

# RADIOLOGIJA U DENTALNOJ IMPLANTOLOGIJI

Kolegij: Predavanje za Poslijediplomski doktorski i specijalistički studij

*Katedra za opću i dentalnu radiologiju  
Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Prof.dr.sc. Ivan Krolo*

Implantologija, odnosno implantoprotetika je stomatološka djelatnost koja se najbrže razvija u zadnje vrijeme. Implantologijskim postupkom se nadomješta jedan ili više zubi implantatom. Gubitak zubi je svakodnevna učestala pojava, 80% ljudi ima gubitak od najmanje jednog zuba.

Njeni počeci datiraju od prije 60 godina. Iako se radi o zajedničkom djelovanju oralne kirurgije i protetike za uspješan implantologijski postupak jednako je važna i radiologijska obrada bolesnika. Zahvaljujući iznimno brzom tehnološkom napretku, mijenja se i vrsta i algoritam radiologijske dijagnostike bolesnika u pred i postimplantacijskom postupku.

Razne su vrste bezubnosti, koje su do pojave implantologije, onemogućavale zubne nadogradnje. Danas intraosalni implantati na koje se nadograđuju protetski uradci, omogućuju morfološku, funkcijsku, estetsku, fonetsku kao i oralnohigijensku rehabilitaciju bolesnika.

Budući da ne postoji dobna granica za ugradnju implantata, a na taj postupak se odlučuju uglavnom osobe srednje ili starije dobi, gdje se učestalije nalaze koštane promjene čeljusti, a to je isto jedan od razloga potrebe za dobrom radiologijskom evaluacijom.

Danas se u implantologiji koriste uglavnom intraosalni implantati koji izgledaju poput vijka.

Kontraindikacije za implantologijski postupak su male, a obuhvaćaju težu bolest srca, bubrega, izraženi dijabetes, jaku osteoporozu ili težu hematološku bolest.

Implantologijski postupak se može podijeliti u 4 faze:

1. predimplantologijska faza
2. operativni postupak
3. protetski postupak
4. postimplantacijska kontrola

To se u praktičnom radu može prikazati kao niz svrsishodnih postupaka različitih medicinskih djelatnosti:

Implantologijski postupnik:

- Klinički pregled doktora dentalne medicine, uzimanje mekog otiska
- Labarotorijski uradak predloška u odnosu 1 prema 1 veličine temeljem otiska
- Prvi predložak sa „mrtvim“ koridorima na zamišljenim pozicijama ugradnje implantata
- Cone Beam snimanje s prvim predloškom
- Rezultati pregleda se transformiraju u DICOM software sa programom za planiranje pozicije implantata
- Izbor dužine, širine i kuta implantata
- Izbor implantata
- Laboratorijski uradak završnog predloška
- Operacijski postupak implantacije
- Protetička nadogradnja
- Klinička i radiologijska kontrola

## **Postimplantologijski postupci**

Nakon implantacijskog postupka potrebno je praćenje uspješnosti implantacije. Tu se podrazumijeva naglasak na funkcionalnost, estetiku i medicinsku evaluaciju uratka.

Radiologijskom dijagnostikom objektivno se može utvrditi pozicija implantata, odnos s bitnim okolnim strukturama. Iznimno važna je procjena oseointegracije implantata.

Oseointegracija je strukturalna i funkcionalna povezanost između okolne kosti i dentalnog implantata.

Ona je u svezi s operacijskom procedurom, veličini, mikrostrukтури i sterilnosti implantata te kvaliteti kosti.

Procjena kvalitete oseointegracije se vrši klinički i radiologijski. Radiologijska procjena se može učiniti nakon 2,6 ili 12 mjeseci.

## **Autoimplantacija**

Autoimplantacija je ponovna ugradnja vlastitog zuba bolesnika u zubnu alveolu. Najčešći uzrok i razlog postupka je trauma i izbacivanje zuba iz zubne alveole. Radi se neposredno iza traume. Uspjeh je u svezi s intezitetom traume, stanju alveole i zuba, zubnih ligamenata, neurovaskularnih struktura i lamine dure. Liječenje odnosno postupak učvršćivanja zuba može biti koštanim strukturama ili periodontalnom membranom tj. fibrozni. Pulpalna vitalnost se određuje klinički. Uspješnost autotransplantacijskog postupka je nakon jedne godine oko 94%, nakon dvije 83% te nakon 5 61%.

## **Augmentacija**

Augmentacija označava nadomještanje manjka koštanog tkiva. Koštano tkivo se može nadomjestiti autolognim materijalom, odnosno vlastitom kosti ili heterolognim materijama (umjetnim materijalom) koji zamjenjuje koštano tkivo. Najčešće se augmentacija izvodi kada je alveolarna kost atrofična, te nema dovoljno visine ili širine za ugradnju implantata. Ako se augmentacija radi u maksili u području sinusa, kombinirana je sa sinus liftingom.

Prije procesa augmentacije potrebna je detaljna radiologijska obrada, Cone beam-om ili Dental CT-om, kao i postimplantacijska kontrola.

## **Komplikacije**

Veoma rijetko kada su pripreme pažljivo odrađene. Moguće su infekcije u slučaju loše oralne higijene, odmah nakon zahvata ili kasnije. Moguće je da tijelo odbaci implantate, što je vrlo rijetka pojava. Uspjeh zahvata je kod pušača smanjen za 10% posto, kao rezultat toksičnog djelovanja nikotina i visoke temperature u ustima u fazi zacjeljivanja, kao i taloženja katrana i nedovoljne oralne higijene. Pojava slična parodontozu može se javiti i kod implantata te u tom slučaju govorimo o periimplantitisu, odnosno upali mekih pa onda i tvrdih tkiva oko implantata.

**Radiologijska dijagnostika** je zastupljena u predimplantacijskoj fazi i kontroli učinjenog implantacijskog uratka. Radiologijski prikaz daje podatke koji su neophodni za uspješan implantologijski postupak. Na radiologijskom prikazu mora se objektivno i tamo gdje je moguće prikazati i izmjeriti potrebni parametri a koji su bitan čimbenik predimplantacijske procjene postupka. Radiologijski prikaz omogućuje egzaktne pokazatelje kvantitete i kvalitete alveolarne kosti. Na radiologijskom prikazu analiziramo izgled mandibule i maksile, sastav odnosno strukturu kosti na određenom mjestu implantacije, te otkrivamo eventualne patologijske procese bilo upalne ili tumorske etiologije, moguće anomalije ili posljedice medicinskih zahvata. Isto tako potrebno je znati raspored preostalih zubi u zubnom nizu, njihov položaj i smjer. Doktor dentalne medicine (oralni kirurg) mora znati visinu i širinu alveolarnog grebena odnosno nastavka zbog izbora veličine implantata i procjene mogućnosti postavljanja. Minimalna dimenzije alveolarne kosti za implantologijski postupak su visina 7mm, te širina alveolarne kosti 5 mm. Visina i širina alveolarnog grebena određuju dužinu i promjer implantata. Što je kost viša i šira, te bolje strukture, odnosno mineralizacije može se ugraditi implantat koji je duži i većeg promjera. Kod radiologijske analize mandibule važno je poznavanje precizne lokacije mandibularnog kanala i foramena mentale. Ozljeda neuro-vaskularnog pleksusa unutar mandibularnog kanala rezultiraju neurološkim ispadima, boli i parestezijama lica. Osim visine i širine alveolarnog grebena potrebno je znati i nagib u bukolingvalnoj projekciji. Kod analize gornje čeljusti na radiologijskom prikazu bitno je objektivizirati odnos (visinu) alveolarnog grebena prema maksilarnom sinusu. Perforacija maksilarnog sinusa ugrožava uspješnost implantata i može uzrokovati upalni proces u sinus, glavobolje i druge komplikacije. Kvaliteta kosti se može na modernim digitalnim prikazima, (Dental CT, Cone Beam) osim vizualne i numerički mjeriti.

