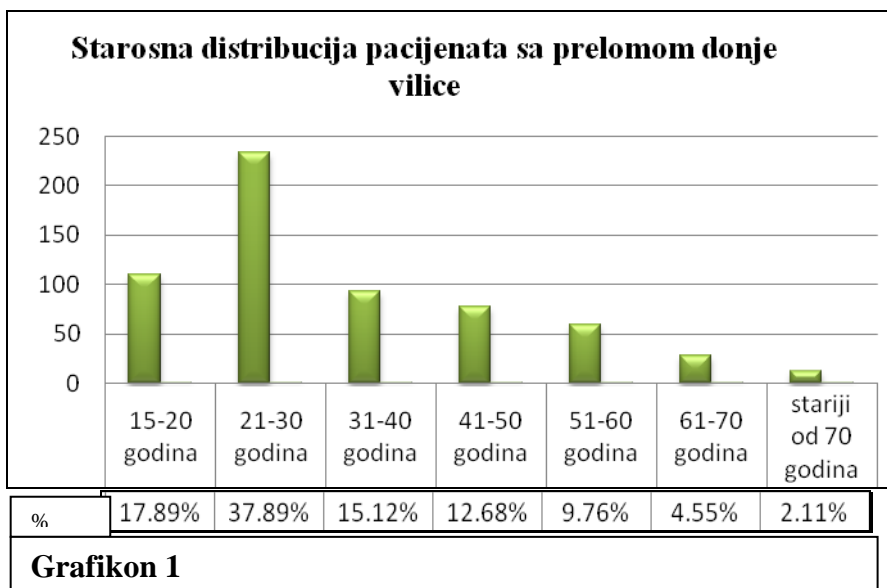
$$FI = \sigma_1 / \sigma_{SM}$$

gde je  $\sigma_{PS}$  glavni napon generisan u materijalu, a  $\sigma_{SM}$  je zatezna ili kompresivna čvrstoća materijala (ako je  $\sigma_{PS} > 0$  onda je  $\sigma_{SM} = \sigma_{TS}$ , a ako je  $\sigma_{PS}$  negativno, onda je  $\sigma_{SM} = \sigma_{CS}$ ). *FI* je bezdimenzionalni koeficijent koji se poredi sa brojem 1: vrednost  $FI=1$  odgovara inicijalnom popuštanju materijala (što se tipično manifestuje kao formiranje mikropukotine), a vrednost  $FI > 1$  odgovara popuštanju ili pucanju materijala (formiranju makropukotine).

## 6. REZULTATI

### 6. 1. Rezultati kliničko-epidemiološke studije

Kliničko-epidemiološka studija je obuhvatila ukupno 615 pacijenata sa prelomom donje vilice, među kojima je bilo 527 (85,7%) muškaraca i 88 (14,3%) žena. Ukupan broj preloma donje vilice je iznosio 1035. Raspon starosti pacijenata je bio od 15 do 85 godina, a prosečna starost pacijenata u trenutku povređivanja je bila  $33,67 \pm 14,94$  godina. Posmatrano u svakoj deceniji života, najveći broj pacijenata sa prelomom donje vilice je pripadao trećoj deceniji (uzrasta od 21-30 godina), a najmanje je bilo starijih pacijenata od 70 godina (grafikon 1).



Na osnovu statističke *posthok* analize ustanovljeno je da je kod najvećeg broja pacijenata uzrok preloma donje vilice bio fizički sukob (55,1%), a zatim: pad (23,6%), saobraćajni udes (13,8%), sportska povreda (3,9%), povreda na poslu- prouzrokovana radnom mašinom ili alatom (12,6%), i jatrogena povreda (1%). Distribucija etiologije preloma donje vilice po polu je pokazala da je kod muškaraca najučestaliji uzrok preloma bio fizički sukob (60,2%), dok je među ženama bio pad (48,9%) (tabela 2).

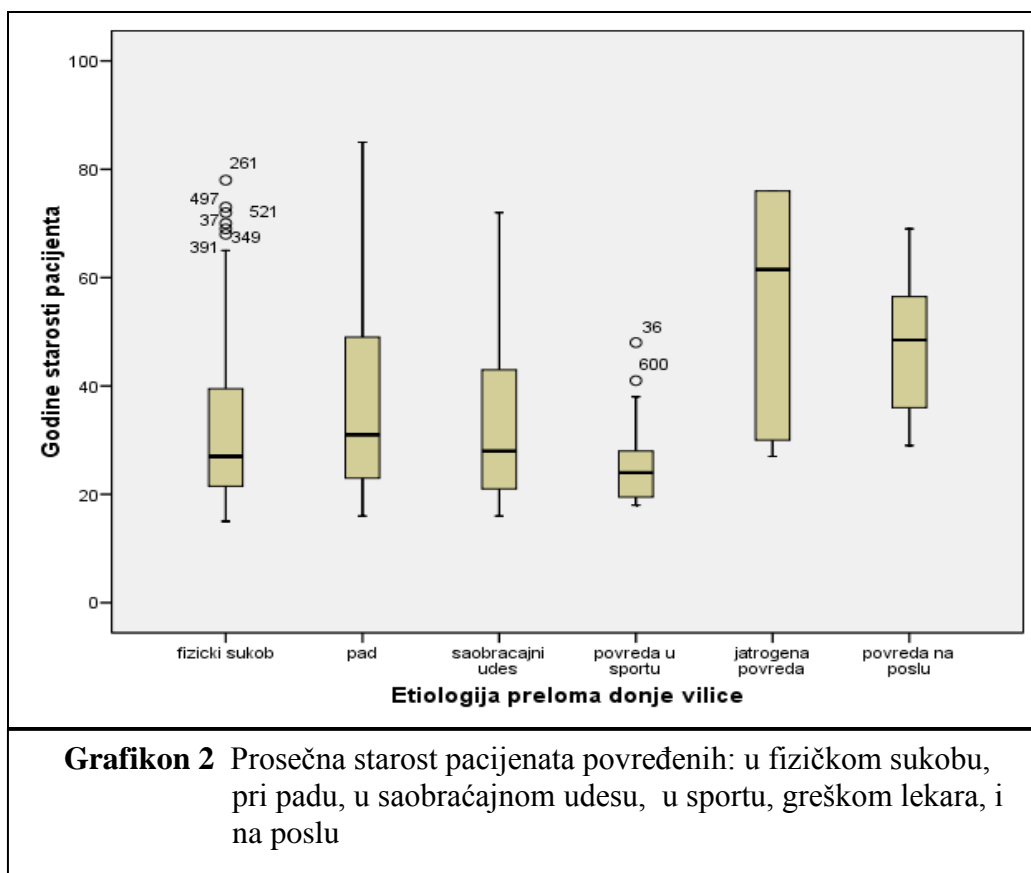
**Tabela 2 Etiologija preloma donje vilice kod muškaraca i žena**

<b>ETIOLOGIJA PRELOMA DONJE VILICE</b>	<b>Ukupan broj pacijenata N (%)</b>	<b>Broj pacijenata muškog pola N (%)</b>	<b>Broj pacijenata ženskog pola N (%)</b>
<b>Fizički sukob</b>	339 (55,1%)*	317 (60,2%)*	22 (25,0%)
<b>Pad</b>	145 (23,6%)	102 (19,4%)	43 (48,9%)*
<b>Saobraćajni udes</b>	85 (13,8%)	67 (12,7%)	18 (20,4%)
<b>Sportska povreda</b>	24 (3,9%)	24 (4,6%)	0 (0%)
<b>Povreda na poslu</b>	16 (2,6%)	13 (2,5%)	3 (3,4%)
<b>Jatrogena povreda</b>	6 (1,0%)	4 (0,8%)	2 (2,3%)
<b>UKUPNO</b>	615 (100%)	527 (100%)	88 (100%)

\*p<0,001 (Pearson Chi-Square)



Prosečna starost pacijenata koji su zadobili prelom donje vilice u fizičkom sukobu je bila:  $31,53 \pm 13,05$  godina, pri padu:  $37,67 \pm 17,31$ , u saobraćajnom udesu:  $33,46 \pm 14,85$ , u sportu:  $25,54 \pm 7,69$ , greškom lekara:  $55,33 \pm 22,18$ , i povredom na poslu:  $48,25 \pm 12,43$  (grafikon 2).

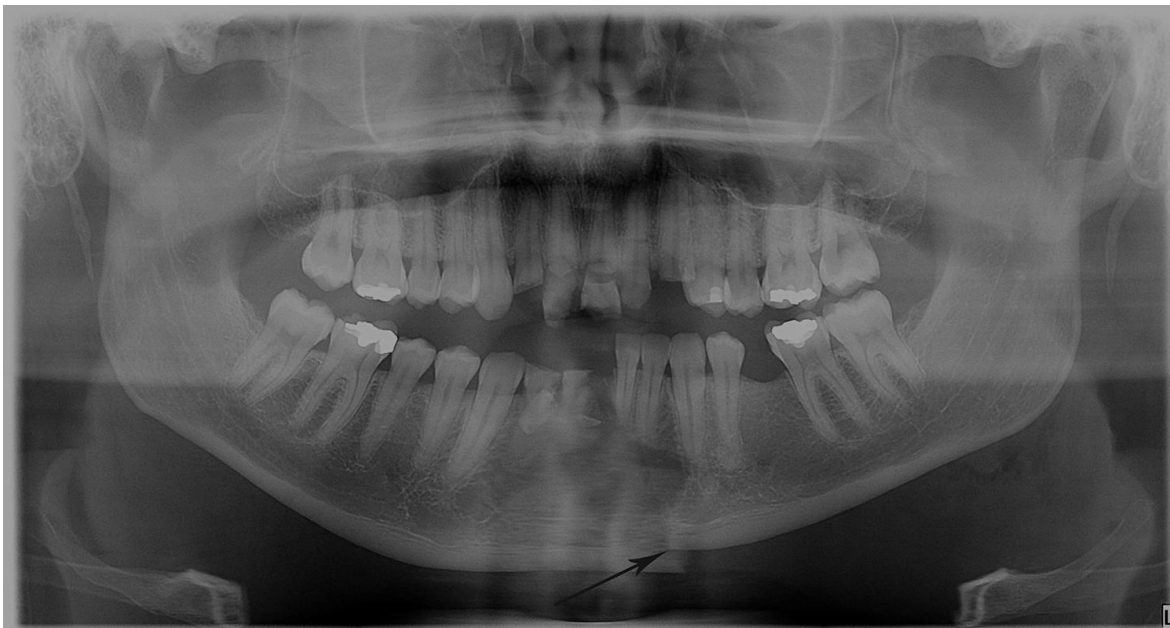


Na tabeli 3 prikazana je zastupljenost pojedinih tipova preloma i njihovih naučestalijih lokalizacija i kombinacija. Najveći procenat pacijenata je zadobio dvostruki-obostrani prelom (43,6%), zatim jednostruki prelom (41,5%). U manjem procentu su bili zastupljeni višestruki (8,1%) i dvostruki jednostrani prelomi (6,8%).

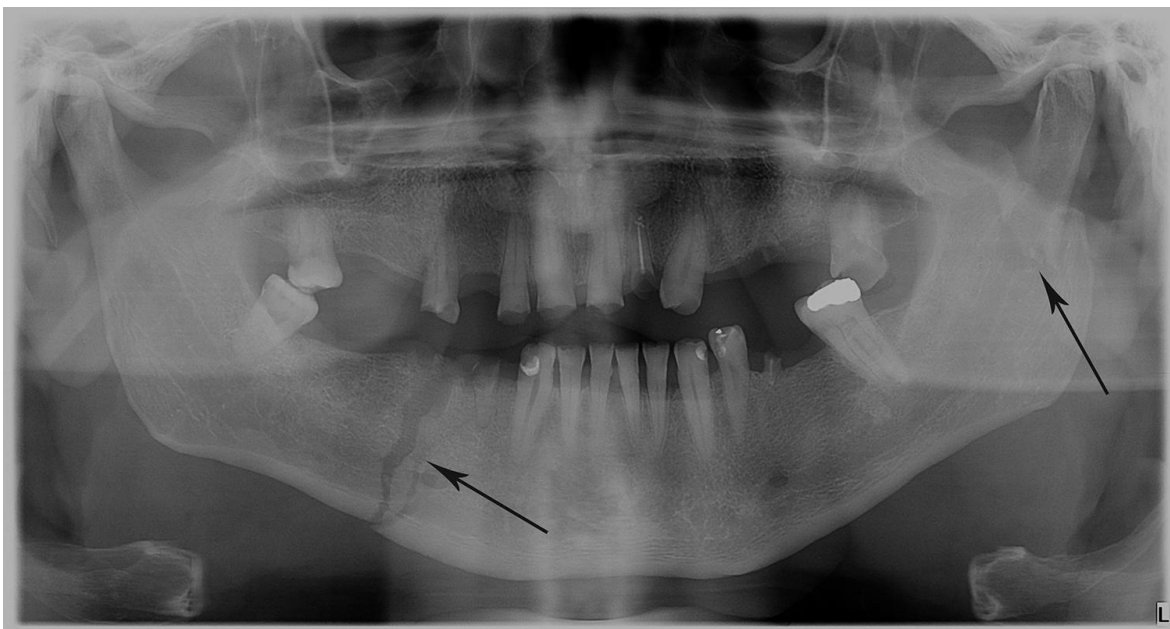
**Tabela 3 Zastupljenost pojedinih tipova preloma, njihovih najučestalijih lokalizacija i kombinacija lokalizacija**

<b>TIPOVI PRELOMA</b>			
<b>JEDNOSTRUKI PRELOMI N=255</b>	<b>DVOSTRUKI JEDNOSTRANI PRELOMI N=42</b>	<b>DVOSTRUKI OBOSTRANI PRELOMI N=268</b>	<b>VIŠESTRUKI PRELOMI N=50</b>
Vilični ugao 41,2%	Simfiza i zglobni nastavak 50%	Telo i vilični ugao 23,5%	Simfiza i obostrano zglobni nastavak 36%
Simfiza 20,4%	Simfiza i vilični ugao 16,7%	Simfiza i vilični ugao 20,1%	Telo i obostrano zglobni nastavak 10%
Telo 19,6%	Telo i zglobni nastavak 9,5%	Telo i zglobni nastavak 17,9%	Vilični ugao i obostrano zglobni nastavak 10%
Zglobni nastavak 17,3%	Telo i vilični ugao 7,1%	Simfiza i zglobni nastavak 16,4 %	Telo, vilični ugao i zglobni nastavak 8%
Viična grana 1,6%	Ostalo 16,7%	Ostalo 22,1%	Ostalo 26%

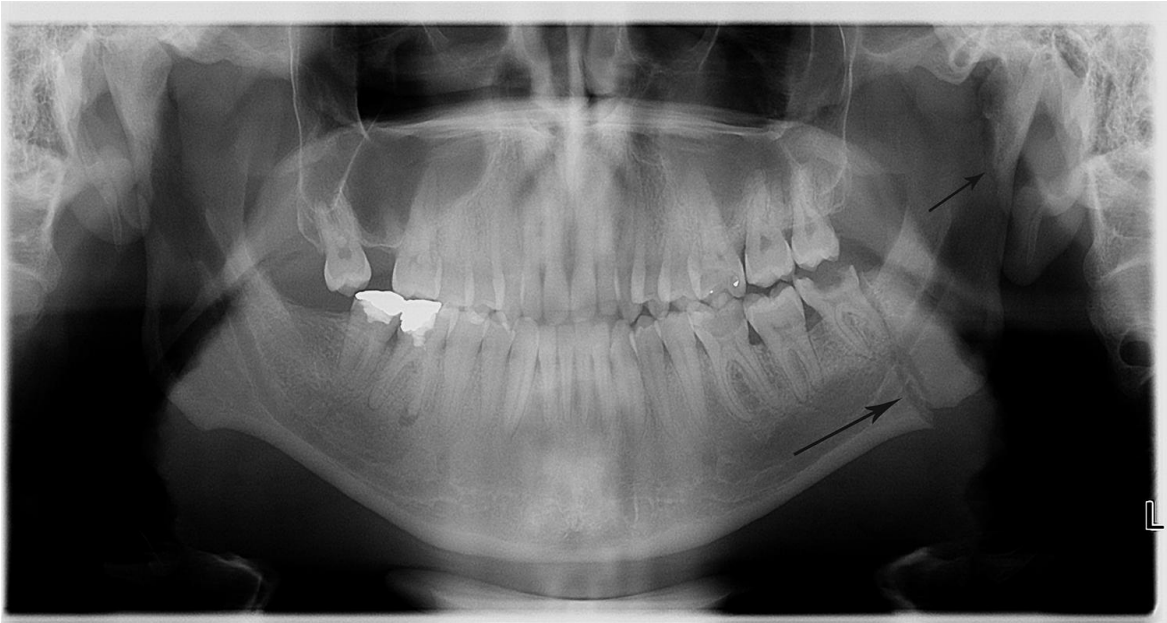
Na slikama 12, 13, 14 i 15 prikazani su primeri preloma donje vilice dijagnostikovanih na osnovu ortopanomograma.



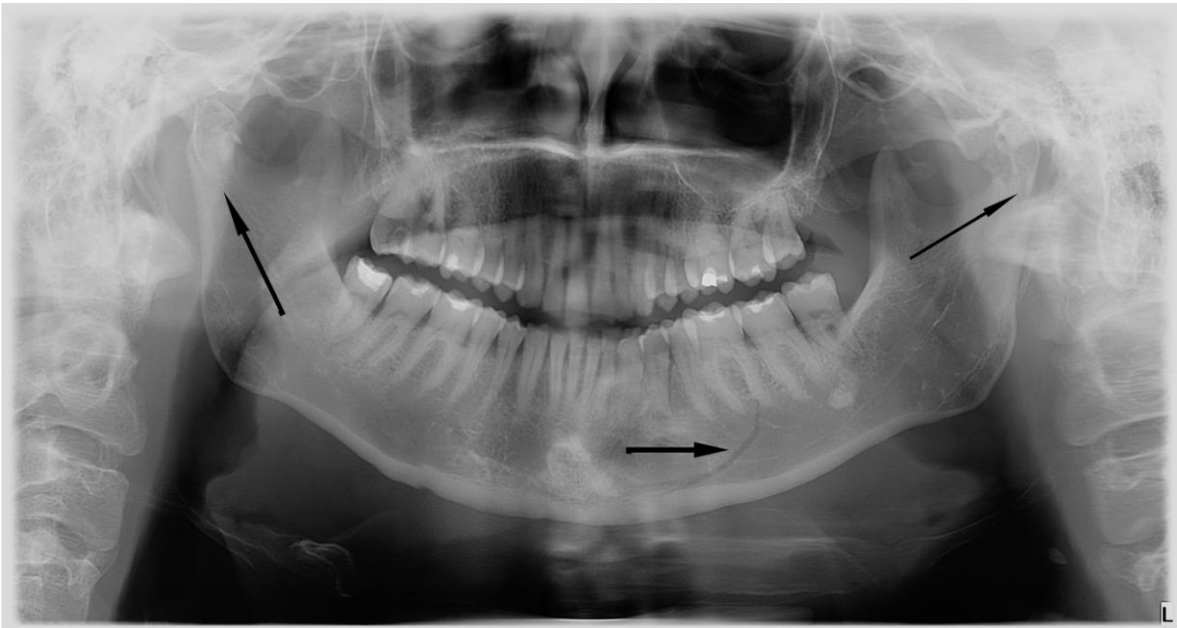
**Slika 12** Jednostruki prelom: simfiza



**Slika 13** Dvostruki obostrani prelom: telo vilice sa desne strane i zglobni nastavak sa leve strane

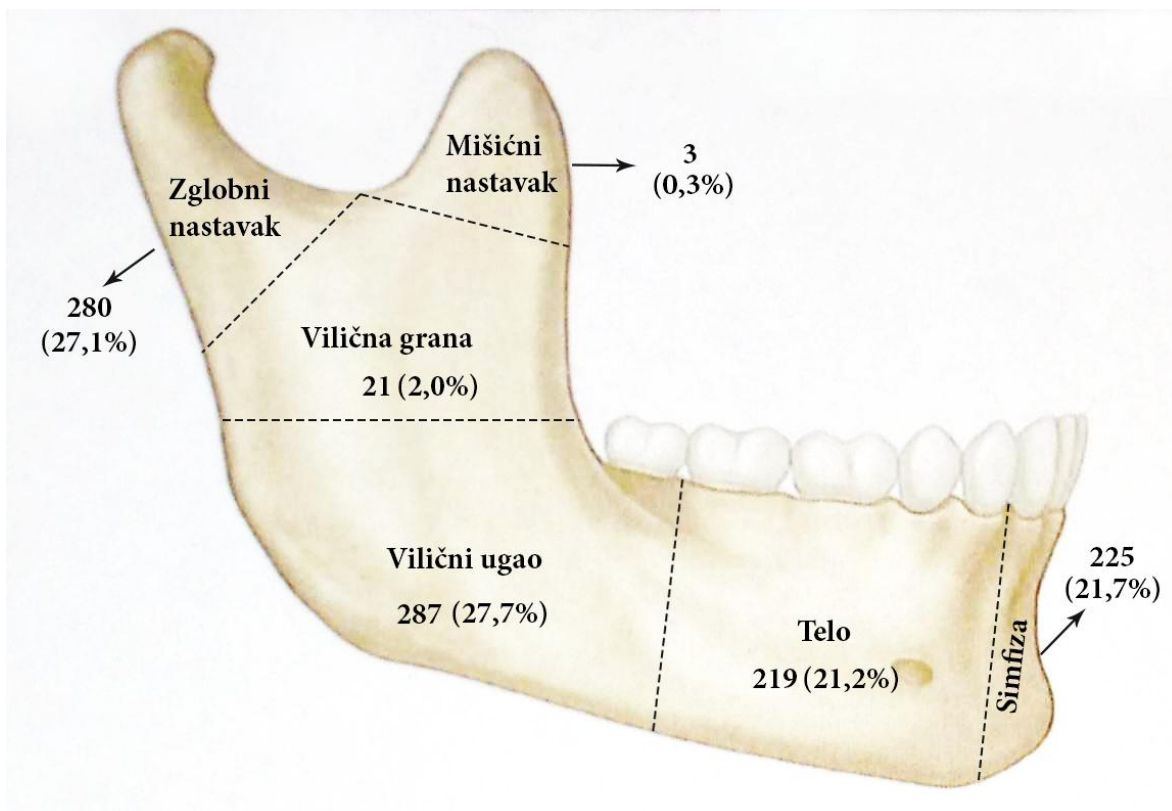


**Slika 14** Dvostruki jednostrani prelom: vilični ugao (sa umnjakom u liniji preloma) i zglobni nastavak sa leve strane



**Slika 15** Višestruki prelom: telo sa leve strane i zglobni nastavak obostrano

Na slici 16 prikazana je distribucija preloma po lokalizaciji u donjoj vilici. Uočava se da su prelomi bili najčešće lokalizovani u regionu ugla (27,7%) i zglobnog nastavka donje vilice (27,1%).



**Slika 16** Distribucija nastalih preloma u donjoj vilici po lokalizaciji – prema anatomskim regionima

### 6.1.1. PRELOMI UGLA DONJE VILICE

Prelom donjeviličnog ugla je dijagnostikovao kod ukupno 276 pacijenata.

Učestalost preloma viličnog ugla je bila nešto veća kod osoba muškog pola, ali bez statistički značajne razlike (tabela 4).

**Tabela 4 Učestalost preloma donjeviličnog ugla kod muškaraca i žena**

Pol pacijenata	Prelom donjeviličnog ugla		Rizik	Relativni rizik	95% interval poverenja
	Odsutan N=339 (%)	Prisutan, N=276 (%)			
Muški (N=527)	286 (54,3%)	241 (45,7%)	1,150	1	
Ženski (N=88)	53(60,2%)	35 (39,8%)	0,869	0,756	0,575-0,993

Na osnovu statističke *posthok* analize ustanovljeno je da je učestalost preloma donjeviličnog ugla bila statistički značajno veća u starosnoj grupi pacijenata 15-25 godina u odnosu na preostale dve starosne grupe ( $p=0,001$ ). Procenjeno je da je relativni rizik za nastanak preloma viličnog ugla u ovoj grupi približno 1,7 puta veći u poređenju sa svakom od preostalih starosnih grupa (tabela 5).