**Radiologijska dijagnostika** je zastupljena u predimplantacijskoj fazi i kontroli učinjenog implantacijskog uratka. Radiologijski prikaz daje podatke koji su neophodni za uspješan implantologijski postupak. Na radiologijskom prikazu mora se objektivno i tamo gdje je moguće prikazati i izmjeriti potrebni parametri a koji su bitan čimbenik predimplantacijske procjene postupka. Radiologijski prikaz omogućuje egzaktne pokazatelje kvantitete i kvalitete alveolarne kosti. Na radiologijskom prikazu analiziramo izgled mandibule i maksile, sastav odnosno strukturu kosti na određenom mjestu implantacije, te otkrivamo eventualne patologijske procese bilo upalne ili tumorske etiologije, moguće anomalije ili posljedice medicinskih zahvata. Isto tako potrebno je znati raspored preostalih zubi u zubnom nizu, njihov položaj i smjer. Doktor dentalne medicine (oralni kirurg) mora znati visinu i širinu alveolarnog grebena odnosno nastavka zbog izbora veličine implantata i procjene mogućnosti postavljanja. Minimalna dimenzije alveolarne kosti za implantologijski postupak su visina 7mm, te širina alveolarne kosti 5 mm. Visina i širina alveolarnog grebena određuju dužinu i promjer implantata. Što je kost viša i šira, te bolje strukture, odnosno mineralizacije može se ugraditi implantat koji je duži i većeg promjera. Kod radiologijske analize mandibule važno je poznavanje precizne lokacije mandibularnog kanala i foramena mentale. Ozljeda neuro-vaskularnog pleksusa unutar mandibularnog kanala rezultiraju neurološkim ispadima, boli i parestezijama lica. Osim visine i širine alveolarnog grebena potrebno je znati i nagib u bukolingvalnoj projekciji. Kod analize gornje čeljusti na radiologijskom prikazu bitno je objektivizirati odnos (visinu) alveolarnog grebena prema maksilarnom sinusu. Perforacija maksilarnog sinusa ugrožava uspješnost implantata i može uzrokovati upalni proces u sinus, glavobolje i druge komplikacije. Kvaliteta kosti se može na modernim digitalnim prikazima, (Dental CT, Cone Beam) osim vizualne i numerički mjeriti.



## **Radiologijske metode**

Radiologijske metode koje bi se trebale primijeniti u predimplantacijskom postupku su ortopantomografija s linearnom tomografijom, Dental CT i Cone Beam.

Konvencionalne tehnike nisu dostatne u implantologiji, budući daju prikaz u dvije ravnine i u pravilu nema informacije o debljini kosti. Retroalveolarne snimke, te drugi intraoralni načini snimanja se ne bi smjeli koristiti u predimplantologijskom postupku.

Razlog je nedovoljno informacija temeljem korištenja tih metoda, poput distorzije prikaza kao i manjka treće dimenzije. 3D radiologijski prikaz omogućuje ortopantomografija s konvencionalnom tomografijom, dental CT, Cone Beam i MR (magnetska rezonancija). Sam ortopantomogram ili panoramska snimak mandibule ili panoramska snimaka maksile nisu dovoljne za po pravilima algoritma implantologijski proces. Temeljem tih snimka treba učiniti transvezalne rekonstrukcije odnosno tomografsko snimanje. Praktički radi se o konvencionalnoj 3D rekonstrukciji. Prednosti takvog prikaza su jednolično uvećanje, te prikaz treće dimenzije. Manjkavosti su ograničena primjena u praksi, dosta vremena za dobivanje radiologijskog prikaza, nejasna slika struktura koje nisu u sloju te potrebno iskustvo i znanje za analizu prikaza.

DENTAL CT ima softverski program za određivanje svih potrebnih parametara za implantaciju. Koristi podatke iz tankih aksijalnih CT slojeva debljine 1,5 – 2 mm, za rekonstrukciju i prikaz poprečnih slojeva na kojima se određuju pozicije implantata. Prednosti Dental CT-a su vjerni prikaz veličine, jednoliko uvećanje, jaki kontrast na slici, dobar prikaz svih čimbenika za analizu, multiplanarni prikaz, 3D rekonstrukcija, istovremeni prikaz više implantacijskih mjesta, te primjena softvera za implantologijski postupak. Manjkavosti Dental CT-a su veće doze zračenja u odnosu na konvencionalnu tomografiju i Cone beam, teže razumijevanje doktora dentalne medicine dobivenog prikaza i potreba suradnje s radiologom, mogući artefakti od metalnih uradaka u zubnom nizu.

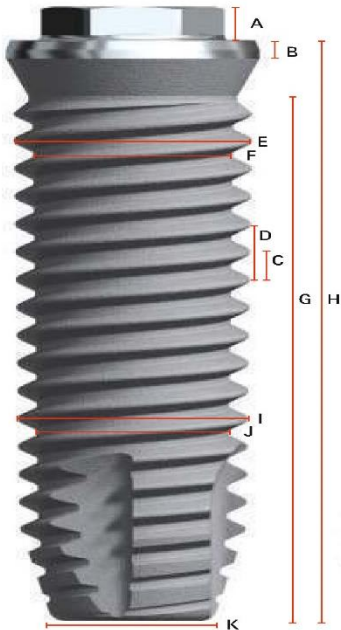
Cone Beam ili Cone Beam volumetric tomography (CBVT) je metoda izbora u predimplantacijskom postupku. Prednost u odnosu na Dental CT je manja cijena koštanja uređaja, lakša montaža, te manja doza zračenja za bolesnika. Radiologijским prikazom na Cone Beam pregledu dobivamo sve parametre potrebne za implantologijski proces prema utvrđenom postupniku. Primjenom pratećih softvera, osim utvrđivanja mjesta i pozicije implantata, moguć je izbor odnosno odabir najboljeg implantata koji zadovoljava sve zadane kriterije.

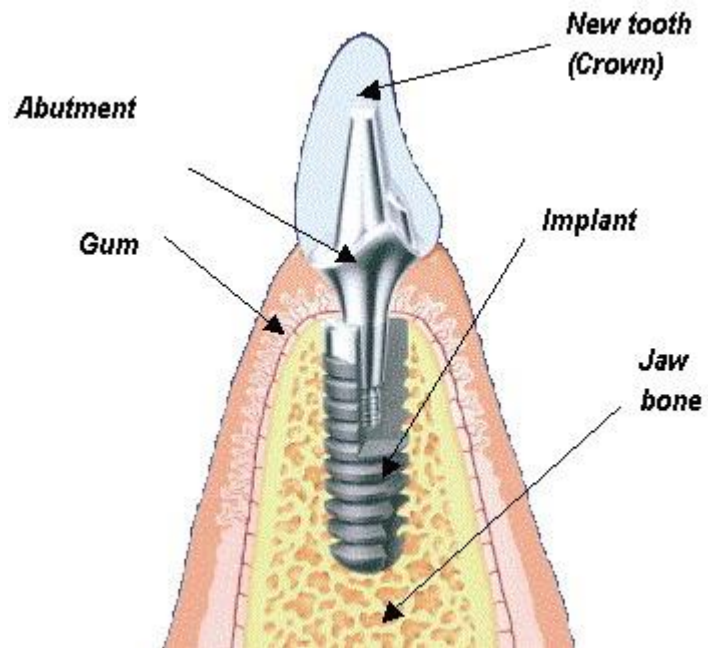
Kod radiologijskih prikaza ortopantomogramom sa transversalnom tomografijom, Dental CT-om i Cone beam potrebno je znati eventualne prosječne vrijednosti uvećanja.

Radiologijske metode koristimo u procjeni oseointegracije i kod autotransplantacijskog postupka. MR (magnetska rezonancija) u današnje vrijeme ima izrazito ograničenu primjenu u dentalnoj radiologiji. Zahvaljujući brzom tehnologijskom napretku realno je za očekivati da će se razviti programi koji će zamijeniti dio CT dijagnostike, budući da magnetska rezonancija ne koristi ionizirajuće zračenje.

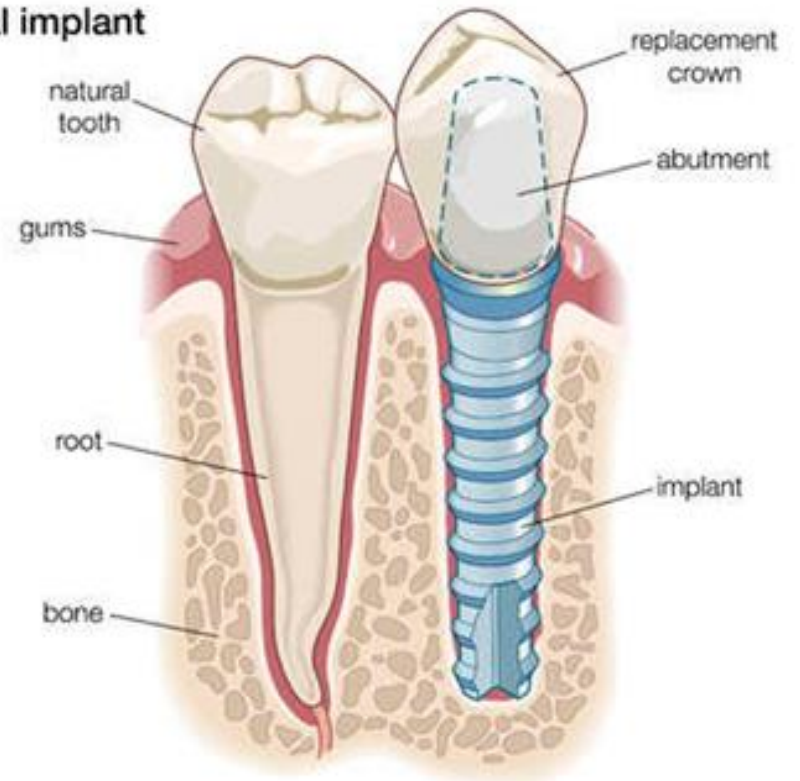
# Dentalna implantologija

- IMPLANTAT – najčešće intraosalni
- Nadomještanje jednog ili više zubi zubnog niza
- Implantati kao nosači zubnih mostova i proteza



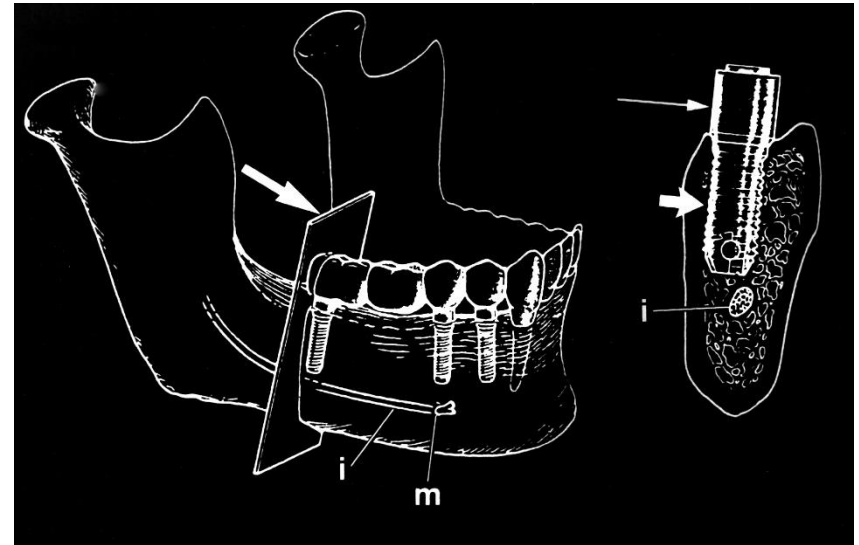


### Dental implant



# RADIOLOGIJSKA EVALUACIJA U IMPLANTOLOGIJI

- ✓ Poziciju mandibularnog kanala
- ✓ Odnos alveolarnog grebena prema maksilarnom sinusu
- ✓ Anteroro posteriornu debljinu kosti
- ✓ Visinu alveolarnog grebena
- ✓ Nagib alveolarnog grebena
- ✓ Strukturu kosti



# Radiologijska mjerenja u implantologiji

## **Bukolingvalna dimenzija**

Širina alveolarnog grebena mora biti najmanje 2 mm veća od promjera implantata tj. 1 mm kosti s obje strane implantata.

## **Apikokoronalna dimenzija**

- U donjoj čeljusti visina alveolarnog grebena mora iznositi barem 12 mm (dužina implantata plus 2 mm ), a iznad n.. alveolaris inferior treba sačuvati sigurnosni razmak od 2 mm.
- U gornjoj čeljusti visina grebena mora iznositi barem 10 mm, a sigurnosni razmak ispod sinusne šupljine nije potreban.

## **Meziodistalna dimenzija**

- Za pojedinačne implantate meziodistalna širina mora iznositi više od 7 mm.

# Procjena gustoće kosti

## Određivanje gustoće kosti pomoću CT-a

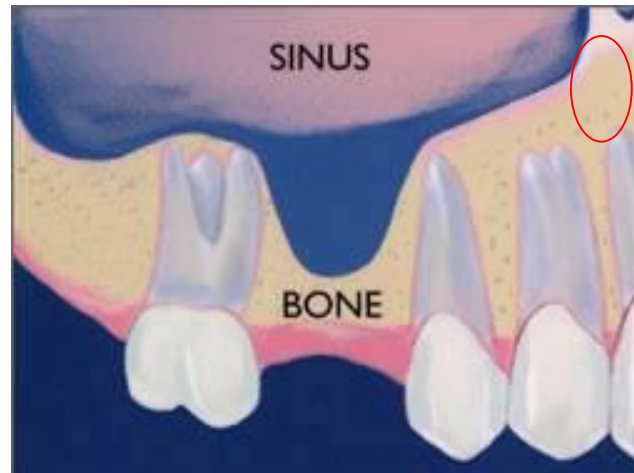
D1	> 1250 Hounsfield jedinica
D2	850 – 1250 Hounsfield jedinica
D3	350 – 850 Hounsfield jedinica
D4	150 – 350 Hounsfield jedinica
D5	< 150 Hounsfield jedinica