**Tabela 5 Učestalost preloma viličnog ugla kod pacijenata različitog životnog doba**

Starosne grupe pacijenata	Prelom donjeviličnog ugla		Rizik	Relativni rizik	95% interval poverenja
	Odsutan N=339 (%)	Prisutan N=276 (%)			
15-25 godina (N=253)	118 (46,6%)	135 (53,4%)	1,370	1	1,152-1,629
26-55 godina (N=293)	176 (60,1%)	117 (39,9%)*	0,809	0,590	0,493-0,705
Preko 55 godina (N=69)	45 (65,2%)	24 (34,8%)*	0,754	0,550	0,393-0,769

\* $p= 0,001$  (Pearson Chi-Square)

Od ukupno 276 pacijenata sa dijagnostikovanim prelomom viiličnog ugla, 115 je imalo izolovani prelom ugla, a 161 pacijent prelom viličnog ugla udružen sa prelomom/prelomima drugih regiona donje vilice. Učestalost udruženih preloma viličnog ugla je bila najveća u grupi pacijenata povređenih u fizičkom sukobu (28,6%) ali bez statistički značajne razlike u odnosu na pacijente sa drugim etiologijama preloma. Udruženi prelomi viličnog ugla su bili učestaliji od izolovanih, nezavisno od etiološkog faktora, sa izuzetkom jatrogenih preloma. Treba imati u vidu činjenicu da je faktor jatrogenog preloma po učestalosti bio najniži (svega 5 slučajeva) i prisutan isključivo kao izolovani prelom (tabela 6).

**Tabela 6 Učestalost preloma viličnog ugla kod pacijenata sa različitom etiologijom preloma donje vilice**

<b>PRELOM DONJEVILIČNOG UGLA</b>			
<b>ETIOLOGIJA PRELOMA</b>	Odsutan N=339 (55,1%)	Prisutan kao izolovani prelom N=115 (18,7%)	Prisutan kao udruženi prelom N=161 (26,8%)
FIZIČKI SUKOB	169 (49,9%)	73 (21,5%)	97 (28,6%)
PAD	90 (62,1%)	18 (12,4%)	37 (25,5%)
SAOBRAĆAJNI UDES	57 (67,1%)	11 (12,9%)	17 (20,0%)
SPORTSKA POVREDA	14 (58,3%)	4 (16,7%)	6 (25,0%)
POVREDA NA RADU	8 (50,0%)	4 (25,0%)	4 (25,0%)
JATROGENI PRELOM	1 (16,7%)	5 (83,3%)	0 (0%)

U tabeli 7 prikazana je učestalost preloma donjeviličnog ugla kod pacijenata sa različitim mestom dejstva traumatske sile. Od ukupnog broja pacijenata, 235 je zadobilo udarac u predelu brade, 166 u bočnom regionu donje vilice, dok se kod 214 pacijenata mesto dejstva sile nije moglo pouzdano utvrditi. Statistička analiza je pokazala značajno veću učestalost izolovanih preloma viličnog ugla kod pacijenata koji su primili udarac u bočnom regionu donje vilice u odnosu na pacijente koji su primili udarac u frontalnom regionu. Prelomi ugla udruženi sa prelomima drugih viličnih regiona su takođe bili učestaliji nakon lateralne traume u odnosu na frontalnu, ali bez statistički značajne razlike.

**Tabela 7 Učestalost izolovanih i udruženih preloma donjeviličnog ugla kod pacijenata sa različitim mestom dejstva traumatske sile**

<b>PRELOM DONJEVILIČNOG UGLA</b>				
<b>MESTO DEJSTVA SILE</b>	Odsutan N (%)	Prisutan kao izolovani prelom N (%)	Prisutan kao udruženi prelom N (%)	Ukupno
Frontalni region donje vilice	156 (66,4%)	16 (6,8%)	63 (26,8%)	235 (100%)
Bočni region donje vilice	78 (47,0%)	38 (22,9%)*	50 (30,1%)	166 (100%)
Nije se moglo pouzdano utvrditi	105 (49,1%)	61 (28,5%)	48 (22,4%)	214 (100%)

\*p=0,001 (Pearson Chi-Square)



Od ukupno 276 pacijenata sa dijagnostikovanim prelomom donjeviličnog ugla, 11 je imalo obostrani prelom viličnog ugla (9 pacijenata izolovani obostrani prelom ugla, a preostala 2 obostrani prelom ugla udružen sa prelomima drugih regiona donje vilice). Ukupno je bilo 287 preloma viličnog ugla, od kojih: 106 jednostrukih preloma viličnog ugla i 181 prelom viličnog ugla nastao u okviru dvostrukih i višestukih preloma donje vilice. Tabela 8 prikazuje distribuciju jednostrukih preloma donjeviličnog ugla, kao i preloma donjeviličnog ugla nastalih u okviru dvostrukih i višestrukih preloma vilice, u zavisnosti od mesta dejstva sile koja je uzrokovala prelom.

**Tabela 8 Distribucija jednostrukih, i preloma donjeviličnog ugla nastalih u okviru dvostrukih i višestrukih preloma vilice, u zavisnosti od mesta dejstva sile**

<b>PRELOM DONJEVILIČNOG UGLA</b>		
<b>MESTO DEJSTVA SILE</b>	<b>Nastao kao jednostruki prelom N (%)</b>	<b>Nastao u okviru dvostrukih i višestrukih preloma N (%)</b>
Frontalni region donje vilice	14 (13,2%)	67 (37,0%)
Ipsilateralni bočni region donje vilice	30 (28,3%)	15 (8,3%)
Kontralateralni bočni region donje vilice	7 (6,6%)	38 (21,0%)
Nije se moglo pouzdano utvrditi	55 (51,9%)	61 (33,7%)
<b>UKUPNO</b>	<b>106 (100%)</b>	<b>181 (100%)</b>

Da bi se razmatrao uticaj samih svojstava umnjaka na pojavu preloma ugla i zglobnog nastavka donje vilice, u daljoj analizi su jedinice posmatranja bile polovine vilica. Od ukupno 615 pacijenata, 153 obostrano nije imalo umnjak, 97 je imalo jednostrano prisutan umnjak, a 365 je imalo obostrano prisutan umnjak. Analizirano je ukupno 1230 polovina donje vilice: 403 polovine donje vilice bez prisutnog umnjaka, 827 polovina donje vilice sa prisutnim umnjakom, od kojih je bilo: 447 polovina sa potpuno izniklim umnjakom, 249 polovina sa poluimpaktiranim umnjakom i 131 polovina sa impaktiranim umnjakom.

U grupi polovina donjih vilica bez umnjaka bila je statistički značajno manja učestalost preloma donjeviličnog ugla u odnosu na grupu sa prisutnim umnjakom (tabela 9). Polovine donjih vilica sa poluimpaktiranim i sa impaktiranim umnjakom su pokazale statistički značajno veću učestalost preloma donjeviličnog ugla u odnosu na grupu sa izniklim umnjakom. Međutim, razlika između samih grupa sa poluimpaktiranim i impaktiranim umnjacima nije bila statistički značajna. Najveći stepen rizika za nastanak preloma donjeviličnog ugla je zabeležen u grupi sa poluimpaktiranim umnjakom (tabela 9).

**Tabela 9 Učestalost preloma donjeviličnog ugla u zavisnosti od prisustva i stepena izniklosti donjeg umnjaka**

<b>Prisustvo i stepen izniklosti umnjaka</b>	<b>Prelom donjeviličnog ugla</b>		<b>Rizik</b>	<b>Relativni rizik</b>	<b>95% interval poverenja</b>
	<b>Odsutan N (%)</b>	<b>Prisutan N (%)</b>			
<b>Odsutan, N=403</b>	344 (85,4%)	59 (14,6%)	0,531	1	
<b>Prisutan, N=827</b>	599 (72,4%)	228 (27,6%)*	1,883	3,546	2,73-4,594
-Iznikao, N= 447	360 (80,5%)	87 (19,5%)	0,762	1,435	1,146-1,794
-Poluimpaktiran, N=249	156 (62,7%)	93 (37,3%)*	1,889	3,557	2,889-4,362
-Impaktiran, N= 131	83 (63,4%)	48 (36,6%)*	1,685	3,173	2,467-4,081

\*p<0,001(Pearson Chi-Square)

Među polovinama donje vilice sa prisutnim umnjakom, značajno veća učestalost preloma donjeviličnog ugla je zabeležena u klasama B (38,8%) i C (32,8%) vertikalnog položaja u odnosu na klasu A (22,6%), pri čemu između klase B i klase C nije bilo statistički značajne razlike (tabela 10).

U klasama II i III horizontalnog položaja umnjaka, klasifikovanog po *Pell-u i Gregory-ju*, učestalost preloma donjeviličnog ugla je bila jednaka (38,1%) i statistički značajno veća u odnosu učestalost ovih preloma u klasi I. Najveći stepen rizika za nastanak preloma viličnog ugla je zabeležen u klasama: B i II vertikalnog i horizontalnog položaja umnjaka (tabela 10).

**Tabela 10 Učestalost preloma donjeviličnog ugla u zavisnosti od vertikalnog i horizontalnog položaja donjeg trećeg molara, klasifikovanog po *Pell-u i Gregory-ju***

<b>Vertikalni položaj umnjaka</b>	<b>Prelom donjeviličnog ugla</b>		Rizik	Relativni rizik	95% interval poverenja
	Odsutan, N (%)	Prisutan, N (%)			
Klasa A	407 (77,4%)	119 (22,6%)	0,625	1	
Klasa B	104 (61,2%)	66 (38,8%)*	1,575	2,52	1,998-3,174
Klasa C	88 (67,2%)	43 (32,8%)*	1,235	1,976	1,502-2,60
<b>Horizontalni položaj umnjaka</b>	Odsutan, N (%)	Prisutan, N (%)			
Klasa I	393 (79,6%)	101 (20,4%)	0,536	1	
Klasa II	180 (61,9%)	111 (38,1%)*	1,747	3,259	2,624 -4,049
Klasa III	26 (61,9%)	16 (38,1%)*	1,411	2,632	1,759-3,934

\*p<0,001 (Pearson Chi-Square)

Na osnovu statističke *posthok* analize ustanovljeno je da je učestalost preloma donjeviličnog ugla bila značajno veća pri mezijalnom nagibu umnjaka u odnosu na ostale njegove položaje (tabela 11).

**Tabela 11 Učestalost preloma donjeviličnog ugla u zavisnosti od nagiba donjeg trećeg molara**

Nagib umnjaka /angulacija/	Prelom donjeviličnog ugla		Rizik	Relativni rizik	95% interval poverenja
	Odsutan, N (%)	Prisutan, N (%)			
Vertikaln	398 (78,2%)	111 (21,8%)	0,593	1	
Mezioangularan	168 (61,8%)	104 (38,2%)*	1,711	2,885	0,637-3,583
Distoangularan	7 (70,0%)	3 (30,0%)	1,089	1,836	0,708-4,764
Horizontalan	26 (72,2%)	10 (27,8%)	1,008	1,670	0,991-2,911

\* $p < 0,001$  (Pearson Chi-Square)

Analiza uticaja položaja umnjaka u odnosu na donju ivicu donje vilice na prelome viličnog ugla, pokazala je značajno veću učestalost ovih preloma u klasi  $\beta$  u odnosu na klasu  $\alpha$  (tabela 12). Relativni rizik za nastanak preloma viličnog ugla je procenjen kao približno 2,6 puta veći u klasi  $\beta$  u odnosu na klasu  $\alpha$ .

**Tabela 12 Učestalost preloma viličnog ugla u zavisnosti od položaja umnjaka prema donjoj ivici donje vilice**

Položaj umnjaka u odnosu na donju ivicu donje vilice	Prelom donjeviličnog ugla		Rizik	Relativni rizik	95% interval poverenja
	Odsutan, N (%)	Prisutan, N (%)			
Klasa $\alpha$	521 (75,1%)	173 (24,9%)	0,621	1	
Klasa $\beta$	73 (59,8%)	49 (40,2%)*	1,611	2,594	2,016-3,338
Ne može biti klasifikovan	349 (84,3%)	65 (15,7%)			

\* $p < 0,001$  (Pearson Chi-Square)

Statistička *posthok* analiza je pokazala značajno veću učestalost preloma viličnog ugla u grupi viličnih polovina sa jednokorenim umnjakom, odnosno umnjakom fuzionisanih korenova u jedan kupast koren, u odnosu na preostale dve grupe (tabela 13).

**Tabela 13 Učestalost preloma donjeviličnog ugla u zavisnosti od broja korenova umnjaka**

Broj korenova umnjaka	Prelom donjeviličnog ugla		Rizik	Relativni rizik	95% interval poverenja
	Odsutan, N (%)	Prisutan, N (%)			
Jedan/fuzionisan	97 (66,5%)	51 (34,5%)*	1,322	1	
Dva ili više	489 (74,0%)	172 (26,0%)	0,771	0,583	0,454-0,748
Zametak	13 (72,2%)	5 (27,8%)	1,008	0,762	0,358-1,618

\*p=0,038 (Pearson Chi-Square)

Univarijantna logistička regresiona analiza je pokazala značajan uticaj mesta delovanja traumatske sile, prisustva umnjaka, kao i svih njegovih svojastava (stepena izniklosti, vertikalnog i horizontalnog položaja, nagiba, odnosa prema donjoj ivici donje vilice i broja korenova) na učestalost preloma donjeviličnog ugla. Etiologija preloma i pol se nisu pokazali kao činioci sa značajanim uticajem na prelome donjeviličnog ugla (tabela 14).

**Tabela 14 Uticaj pojedinih faktora rizika na nastanak preloma donjeviličnog ugla**

FAKTORI RIZIKA	p
Pol pacijenta	0,434
<b>Starost pacijenta</b>	<b>0,002</b>
Etiologija povrede	0,193
<b>Mesto dejstva traumatske sile</b>	<b>0,023</b>
<b>Prisustvo umnjaka</b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>Stepen izniklosti umnjaka</b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>Vertikalni položaj umnjaka (Pell-Gregory)</b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>Horizontalni položaj umnjaka (Pell-Gregory)</b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>Nagib umnjaka</b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>Položaj umnjaka u odnosu na donju ivicu donje vilice</b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>Broj korenova umnjaka</b>	<b>&lt;0,001</b>

Univarijantna logistička regresija (p< 0,05)

U multivarijantnom regresionom modelu su se kao prediktori nastanka preloma donjeviličnog ugla izdvojila tri faktora: stepen izniklosti umnjaka, njegov vertikalni položaj (klasifikovan po *Pell-u i Gregory-ju*) i mesto dejstva traumatske sile (tabela 15).

**Tabela 15 Prikaz prediktora nastanka preloma donjeviličnog ugla**

<b>FAKTORI RIZIKA</b>	<b>p</b>
Starost pacijenta	0,755
<b>Mesto dejstva traumatske sile</b>	<b>0,031</b>
Prisustvo umnjaka	0,731
<b>Stepen izniklosti umnjaka</b>	<b>0,004</b>
<b>Vertikalni položaj umnjaka (<i>Pell-Gregory</i>)</b>	<b>0,036</b>
Horizontalni položaj umnjaka ( <i>Pell-Gregory</i> )	0,210
Nagib umnjaka	0,245
Položaj umnjaka u odnosu na donju ivicu donje vilice	0,737
Broj korenova umnjaka	0,117

Multivarijantna logistička regresija ( $p < 0,05$ )

## 6. 1.2. PRELOMI ZGLOBNOG NASTAVKA DONJE VILICE

Prelom zglobnog nastavka je dijagnostikovao kod 237 pacijenata, među kojima je bilo 202 muškarca i 35 žena. Statistička analiza je pokazala da nije bilo značajne razlike u učestalosti preloma zglobnog nastavka između muškaraca i žena (tabela 16).

**Tabela 16 Učestalost preloma zglobnog u muškaraca i žena**

Pol pacijenata	Prelom zglobnog nastavka		Rizik	Relativni rizik	95% interval poverenja
	Odsutan N=378 (%)	Prisutan N=237 (%)			
Muški, N=527	325 (61,7%)	202 (38,3%)	0,964	1	
Ženski, N=88	53(60,2%)	35 (39,8%)	1,037	1,076	0,756-1,322

Dalja analiza je pokazala da je učestalost preloma zglobnog nastavka bila najveća u starosnoj grupi pacijenata od 26-55 godina (41,0%), ali bez statistički značajne razlike u odnosu na preostale dve grupe (Tabela 17).

**Tabela 17 Učestalost preloma zglobnog nastavka kod pacijenata različitog životnog doba**

Starosne grupe pacijenata	Prelom zglobnog nastavka		Rizik	Relativni rizik	95% interval poverenja
	Odsutan N=378 (%)	Prisutan N=237 (%)			
15-25 godina (N=253)	162 (64,0%)	91 (36,0%)	0,892	1	
26-55 godina (N=293)	173 (59,0%)	120 (41,0%)	1,127	1,263	1,034-1,542
Preko 55 godina (N=69)	43 (62,3%)	26 (37,7%)	0,975	1,093	0,793-1,507

Od ukupno 237 pacijenata sa dijagnostikovanim prelomom zglobnog nastavka, 56 je imalo izolovani prelom zglobnog nastavka, a 181 pacijent prelom zglobnog nastavka udružen sa prelomom ili prelomima drugih regiona donje vilice. Statistička analiza je pokazala da je učestalost izolovanih preloma zglobnog nastavka bila značajno veća u grupi pacijenata koji su se povredili prilikom pada u odnosu na pacijente sa drugim etiologijama preloma donje vilice. Isto tako, zabeležena je i značajno veća učestalost udruženih preloma zglobnog nastavka u grupi pacijenata koji su se povredili prilikom pada, u odnosu na preostale grupe pacijenata (tabela 18).

**Tabela 18 Učestalost preloma zglobnog nastavka kod pacijenata sa različitim etiologijom preloma donje vilice**

ETIOLOGIJA PRELOMA	PRELOM ZGLOBNOG NASTAVKA		
	Odsutan N=378 (61,5%)	Prisutan kao izolovani prelom N=56 (9,1%)	Prisutan kao udruženi prelom N=181 (29,4%)
FIZIČKI SUKOB	217 (64,0%)	25 (7,4%)	97 (28,6%)
PAD	69 (47,6%)	21(14,5%)*	55 (37,9%)*
SAOBRAĆAJNI UDES	54 (63,5%)	9 (10,6%)	22 (25,9%)
SPORTSKA POVREDA	20 (83,3%)	1 (4,2%)	3 (12,5%)
POVREDA NA RADU	12 (75,0%)	0 (0%)	4 (25,0%)
JATROGENI PRELOM	6 (100%)	0 (0%)	0 (0%)

\*p < 0,05 (Pearson Chi-Square)



Tabela 19 pokazuje učestalost preloma zglobnog nastavka u zavisnosti od mesta dejstva traumatske sile. I izolovani prelom zglobnog nastavka, i prelom zglobnog nastavka udružen sa prelomima drugih regiona donje vilice, su bili učestaliji nakon dejstva sile u frontalnom regionu donje vilice.

**Tabela 19 Učestalost izolovanih i udruženih preloma zglobnog nastavka kod pacijenata sa različitim mestom dejstva traumatske sile**

<b>PRELOM ZGLOBNOG NASTAVKA</b>				
<b>MESTO DEJSTVA SILE</b>	<b>Odsutan N (%)</b>	<b>Prisutan kao izolovani prelom N (%)</b>	<b>Prisutan kao udruženi prelom N (%)</b>	<b>Ukupno</b>
Frontalni region donje vilice	122 (51,9%)	24 (10,2%)*	89 (37,9%)*	235 (100%)
Bočni region donje vilice	114 (68,7%)	8 (4,8%)	44 (26,5%)	166 (100%)
Nije se moglo pouzdano utvrditi	142 (66,4%)	24 (11,2%)	48 (22,4%)	214 (100%)

\*p<0,001 (Pearson Chi-Square)

Od ukupno 237 pacijenata sa dijagnostikovanim prelomom zglobnog nastavka, 43 je imalo obostrani prelom zglobnog nastavka (11 pacijenata izolovani obostrani prelom, a preostala 32 pacijenta obostrani prelom zglobnog nastavka udružen sa prelomom ili prelomima drugih regiona donje vilice). Ukupan broj preloma zglobnog nastavka je bio 280.

Tabela 20 prikazuje distribuciju jednostrukih preloma zglobnog nastavka, kao i preloma zglobnog nastavka nastalih u okviru dvostrukih i višestrukih preloma, u zavisnosti od mesta dejstva sile.

**Tabela 20 Distribucija jednostrukih preloma zglobnog nastavka, i preloma zglobnog nastavka nastalih u okviru dvostrukih i višestrukih preloma donje vilice, u zavisnosti od mesta dejstva sile**

<b>PRELOM ZGLOBNOG NASTAVKA</b>		
<b>MESTO DEJSTVA SILE</b>	<b>Nastao kao jednostruki prelom N (%)</b>	<b>Nastao u okviru dvostrukih i višestrukih preloma N (%)</b>
Frontalni region donje vilice	16 (35,6%)	130 (55,3%)
Ipsilateralni bočni region donje vilice	5 (11,1%)	7 (3,0%)
Kontralateralni bočni region donje vilice	2 (4,4%)	40 (17,0%)
Nije se moglo pouzdano utvrditi	22 (48,9%)	58 (24,7%)
<b>UKUPNO</b>	<b>45 (100%)</b>	<b>235 (100%)</b>

Učestalost preloma zglobnog nastavka je bila statistički značajno veća u grupi donjeviličnih polovina bez prisutnog umnjaka u odnosu na grupu sa prisutnim umnjakom. Među polovinama donje vilice sa prisutnim umnjakom, grupa sa izniklim umnjakom je pokazala statistički značajno veću učestalost preloma zglobnog nastavka u odnosu na grupe sa poluimpaktiranim i impaktiranim umnjakom. Između posljednje dve grupe nije bilo statistički značajne razlike u učestalosti ovih preloma. Najveći stepen rizika za nastanak preloma zglobnog nastavka zabeležen je u grupi donjeviličnih polovina bez umnjaka (Tabela 21).

**Tabela 21 Učestalost preloma zglobnog nastavka u zavisnosti od prisustva i stepena izniklosti donjeg umnjaka**

<b>Prisustvo i stepen izniklosti umnjaka</b>	<b>Prelom zglobnog nastavka</b>		<b>Rizik</b>	<b>Relativni rizik</b>	<b>95% interval poverenja</b>
	<b>Odsutan N (%)</b>	<b>Prisutan N (%)</b>			
<b>Odsutan, N=403</b>	294 (73,0%)	109 (27,0%)*	1,308	1	
<b>Prisutan, N=827</b>	656 (79,3%)	171 (20,7%)	0,764	0,584	0,474-0,719
-Iznikao, N= 447	338 (75,6%)	109 (24,4%)*	1,117	0,854	0,691-1,053
-Poluimpaktiran, N=249	208 (83,5%)	41 (16,5%)	0,676	0,516	0,382-0,697
-Impaktiran, N= 131	110 (84,0%)	21 (16,0%)	0,680	0,519	0,346-0,780

p<0,05 (Pearson Chi-Square)

Nadalje, među polovinama doje vilice sa prisutnim umnjakom, najveća učestalost preloma zglobnog nastavka je zabeležena u klasi A vertikalnog položaja po *Pell-u i Gregory-ju*. Statistička analiza je pokazala da je učestalost preloma zglobnog nastavka u klasi A značajno veća u odnosu na klasu B, ali ne i u odnosu na klasu C. Takođe, nije bilo statistički značajne razlike između klasa B i C. Najveći stepen rizika za nastanak preloma zglobnog nastavka je zabeležen u klasi A (tabela 22).

Najveća učestalost preloma zglobnog nastavka je zabeležena u klasi I horizontalnog položaja po *Pell-u i Gregory-ju*. Statistička analiza je pokazala da je učestalost preloma zglobnog nastavka u klasi I značajno veća u odnosu na klasu II, ali ne i u odnosu na klasu III. Između klasa II i III takođe nije zabeležena statistički značajna razlika. Najveći stepen rizika za nastanak preloma zglobnog nastavka je zabeležen u klasi I (tabela 22).