Osteoporotična struktura kosti





# Vertikalna atrofija alveolarog grebena



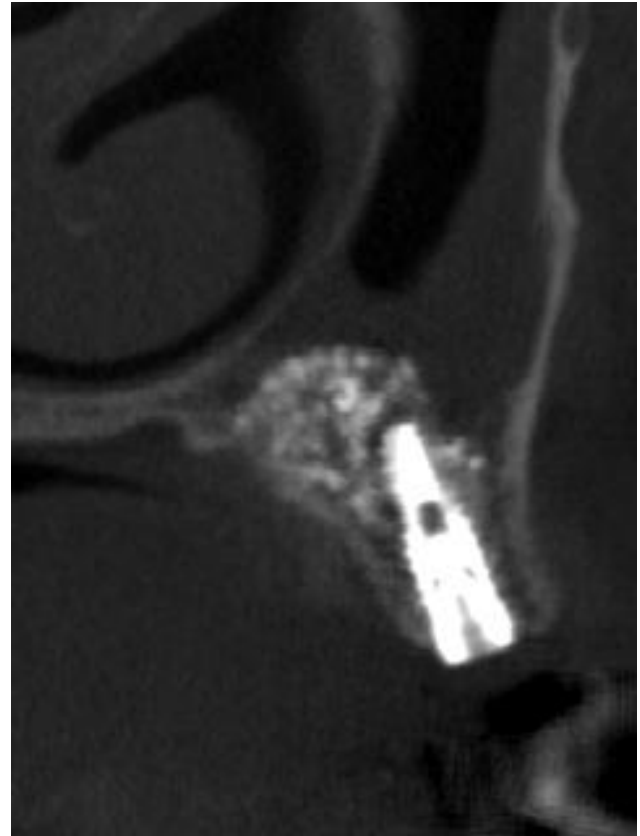
A. Verikalna atrofija desne maksilarne kosti



B. Nakon augmentacije volumen kosti i visina se povećala



Prikaz implantata u augmentacijskom nadomjesku



# *RADIOLOGIJSKE METODE U IMPLANTOLOGIJI*

ORTOPANTOMOGRAM

Konvencionalna tomografija

MSCT- dental program

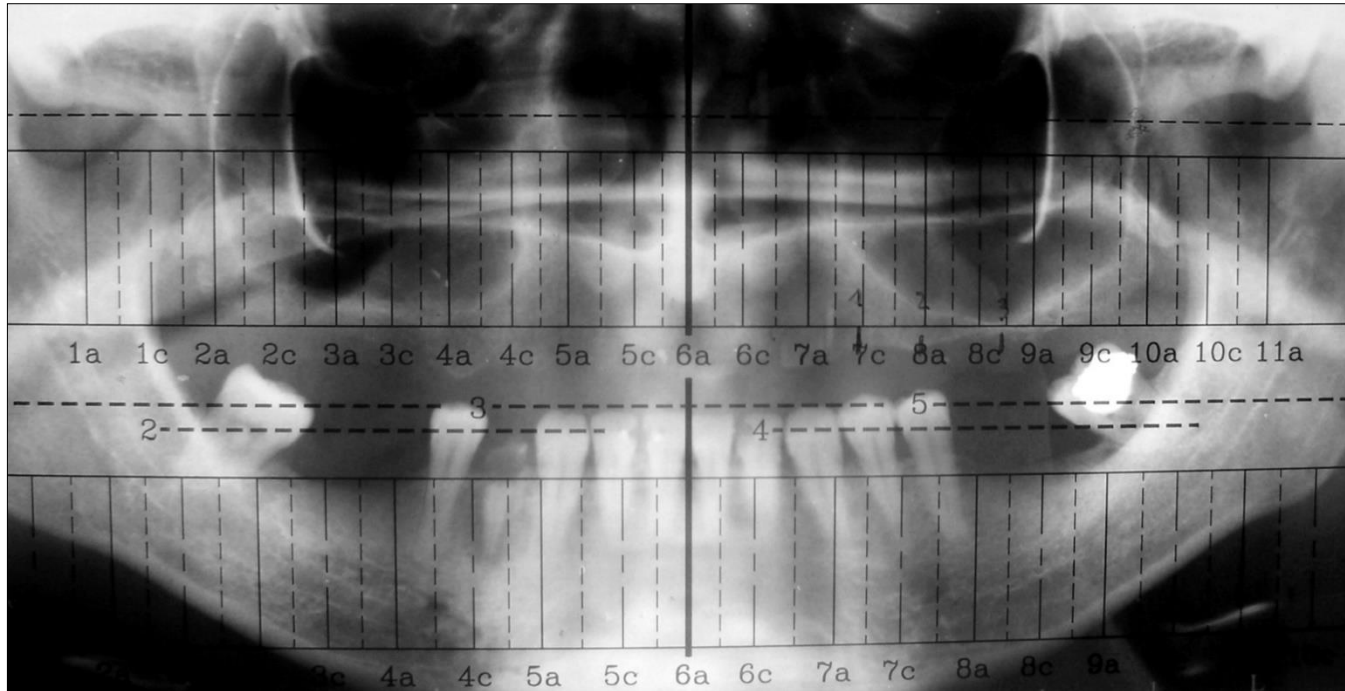
**CONE- BEAM CT**

# Ortopantomogram



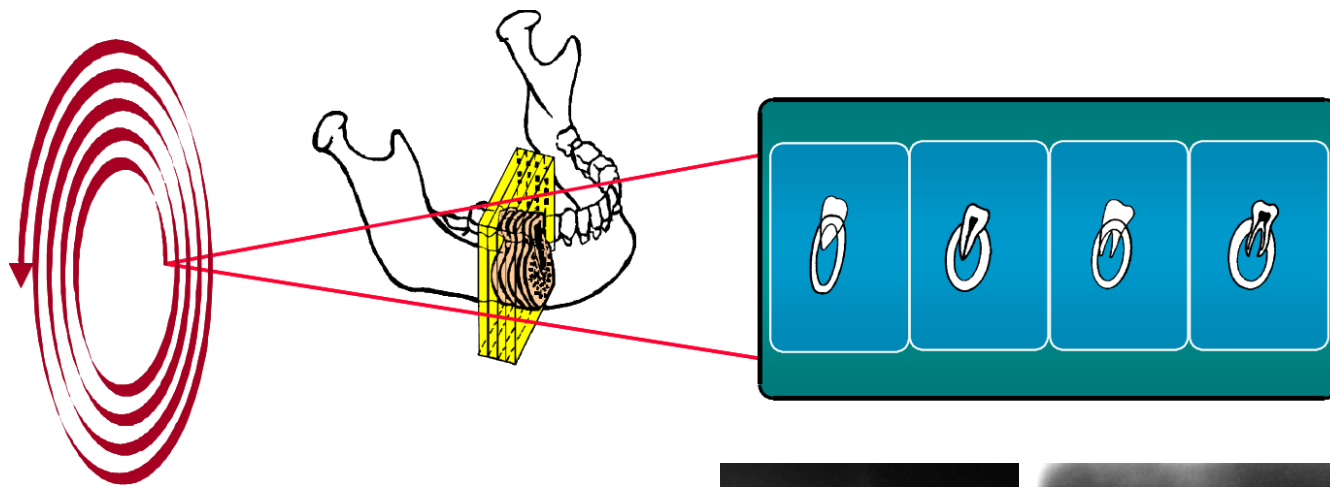
Moguće je objektivizirati 2 dimenzije kosti

# Ortopantomogram sa sagitalnom klasičnom tomografijom - određivanje slojeva

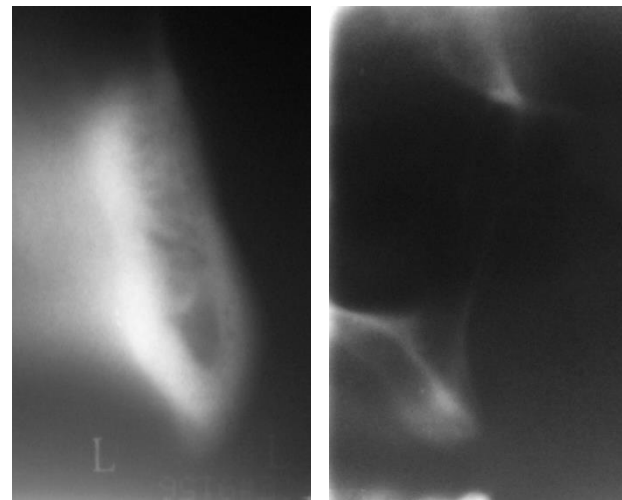


Okomite linije s brojevima određuju sloj koji će se analizirati u Sagitalnom tomogramu

# Konvencionalna sagitalna tomografija



Sagitalni tomogrami jednog sloja  
kroz mandibulu i maksilu



# KONVENCIONALNE TEHNIKE SU NEODGOVARAJUĆE U PREDIMPLANTOLOGIJSKOM POSTUPKU

NEDOSTACI:

25% distorzija

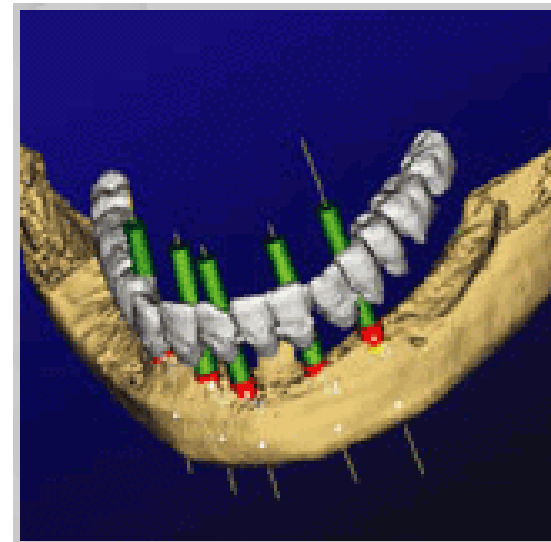
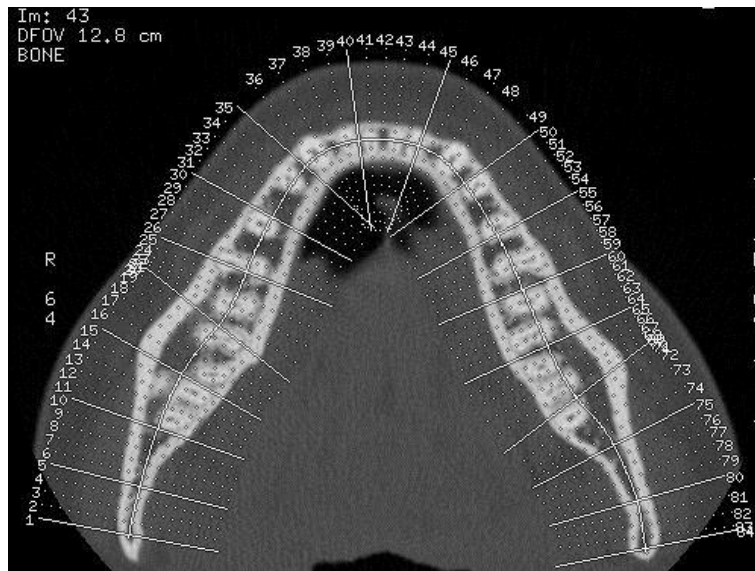
ne pokazuju debljinu kosti, nagib

subjektivna procjena strukture

teže snalaženje kod slojevnog snimanja



# *Dental CT, MSCT-dental software*



# MSCT – dentalni program

DENTAL CT-SOFTVEAR PROGRAM  
KORISTI PODATKE IZ TANKIH CT  
SLOJEVA, DEBLJINE 1,5-2 MM, ZA  
REKONSTRUKCIJU MULTIPLIH  
POPREČNIH PRESJEKA U ODNOSU NA  
OSOVINU SNIMANJA

# *Dental CT, MSCCT-dental software*

- **Prednosti:**

jednoliko uvećanje, 1:1

visoka kontrastnost

dobar prikaz augmentacije

multiplanarne ravnine

3-dimenzionalna rekonstrukcija

softver za implantologiju

# *Dental CT, MSCCT-dental software*

- **MANJKAVOSTI:**

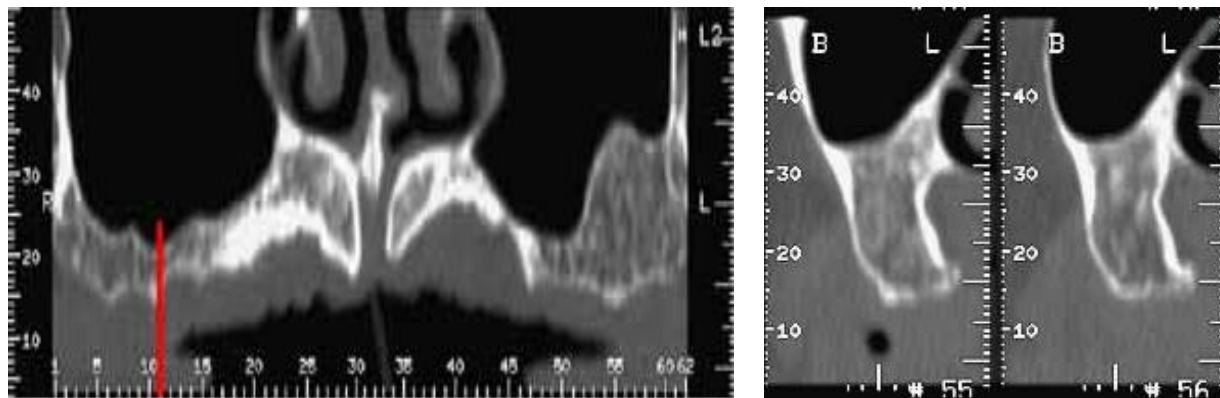
Viša doza zračenja

DDM teže razumijevanje nalaza

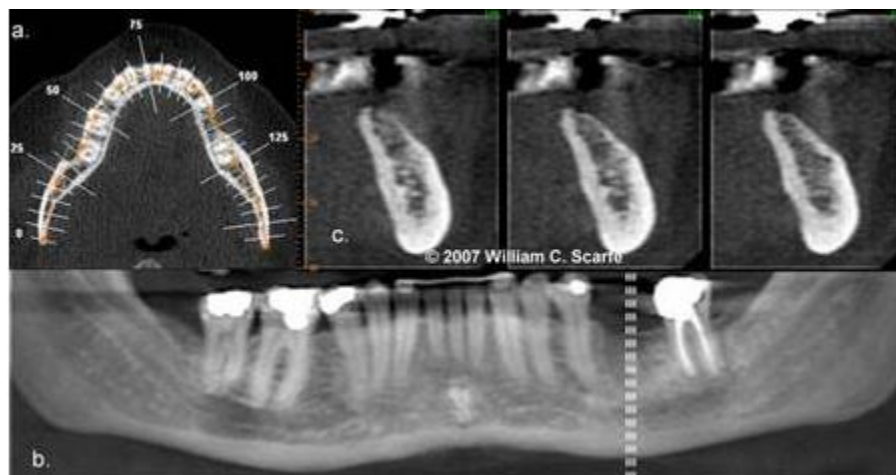
Radiolog potreban za analizu CT slika

Metalni artefakti

Cijena



MSCT-dental program:slojevi u maksili



MSCT-dental program slojevi u mandibuli

# Cone Beam (CBCT) u implantologiji

Aparat specijalno konstruiran za dentalnu medicinu (DM)