**Tabela 22 Učestalost preloma zglobnog nastavka u zavisnosti od vertikalnog i horizontalnog položaja umnjaka, klasifikovanog po *Pell-u i Gregory-ju***

<b>Vertikalni položaj umnjaka</b>	<b>Prelom zglobnog nastavka</b>		Rizik	Relativni rizik	95% interval poverenja
	Odsutan, N (%)	Prisutan, N (%)			
Klasa A	403 (76,6%)	123 (23,4%)*	1,466	1	
Klasa B	144 (84,7%)	26 (15,3%)	0,693	0,473	0,323-0,692
Klasa C	109 (83,2%)	22 (16,8%)	0,784	0,534	0,356-0,803
<b>Horizontalni položaj umnjaka</b>	Odsutan, N (%)	Prisutan, N (%)			
Klasa I	377 (76,3%)	117 (23,7%)*	1,543	1	
Klasa II	243 (83,5%)	48 (16,5%)	0,719	0,465	0,345-0,629
Klasa III	36 (85,7%)	6 (14,3%)	0,680	0,441	0,207-0,936

\* $p < 0,05$  klasa A vs. klasa B; klasa I vs. klasa II (Pearson Chi-Square)

Nadalje, među polovinama doje vilice sa prisutnim umnjakom, učestalost preloma zglobnog nastavka je bila najveća u grupi sa vertikalnim, a najmanja u grupi sa distoangularnim položajem ovog zuba. Međutim, statistička *posthok* analiza nije pokazala značajnu razliku između pojedinih grupa. Ipak, najveći stepen rizika za nastanak preloma zglobnog nastavka je zabeležen u slučaju vertikalnog položaja umnjaka (tabela 23).

**Tabela 23 Učestalost preloma zglobnog nastavka u zavisnosti od nagiba umnjaka**

Nagib umnjaka /angulacija/	Prelom zglobnog nastavka		Rizik	Relativni rizik	95% interval poverenja
	Odsutan, N (%)	Prisutan, N (%)			
Vertikalna	393 (77,2%)	116 (22,8%)	1,318	1	
Mezioangularna	225 (82,7%)	47 (17,3%)	0,773	0,556	0,433-0,794
Distoangularna	9 (90,0%)	1 (10,0%)	0,481	0,365	0,056-2,352
Horizontalna	29 (80,6%)	7 (19,4%)	0,938	0,712	0,361-1,403

Analiza uticaja položaja umnjaka prema donjoj ivici donje vilice na učestalost preloma u regionu zglobnog nastavka je pokazala značajno veću učestalost ovih preloma u klasi  $\alpha$  u odnosu na klasu  $\beta$ . Rizik za nastanak preloma zglobnog nastavka je procenjen kao približno 4 puta veći u klasi  $\alpha$  u odnosu na klasu  $\beta$  (Tabela 24).

**Tabela 24 Učestalost preloma zglobnog nastavka u zavisnosti od položaja umnjaka u odnosu na donju ivicu donje vilice**

Položaj umnjaka u odnosu na donju ivicu donje vilice	Prelom zglobnog nastavka		Rizik	Relativni rizik	95% interval poverenja
	Odsutan, N (%)	Prisutan, N (%)			
Klasa $\alpha$	538 (77,5%)	156 (22,5%)*	1,959	1	
Klasa $\beta$	108 (88,5%)	14 (11,5%)	0,511	0,260	0,156-0,434
Ne može biti klasifikovan	304 (73,4%)	110 (26,6%)			

\* $p=0,006$  (Pearson Chi-Square)

Analiza uticaja broja korenova umnjaka donje vilice na prelome u regionu zglobnog nastavka je pokazala najveću učestalost ovih preloma u grupi viličnih polovina sa prisutnim zametkom umnjaka, ali bez statistički značajne razlike u odnosu na preostale dve grupe (tabela 25).

**Tabela 25 Učestalost preloma zglobnog nastavka u zavisnosti od broja korenova umnjaka**

	<b>Prelom zglobnog nastavka</b>		Rizik	Relativni rizik	95% interval poverenja
	Odsutan, N (%)	Prisutan, N (%)			
<b>Broj korenova umnjaka</b>					
Jedan koren ili fuzionisan (kupast) koren	119 (80,4%)	29 (19,6%)	0,937	1	
Dva korena ili više korenova	524 (79,3%)	137 (20,7%)	1,012	1,080	0,773-1,509
Zametak	13 (72,2%)	5 (27,8%)	1,634	1,744	0,895-3,399

Univarijantna logistička regresiona analiza je pokazala značajni uticaj mesta dejstva traumatske sile, prisustva donjeg umnjaka, kao i svih njegovih svojstava, na prelome zglobnog nastavka (tabela 26).

**Tabela 26** Uticaj pojedinih faktora rizika na nastanak preloma zglobnog nastavka

<b>FAKTORI RIZIKA</b>	<b>p</b>
Pol pacijenta	0,124
Starost pacijenta	0,128
Etiologija povrede	0,493
<b>Mesto dejstva traumatske sile</b>	<b>0,013</b>
<b>Prisustvo umnjaka</b>	<b>0,013</b>
<b>Stepen izniklosti umnjaka</b>	<b>0,001</b>
<b>Vertikalni položaj umnjaka (<i>Pell-Gregory</i>)</b>	<b>0,001</b>
<b>Horizontalni položaj umnjaka (<i>Pell-Gregory</i>)</b>	<b>0,001</b>
<b>Nagib umnjaka</b>	<b>0,005</b>
<b>Položaj umnjaka u odnosu na donju ivicu donje vilice</b>	<b>0,001</b>
<b>Broj korenova umnjaka</b>	<b>0,035</b>

Univarijantna logistička regresija ( $p < 0,05$ )

U multivarijantnom regresionom modelu, kao mogući prediktor preloma zglobnog nastavka izdvojilo se jedino mesto dejstva traumatske sile. Činioci vezani za donji treći molar se nisu pokazali kao prediktori nastanka ovih preloma (tabela 27).

**Tabela 27 Prikaz prediktora nastanka preloma zglobnog nastavka**

<b>FAKTORI RIZIKA</b>	<b>p</b>
<b>Mesto dejstva traumatske sile</b>	<b>0,020</b>
Prisustvo umnjaka	0,524
Stepen izniklosti umnjaka	0,364
Vertikalni položaj umnjaka ( <i>Pell-Gregory</i> )	0,669
Horizontalni položaj umnjaka ( <i>Pell-Gregory</i> )	0,674
Nagib umnjaka	0,707
Položaj umnjaka u odnosu na donju ivicu donje vilice	0,269
Broj korenova umnjaka	0,765

---

Multivarijantna logistička regresija (p<0,05)



## **6.2. Rezultati analize kompjuterskih modela donje vilice primenom metode konačnih elemenata**

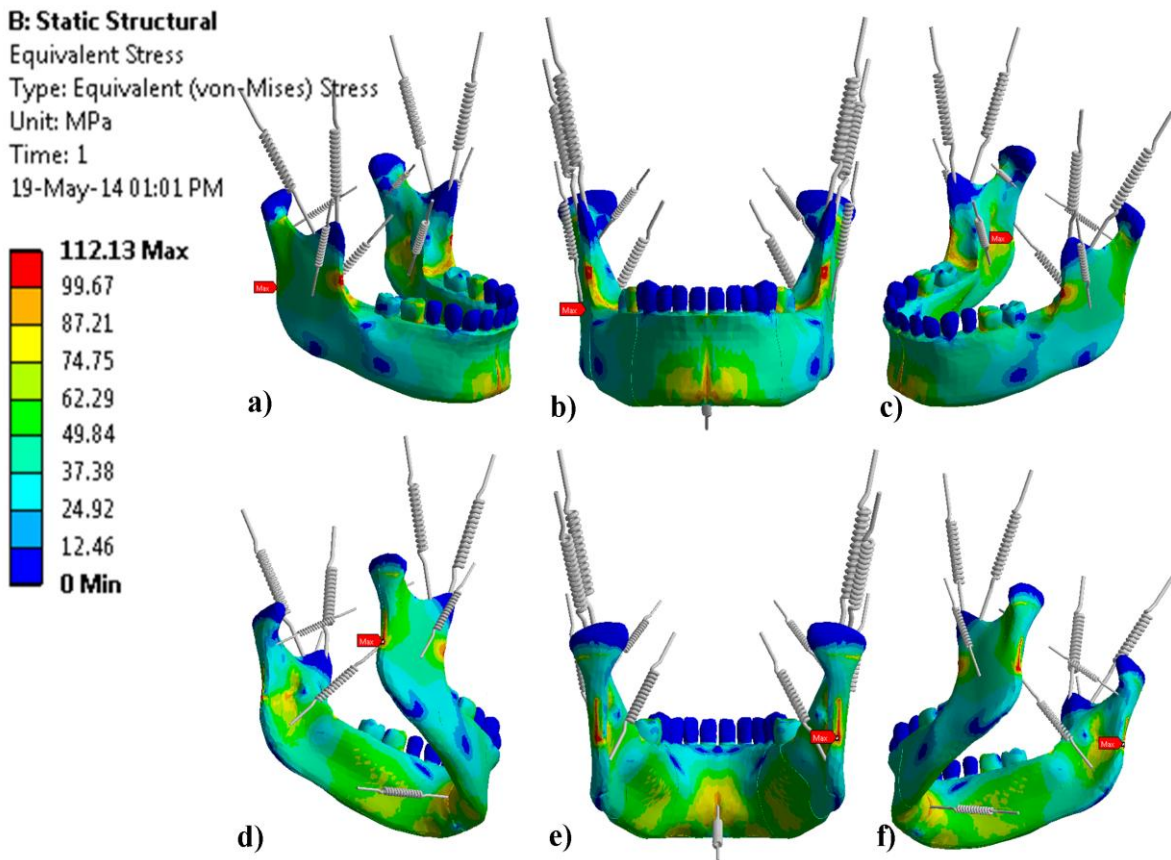
Rezultati su bazirani na kvalitativnoj i kvantitativnoj analizi distribucije napona, nakon simuliranog dejstva traumatske sile zadate iz dva različita pravca, na dobijenim modelima donje vilice. Kvalitativna analiza podrazumeva hromatsku analizu distribucije efektivnog (von Mises) napona, kompresivnog i zateznog napona, dok je kvantitativna analiza zasnovana na izračunavanju maksimalnih i prosečnih vrednosti efektivnog napona, kao i na izračunavanju indeksa popuštanja kosti- *FI* na tenziju i kompresiju, u regionima donjeviličnih uglova i zglobnih nastavaka.

### **6.2.1. Distribucija efektivnog (von Mises) napona**

Distribucija napona u regionu donjeviličnog ugla i zglobnog nastavka je pokazala zavisnost od prisustva i položaja donjeg trećeg molara, kao i od pravca/mesta dejstva simulirane traumatske sile.

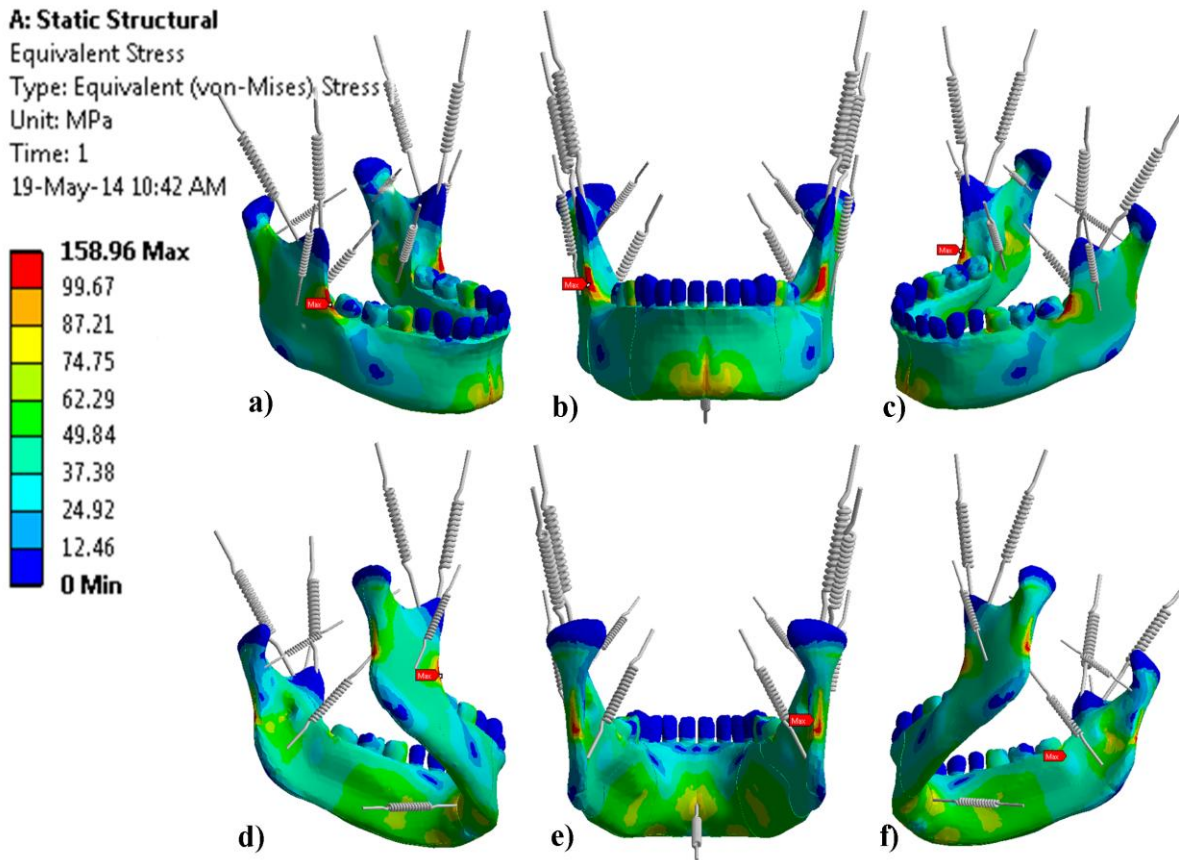
#### ***A. Frontalni udarac***

Na slikama 17, 18, 19 i 20, prikazana je distribucija efektivnog (von Mises) napona na modelima 1,2,3 i 4, nakon simuliranog dejstava sile u predelu brade.



**Slika 17 Hromatski prikaz distribucije efektivnog (von Mises) napona na modelu 1 (bez trećeg molara), nakon simuliranja dejstva sile u frontalnom regionu donje vilice**

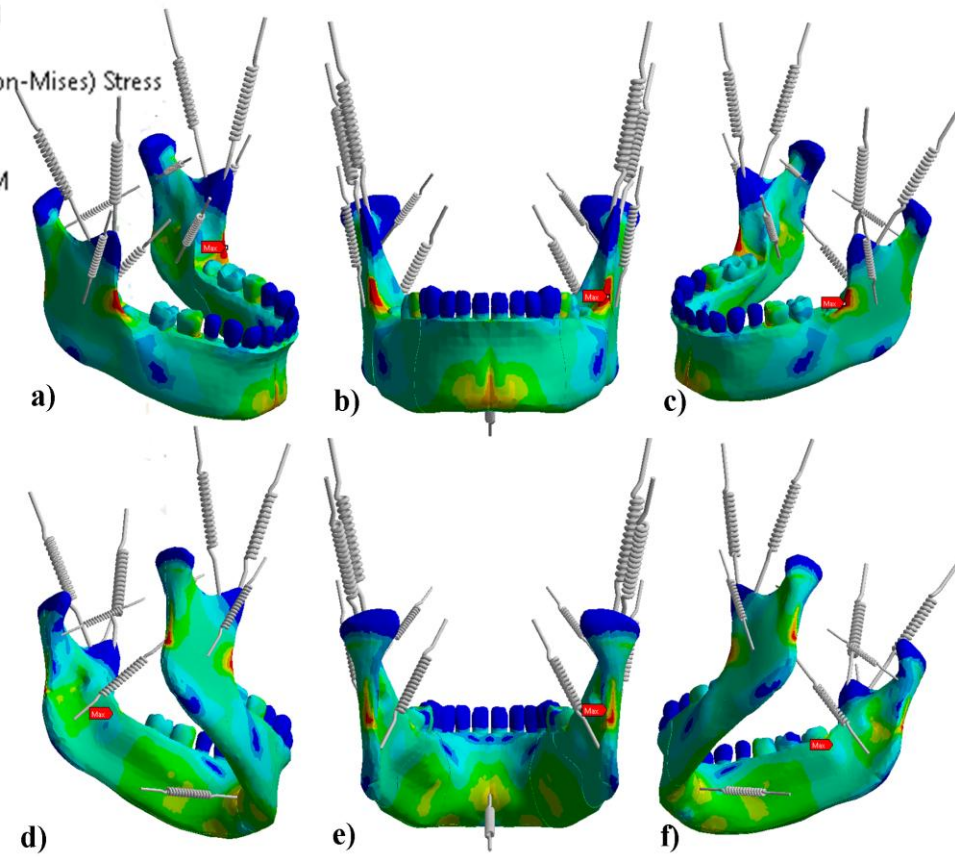
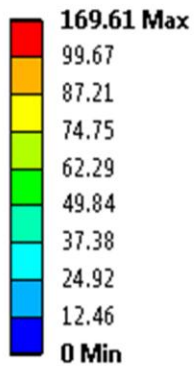
- a) Pogled na spoljašnji aspekt donje vilice, sa desne strane
- b) Pogled na spoljašnji aspekt donje vilice, spreda
- c) Pogled na spoljašnji aspekt donje vilice, sa leve strane
- d) Pogled na unutrašnji aspekt donje vilice, sa leve strane
- e) Pogled na unutrašnji aspekt donje vilice, otpozadi
- f) Pogled na unutrašnji aspekt donje vilice, sa desne strane



**Slika 18 Hromatski prikaz distribucije efektivnog (von Mises) napona na modelu 2 (sa izniklim trećim molarom), nakon simuliranja dejstva sile u frontalnom regionu donje vilice**

- a) Pogled na spoljašnji aspekt donje vilice, sa desne strane
- b) Pogled na spoljašnji aspekt donje vilice, spreda
- c) Pogled na spoljašnji aspekt donje vilice, sa leve strane
- d) Pogled na unutrašnji aspekt donje vilice, sa leve strane
- e) Pogled na unutrašnji aspekt donje vilice, otpozadi
- f) Pogled na unutrašnji aspekt donje vilice, sa desne strane

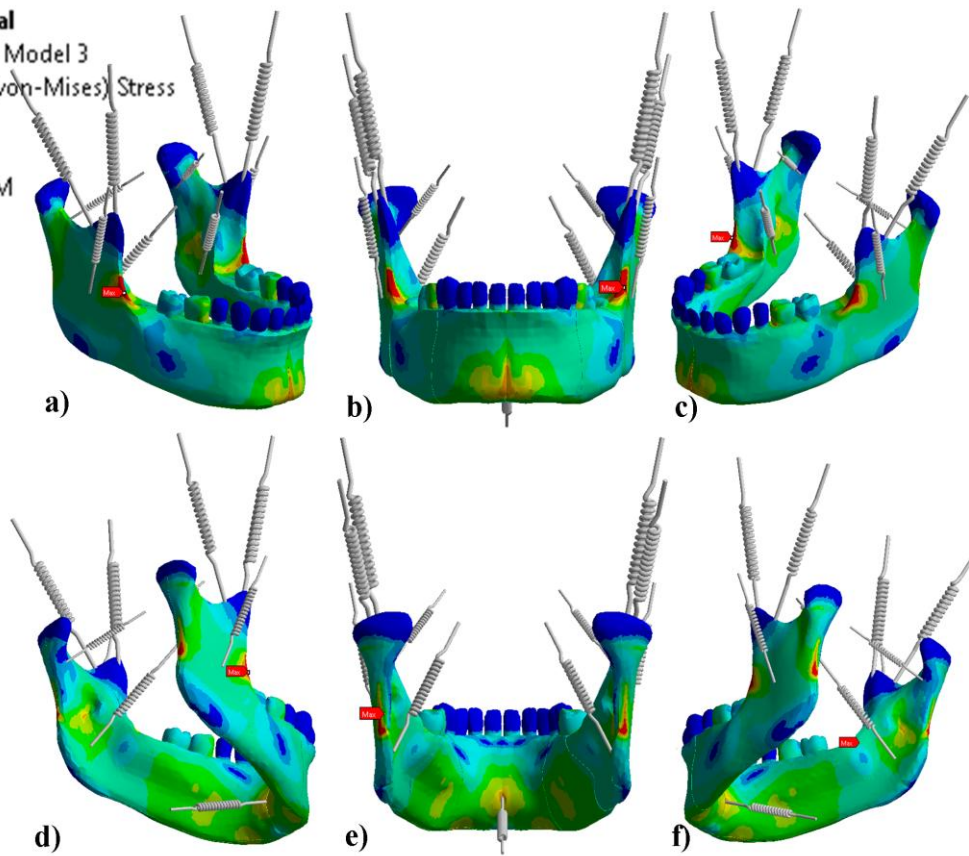
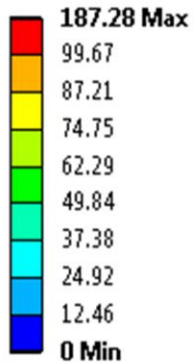
**B: Static Structural**  
 Equivalent Stress  
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
 Unit: MPa  
 Time: 1  
 19-May-14 10:08 AM



**Slika 19 Hromatski prikaz distribucije efektivnog (von Mises) napona na modelu 3 (sa delimično izniklim trećim molarom), nakon simuliranja dejstva sile u frontalnom regionu donje vilice**

- a) Pogled na spoljašnji aspekt donje vilice, sa desne strane
- b) Pogled na spoljašnji aspekt donje vilice, spreda
- c) Pogled na spoljašnji aspekt donje vilice, sa leve strane
- d) Pogled na unutrašnji aspekt donje vilice, sa leve strane
- e) Pogled na unutrašnji aspekt donje vilice, otpozadi
- f) Pogled na unutrašnji aspekt donje vilice, sa desne strane

**B: Static Structural**  
Equivalent Stress - Model 3  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
Unit: MPa  
Time: 1  
07-Oct-14 10:53 PM

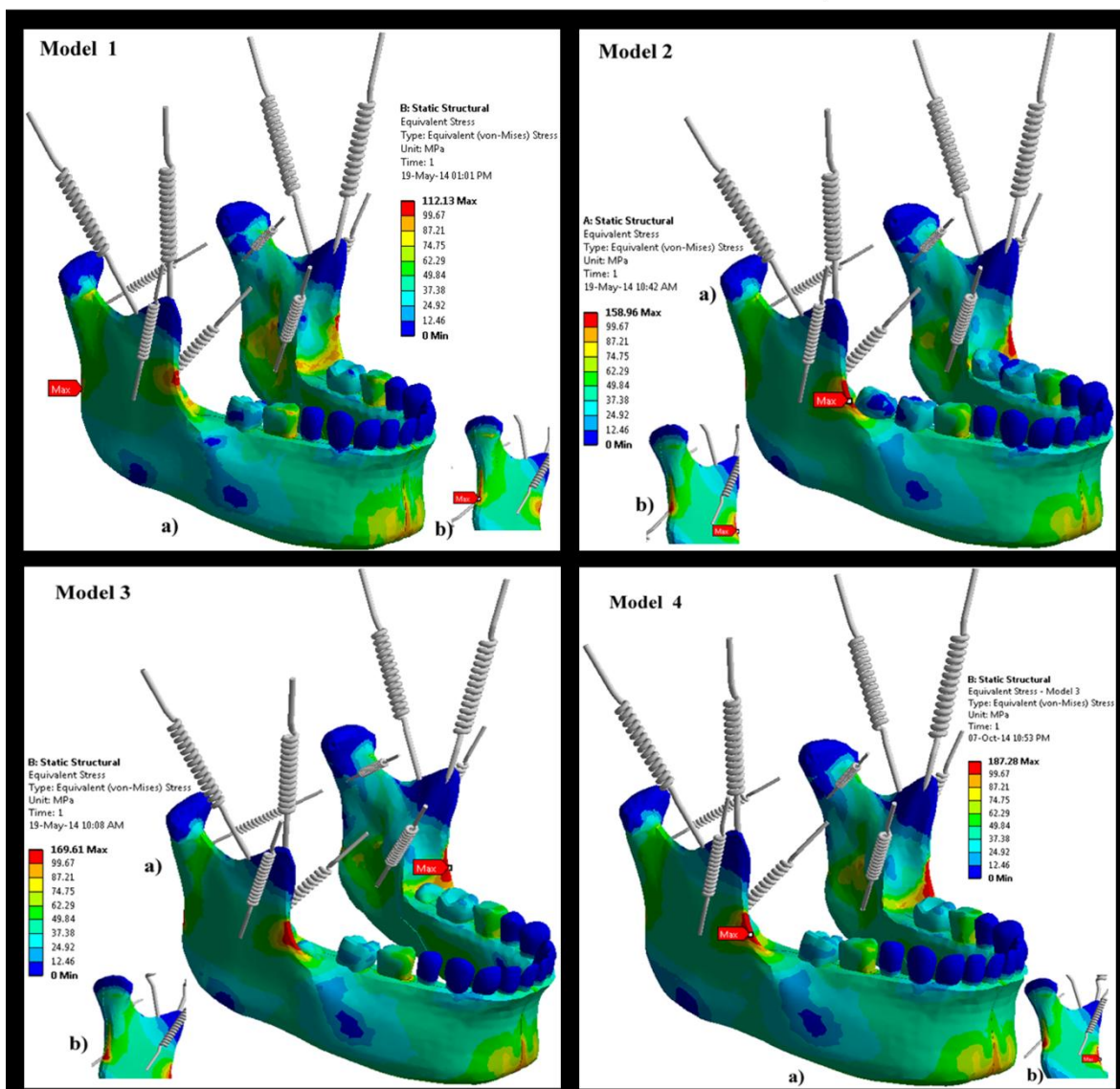


**Slika 20 Hromatski prikaz distribucije efektivnog (von Mises) napona na modelu 4 (sa neizniklim-impaktiranim trećim molarom), nakon simuliranja dejstva sile u frontalnom regionu donje vilice**

- a) Pogled na spoljašnji aspekt donje vilice, sa desne strane
- b) Pogled na spoljašnji aspekt donje vilice, spreda
- c) Pogled na spoljašnji aspekt donje vilice, sa leve strane
- d) Pogled na unutrašnji aspekt donje vilice, sa leve strane
- e) Pogled na unutrašnji aspekt donje vilice, otpozadi
- f) Pogled na unutrašnji aspekt donje vilice, sa desne strane

Pri dejstvu frontalne sile napon se u najvećoj meri koncentrisao na mestu dejstva sile, zatim obostrano retromolarno- na prelazu regiona donjeviličnog ugla u viličnu granu, i obostrano na zadnjoj strani vrata zglobnog nastavka. U retromolarnom regionu, najveća vrednost napona je izmerena na modelu 4, zatim na modelima 3, 2 i 1, navedenim redosledom. Međutim, napon izmeren u regionu zglobnog nastavka pokazuje drugačiji redosled opadajućih vrednosti napona između modela: model 1 > model 4 > model 2 > model 3. Poređenje vrednosti napona u regionu ugla i zglobnog nastavka na svakom od modela pokazalo je veći napon u regionu ugla na modelima 4, 3 i 2, za razliku od modela 1, gde su izmerene veće vrednosti u regionu zglobnog nastavka (slika 14) (tabela 28).