Dental software program

3-D, 1:1 rekonstrukcija omogućuje virtualno postavljanje implantata i uradak kiruške vodilice za plasiranje implantata

Rezoluciju za kost

Multiplanarne rekonstrukcije

Povećava uspješnost, virtualno eliminirane mogućnosti povreda vitalnih struktura

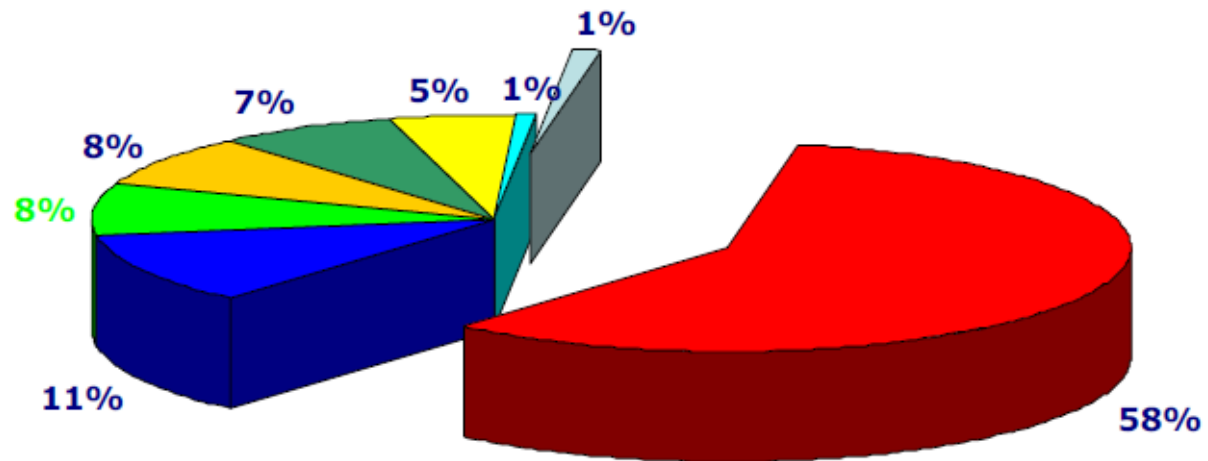
# Indikacije za CBCT

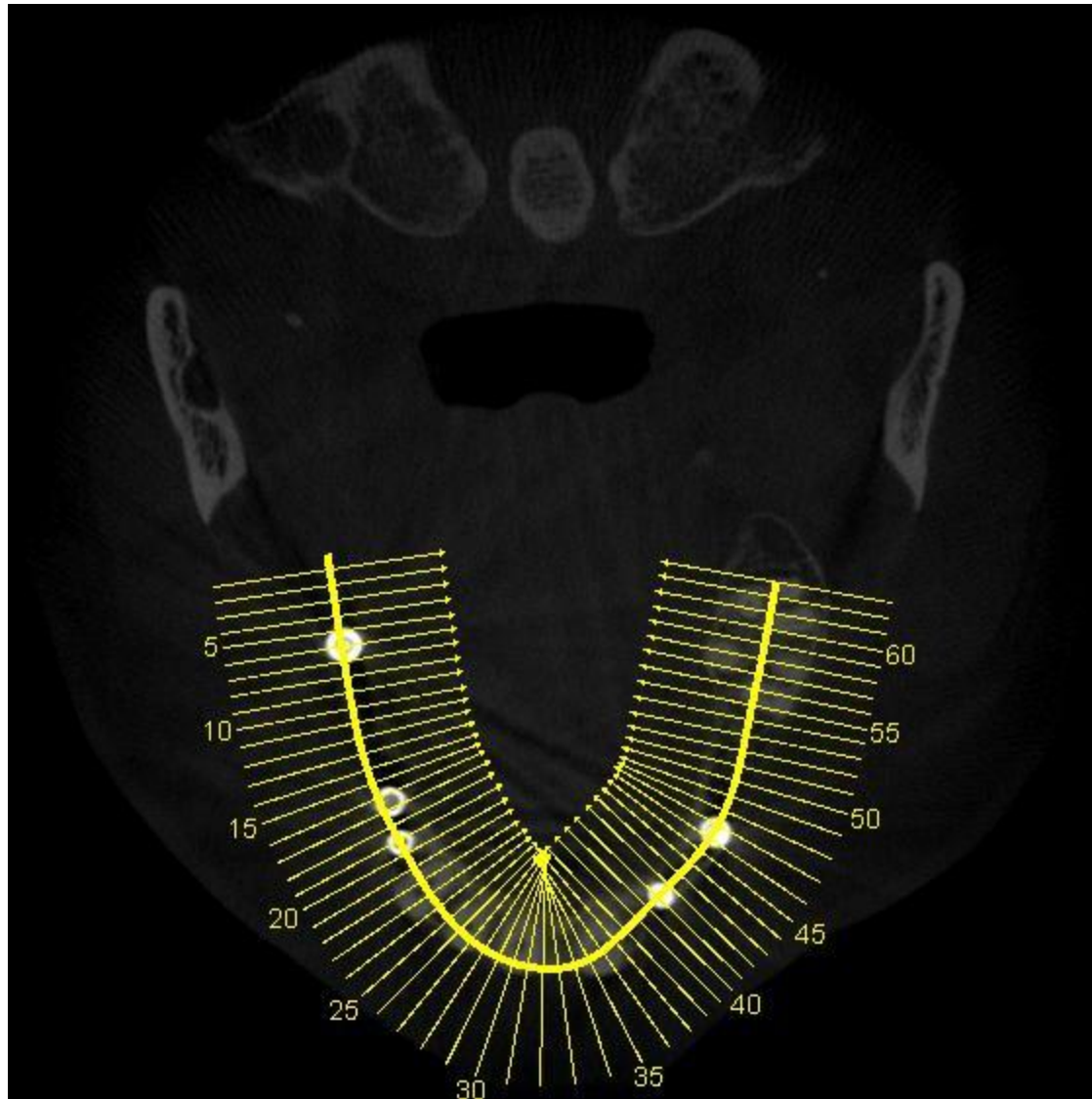
- **CBCT Indication**

- **CBCT Imaging**

1450 Examinations

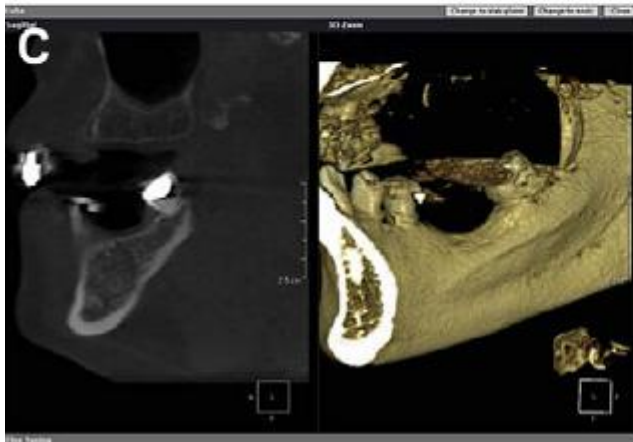
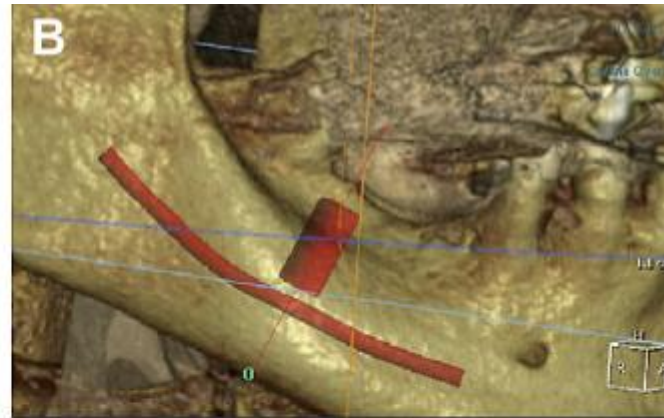
(University Freiburg, PD Dr. R. Schulze)



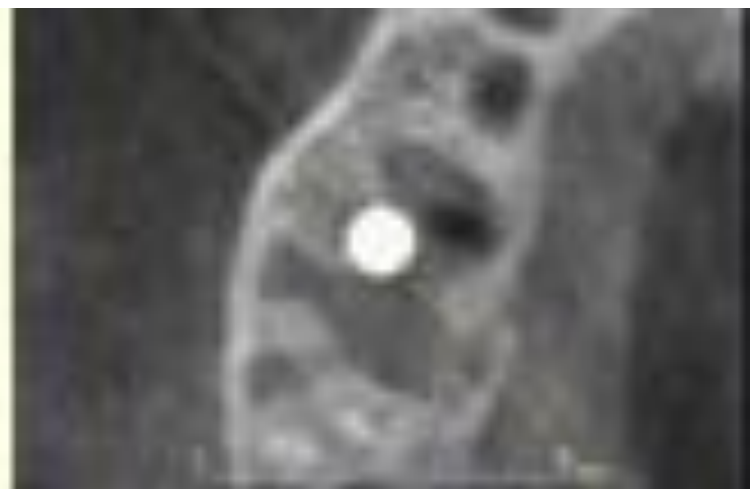


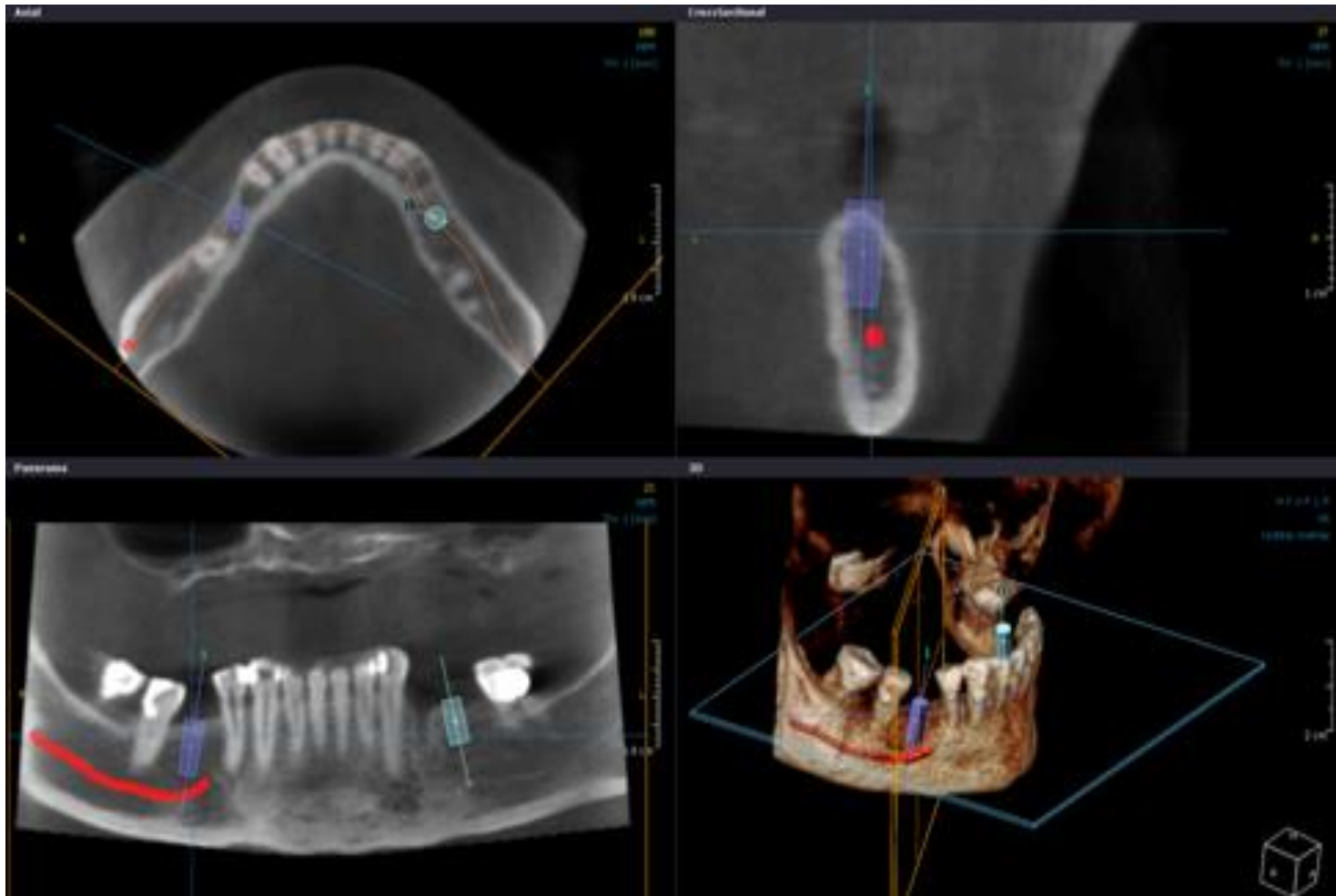
Planiranje pozicije implantata na CBCT-u