## EFEKTIVNI NAPON (VON MISES)



**Slika 21** Hromatski prikaz distribucije efektivnog (von Mises) napona na analiziranim modelima u slučaju simuliranog dejstva frontalne sile (u regionu brade)

**Tabela 28 Kvantitativna analiza. Maksimalne i prosečne vrednosti efektivnog napona izmerenog u regionima donjeviličnog ugla i zglobnog nastavka pri dejstvu frontalne sile**

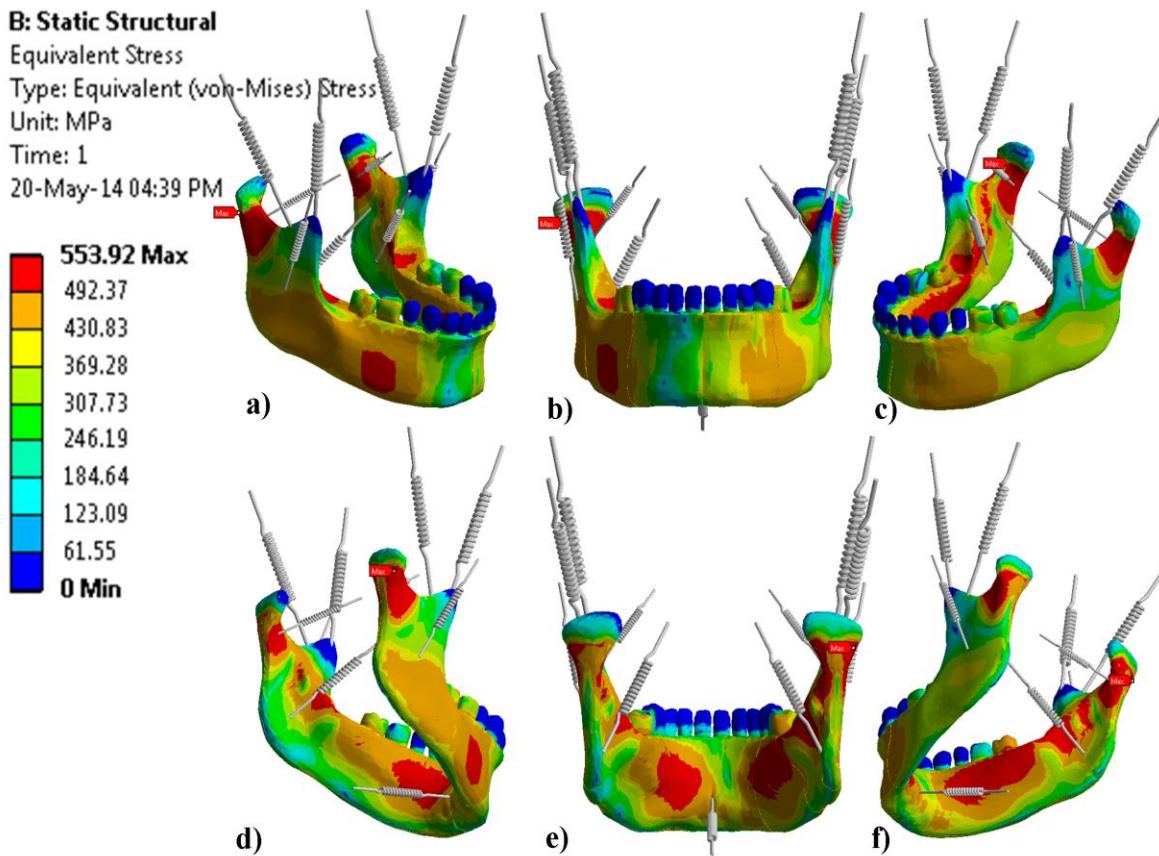
<b>MODELI DONJE VILICE</b>				
<b>REGION</b>	<b>Model 1 (Mpa)</b>	<b>Model 2 (Mpa)</b>	<b>Model 3 (Mpa)</b>	<b>Model 4 (Mpa)</b>
<b>Donjevilični ugao</b>	m 77,3 p 72,3± 5,0	m 109,6 p 100,2±9,4	m 114,1 p 104,6 ±9,5	m 121,4 p 115,8±5,6
<b>Zglobni nastavak</b>	m 93,5 p 89,3± 4,2	m 79,7 p 73,2±6,5	m 78,5 p 71,1±7,4	m 87,3 p 80,3±7,0

MPa (mega paskali); m- maksimalni napon, p- prosečni napon

### ***B. Lateralni udarac***

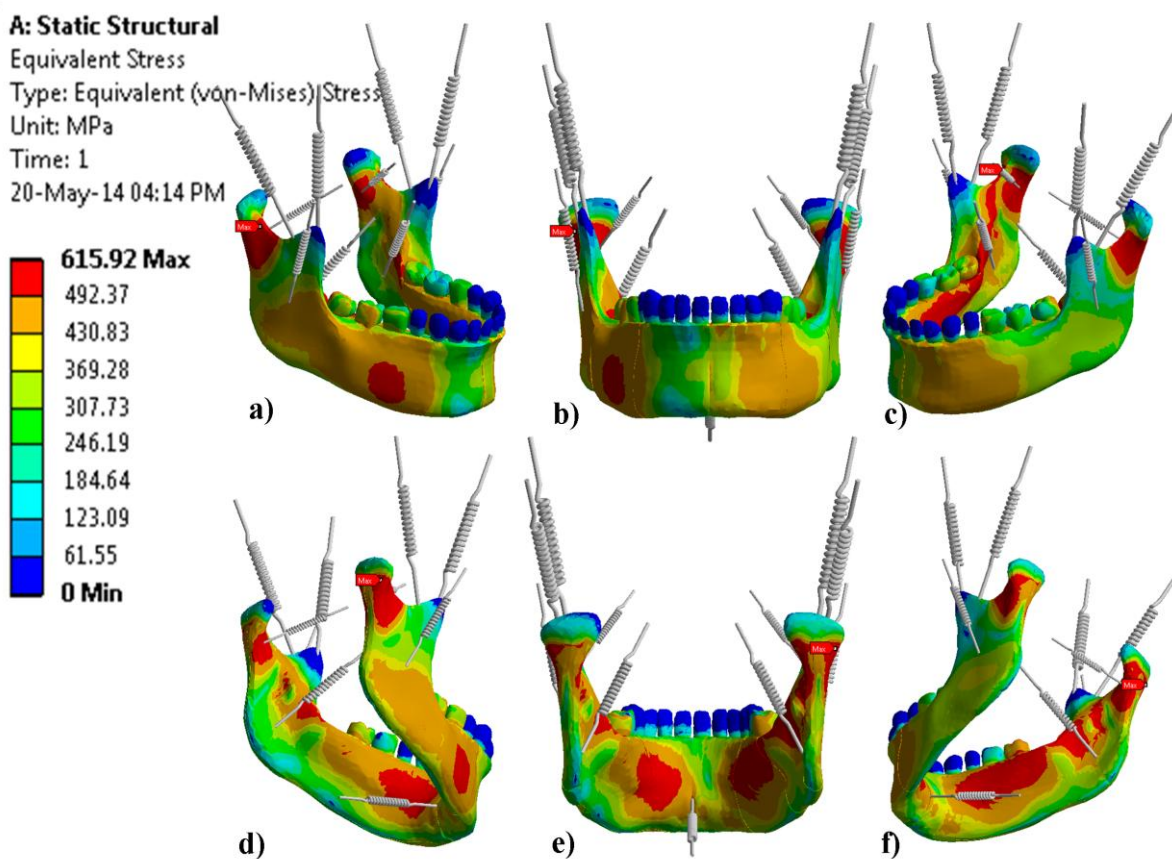
Na slikama 22, 23, 24, i 25 prikazana je distribucija efektivnog (von Mises) napona na modelima 1,2,3 i 4, nakon simuliranog dejstava lateralne sile.





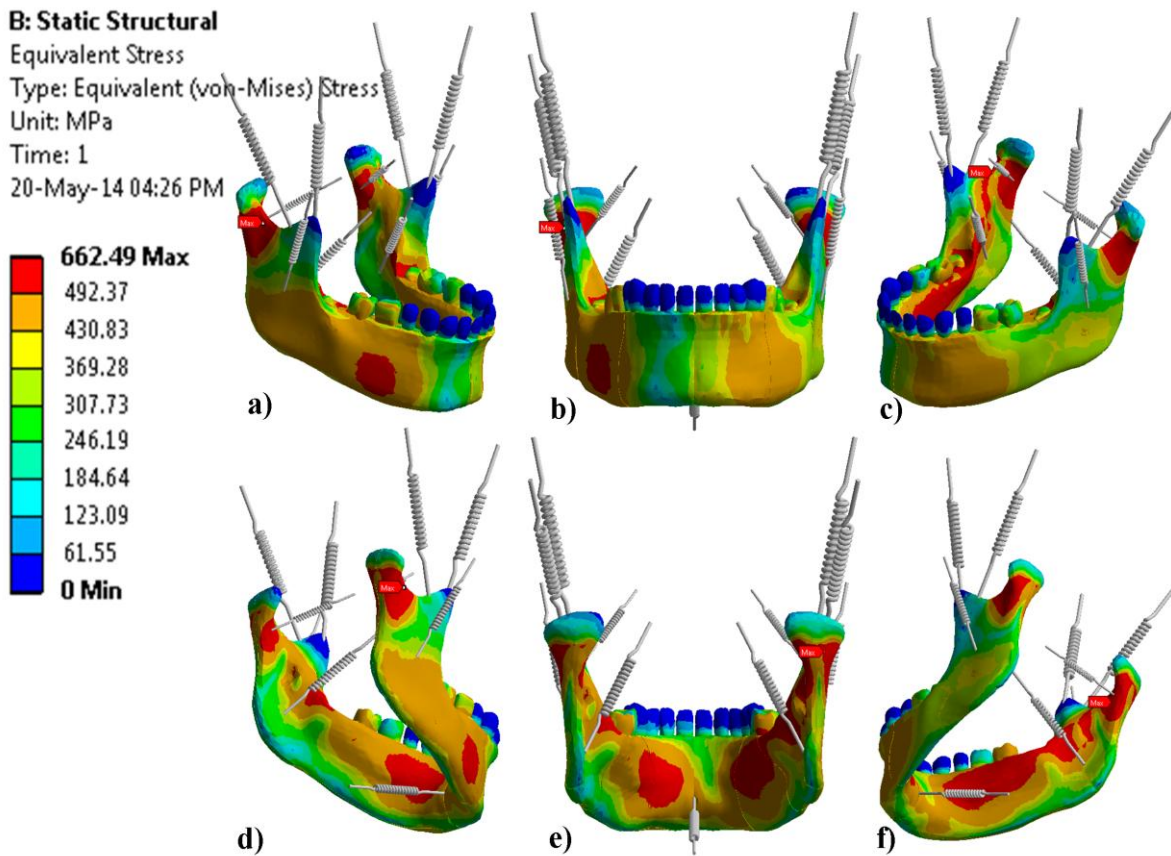
**Slika 22 Hromatski prikaz distribucije efektivnog (von Mises) napona na modelu 1 (bez trećeg molara), nakon simuliranja dejstva sile u bočnom regionu donje vilice**

- a) Pogled na spoljašnji aspekt donje vilice, sa desne strane
- b) Pogled na spoljašnji aspekt donje vilice, spreda
- c) Pogled na spoljašnji aspekt donje vilice, sa leve strane
- d) Pogled na unutrašnji aspekt donje vilice, sa leve strane
- e) Pogled na unutrašnji aspekt donje vilice, otpozadi
- f) Pogled na unutrašnji aspekt donje vilice, sa desne strane



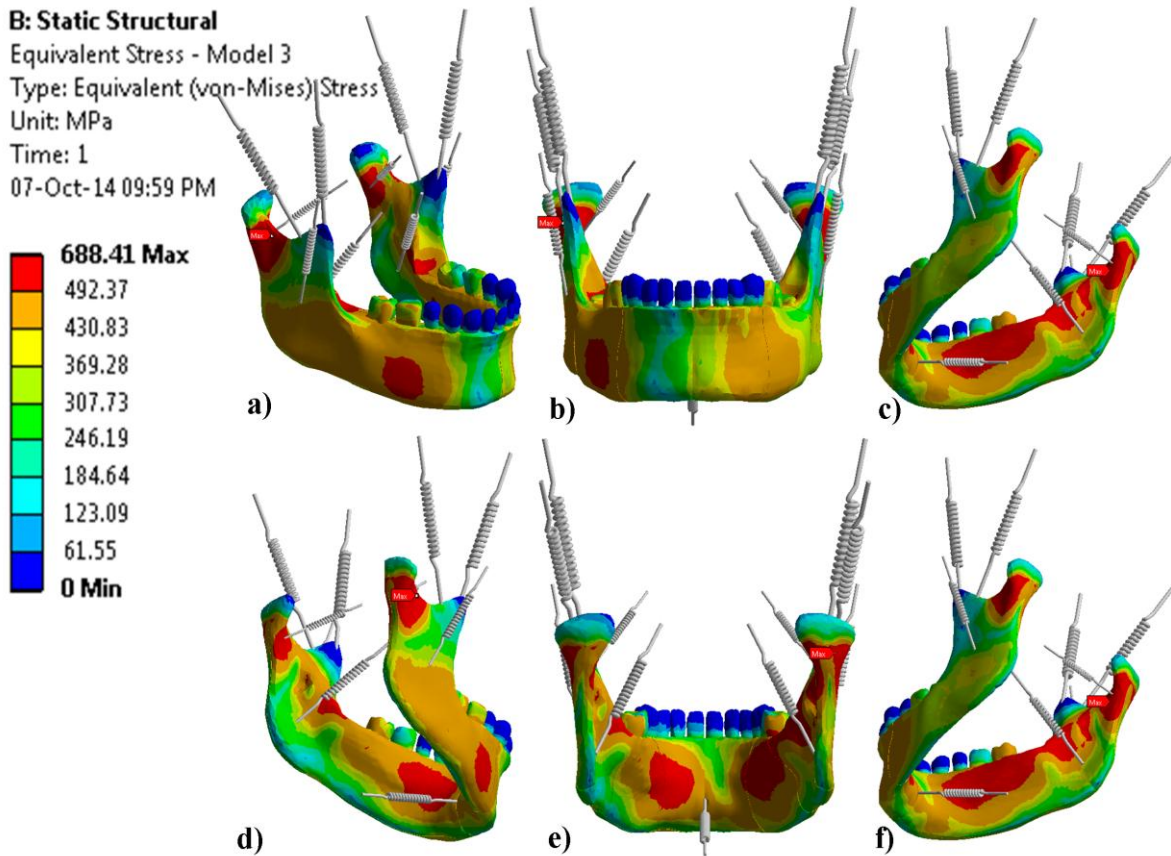
**Slika 23 Hromatski prikaz distribucije efektivnog (von Mises) napona na modelu 2 (sa izniklim trećim molarom), nakon simuliranja dejstva sile u bočnom regionu donje vilice**

- a) Pogled na spoljašnji aspekt donje vilice, sa desne strane
- b) Pogled na spoljašnji aspekt donje vilice, spreda
- c) Pogled na spoljašnji aspekt donje vilice, sa leve strane
- d) Pogled na unutrašnji aspekt donje vilice, sa leve strane
- e) Pogled na unutrašnji aspekt donje vilice, otpozadi
- f) Pogled na unutrašnji aspekt donje vilice, sa desne strane



**Slika 24 Hromatski prikaz distribucije efektivnog (von Mises) napona na modelu 3 (sa delimično izniklim trećim molarom), nakon simuliranja dejstva sile u bočnom regionu donje vilice**

- a) Pogled na spoljašnji aspekt donje vilice, sa desne strane
- b) Pogled na spoljašnji aspekt donje vilice, spreda
- c) Pogled na spoljašnji aspekt donje vilice, sa leve strane
- d) Pogled na unutrašnji aspekt donje vilice, sa leve strane
- e) Pogled na unutrašnji aspekt donje vilice, otpozadi
- f) Pogled na unutrašnji aspekt donje vilice, sa desne strane



**Slika 25 Hromatski prikaz distribucije efektivnog (von Mises) napona na modelu 4 (sa neizniklim-impaktiranim trećim molarom), nakon simuliranja dejstva sile u frontalnom regionu donje vilice**

- a) Pogled na spoljašnji aspekt donje vilice, sa desne strane
- b) Pogled na spoljašnji aspekt donje vilice, spreda
- c) Pogled na spoljašnji aspekt donje vilice, sa leve strane
- d) Pogled na unutrašnji aspekt donje vilice, sa leve strane
- e) Pogled na unutrašnji aspekt donje vilice, otpozadi
- f) Pogled na unutrašnji aspekt donje vilice, sa desne strane

Nakon simuliranog dejstva lateralne sile, najveće koncentracije napona na svim modelima su zabeležene: na mestu dejstva sile, u regionima ipsilateralnog zglobnog nastavka i ugla (unutrašnji aspekti), i u regionima kontralateralnog zglobnog nastavka i ugla (spoljašnji aspekti). U regionima donjeviličnog ugla (i ipsilateralno i kontralateralno), najveći napon je zabeležen na modelu 4, zatim na modelima 3, 2 i 1, navedenim redosledom. Napon izmeren u regionu ipsilateralnog zglobnog nastavka je pokazao sledeći redosled opadajućih vrednosti između modela: model 4 > model 3 > model 2 > model 1. Međutim, kontralateralni zglobni nastavak je pokazao drugačiji redosled opadajućih vrednosti napona između modela: model 1 > model 4 > model 2 > model 3 (slika 26) (tabela 29).

## EFEKTIVNI NAPON (VON MISES)

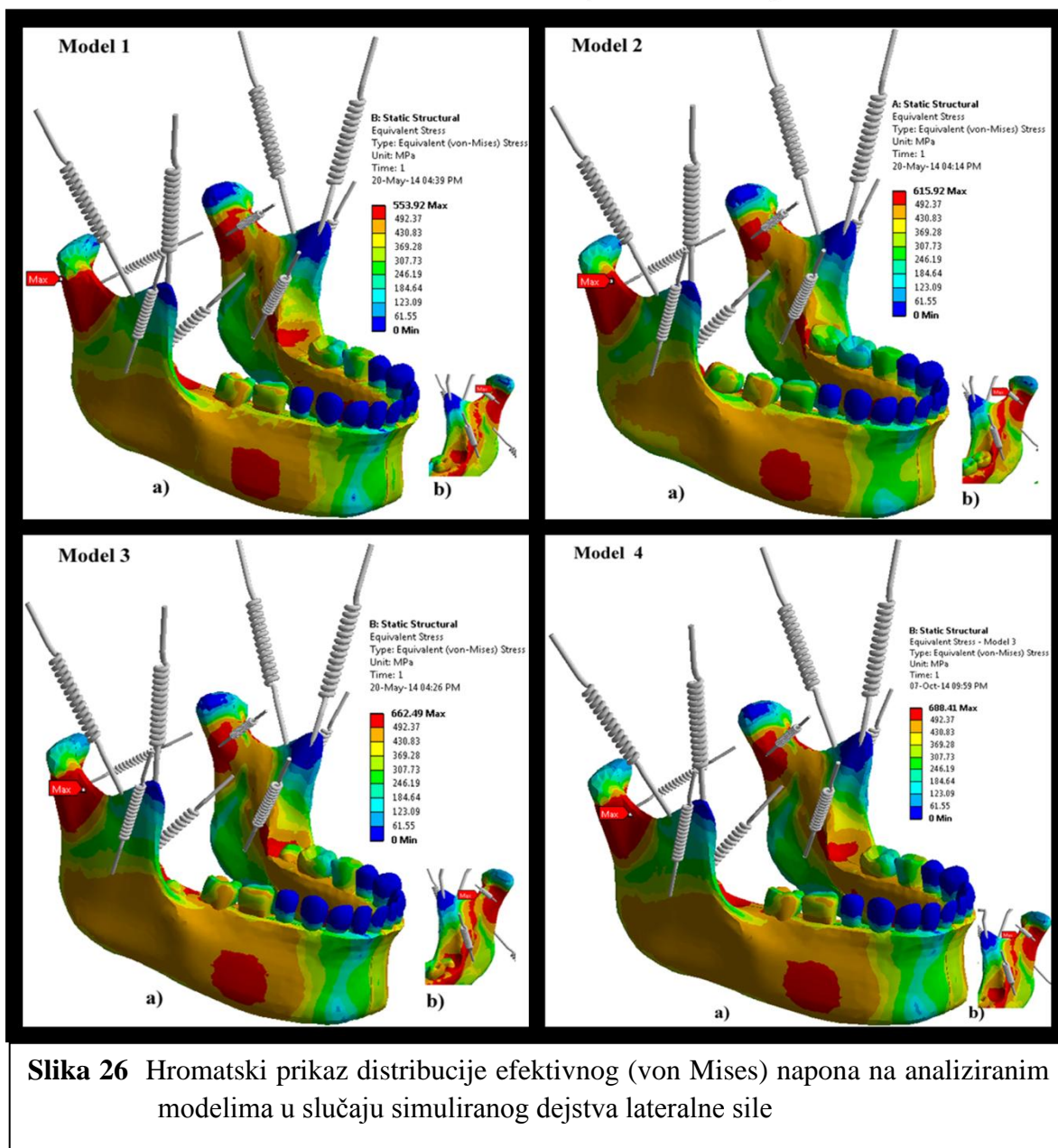


Tabela 29 pokazuje izmerene vrednosti napona u regionu ugla i zglobnog nastavka sa ipsilateralne i kontralateralne strane, na svakom od prikazanih modela. Poređenje napona u regionu ugla i zglobnog nastavka obostrano, na svakom od modela, je pokazalo sledeće:

- Na ipsilateralnoj strani, zglobni nastavak je pokazao veći napon u odnosu na region ugla, na svim modelima.
- Na kontralateralnoj strani, distribucija napona između zglobnog nastavka i regiona ugla se razlikovala na modelu 1, u poređenju sa modelima 2, 3 i 4. Na poslednja tri modela veći napon je zabeležen u regionu ugla, dok je na modelu 1 veći napon zabeležen u regionu zglobnog nastavka.

**Tabela 29 Kvantitativna analiza. Maksimalne i prosečne vrednosti efektivnog napona izmerenog u regionima donjeviličnog ugla i zglobnog nastavka pri simuliranom dejstvu lateralne sile**

<b>MODELI DONJE VILICE</b>				
<b>REGION</b>	<b>Model 1 (Mpa)</b>	<b>Model 2 (Mpa)</b>	<b>Model 3 (Mpa)</b>	<b>Model 4 (Mpa)</b>
Ipsilateralni ugao	m 437,7 p 428,5 ± 9,2	m 456,8 p 447,6±9,2	m 483,1 p 478,6±4,5	m 485,5 p 478,4±7,1
Ipsilateralni zglobni nastavak	m 511,9 p 501,3±10,6	m 579,2 p 570,1±9,1	m 632,1 p 624,3±7,8	m 640,9 p 635,8±5,1
Kontralateralni ugao	m 413,1 p 408,9 ±4,1	m 451,4 p 440,2 ±11,2	m 458,4 p 449,7±8,7	m 461,9 p 454,9± 7,0
Kontralateralni zglobni nastavak	m 473,1 p 463,1±10	m 448,8 p 439,6± 9,2	m 447,5 p 438,9±8,6	m 455,2 p 443,2± 12,0

MPa (mega paskali), m-maksimalni napon, p-prosečni napon

## 6. 2.2. Distribucija glavnih napona i odgovarajućih indeksa popuštanja - *failure index-a (FI)*

U cilju određivanja tipa napona koncentrisanog u regionima od interesa nakon simuliranja frontalnog i lateralnog udarca, na svim modelima je izvršena analiza glavnih napona sa izračunavanjem odgovarajućih indeksa popuštanja- *failure index-a (FI)*, slike 27, 28, 29 i 30.

Na slikama 27 i 28 je predstavljen hromatski prikaz distribucije glavnih napona:  $\sigma_1, \sigma_3$  i odgovarajućih *failure index-a*  $FI(\sigma_1)$  i  $FI(\sigma_3)$  svih modela nakon simuliranja frontalnog udarca.

Na slikama 29 i 30 predstavljen je hromatski prikaz distribucije glavnih napona:  $\sigma_1, \sigma_3$  i odgovarajućih *failure index-a*  $FI(\sigma_1)$  i  $FI(\sigma_3)$  svih modela nakon simuliranja lateralnog udarca.

### A. *Frontalni udarac*

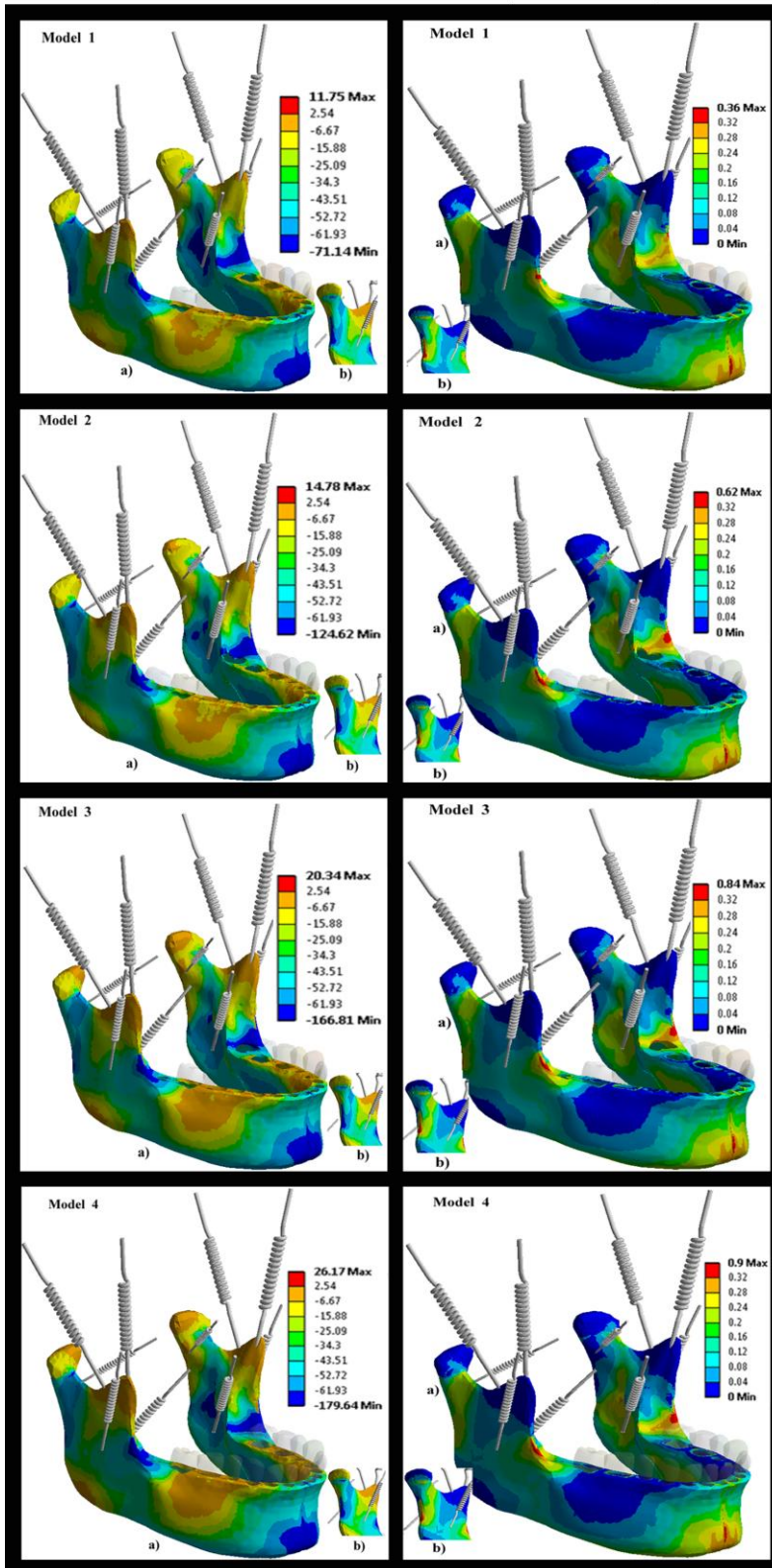
Nakon frontalnog udarca, kompresivni napon ( $\sigma_3$ ) -je bio najveći na mestu dejstva sile, u regionu ugla i na zadnjoj strani zglobnog nastavka obostrano, ali ni na jednom od modela nije došlo do popuštanja kosti (*failure*) na kompresiju (slika 27).

Zatezni napon ( $\sigma_1$ ) se koncentrisao u retromolarnoj regiji, na granici regiona ugla sa regionom vilične grane, a superiorno u odnosu na zonu kompresije, kao i na unutrašnjoj strani brade (simfize)- nasuprot mesta udarca. Popuštanje kosti ili *failure* ( $FI(\sigma_1) > 1$ ) je nastalo u retromolarnoj regiji modela 3 i 4 (slika 28).



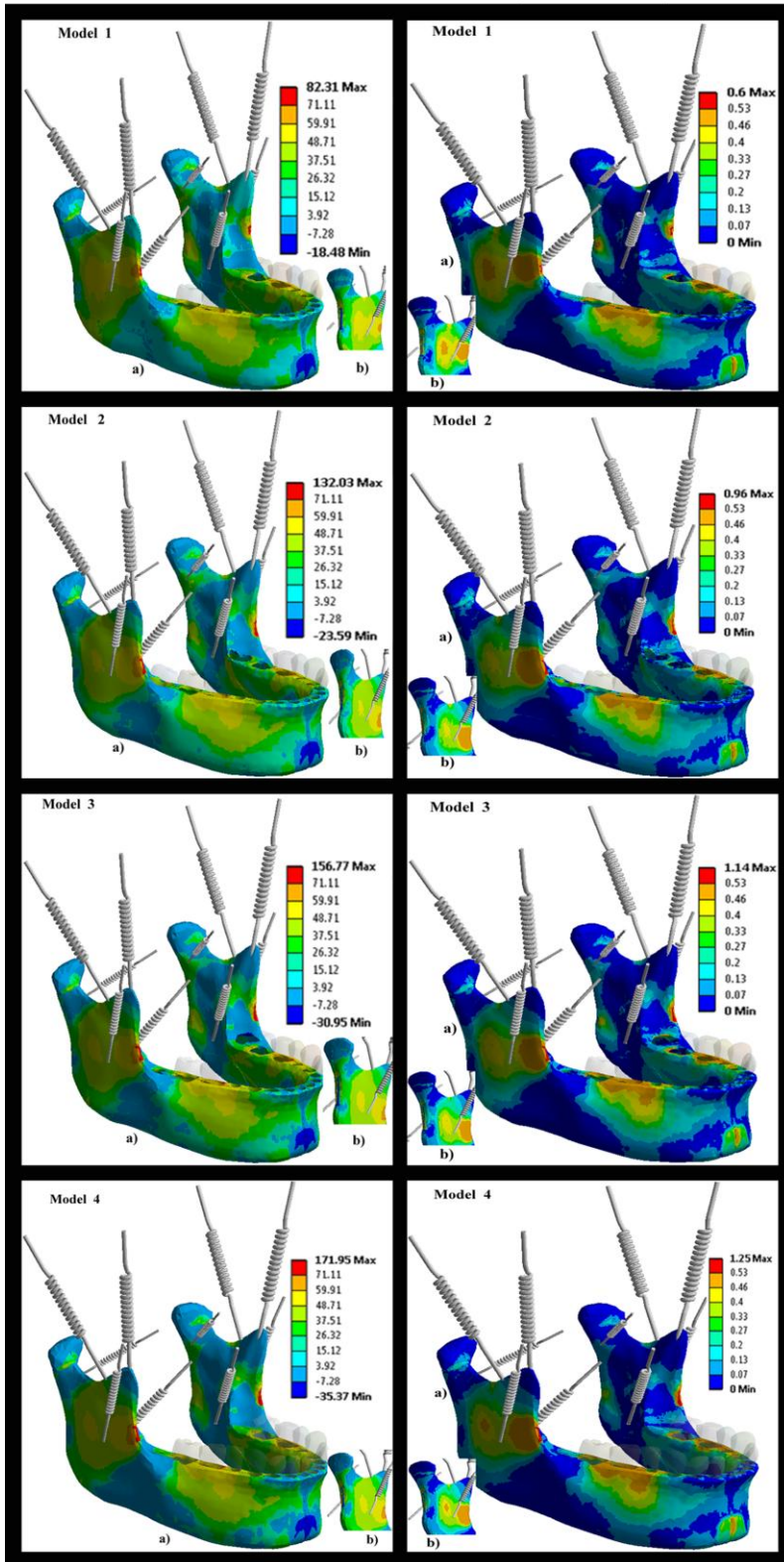
KOMPRESIVNI NAPON

FI- FAILURE INDEX  
(INDEKS POPUŠTANJA)



Slika 27

Hromatski prikaz distribucije kompresivnog napona i indeksa popuštanja (*FI*), nakon simuliranja frontalnog udara



**Slika 28**

Hromatski prikaz distribucije zateznog napona i indeksa popuštanja (*FI*), nakon simuliranja frontalnog udara

## ***B. Lateralni udarac***

Nakon lateralnog udarca, kompresivni napon se u najvećoj meri koncentrisao na mestu udarca, na unutrašnjoj strani ipsilateralnog zglobnog nastavka, spoljašnjoj strani kontralateralnog zglobnog nastavka i u kontralateralnom regionu ugla.

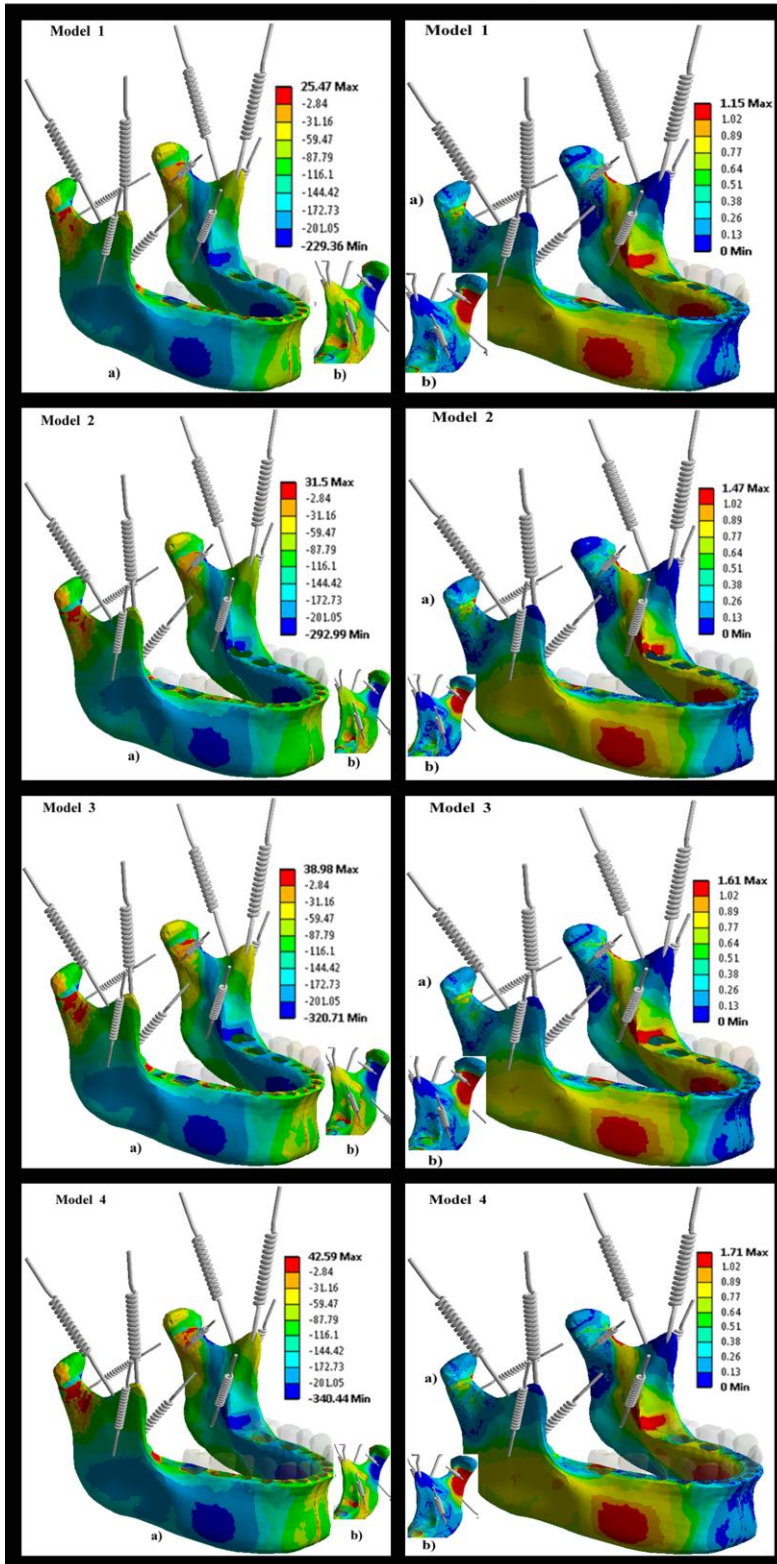
Koncentrisani kompresivni napon je na svim modelima doveo do popuštanja kosti, a failure index  $FI (\sigma_3)$  je bio najveći na modelu 4, pa zatim na modelima, 3, 2 i 1 (slika 29).

Zatezni napon se u najvećoj meri koncentrisao na spoljašnjoj strani ipsilateralnog zglobnog nastavka i u ipsilateralnom regionu ugla distalno od donjeg trećeg molara.

Koncentrisani zatezni napon je na svim modelima doveo do popuštanja kosti, a najveći *failure index - FI* ( $\sigma_1$ ) je pokazao model 4, zatim modeli 3, 2 i 1 (slika 30).

KOMPRESIVNI NAPON

FI- FAILURE INDEX  
(INDEKS POPUŠTANJA)

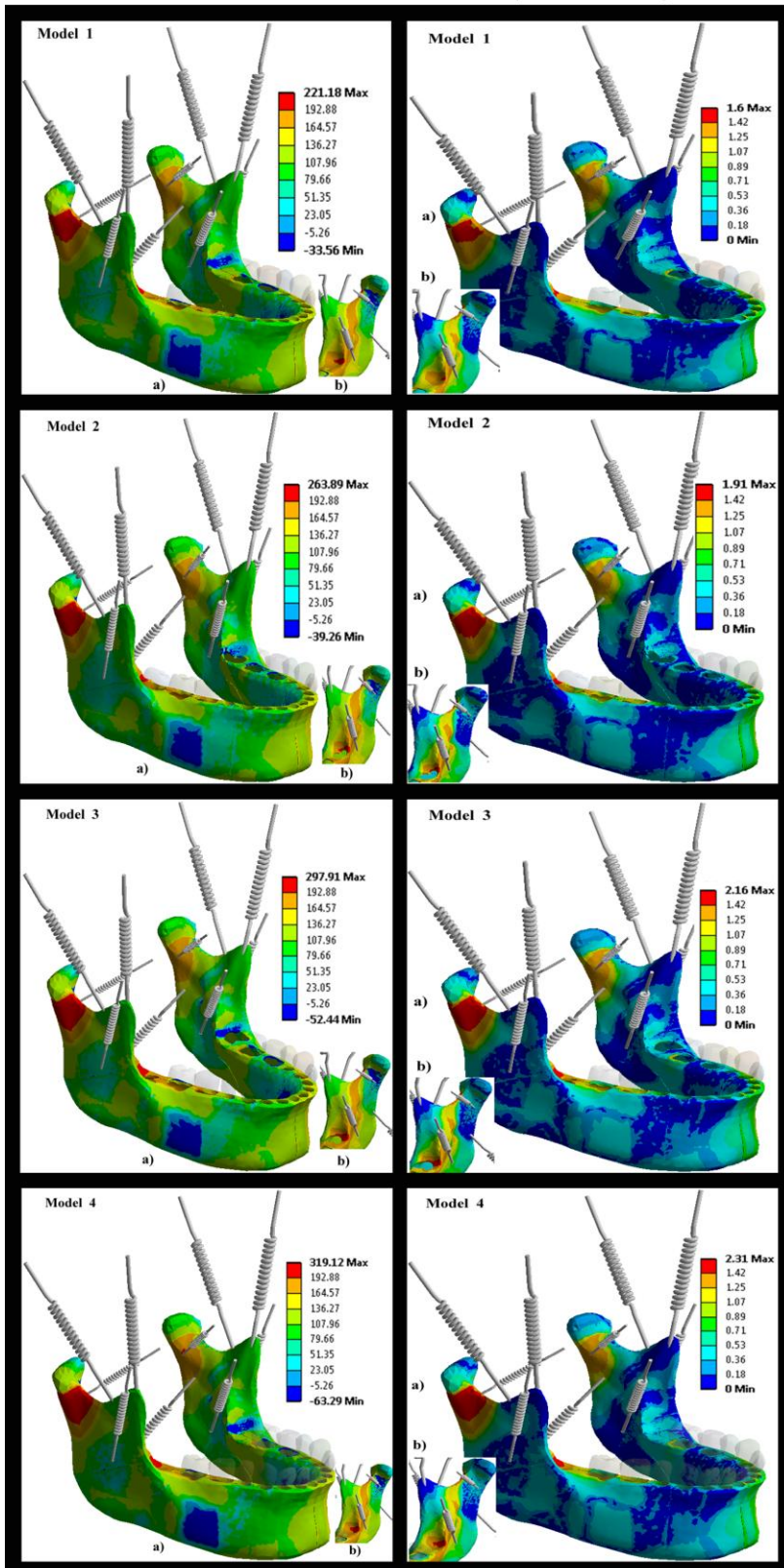


Slika 29

Hromatski prikaz distribucije kompresivnog napona i indeksa popuštanja (*FI*), nakon simuliranja lateralnog udara

ZATEZNI NAPON

FI- FAILURE INDEX  
(INDEKS POPUŠTANJA)



Slika 30

Hromatski prikaz distribucije zateznog napona i indeksa popuštanja (*FI*), nakon simuliranja lateralnog udara

## 7. DISKUSIJA

### 7.1. Epidemiologija preloma kostiju lica i vilica

Dosadašnje epidemiološke studije su ukazale na različitost podataka o prelomima kostiju lica i vilica (facijalnog skeleta) u odnosu na teritorijalnu pripadnost (*Hutchison i sar.* 1998; *Van Beek i Merckx* 1999; *Hogg i sar.* 2000; *Al Ahmed i sar.* 2004; *Bormann i sar.* 2009). Objašnjenje bi se moglo naći u različitim ekonomskim i socijalnim uslovima, obrascima ponašanja, kulturi i različitom zakonodavnom sistemu. Zapaženo je da prelomi kostiju lica i vilica češće nastaju u muškoj populaciji i mlađem životnom dobu, uglavnom kao posledica fizičkog sukoba, saobraćajne nesreće ili pada. Uočena je i značajna povezanost ovih preloma sa konzumiranjem alkoholnih pića, tj. sa napitim stanjem (*Hutchison i sar.* 1998). U epidemiološkim studijama sprovedenim u nekim zemljama (Singapur, Novi Zeland, Danska, Holandija, Japan i Indija) kao najčešći uzrok preloma kostiju lica i vilica navode se saobraćajne nezgode. U studijama sprovedenim u ekonomski slabije razvijenim područjima, poput delova subsaharske Afrike, povrede facijalnog skeleta su najčešće bile rezultat interpersonalnog nasilja, u vidu fizičkog sukoba i obračuna vatrenim oružjem (*Aksoy i sar.* 2002; *Lee i sar.* 2010; *Gandhi i sar.* 2011). Trauma kostiju lica i vilica predstavlja ogroman problem, usled značajnog negativnog uticaja na opšte psihofizičko stanje pojedinca i usled pratećih socioekonomskih posledica koje ne mogu biti zanemarene (*Boffano i sar.* Jan 2015).

Usled svoje prominentne i “nezaštićene” pozicije, donja vilica predstavlja jednu od najčešće povređivanih kosti facijalnog skeleta. U većini kliničko-epidemioloških studija prelomi donje vilice se nalaze na prvom mestu po učestalosti u odnosu na ostale delove facijalnog skeleta (*Delilbasi i sar.* 2004; *Mourouzis i sar.* 2005; *Naveen Shankar i sar.* 2012; *Bali i sar.* 2013; *Rajput i Bariar* 2013, *Boffano i sar.* Aug 2015), ili ovu poziciju dele sa prelomima jagodičnih kostiju (*van den Bergh i sar.* 2012; *van Hout i sar.* 2013). Socioekonmski značaj preloma donje vilice ogleda se u troškovima njihovog konzervativnog i hirurškog tretmana, hospitalizacije, ambulanti kontrola i, naravno, u

gubitku prihoda na makroekonomskom nivou usled dužeg oporavka povređenog, izostanka sa posla itd... Prelom donje vilice zahteva posebnu pažnju kliničara, jer njegove moguće posledice, poput poremećaja okluzije, poremećene funkcije žvakanja, sindroma disfunkcije temporomandibularnog zgloba, hroničnog facijalnog bola, i narušene estetike lica u znatnoj meri mogu pogoršati kvalitet života povređenog. Epidemiološke studije koje se bave prelomima donje vilice, kao najučestalijim povredama facijalnog skeleta, imaju poseban klinički značaj jer utiču na razvoj efikasnijih načina prevencije i tretmana ovih preloma, kao i na razvoj mera za poboljšanje kvaliteta života povređenih.

Epidemiološke studije (*Delilbasi i sar.* 2004; *Mourouzis i sar.* 2005; *Naveen Shankar i sar.* 2012; *van den Bergh i sar.* 2012; *Bali i sar.* 2013; *Rajput i Bariar* 2013; *van Hout i sar.* 2013) su pokazale da su prelomi facijalnog skeleta uopšte, pa i donje vilice značajno učestaliji u muškoj polpulaciji. Prelomi donje vilice u navedenim studijama su bili najučestaliji u uzrastu od 21-30 godine života, dok drugu poziciju zauzimaju susedne starosne grupe: od 11-20 godine (*Verma i Chambers*, 2014.) ili od 31-40 godine (*Morris i sar.* 2015.; *Boffano i sar.* Aug 2015). U skladu sa citiranim studijama, u našoj studiji je značajno veći procenat pacijenata bio muškog pola (86%), a najveći broj pacijenata sa prelomom donje vilice je bio u trećoj deceniji, tj. u starosnoj grupi od 21-30 godine, a zatim u susednim starosnim grupama: od 15-20 godina i od 31-40 godina (strana 34, grafikon 1).

Saobraćajne nezgode i fizički sukobi ostaju vodeći uzroci preloma donje vilice (kao i facijalnog skeleta uopšte), praćeni padom i povredama u sportu, iako razlike postoje između različitih ispitivanih populacija, što se objašnjava razlikama u socio-ekonomskim uslovima, kulturi i zakonodavnom sistemu. Uočavaju se i razlike u okviru istih populacija ispitivanih u različitim vremenskim periodima (tabela 30). Ove razlike bi se mogle objasniti promenama saobraćajnih propisa o dozvoljenoj brzini, o obaveznoj upotrebi pojasa, zaštitnih kaciga, ali i porastom urbanog nasilja i starenjem populacije, kao posledicom dužeg životnog veka i niskog nataliteta.

**Tabela 30 Distribucija etioloških faktora preloma donje vilice. Pregled literature.**

<i>Autori</i>	Godina publik.	Vremenski period	Država	<b>Etiologija povrede</b>				
				Saobraćaj	Fizički sukob	Pad	Sport	Ostalo
<i>Olson i sar.</i>	1982	1972-1978	Ajova, SAD	48%	34%	8%	2%	7%
<i>Ellis i sar.</i>	1985	1974-1983	Škotska	18%	51%	21%	4%	5%
<i>Adi ii sar.</i>	1990	1977-1985	Škotska	17%	54%	18%	4%	7%
<i>Fridrich i sar.</i>	1992	1979-1989	Ajova, SAD	31%	47%	7%	5%	8%
<i>Dongas i Hall</i>	2002	1993-1999	Australija	13%	55%	5%	17%	10%
<i>King i sar.</i>	2004	7-godišnji period	Ilinois, SAD	30%	49%	13%	N	5%
<i>Qudah i sar.</i>	2005	1993-2002	Jordan	39%	18%	34%	7%	2%
<i>Martini i sar.</i>	2006	2001	Brazil	31%	26%	12%	N	19%
<i>Sakr i sar.</i>	2006	1991-2000	Egipat	41%	16%	36%	5%	2%
<i>Czerwinski i sar.</i>	2008	1998-2003	Kanada	26%	41%	18%	10%	3%
<i>Subhashraj i sar.</i>	2008	2000-2004	Indija	86%	6%	N	N	8%
<i>Bormann i sar.</i>	2009	2000-2005	Nemačka	11%	28%	26%	10%	25%
<i>de Matos i sar.</i>	2010	2002-2005	Brazil	33%	22%	20%	5%	20%
<i>Chrcanovic i sar.</i>	2012	2000-2002	Brazil	27%	20%	19%	2%	30%
<i>Rashid i sar.</i>	2013	2005-2010	Engleska	4%	72%	18%	5%	2%
<i>Verma i Chambers</i>	2014	2011-2013	Tasmania Australija	5%	61%	15%	17%	2%
<i>Morris i sar.</i>	2015	1993-2010	Teksas, SAD	31%	47%	9%	4%	8%

U našoj studiji, sprovedenoj na teritoriji Srbije, na prvom mestu u etiologiji preloma donje vilice nalazio se fizički sukob. Etiologija preloma se razlikovala u muškoj i ženskoj populaciji. Među muškarcima je najučestaliji uzrok preloma bio fizički sukob, dok je među ženama bio pad (strana 35, tabela 2), u skladu sa epidemiološkom studijom *Boffano-a i sar.* Aug 2015.



Distribucija preloma donje vilice po lokalizaciji, tj. anatomskim regionima takođe varira u prethodno sprovedenim epidemiološkim studijama (tabela 31).

**Tabela 31 Distribucija preloma donje vilice po lokalizaciji. Pregled literature**

<i>Autori</i>	God. publ.	Vremenski period (godina)	Država	Lokalizacija preloma donje vilice					
				Zglobni nastavak	Mišićni nastavak	Vilična grana	Vilični ugao	Telo	Simfiza
<i>Olson i sar.</i>	1982	1972-1978	Ajova, SAD	29%	1%	2%	24%	16%	22%
<i>Ellis i sar.</i>	1985	1974-1983	Škotska	29%	2%	3%	23%	33%	8%
<i>Adi ii sar.</i>	1990	1977-1985	Škotska	26%	2%	4%	19%	26%	19%
<i>Fridrich i sar.</i>	1992	1979-1989	Ajova, SAD	26%	1%	2%	27%	11%	24%
<i>Dongas i Hall</i>	2002	1993-1999	Australija	24%	1,5%	2%	32%	18%	19%
<i>King i sar.</i>	2004	7-godišnji period	Ilinois, SAD	23%	-	6%	15%	21%	34%
<i>Qudah i sar.</i>	2005	1993-2002	Jordan	21%	2%	19%	22%	28%	8%
<i>Martini i sar.</i>	2006	2001	Brazil	16%	2%	4%	12%	31%	27%
<i>Sakr i sar.</i>	2006	1991-2000	Egipat	19%	1%	1%	22%	21%	29%
<i>Czerwinski i sar.</i>	2008	1998-2003	Kanada	25%	2%	4,5%	23%	14%	29%
<i>Subhashraj i sar.</i>	2008	2000-2004	Indija	22%	1%	3	12%	6%	45%
<i>Bormann i sar.</i>	2009	2000-2005	Nemačka	42%	0,3%	2%	20%	15%	21%
<i>de Matos i sar.</i>	2010	2002-2005	Brazil	28%	2%	4%	18%	25%	22%
<i>Chrcanovic i sar.</i>	2012	2000-2002	Brazil	30%	1%	2%	15%	24%	25%
<i>Rashid i sar.</i>	2013	2005-2010	Engleska	27%	1%	3%	30%	9%	31%
<i>Verma i Chambers</i>	2014	2011-2013	Tasmania Australija	13%+ 27% subkondilarno	2%	-	33%	8%	17%
<i>Boffano i sar.</i>	2015 Aug	2012-2013	Evropa	34%	2%	3%	19%	22%	17%

U našoj studiji, najučestaliji su bili prelomi donjeviličnog ugla i zglobnog nastavka (strana 40, slika 16), u saglasnosti sa studijama *Olson-a i sar. 1982*; *Fridrich-a i sar. 1992*; *Dongas-a i Hall-a 2002*; i *Verma-e i Chambers-a 2014*.

Uzevši u obzir tipove nastalih preloma, u našoj studiji je najveći procenat pacijenata zadobio dvostruke-obostrane prelome (43,6%), zatim jednostruke prelome (41,5%). Od dvostrukih obostranih preloma, najučestalija kombinacija je bio prelom tela i viličnog ugla (23,5%), a od jednostrukih je najzastupljeniji bio prelom viličnog ugla (41,2%).

U studiji *van den Bergh-a i sar. 2011*, najučestaliji tip preloma donje vilice je bio dvostruki prelom- telo i zglobni nastavak (26,8%), praćen višestrukim prelomom- bradni region i zglobni nastavak obostrano (17,5%).

Razlike u rezultatima studije *van den Bergh-a i sar. 2011* i naše studije bi se mogle objasniti različitom vrstom traume u navedenoj studiji u odnosu na našu studiju. Vodeći uzrok nastalih preloma u studiji *van den Bergh-a i sar. 2011* je bila saobraćajna nezgoda (34,5%), dok je fizički sukob bio zastupljen tek sa 27,2%. U našoj studiji je vodeći uzrok preloma donje vilice bio fizički sukob (sa 55,1%).

Donjevilični ugao i zglobni nastavak su regioni donje vilice čiji su prelomi relativno česti. U zavisnosti od populacije uključene u studiju, prelomi donjeviličnog ugla obuhvataju približno 12-33% svih preloma donje vilice, dok učestalost preloma zglobnog nastavka varira od 16-43% (*Dongas i Hall 2002; Zix i sar. 2011; Chrcanovic i sar. 2012; Verma i Chambers 2014*).

Kliničke studije i klinička praksa su pokazali da brojni faktori mogu doprineti nastanku ovih preloma, pre svega: karakteristike traume (uzrok traume, pravac, smer, intenzitet, mesto i površina dejstva traumatske sile), kvalitet koštanog tkiva donje vilice, kao i prisustvo zuba- posebno trećeg molara.

Zapaženo je da donji umnjak može imati uticaj na lokalizaciju preloma u donjoj vilici. Rezultati kliničko-epidemioloških studija su pokazali da prisustvo donjeg umnjaka povećava rizik za nastanak preloma donjeviličnog ugla dva do četiri puta (*Safdar i Meechan 1995; Lee i Dodson 2000; Hanson i sar. 2004*).

Eksperimentalna studija sprovedena na donjim vilicama majmuna (*Reitzik i sar. 1978*) je pokazala da je ne samo prisustvo, već i položaj umnjaka značajan činilac za nastanak preloma viličnog ugla. Naime, *Reitzik i sar. 1978* su pokazali da kod donjih vilica sa neizniklim umnjacima prelom regiona viličnog ugla nastaje pri dejstvu 60% jačine sile potrebne da prouzrokuje prelom viličnih uglova sa umnjacima. U citiranoj studiji je postavljena teorija da je činilac koji doprinosi povećanoj slabosti regiona viličnog ugla, zapravo, umanjeње koštanog prostora na račun prisutnog umnjaka. To bi značilo da će veći stepen impakcije umnjaka usloviti veći rizik za nastanak preloma.

Sa druge strane, u epidemiološkim studijama *Duan-a i Zhang-a 2008* i *Thangavelu i sar. 2010* prisustvo umnjaka je koreliralo sa značajno manjom učestalošću preloma zglobnog nastavka donje vilice, što je sugerisalo da bi prisustvo donjeg umnjaka moglo delovati preventivno na prelom zglobnog nastavka.

Obzirom na to da su prisutna ograničenja u izvođenju eksperimentalnih studija na donjim vilicama ljudi, naša studija je bila bazirana na sveobuhvatnoj kliničko-epidemiološkoj studiji, kao i na izradi virtuelnog modela donje vilice, kompjuterskoj simulaciji traume donje vilice i analizi njenog biomehaničkog odgovora upotrebom metode konačnih elemenata.

## 7.2. Uticaj umnjaka donje vilice na prelome donjeviličnog ugla i zglobnog nastavka

### A. Uticaj umnjaka donje vilice na prelome donjeviličnog ugla

Rezultati dosadašnjih kliničko-epidemioloških studija sugerišu da prisustvo donjeg trećeg molara utiče na rizik za nastanak preloma ugla vilice. Sa prisutnim donjim trećim molarom raste fragilnost viličnog ugla (tabela 32).

**Tabela 32 Učestalost i rizik za nastanak preloma donjeviličnog ugla u zavisnosti od prisustva umnjaka. Pregled literature**

<i>Autori</i>	Donji treći molar	UKUPNO	Učestalost preloma ugla (%)	Relativni rizik	95% interval poverenja	P vrednost
<i>Ma'aita i sar.2000.</i>	Odsutan	25	13,23	1	-	
	Prisutan	127	29,81	2,25	1,52-3,33	< 0,001
<i>Ugboko i sar.2000.</i>	Odsutan	11	13,41	1	-	
	Prisutan	65	15,93	1,18	0,65-2,14	0,565
<i>Fuselier i sar. 2002</i>	Odsutan	57	15,28	1	-	
	Prisutan	269	32,14	2,10	1,62-2,72	< 0,001
<i>Iida i sar. 2005</i>	Odsutan	104	19,30	1	-	
	Prisutan	528	41,61	2,15	1,60-2,35	0,002
<i>Naghipur i sar. 2014</i>	(Impaktiran)					
	Odsutan	498	20,3	1	-	
	Prisutan	394	38,1	1,877	1,514-2,327	< 0,001

Uočeno je i da položaj umnjaka donje vilice ima izvestan uticaj na prelome viličnog ugla (tabela 33).

**Tabela 33 Učestalost preloma viličnog ugla u zavisnosti od položaja umnjaka, klasifikovanom po Pell-u i Gregory-ju. Pregled literature**

<i>Autori</i>	<b>Donji treći molar</b>	<b>Broj preloma viličnog ugla</b>	<b>Učestalost preloma ugla (%)</b>	<b>Najveća učestalost preloma viličnog ugla prema položaju umnjaka (klasifikovanom po Pell-u i Gregory-ju)</b>
<i>Ma'aita i sar.2000</i>	Odsutan	25	13,23	Vertikalni položaj Klasa C*
	Prisutan	127	29,81	Horizontalni položaj Klasa 3*
<i>Ugboko i sar.2000.</i>	Odsutan	11	13,41	/
	Prisutan	65	15,93	
<i>Fuselier i sar. 2002</i>	Odsutan	57	15,28	Vertikalni položaj Klasa B*
	Prisutan	269	32,14	Horizontalni položaj Klasa 2*
<i>Iida i sar. 2005</i>	Odsutan	104	19,30	Vertikalni položaj Klasa A- NS
	Prisutan	528	41,61	Horizontalni položaj Klasa 1*
<i>Thangavelu i sar. 2010</i>	Odsutan	50	25%	Vertikalni položaj Klasa B*
	Prisutan	150	57,7%	Horizontalni položaj Klasa 2*
<i>Naghipur i sar 2014</i>	(Impaktiran)			Vertikalni položaj Klasa B- NS
	Odsutan	498	20,3	Horizontalni položaj
	Prisutan	394	38,1	Klasa 2- NS

NS- nesignifikantno

Rezultati studije *Ma'aita i sar.* 2000 su pokazali da potpuna impaktiranost umnjaka, koja bi odgovarala klasama III i C (*Pell i Gregory*) u najvećoj meri doprinosi povećanom riziku za nastanak preloma viličnog ugla (relativni rizik za nastanak preloma viličnog ugla je procenjen kao 1,9 puta veći u slučaju poluimpaktiranog umnjaka, a čak 5,6 puta veći u slučaju impaktiranog umnjaka u poređenju sa izniklim umnjakom). Naprotiv, u studiji *Lee-a i Dodson-a* 2000, potpuno impaktiran umnjak (klasa IIC) ne samo da nije uticao na povećanje relativnog rizika za nastanak preloma viličnog ugla, već je u poređenju sa izniklim umnjakom (klasa IA), čak pokazao i umanjenje datog rizika za 50%. *Halmos i sar.* 2004 su objavili da najveći rizik za nastanak preloma ugla donje vilice postoji u slučaju kada je prisutan poluimpaktiran umnjak. *Thangavelu i sar.* 2010 su takođe primetili povezanost između većeg rizika za nastanak preloma ugla donje vilice i prisustva poluimpaktiranog umnjaka, naročito ako je on u položaju klasifikovao kao II B i sa mezijalnim nagibom (*Thangavelu i sar.* 2010). Nedavno, *Naghipur i sar.* 2014 su pokazali da je u slučaju prisutnog poluimpaktiranog umnjaka klase II B, najviši relativni rizik za nastanak preloma donjeviličnog ugla, ali bez značajne razlike u odnosu na ostale klase. *Meisami i sar.* su još 2002. godine pretpostavili da je kontinuitet kosog grebena (*linea obliqua*) glavni činioc otpornosti regiona donjeviličnog ugla, što znači da će narušavanje integriteta kosog grebena u slučaju poluimpaktiranog umnjaka u najvećoj meri doprineti povećanom riziku za nastanak preloma.

Rezultati kliničko-epidemiološkog dela naše studije su potvrdili veću učestalost i veći rizik za nastanak preloma donjeviličnog ugla u slučaju prisustva donjeg umnjaka. U skladu sa navedenim epidemiološkim studijama, ne samo prisustvo, već i položaj i stepen izniklosti donjeg umnjaka su pokazali uticaj na rizik za nastanak preloma donjeviličnog ugla. Najveća učestalost preloma viličnog ugla je bila zabeležena u grupama viličnih polovina sa poluimpaktiranim i impaktiranim umnjakom, koje su pokazale i veći rizik za nastanak preloma u odnosu na grupu sa izniklim umnjakom i grupu bez umnjaka. Međutim, razlika između samih grupa sa poluimpaktiranim i impaktiranim umnjakom nije bila statistički značajna, uprkos nešto većem relativnom riziku za nastanak preloma viličnog ugla u slučaju sa poluimpaktiranim umnjakom.

U našoj studiji, najveća učestalost preloma viličnog ugla je zabeležena u klasama B i C i klasama II i III vertikalnog i horizontalnog položaja umnjaka (*Pell i Gregory*), sa zanemarljivim međusobnim razlikama, ali sa statistički značajnom razlikom u odnosu na klasu A i klasu I. Klasa B i klasa II su procenjene kao najrizičnije za nastanak preloma viličnog ugla. Takođe, zabeležen je i približno 2,6 puta veći rizik za nastanak preloma viličnog ugla u klasi  $\beta$  u odnosu na klasu  $\alpha$  (položaj umnjaka prema donjoj ivici donje vilice). Ovi rezultati pokazuju da narušen integritet kosog grebena donje vilice (klase B i II) zaista doprinosi povećanoj fragilnosti regiona viličnog ugla, ali takođe i kratko rastojanje između najniže tačke umnjaka i donje ivice donje vilice (Klasa  $\beta$ ), u skladu sa studijom *Iida-e i sar. 2005*. Kraće rastojanje između umnjaka i donje ivice donje vilice (klasifikovano kao klasa  $\beta$ ) može, s druge strane, odgovarati i većem stepenu impakcije ovog zuba. Ove činjenice bi mogle objasniti razlike u rezultatima dosadašnjih epidemioloških studija u pogledu najvećeg rizika za nastanak preloma viličnog ugla: po *Ma'aita i sar. 2000* najveći rizik za nastanak preloma viličnog ugla nosi impaktirani umnjak, dok po *Thangavelu i sar. 2010* i *Naghipur-u i sar. 2014*, najveći rizik nosi poluimpaktirani umnjak.

Mezijalni nagib prisutnog trećeg molara se pokazao kao najrizičniji za nastanak preloma regiona viličnog ugla, u skladu sa studijama *Thangavelu i sar. 2010* i *Yadav i sar. 2013*, a u suprotnosti sa studijama *Iida-e i sar. 2005*, i *Naghipur-a i sar. 2014*.

Takođe, najveći rizik za prelom dviličnog ugla pokazao je prisutan umnjak sa pojedinačnim ili fuzionisanim/kupastim korenom. FEA studija *Takada-e i sar. 2006* je pokazala značajnu koncentraciju napona oko vrha kupastog korena donjeg trećeg molara, što bi moglo objasniti veći rizik za nastanak preloma viličnog ugla koji sa sobom nosi pojedinačan/kupast koren ovog zuba.

Razlike u životnom dobu pacijenata svakako mogu uticati na učestalost preloma viličnog ugla i zglobnog nastavka, pri čemu bi se usled promena u kvalitetu kosti sa starenjem, veća učestalost ovih preloma mogla očekivati u starijoj životnoj dobi. U našoj studiji najveća učestalost i najveći rizik za nastanak preloma viličnog ugla su zabeleženi u najmlađoj starosnoj grupi pacijenata (približno 1,7 puta veći u poređenju sa drugim starosnim

grupama), što bi se moglo objasniti najvećim procentom zastupljenosti impaktiranih umnjaka u pacijenata starosti između 15-25 godina. Problem neizniklih umnjaka se obično rešava operativno pre 25. godine života, najčešće usled nastalih komplikacija u vidu perikoronitisa, karijesa, teskobe, itd., tako da se u populaciji starijoj od navedenog uzrasta, značajnije smanjuje njihova zastupljenost.

Učestalost izolovanih preloma viličnog ugla je bila najveća kod pacijenata koji su u etiologiji povrede imali fizički sukob i jatrogenu traumu. Međutim, jatrogena povreda je bila najmanje zastupljen etiološki faktor, pa se ne može smatrati značajnim za nastanak preloma viličnog ugla. U periodu od 2000. godine do polovine 2013. godine zabeleženo je svega 6 jatrogenih preloma donje vilice. Ipak, ne treba zanemariti činjenicu da je većina (5 od ukupno 6) jatrogenih preloma nastala u regionu viličnog ugla i to kao posledica ekstrakcije neizniklog umnjaka. Izolovani, jednostruki prelomi viličnog ugla su najčešće bili uzrokovani ipsilateralnom traumom, što sugeriše da su u najvećoj meri nastajali kao posledica direktnog dejstva sile. Prelomi viličnog ugla udruženi sa prelomima drugih lokalizacija su u najvećoj meri bili uzrokovani fizičkim sukobom i padom, kao i frontalnom i kontralateralnom traumom, odnosno, nastajali su kao posledica indirektnog dejstva sile.

Univarijantna logistička regresija je pokazala značajnu povezanost prisustva donjeg umnjaka, njegovog stepena izniklosti, položaja klasifikovanom po *Pell-u i Gregory-ju*, 1933, i broja korenova, zatim mesta dejstva traumatske sile i starosti pacijenta sa učestalošću preloma donjeviličnog ugla. Međutim, u multivarijantnom regresionom modelu, kao prediktori ovih preloma izdvojila su se samo tri faktora: mesto dejstva sile, stepen izniklosti i vertikalni položaj umnjaka (*Pell-u i Gregory*). Determinante traumatske sile, među kojima je i samo mesto njenog dejstva, su svakako odlučujući faktori za nastanak preloma. Rezultati naše studije još pokazuju da prisustvo donjeg umnjaka samo po sebi nije prediktor preloma viličnog ugla, ali stepen izniklosti, jeste.



**B. Uticaj umnjaka donje vilice na prelome zglobnog nastavka**

Kliničko-epidemiološke studije ističu da postoji manja učestalost preloma zglobnog nastavka u slučaju prisustva donjeg umnjaka (tabela 34), što sugerije da prisustvo ovog zuba može delovati preventivno na nastanak preloma zglobnog nastavka.

**Tabela 34 Učestalost preloma zglobnog nastavka u zavisnosti od prisustva i položaja umnjaka, klasifikovanog po Pell-u i Gregory-ju. Pregled literature**

<i>Autori</i>	Donji treći molar	Broj preloma zglobnog nastavka	Učestalost preloma zglobnog nastavka (%)	Najveća učestalost preloma zglobnog nastavka prema položaju umnjaka (klasifikovanom po Pell-u i Gregory-ju)
<i>Thangavelu i sar. 2010.</i>	Odsutan	172	86,0	Vertikalni položaj Klasa 0 i klasa C* Horizontalni položaj Klasa 0 i klasa 3*
	Prisutan	89	34,2	
<i>Naghipur i sar. 2014.</i>	(Impaktiran)			Vertikalni položaj Klasa A-NS Horizontalni položaj Klasa I -NS
	Odsutan	102	20,5	
	Prisutan	46	11,7	
<i>Mah i sar. 2015.</i>	Odsutan	57	65,5	Vertikalni položaj Klasa 0 i klasa A-NS Horizontalni položaj Klasa 0 i klasa I -NS
	Prisutan	84	36,0	

U našoj studiji najveća učestalost preloma zglobnog nastavka je bila statistički značajno veća u grupi polovina donjih vilica bez umnjaka u odnosu na polovine vilica sa prisutnim umnjakom. U slučaju prisustva ovog zuba, najveća učestalost preloma zglobnog nastavka je zabeležena u polovinama vilica sa potpuno izniklim umnjakom i u klasama A i I (*Pell i Gregory*) bez statistički značajne razlike u odnosu na ostale klase, u saglasnosti sa studijom *Naghipur i sar. 2014* i *Mah i sar. 2015*, a u suprotnosti sa studijom *Thangavelu i sar. 2010*, gde je najveća učestalost ovih preloma zabeležena klasama III i C.

Nadalje, u našoj studiji, najveća učestalost preloma zglobnog nastavka je zapažena u slučaju vertikalnog položaja umnjaka, klase  $\alpha$ - položaja prema donjoj ivici donje vilice, kao i u slučaju prisutnog umnjaka u obliku zametka (mineralizovana krunica i nezavršen rast korena). Obzirom na izrazito koncentrisanje napona u predelu vrha pojedinačnog/kupastog korena umnjaka prikazanog u studiji *Takada-e i sar. 2006*, možemo pretpostaviti da se u slučaju nerazvijenog korena veći deo napona distribuira do zglobnog nastavka, povećavajući rizik za nastanak preloma ovog regiona.

Prelomi zglobnog nastavka su bili najučestaliji u starosnoj grupi pacijenata od 26-55 godina, ali bez statistički značajne razlike u odnosu na ostale starosne grupe. Prelomi zglobnog nastavka su se u značajno većoj meri javljali udruženo sa prelomima drugih regiona donje vilice, odnosno u sklopu dvostrukih i višestrukih preloma, i kao posledica dejstva sile frontalno i kontralateralno. Ovo sugerise da prelomi zglobnog nastavka u većini slučajeva nastaju kao posledica indirektnog dejstva sile, pri čemu se prelom obično javlja i na samom mestu dejstva sile. Direktni prelomi zglobnog nastavka su retki, verovatno usled zaštićenosti ovog regiona mišićima i elementima temporomandibularnog zgloba.

U univarijantnom regresionom modelu su mesto dejstva traumatske sile, prisustvo umnjaka, kao i njegova svojstva, pokazali značajni uticaj na nastanak preloma zglobnog nastavka. Međutim, u multivarijantnom regresionom modelu, se kao mogući prediktor preloma zglobnog nastavka, izdvojilo samo mesto dejstva traumatske sile. Donji umnjak se nije pokazao kao jedan od faktora koji može biti odlučujući za nastanak preloma zglobnog nastavka.

### **7. 3. Primena metode konačnih elemenata u analizi uticaja trećeg molara donje vilice na prelome donjeviličnog ugla i zglobnog nastavka**

U drugom delu naše studije, za izradu kompjuterskih modela su bili upotrebljeni CT snimci donje vilice mladog odraslog muškarca sa punim zubnim nizom. Tako kreirani modeli su reprodukovali karakterističan geometrijski oblik donje vilice. Mišićna potpora donje vilice je takođe reprodukovana modelovanjem mastikatornih mišića, uz maksimalno poštovanje njihovog anatomskog pripoja i položaja. Ovako konstruisani modeli donje vilice su takođe veoma verno reprodukovali biomehanička svojstva kosti donje vilice, uključujući i ortotropiju kortikalne kosti. Donja vilica, upotrebljena za kreiranje modela, je pripadala muškarcu, starosti između 25 i 35 godina. U epidemiološkim studijama o traumi donje vilice (*Dongas i Hall* 2002; *Halmos i sar.* 2004; *Zix i sar.* 2011; *Chrcanovic i sar.* 2012; *Thangavelu i sar.* 2010) uzorci pacijenata pokazuju izrazitu nehomogenost po pitanju starosne dobi (krećući se od 15-80 godina), sa najvećom učestalošću preloma doje vilice kod pacijenata starosti između 16-40 godina. Donja vilica upotrebljena u ovoj studiji ne može biti reprezentativna za sve pacijenate sa prelomima donje vilice, ali može biti za najkritičniju grupu ovih pacijenata.

Analiza materijalnih svojstava kortikalne kosti donje vilice je otkrila zone koje se izdvajaju većim vrednostima Young-ovog modula elastičnosti, i koje predominantno obuhvataju regione ugla, zglobnog i mišićnog nastavka donje vilice (zone: 4F,6F,7F,8F,4L,6L,7L,8L) (strana 29, tabela 1). Ovi regioni se, stoga, odlikuju najvećom čvrstoćom, ali i najvećom krtošću, što takođe može biti jedan od faktora koji doprinose njihovoj povećanoj lomljivosti. U našoj studiji je, stoga, kreirana nova podela donje vilice na regione, zasnovana na vrednostima Young-ovog modula elastičnosti, koja obuhvata 8 zona različite čvrstoće, simetrično distribuiranih na facijalnoj i lingvalnoj strani kortikalne kosti svake polovine donje vilice (strana 27, slika 9).

Na modelima donje vilice, prikazanim u delu studije zasnovanom na metodi konačnih elemenata analizirana su 4 različita slučaja: slučaj donje vilice bez umnjaka, donje vilice sa izniklim umnjacima u vertikalnom položaju, donje vilice sa poluimpaktiranim umnjacima u mezioangularnom položaju i donje vilice sa potpuno impaktiranim umnjacima u mezioangularnom položaju. Navedeni slučajevi su odabrani u skladu sa rezultatima prethodno sprovedene kliničko-epidemiološke studije.

FEA metoda je već bila primenjena za opisivanje biomehaničkog ponašanja donje vilice u slučaju dejstva traumatske sile (*Gallas Torreira i Fernandez 2004; Lei i sar. 2012; Tang i sar. 2012*), kao i povezanosti donjeg umnjaka sa odgovorom donje vilice na simuliranu traumatsku silu (*Takada i sar. 2006; Bezerra i sar. 2013*).

*Takada-e i sar.* su 2006. godine primenom metode konačnih elemenata pokazali da postoje značajne razlike u distribuciji napona u regionima donjeviličnih uglova: bez umnjaka i sa prisutnim- delimično izniklim umnjakom, pri čemu je simulirano direktno dejstvo sile. U FEA studiji *Bezerra-e i sar. 2013* prikazana je distribucija napona u regionima donjeviličnog ugla i zglobnog nastavka ali samo na modelima donje vilice bez umnjaka i sa prisutnim potpuno izniklim umnjakom u vertikalnom položaju (jednostrano i obostrano). *Bezerra i sar.* su pokazali da pri indirektnom dejstvu sile (simuliran udarac u predelu brade), sa prisutnim umnjakom, koncentracija napona značajno raste u regionu viličnog ugla, a opada u regionu zglobnog nastavka.

Rezultati naše FEA studije su potvrdili kliničke podatke o povećanoj fragilnosti viličnog ugla u slučaju prisustva umnjaka, u oba analizirana slučaja: nakon dejstva sile u frontalnom regionu donje vilice, i nakon dejstva sile u bočnom regionu donje vilice.

Zglobni nastavak donje vilice se pokazao kao manje fragilan u slučajevima sa prisutnim umnjakom nakon dejstva frontalne sile, takođe u skladu sa rezultatima kliničkih studija. Međutim, nakon bočnog udara, prisustvo umnjaka je doprinelo smanjenju fragilnosti zglobnog nastavka samo na kontralateralnoj strani vilice. Ipsilateralni zglobni nastavak je pokazao veću fragilnost u slučajevima sa prisutnim umnjakom.

Analiza slučajeva sa izniklim, poluimpaktiranim i potpuno impaktiranim umnjakom je potvrdila rezultate kliničkih studija (*Thangavelu i sar. 2010; Bezerra i sar. 2011*) da stepen

izniklosti umnjaka takođe utiče na rizik za nastanak preloma ugla i zglobnog nastavka donje vilice.

Nakon dejstva frontalne sile (u predelu brade), vilični ugao je pokazao veću fragilnost u odnosu na zglobni nastavak u svim slučajevima sa prisutnim umnjakom, a ova fragilnost je rasla sa dubinom impakcije ovog zuba. Dakle, fragilnost viličnog ugla je bila najveća na modelu sa potpuno impaktiranim umnjakom. U kliničkom delu naše studije, učestalost preloma viličnog ugla je bila nešto veća u grupi polovina donje vilice sa poluimpaktiranim umnjakom u odnosu na grupu sa impaktiranim, ali nije bilo statistički značajne razlike između ovih grupa. Diskretna razlika između kliničkog dela studije i FEA studije bi se mogla objasniti varijabilnošću drugih svojstava umnjaka (broja korenova, udaljenosti u odnosu na donju ivicu donje vilice, itd.) u uzorku kliničkog dela studije. Zglobni nastavak se pokazao kao fragilniji u odnosu na vilični ugao samo u slučaju odsustva umnjaka, u skladu sa kliničkim delom naše studije, gde je najveći rizik za nastanak preloma ovog regiona zabeležen upravo u slučaju bez prisutnog umnjaka.

Nakon dejstva bočne sile (u predelu tela donje vilice), ipsilateralni vilični ugao i zglobni nastavak su pokazali veću fragilnost u poređenju sa istoimenim regionima na kontralateralnoj strani. Ipsilateralni zglobni nastavak je pokazao veću fragilnost od ipsilateralnog ugla, nezavisno od prisustva i položaja umnjaka. Fragilnost oba regiona (ugla i zglobnog nastavka) na ipsilateralnoj strani je bila veća u slučaju prisustva umnjaka i rasla je sa dubinom njegove impakcije. Kontralateralni zglobni nastavak je bio fragilniji od kontralateralnog ugla samo u slučaju bez prisutnog umnjaka. Prisustvo izniklog, a naročito poluimpaktiranog i impaktiranog umnjaka je, na kontralateralnoj strani, doprinelo većoj fragilnosti ugla u odnosu na zglobni nastavak.

Nakon frontalnog udarca, poređenje modela, bazirano na glavnim naponima i odgovarajućim indeksima popuštanja (FI), je dovelo do popuštanja kosti u regionima viličnih uglova usled koncentrisanja zateznog napona, u slučajevima sa poluimpaktiranim i impaktiranim umnjacima. Kompresivni napon nije doveo do preloma, ali sa većim intenzitetom simulirane sile, prelom bi nastao na najkritičnijim mestima (zglobni nastavci u slučaju bez prisutnih umnjaka).

Nakon dejstva bočne sile, koncentrisani kompresivni napon je doveo do popuštanja kosti na mestu dejstva sile (telo donje vilice) i u regionu viličnog ugla i zglobnog nastavka na kontralateralnoj strani. Koncentrisani zatezni napon je doveo do popuštanja kosti u regionu viličnog ugla i zglobnog nastavka na ipsilateralnoj strani. Zatezni naponi su pokazali značajniju ulogu u nastanku preloma u odnosu na kompresivne napone, zahvaljujući većim vrednostima indeksa popuštanja kosti (*FI*).

Međutim, pri dejstvu bočne sile, na distribuciju napona u regionima viličnih uglova i zglobnih nastavaka bi takođe mogla uticati veličina površine na koju je sila delovala, kao i njena precizna lokalizacija (bočni bradni region /vilično telo/ vilični ugao), što bi trebalo biti predmet budućih istraživanja. Nadalje, aplikacija sile većeg intenziteta, naročito na manju površinu, dovodi do izvesnijeg preloma na mestu dejstva sile, što takođe može uticati na distribuciju napona u regionima viličnih uglova i zglobnih nastavaka. U slučaju frontalnog udarca, prelom na mestu dejstva sile verovatno ne bi uticao na razlike u koncentrisanim naponima između regiona uglova i zglobnih nastavaka. U slučaju bočnog udarca, prelom na mestu dejstva sile bi uzrokovao indirektni prelom na kontralateralnoj strani vilice sa većom verovatnoćom nego na ipsilateralnoj strani. Objašnjenje se nalazi u tome što se prelomljena vilica ponaša kao poluga. U slučaju frontalnog udarca i nastalog preloma u regionu brade, dužina krakova poluge je približno jednaka. U slučaju bočnog udarca i nastalog preloma u regionu tela donje vilice, duži krak poluge je na kontralateralnoj strani i doprinosi razvoju većeg momenta sile, koji će uticati na nastanak preloma. Ovo bi moglo biti objašnjenje za oblik preloma koji se često sreće u kliničkoj praksi, pa i u kliničkom delu naše studije: dvostruki obosrani prelom, koji obuhvata telo donje vilice na mestu dejstva sile, i vilični ugao ili zglobni nastavak (kontralateralno).

U našoj FEA studiji je razmatrano prisustvo najučestalijih oblika impakcije donjih trećih molara. Poznato je i postojanje slučajeva impaktiranih donjih trećih molara koji se jednim delom probijaju kroz bukalnu ili lingvalnu kortikalnu kost donje vilice. Dehiscencija bukalnog ili lingvalnog dela kortikalne kosti donje vilice se može ponašati kao slaba tačka i doprineti povećanoj fragilnosti regiona viličnog ugla, pa bi ovo takođe trebalo biti predmet budućih FEA studija.

#### **7. 4. Dilema: Da li je opravdano profilaktičko uklanjanje donjeg trećeg molara?**

Uklanjanje neizniklog trećeg molara je relativno česta operativna procedura u oralnoj hirurgiji. Poznato je da su neiznikli umnjaci povezani sa rizikom od nastanka raznih komplikacija. Uklanjanje trećeg molara, naročito donjeg, koji pritom nema razvijenu patologiju je sve učestalije i postaje deo rutinske stomatološke prakse.

Procenat uklonjenih neizniklih zdravih umnjaka, bez jasne kliničke indikacije za operativno odstranjenje se kreće između 18-50,7% (*Lopes i sar. 1995; Liedholm i sar. 1999; Adeyemo, 2006*).

Razlozi za ovu proceduru su najčešće bazirani:

- na činjenici da neiznikli ili nekompletno iznikli umnjaci nemaju ulogu u mastikaciji,
- na činjenici da umnjaci mogu pogoršati već postojeću teskobu zubnog niza usled tendencije zuba ka mezijalizaciji,
- na potrebi za smanjenjem rizika za razvoj patologije (odontogene ciste ili tumora),
- na potrebi za smanjenjem rizika za nastanak preloma donjeviličnog ugla,
- na činjenici da je hirurški tretman neizniklog umnjaka otežan u starijem životnom dobu, pa se izbegava odlaganje istog.

Epidemiološki podaci pokazuju da je rizik za razvoj odontogene ciste ili odontogenog tumora od neizniklog umnjaka relativno nizak (*Keith 1973; Alttar i sar. 1980; Güven i sar. 2000*). Stoga, relativno mali procenti razvijenih cisti i tumora povezanih sa zadržavanjem neizniklih umnjaka, ne mogu opravdati njihovo profilaktičko uklanjanje.

Ranije epidemiološke studije su sugerisale postojanje povećanog rizika za nastanak preloma donjeviličnog ugla u slučaju prisustva neizniklog umnjaka (*Iida i sar. 2005; Zhu i sar. 2005; Inaoka i sar. 2009; Patil 2012*), pa su pojedini autori (*Schwimmer i sar. 1983; Yamada i sar. 1998; Meisami i sar. 2002*) predlagali profilaktičko uklanjanje ovih zuba, u

osoba izloženih povećanom riziku od traume maksilofacijalne regije (mlađi muškarci, sportisti). Međutim, pokazalo se da u odsustvu trećeg molara raste rizik za prelom zglobnog nastavka, koji je, u odnosu na prelom viličnog ugla, teže zbrinuti i koji može imati za komplikaciju malokluziju i oštećenje ličnog živca (*n.facialis*).

Rezultati naše studije ukazuju na čak do 3,5 puta veći rizik za nastanak preloma viličnog ugla u slučaju postojanja delimično izniklog ili neizniklog umnjaka u odnosu na slučaj bez umnjaka. Rizik za nastanak preloma viličnog ugla biće utoliko veći, ukoliko je neiznikli ili delimično iznikli umnjak u mezioangularnom položaju, u klasi  $\beta$  (položaj u odnosu na donju ivicu donje vilice) i sa jednim ili fuzionisanim/kupastim korenom. U multivarijantnom modelu logističke regresije, stepen izniklosti umnjaka i vertikalni položaj (*Pell i Gregory 1933*) su se izdvojili kao prediktori nastanka ovog preloma. Svakako, za nastanak preloma viličnog ugla bitne su i determinante same traumatske sile (pravac, smer, intenzitet, mesto i površina njenog dejstva), pa je razumljivo da se i mesto dejstva sile izdvojilo u multivarijantnom regresionom modelu kao jedan od prediktora. Rezultati naše studije su takođe pokazali i približno 1,7 puta veći rizik za nastanak preloma regiona zglobnog nastavka u slučaju odsustva neizniklog umnjaka. U slučaju da je umnjak ipak prisutan, potpuno iznikao umnjak, u vertikalnom položaju nosi veći rizik za prelom zglobnog nastavka nego neiznikao umnjak sa jednim/fuzionisanim-kupastim korenom. Ukoliko je pak u pitanju neiznikao umnjak, najveći rizik za prelom zglobnog nastavka nosi zametak ovog zuba sa još neformiranim korenovima. Međutim, u multivarijantnom regresionom modelu, kao prediktor preloma zglobnog nastavka izdvojilo se jedino mesto dejstva traumatske sile. Prelomi zglobnog nastavka su u našoj studiji, u najvećoj meri bili posledica dejstva sile u predelu brade i u velikoj većini su nastajali u sklopu dvostrukih i višestrukih preloma donje vilice. Izgleda da prisustvo, položaj i broj korenova donjeg umnjaka ipak nisu odlučujući za nastanak ovih preloma, verovatno usled izrazite kompleksnosti samog mehanizma njihovog nastanka.



FEA studija je potvrdila rezultate kliničke studije i prikazala biomehaničko ponašanje donje vilice u odgovoru na simuliranu frontalnu i lateralnu traumu.

Nakon simuliranog dejstva sile u bradnom regionu donje vilice, popuštanje kosti, tj. *failure* je nastao u regionu viličnog ugla jedino u slučajevima sa poluimpaktiranim i impaktiranim umnjakom, zahvaljujući zateznom naponu. Fragilnost zglobnog nastavka je bila veća u situaciji bez umnjaka, ali nije došlo do pojave preloma, očigledno usled nedovoljnog intenziteta sile.

Nakon lateralne traume, istostrani zglobni nastavak je pokazao veću fragilnost od istostranog viličnog ugla, nezavisno od umnjaka, dok je na strani suprotnoj od mesta dejstva sile, zglobni nastavak bio fragilniji od viličnog ugla jedino u situaciji bez umnjaka.

Donji treći molar svakako ispoljava značajniji uticaj na rizik za nastanak preloma viličnog ugla nego na rizik za nastanak preloma zglobnog nastavka. Mehanizam preloma zglobnog nastavka pokazuje veću kompleksnost, a kako se uglavnom ovi pelomi javljaju udruženo sa prelomima i drugih lokalizacija donje vilice, verovatno iziskuju i dejstvo sile većeg intenziteta, što su, uostalom, i pokazali rezultati naše FEA studije, nakon frontalne traume.

Stepen rizika za nastanak preloma donjeviličnog ugla, kao i koncentrisani napon u ovom regionu, značajno rastu sa prisustvom poluimpaktiranog i impaktiranog umnjaka, te bi profilaktičko uklanjanje ovih zuba svakako značajno umanjilo rizik (približno 3,5 puta) za nastanak preloma u regionu ugla, naročito ako su neiznikli umnjaci pritom mezoangulirani, na kraćem rastojanju od donje ivice donje vilice (klasa  $\beta$ ) i sa jednim ili fuzionisanim/kupastim korenom. Rizik za nastanak preloma zglobnog nastavka bi onda bio veći (približno 1,7 puta), ali svakako manji nego prethodni rizik za nastanak preloma viličnog ugla. Uostalom, prisustvo donjeg umnjaka se nije pokazalo kao prediktor preloma zglobnog nastavka, te očigledno da za nastanak ovog preloma faktori same traume imaju značajniju ulogu.

Moguće komplikacije nakon operativnog uklanjanja donjeg trećeg molara ne bi trebalo podcjenjivati. Ovaj operativni zahvat podrazumeva podizanje mukoperiostealnog režnja, uklanjanje kosti i zuba i postavljanje hirurškog šava. Bol, otok i trizmus su gotovo uobičajene pojave koje prate ovu proceduru, a učestalost pojave oštećenja jezičnog i donjeg alveolarnog živca, koja mogu biti i trajna, je relativno visoka (*Safdar i Meechan* 1995; *Werkmeister i sar.* 2005). Duži oporavak, koji se može komplikovati alveolitisom ili infekcijom, takođe nije redak (*Ruvo i sar.* 2005). Intraoperativni i postoperativni (rani i kasni) prelomi viličnog ugla su moguća, iako retka, komplikacija ovog operativnog zahvata (*Grau-Manclüs i sar.* 2011; *Cankaya i sar.* 2011; *Ethunandan i sar.* 2012; *Özçakir-Tomruk i Arslan* 2012). U našoj studiji je u vremenskom periodu od 13,5 godina bilo svega 5 slučajeva preloma viličnog ugla nastalih kao posledica operativnog uklanjanja donjeg trećeg molara.

## 8. ZAKLJUČAK

- Prisustvo, položaj, stepen izniklosti i broj korenova umnjaka utiču na rizik za nastanak preloma donjeviličnog ugla i zglobnog nastavka.
- Uticaj kako prisustva tako i svih karakteristika umnjaka je izraženiji na rizik za nastanak preloma donjeviličnog ugla u odnosu na rizik za nastanak preloma zglobnog nastavka.
- Rizik za nastanak preloma donjeviličnog ugla je do 3,5 puta veći u slučaju prisustva donjeg umnjaka u odnosu na slučaj bez ovog zuba.
- U slučaju prisustva umnjaka, rizik za nastanak preloma donjeviličnog ugla je najveći u slučaju poluimpaktiranog umnjaka, klase II B, ali sa malom razlikom u odnosu na slučaj impaktiranog umnjaka, klase III C (*Pell i Gegory* –klasifikacije).
- Rizik za nastanak preloma donjeviličnog ugla će biti utoliko veći ukoliko je umnjak u klasi  $\beta$  prema donjoj ivici donje vilice, u mezioangularnom položaju i sa jednim kupastim korenom.
- Faktori koji imaju značajan uticaj na rizik za nastanak preloma viličnog ugla jesu: starost pacijenta, mesto dejstva sile, kao i sva obeležja umnjaka (prisustvo/odsustvo, stepen izniklosti, vertikalni i horizontalni položaj, nagib, odnos prema donjoj ivici donje vilice i broj korenova). Najvažniji među njima, tzv. prediktori preloma donjeviličnog ugla su stepen izniklosti umnjaka, vertikalni položaj umnjaka (*Pell i Gregory*), i mesto dejstva traumatske sile.

- Rizik za nastanak preloma zglobnog nastavka je približno 1,7 puta veći u slučaju odsustva donjeg umnjaka u odnosu na slučaj sa prisutnim zubom.
- U slučaju prisustva umnjaka, rizik za nastanak preloma zglobnog nastavka je najveći u slučaju sa izniklim umnjakom, klase I A po *Pell-u i Gregory-ju* i klase  $\alpha$  (položaj prema donjoj ivici donje vilice), u vertikalnom položaju i u obliku zametka, bez formiranih korenova.
- Faktori koji imaju značajan uticaj na rizik za nastanak preloma zglobnog nastavka jesu: mesto dejstva sile, kao i sva obeležja umnjaka (prisustvo/odsustvo, stepen izniklosti, vertikalni i horizontalni položaj, nagib, odnos prema donjoj ivici donje vilice i broj korenova). Najvažniji i jedini faktor koji se može smatrati prediktorom preloma zglobnog nastavka jeste mesto dejstva traumatske sile.
- Distribucija napona u regionu ugla i zglobnog nastavka donje vilice prilikom delovanja traumatske sile, zavisi od prisustva i položaja donjeg umnjaka.
- Prosečne i maksimalne vrednosti napona koji se razvija u regionima donjeviličnog ugla i zglobnog nastavka pri dejstvu zadate sile, razlikuju u situacijama kada je umnjak odsutan i prisutan u različitim položajima.
- Uticaj umnjaka na rizik za nastanak preloma viličnog ugla i zglobnog nastavka je prisutan kako u slučaju dejstva frontalne sile (udarac u predelu brade donje vilice), tako i u slučaju dejstva bočne sile (udarac u predelu tela donje vilice).
- Nakon frontalnog udara, prisustvo poluimpaktiranog i impaktiranog umnjaka doprinosi povećanju zateznog napona u retromolarnom regionu, koji dovodi do preloma viličnog ugla. U slučaju odsustva umnjaka, zglobni nastavak je fragilniji u odnosu na region ugla zahvaljujući porastu kompresivnog napona, ali za nastanak preloma je neophodno dejstvo sile većeg intenziteta.

- Nakon bočnog udarca u predelu tela donje vilice, prelom se može očekivati u predelu istostranog zglobnog nastavka, nezavisno od prisustva umnjaka, zahvaljujući koncentrisanom zateznom naponu. Međutim, visok kompresivni napon na samom mestu dejstva sile, može uzrokovati direktni prelom tela vilice i indirektni prelom na kontralateralnoj strani: u regionu viličnog ugla (u slučaju prisustva umnjaka, naročito ako je poluimpaktiran ili impaktiran) ili u regionu zglobnog nastavka (u slučaju odsustva umnjaka).
- Odluka o profilaktičkom uklanjanju donjih umnjaka treba biti individualizovana, ne generalizovana. Treba detaljno analizirati faktore rizika u svakom pojedinačnom slučaju.
- Profilaktičko uklanjanje zdravih umnjaka bi moglo naći svoju opravdanost jedino u slučajevima kada su ovi zubi poluimpaktirani ili impaktirani, naročito ako su u mezioangularnom položaju i sa jednim/fuzionisanim-kupastim krenom, zatim kod mlađih osoba muškog pola i sportista, kao rizične populacije. Operativna tehnika u tom slučaju treba biti dobro isplanirana i minimalno invazivna, i moraju biti preduzete sve mere za sprečavanje operativnih i postoperativnih komplikacija.
- Usavršavanje i pojednostavljenje izvođenja analize metodom konačnih elemenata može omogućiti njenu primenu u stomatološkoj praksi, sa ciljem da, u zasebnim slučajevima, pomogne kliničarima u donošenju definitivne odluke o profilaktičkom uklanjanju donjeg umnjaka ili u planiranju operativnog zahvata.

## LITERATURA

Adeyemo WL. Do pathologies associated with impacted third molar justify prophylactic removal? A critical review of the literature. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 102:448-452, 2006

Adi M, Ogden GR, Chisholm DM. An analysis of mandibular fractures in Dundee, Scotland (1977 to 1985). *Br J Oral Maxillofac Surg* 28:194-199, 1990

Al Ahmed HE, Jaber MA, bu Fanas SH, Karas M: The pattern of maxillofacial fractures in Sharjah, United Arab Emirates: a review of 230 cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2: 166-170, 2004

Alattar MM, Baughman RA, Collet WK. A survey of panoramic radiograph for evaluation of normal and pathologic findings. *Oral Surg* 50:472-478, 1980

Apicella D, Aversa R, Ferro F, Ianniello D, Perillo L, Apicella A: The importance of cortical bone orthotropy, maximum stiffness direction and thickness on the reliability of mandible numerical models. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 93: 150-163, 2010

Aksoy E, Unlu E, Sensoz O. A retrospective study on epidemiology and treatment of maxillofacial fractures. *J Craniofac Surg* 6: 772-775, 2002

Bali R, Sharma P, Garg A, Dhillon G. A comprehensive study on maxillofacial trauma conducted in Yamunanagar, India. *J Inj Violence Res* 5:108 116, 2013

Bezerra TP, Studart-Soares EC, Pita-Neto IC, Costa FW, Batista SH: Do third molars weaken the mandibular angle? *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 16:657 663, 2011

Bezerra TP, Silva Junior FI, Scarparo HC, Costa FW, Studart-Soares EC. Do erupted third molars weaken the mandibular angle after trauma to the chin region? A 3D finite element study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 42:474 480, 2013

Bonnet AS, Postaire M, Lipinski P:

Biomechanical study of mandible bone supporting a four-implant retained bridge: finite element analysis of the influence of bone anisotropy and foodstuff position. *Med Eng Phys* 31: 806 815, 2009

Boffano P, Roccia F, Zavatiero E, Dediol E, Uglešić V, Kovačić Ž, Vesnaver A, Konstantinović VS, Petrović M, Stephens J, Kanzaria A, Bhatti N, Holmes S, Pechalova PF, Bakardjiev AG, Malanchuk VA, Kopchak AV, Galteland P, Mjøen E, Skjelbred P, Koudougou C0, Mouallem G, Corre P, Løes S, Lekven N, Laverick S, Gordon P, Tamme T, Akermann S, Karagozoglu KH, Kommers SC, Forouzanfar T. European Maxillofacial Trauma (EURMAT) project: a multicentre and prospective study. *J Craniomaxillofac Surg* 43:62 70, Jan 2015

Boffano P, Kommers SC, Karagozoglu KH, Gallesio C, Forouzanfar T. Mandibular trauma: a two-centre study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 44: 998 1004, Aug 2015

Bormann KH, Wild S, Gellrich NC, Kokemüller H, Stühmer C, Schmelzeisen R, Schön R: Five-year retrospective study of mandibular fractures in Freiburg, Germany: incidence, etiology, treatment, and complications. *J Oral Maxillofac Surg* 67:1251 1255, 2009

Cankaya AB, Erdem MA, Cakarer S, Cifter M, Oral CK. Iatrogenic mandibular fracture associated with third molar removal. *Int J Med Sci* 8:547-53, 2011

Chrcanovic BR, Abreu MH, Freire-Maia B, Souza LN. 1,454 mandibular fractures: a 3-year study in a hospital in Belo Horizonte, Brazil. *J Craniomaxillofac Surg* 40:116-123, 2012

Chung DH, Dechow PC: Elastic anisotropy and of axis ultrasonic velocity distribution in human cortical bone. *J Anat* 218: 26-39, 2011

Czerwinski M, Parker WL, Chehade A, Williams HB. Identification of mandibular fracture epidemiology in Canada: enhancing injury prevention and patient evaluation. *Can J Plast Surg* 16:36-40, 2008

Delilbasi C, Yamazawa M, Nomura K, Iida S, Kogo M. Maxillofacial fractures sustained during sports played with a ball. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 97:23-27, 2004

Dongas P, Hall GM. Mandibular fracture patterns in Tasmania, Australia. *Aust Dent J* 47:131-137, 2002

de Matos FP, Arnez MF, Sverzut CE, Trivellato AE. A retrospective study of mandibular fracture in a 40-month period. *Int J Oral Maxillofac Surg* 39:10-15, 2010

Duan DH, Zhang Y. Does the presence of mandibular third molars increase the risk of angle fracture and simultaneously decrease the risk of condylar fracture? *Int J Oral Maxillofac Surg* 37:25-28, 2008



Ellis E 3rd, Moos KF, el-Attar A: Ten years of mandibular fractures: an analysis of 2,137 cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 59:120, 1985

Ethunandan M, Shanahan D, Patel M. Iatrogenic mandibular fractures following removal of impacted third molars: an analysis of 130 cases. *Br Dent J* 212:179 184, 2012

Franklyn M, Field B: Experimental and finite element analysis of tibial stress fractures using a rabbit model. *World J Orthop* 4: 267 278, 2013

Fridrich KL, Pena-Velasco G, Olson RA. Changing trends with mandibular fractures: a review of 1,067 cases. *J Oral Maxillofac Surg* 50:586 589, 1992

Fuselier JC, Ellis EE, Dodson TB. Do mandibular third molars alter the risk of angle fracture? *J Oral Maxillofac Surg* 60:514 518, 2002

Gallas Torreira M, Fernandez JR: A three-dimensional computer model of the human mandible in two simulated standard trauma situations. *J Craniomaxillofac Surg* 32: 303 307, 2004

Gandhi S, Ranganathan LK, Solanki M, Mathew GC, Singh I, Bither S. Pattern of maxillofacial fractures at a tertiary hospital in northern India: a 4-year retrospective study of 718 patients. *Dent Traumatol* 27:257 262, 2011

Grau-Manclüs V, Gargallo-Albiol J, Almendros-Marqués N, Gay-Escoda C. Mandibular fractures related to the surgical extraction of impacted lower third molars: a report of 11 cases. *J Oral Maxillofac Surg* 69:1286 1290, 2011

Gross D, Seelig T: Classical fracture and failure hypothesis. In: Ling FF(ed.), Fracture Mechanics- With an Introduction to Micromechanics, 2<sup>nd</sup> edition. Verlag Berlin Heidelberg: Springer, 39 49, 2011

Güven O, Keskin A, Akal ÜK. The incidence of cysts and tumors around impacted third molars. In *J Oral Maxillofac Surg* 29: 131 135, 2000

Halmos DR, Ellis E 3rd, Dodson TB. Mandibular third molars and angle fractures. *J Oral Maxillofac Surg* 62:1076 1081, 2004

Hanson BP, Cummings P, Rivara FP, John MT. The association of third molars with mandibular angle fractures: a meta-analysis. *J Can Dent Assoc* 70:39 43, 2004

Hogg NJ, Stewart TC, Armstrong JE, et al. Epidemiology of maxillofacial injuries at trauma hospitals in Ontario Canada, between 1992 and 1997. *J Trauma* 49:425 432, 2000

Hutchison IL, Magennis P, Shepherd JP, et al. The BAOMS United Kingdom survey of facial injuries. Part 1: aetiology and the association with alcohol consumption. British Association of Oral and Maxillofacial Surgeons. *Br J Oral Maxillofac Surg* 36: 3 13, 1998

Iida S, Hassfeld S, Reuther T, Nomura K, Mühling J. Relationship between the risk of mandibular angle fractures and the status of incompletely erupted mandibular third molars. *J Craniomaxillofac Surg* 33:158 163, 2005

Inaoka SD, Carneiro SC, Vasconcelos BC, Leal J, Porto GG. Relationship between mandibular fracture and impacted lower third molar. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 14:349 354, 2009

Keith DA. The detection of abnormalities in the jaws- a survey. *Br Dent J* 36:129 135, 1973

King RE, Scianna JM, Petruzzelli GJ. Mandible fracture patterns: a suburban trauma center experience. *Am J Otolaryngol* 25:301 307, 2004

Kober C, Erdmann B, Lang J, Sader R, Zeilhofer HF: Adaptive Finite Element Simulation of the Human Mandible Using a New Physiological Model of the Masticatory Muscles. In Proceedings of the 75th Annual Meeting of the GAMM4: 332 333, 2004

Lee JT, Dodson TB. The effect of mandibular third molar presence and position on the risk of an angle fracture. *J Oral Maxillofac Surg* 58:394 398, 2000

Lee JH, Cho BK, Park WJ: A 4-year retrospective study of facial fractures on Jeju, Korea. *J Craniomaxillofac Surg* 3: 192 196, 2010

Lei T, Xie L, Tu W, Chen Y, Tanq Z, Tan Y: Blast injuries to the human mandible: development of a finite element model and a preliminary finite element analysis. *Injury* 43: 1850 1855, 2012

Liedholm R, Knutsson K, Lysell L, Rohlin M. Mandibular third molars: oral surgeons' assesment of the indications for removal. *Br J Oral Maxillofac Surg* 37: 440 443, 1999

Lopes V, Mumanya R, Feinmann C, Harris M. Third molar surgery: an audit of the indications for surgery, post operative complications and patient satisfaction. *Br J Oral Maxillofac Surg* 33: 33 35, 1995

Lotti RS, Machado AW, Mazzeiro ET, LandreJu'nior J. Aplicabilidade de cientí'fica do método dos elementos finitos. *Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial* 11: 35 43, 2006

Ma'aïta J, Alwrikat A. Is the mandibular third molar a risk factor for mandibular angle fracture? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 89:143 146, 2000

Mah DH, Kim SG, Moon SY, Oh JS, You JS. Relationship between mandibular condyle and angle fractures and the presence of mandibular third molars. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg* 41:3 10, 2015

Martini MZ, Takahashi A, de Oliveira Neto HG, de Carvalho Júnior JP, Curcio R, Shonohara EH. Epidemiology of mandibular fractures treated in a Brazilian level I trauma public hospital in the city of São Paulo, Brazil. *Braz Dent J* 17:243 248, 2006

Meisami T, Sojat A, Sàndor GK, Lawrence HP, Clokie CM. Impacted third molars and risk of angle fracture. *Int J Oral Maxillofac Surg* 31:140 144, 2002

Meyer C, Kahn JL, Boutemi P, Wilk A: Photoelastic analysis of bone deformation in the region of the mandibular condyle during mastication. *J Craniomaxillofac Surg* 30:160 169, 2002

Morris C, Bebeau NP, Brockhoff H, Tandon R, Tiwana P . Mandibular fractures: an analysis of the epidemiology and patterns of injury in 4,143 fractures. *J Oral Maxillofac Surg* .73:951, 2015

Mourouzis C, Koumoura F. Sports-related maxillofacial fractures: a retrospective study of 125 patients. *Int J Oral Maxillofac Surg* 34:635 638, 2005

Müftü S, Müftü A: Tooth and Jaw, Biomechanics of. In: Webster JG (ed.), *Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation*, 2nd edition. New York: John Wiley & Sons, 411428, 2006

Naghipur S, Shah A, Elgazzar RF. Does the presence or position of lower third molars alter the risk of mandibular angle or condylar fractures? J Oral Maxillofac Surg 72:1766-1772, 2014

Naveen Shankar A, Naveen Shankar V, Heqde N, Sharma, Prasad R: The pattern of the maxillofacial fractures- A multicentre retrospective study. J Craniomaxillofac Surg 40: 675-679, 2012

Nomura T, Gold E, Powers MP, Shingaki S, Katz JL: Micromechanics/structure relationships in the human mandible. Dent Mater 19: 167-173, 2003

Olson RA, Fonseca RJ, Zeitler DL, Osbon DB. Fractures of the mandible: a review of 580 cases. J Oral Maxillofac Surg 40:23-28, 1982

Özçakir-Tomruk C, Arslan A. Mandibular angle fractures during third molar removal: a report of two cases. Aust Dent J 57:231-235, 2012

Patil PM. Unerupted lower third molars and their influence on fractures of the mandibular angle and condyle. Br J Oral Maxillofac Surg 50:443-446, 2012

Pruitt LA, Chakravartula AM: Mechanics. In: Mechanics of Biomaterials Fundamental Principles for Implant Design, 1st edition. New York: Cambridge University Press, 165-361, 2011

Pell GJ, Gregory BT. Impacted mandibular third molars: classification and modified techniques for removal. Dent Digest 39:330-338, 1933

Piščević A, Gavrić M, Sjerobabin I. Maksilofacijalna hirurgija. Izdavačka agencija „Draganić“, Beograd, 1995

Qudah MA, Al-Khateeb T, Bataineh AB, Rawashdeh MA. Mandibular fractures in Jordanians: a comparative study between young and adult patients. *J Craniomaxillofac Surg* 33:103 106, 2005

Rajput D, Bariar LM. Study of maxillofacial trauma, its aetiology, distribution, spectrum, and management. *J Indian Med Assoc.* 111:18 20, 2013

Rashid A, Eyeson J, Haider D, van Gijin D, Fan K. Incidence and patterns of mandibular fractures during a 5-year period in a London teaching hospital. *Br J Oral Maxillofac Surg* 42:1083 1086, 2014

Reitzik M, Lownie JF, Cleaton-jones P, Austin J: Experimental fractures of monkey mandibles. *Int J Oral Surg* 7:100 103, 1978

Ruvo AT, Shugars DA, Shafer DM, Laskin DM, Buckley MJ, Philips C. Recovery after third molar surgery on health-related quality of life outcomes. *J Oral Maxillofac Surg* 63:929 935, 2005

Sakr K, Farag IA, Zeitoun IM. Review of 509 mandibular fractures treated at the University hospital, Alexandria Egypt. *B J Oral Maxillofac Surg* 44:107 111, 2006

Scherer M, Sullivan WG, Smith DJ Jr, Phillips LG, Robson MC: An analysis of 1423 facial fractures in 788 patients at an urban trauma center. *J Trauma* 29:388, 1989

Safdar N, Meechan JG. Relationship between fractures of the mandibular angle and the presence and state of eruption of the lower third molar. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 79:680 684, 1995

Schwartz-Dabney CL, Dechow PC:

Variations in cortical material properties throughout the human dentate mandible. *Am J Phys Anthropol* 120: 252-277, 2003

Schwimmer A, Stern R, Kritchman D. Impacted third molars: a contributing factor in mandibular fractures in contact sports. *Am J Sports Med* 11:262-266, 1983

Subhashraj K, Ramkumar S, Ravindran C. Pattern of mandibular fractures in Chennai, India. *Br J Oral Maxillofac Surg* 46:126-127, 2008

Tang Z, Tu W, Zhang G, Chen Y, Lei T, Tan Y:

Dynamic simulation and preliminary finite element analysis of gunshot wounds to the human mandible. *Injury* 43: 660-665, 2012

Thangavelu A, Yoganandha R, Vaidhyanathan A. Impact of impacted mandibular third molars in mandibular angle and condylar fractures. *Int J Oral Maxillofac Surg* 39:136-139, 2010

Takada H, Abe S, Tamatsu Y, Mitarashi S, Saka H, Ide Y. Three-dimensional bone microstructures of the mandibular angle using micro-CT and finite element analysis: relationship between partially impacted mandibular third molars and angle fractures. *Dent Traumatol* 22:18-24, 2006

Ugboko VI, Oginni FO, Owotade FJ. An investigation into the relationship between mandibular third molars and angle fracture in Nigerians. *Br J Oral Maxillofac Surg* 38:427-429, 2000

Van Beek GJ, Merckx CA. Changes in the pattern of fractures of the maxillofacial skeleton. *Int J Oral Maxillofac Surg* 28:424-428, 1999

Van den Bergh B, Karagozoglu KH, Heymans MW, Forouzanfar T. Aetiology and incidence of maxillofacial trauma in Amsterdam: a retrospective analysis of 579 patients. *J Craniomaxillofac Surg* 40:e165-169, 2012

Van Hout WM, Van Cann EM, Abbink JH, Koole R. An epidemiological study of maxillofacial fractures requiring surgical treatment at a tertiary trauma centre between 2005 and 2010. *Br J Oral Maxillofac Surg* 51:416-420, 2013

Verma S, Chambers I. Update on patterns of mandibular fracture in Tasmania, Australia. *Br J Oral Maxillofac Surg* 53:74-77, 2015

Yadav S, Tyagi S, Puri N, Kumar P, Kumar P. Qualitative and quantitative assessment of relationship between mandibular third molar and angle fracture on North Indian population: A clinico-radiographic study. *Eur J Dent* 7:212-217, 2013

Werkmeister R, Fillies T, Joos U, Smolka K. Relationship between lower wisdom tooth position and cyst development, deep abscess formation and mandibular fracture. *J Craniomaxillofac Surg* 33:164-168, 2005

Yamada T, Sawaki Y, Tohnai I, Takeuchi M, Ueda M. A study of sports-related mandibular angle fracture: relation to the position of the third molars. *Scand J Med Sci Sports* 8:116-119, 1998



Zhu SJ, Choi BH, Kim HJ, Park WS, Huh JY, Jung JH, Kim BY, Lee SH. Relationship between the presence of unerupted mandibular third molars and fractures of the mandibular condyle. *Int J Oral Maxillofac Surg* 34: 382-385, 2005

Zix JA, Schaller B, Lieger O, Saulacic N, Thorén H, Iizuka T: Incidence, aetiology and pattern of mandibular fractures in central Switzerland. *Swiss Med Wkly* 141:w13207, 2011

## BIOGRAFIJA

Dr Svetlana Antić je rođena 04.08.1983.godine u Paraćinu, Republika Srbija, gde je završila osnovnu školu i gimnaziju. Stomatološki fakultet Univerziteta u Beogradu je upisala 2002.godine, a diplomirala je dana 22.10.2007.godine sa prosečnom ocenom 9,52. Proglašena je za najboljeg studenta treće (školska 2004/'05.) i četvrte godine studija (školska 2005/'06.) i nosilac je nagrade Univerziteta u Beogradu za najboljeg studenta generacije Stomatološkog fakulteta, koji je diplomirao u školskoj 2007/2008.godini.

Nakon pripravničkog staža, obavljenog u domu zdravlja "Novi Beograd" kao i na klinikama Stomatološkog fakulteta, položila je stručni ispit 2008. godine.

Iste godine (2008.) je upisala dokorske studije na Stomatološkom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Odslušala je i položila sve ispite sa prosečnom ocenom 9.65

Tokom osnovnih i doktorskih studija na Stomatološkom fakultetu, bila je stipendista Fonda za mlade talente Ministarstva omladine i sporta Republike Srbije, grada Paraćina, EFG banke, Fondacije za stipendiranje naučnog i umetničkog podmlatka i Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj.

2009.godine upisala je Medicinski fakultet Univerziteta u Beogradu, gde je trenutno na VI godini studija.

2012.godine je izabrana u zvanje asistenta za naučnu oblast Bazične stomatološke nauke, nastavni predmet „Osnovi kliničke radiologije“ na Stomatološkom fakultetu Univerziteta u Beogradu.

Dr Svetlana Antić je aktivan učesnik skupova od nacionalnog i međunarodnog značaja, gde je do sada prezentovala 6 naučnih radova u formi usmenih prezentacija. Objavila je 4 naučna rada u referentnim časopisima sa impakt faktorom. Saradnik je na realizaciji projekta Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj (br: 45005).

Прилог 1.

## Изјава о ауторству

Потписани-а \_\_\_\_\_ Светлана З. Антић \_\_\_\_\_

број индекса \_\_\_\_\_ 8/2008 \_\_\_\_\_

### Изјављујем

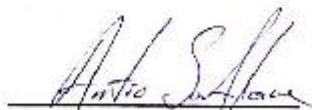
да је докторска дисертација под насловом

УТИЦАЈ ПРИСУСТВА И ПОЛОЖАЈА ТРЕЋЕГ МОЛАРА ДОЊЕ ВИЛИЦЕ НА  
РИЗИК ЗА НАСТАНАК ПРЕЛОМА У РЕГИОНУ ДОЊЕВИЛИЧНОГ УГЛА И  
ЗГЛОБНОГ НАСТАВКА

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, 03.06.2015. године



Прилог 2.

**Изјава о истоветности штампане и електронске  
верзије докторског рада**

Име и презиме аутора Светлана З. Антић

Број индекса 8/2008

Студијски програм докторске академске студије, модул: Мултидисциплинарни  
приступ решавању базичних и клиничких проблема у стоматологији

Наслов рада УТИЦАЈ ПРИСУСТВА И ПОЛОЖАЈА ТРЕЋЕГ МОЛАРА ДОЊЕ  
ВИЛИЦЕ НА РИЗИК ЗА НАСТАНАК ПРЕЛОМА У РЕГИОНУ ДОЊЕВИЛИЧНОГ  
УГЛА И ЗГЛОБНОГ НАСТАВКА

Ментор Проф. Др Зоран Рајкочевић

Коментор Проф. Др Марија Ђурић

Потписани/а Светлана З. Антић

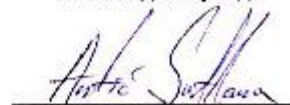
Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, 3.6.2015. године



Прилог 3.

### Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

УТИЦАЈ ПРИСУСТВА И ПОЛОЖАЈА ТРЕЋЕГ МОЛАРА ДОЊЕ ВИЛИЦЕ НА РИЗИК ЗА НАСТАНАК ПРЕЛОМА У РЕГИОНУ ДОЊЕВИЛИЧНОГ УГЛА И ЗГЛОБНОГ НАСТАВКА

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који пошљују одредбе садржане у одабраном тилу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

Потпис докторанда

У Београду, 03.06.2015. године