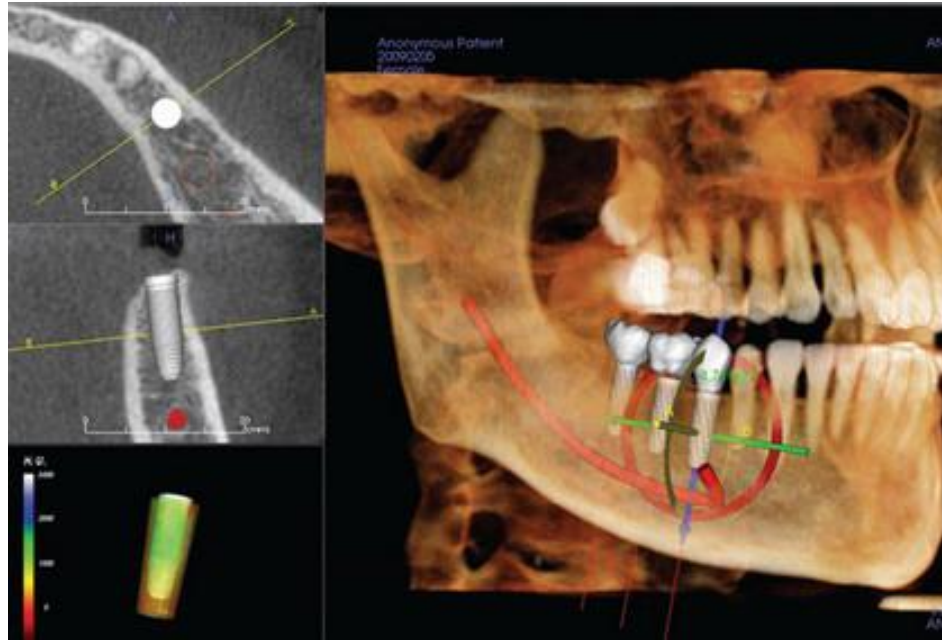


planiranje pozicije implantata

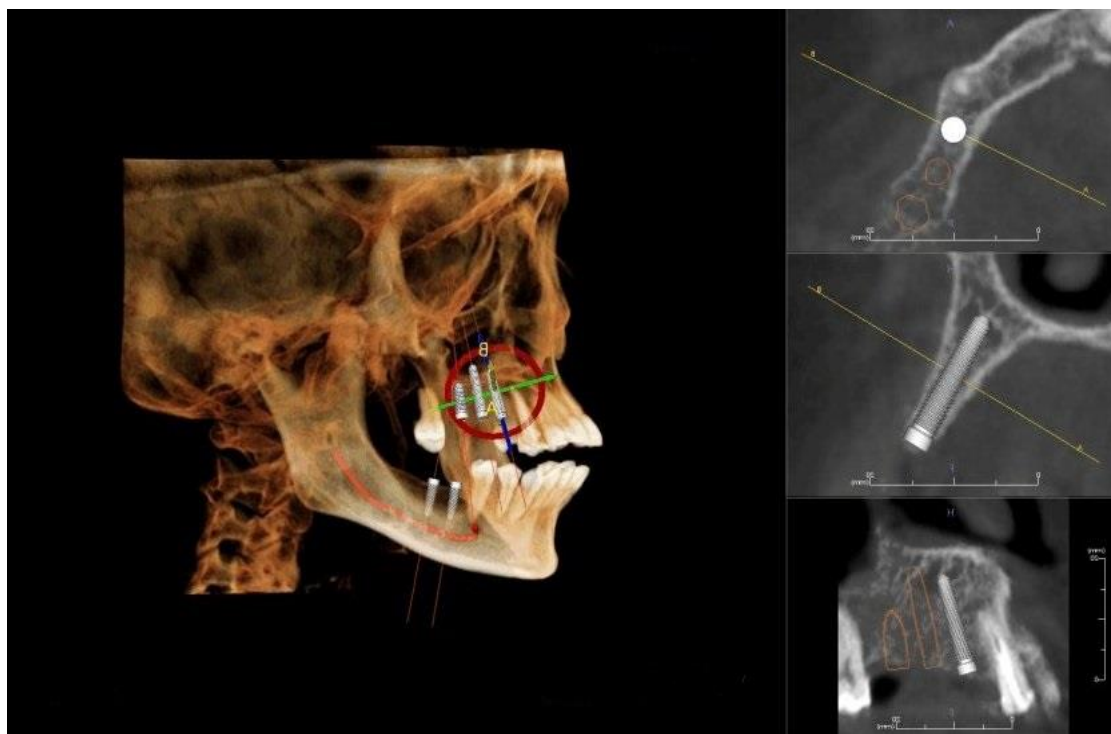




CBCT planiranje pozicije, nagiba i veličine implantata

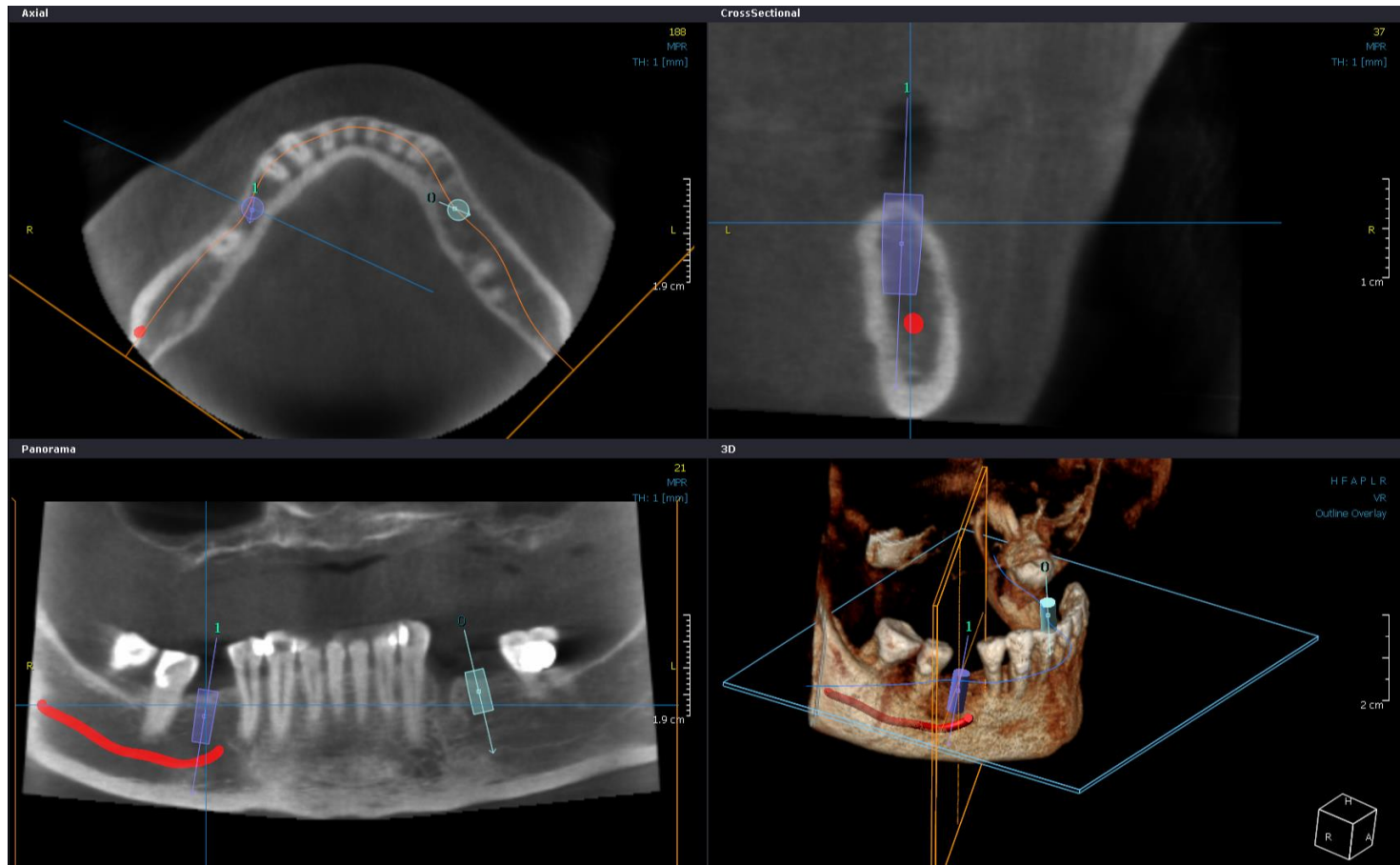


Kompjutorski vođeno postavljanje implantata uz pomoć računalnog softvera. U mandibuli se vidi točan položaj mandibularnog kanala i udaljenost implantata od njegove površine. Udaljenost mora biti 1-2 mm.



Primjer računalnog mjerenja širine i visine  
kosti za određivanje smjera postavljanja implantata u maksili  
Svaki postupak koji je isplaniran kompjutorski, može se uz pomoć  
individualnih kirurških šablona prenijeti u pacijentovu usnu šupljinu

# Markiranje mandibularnog živca i implantata



# Vrijednost CBCT-a u implantologiji

- prikaz mandibularnog živca
- visina i širina alveolarnog grebena
- pozicija maksilarnog sinusa
- struktura kosti
  
- planiranje i izbor implantata

# POSTIMPLANTOLOGIJSKA RAD. PROCEDURA

- Kontrola usatka
- Oseointegracija usatka
- Moguće popratne pojave



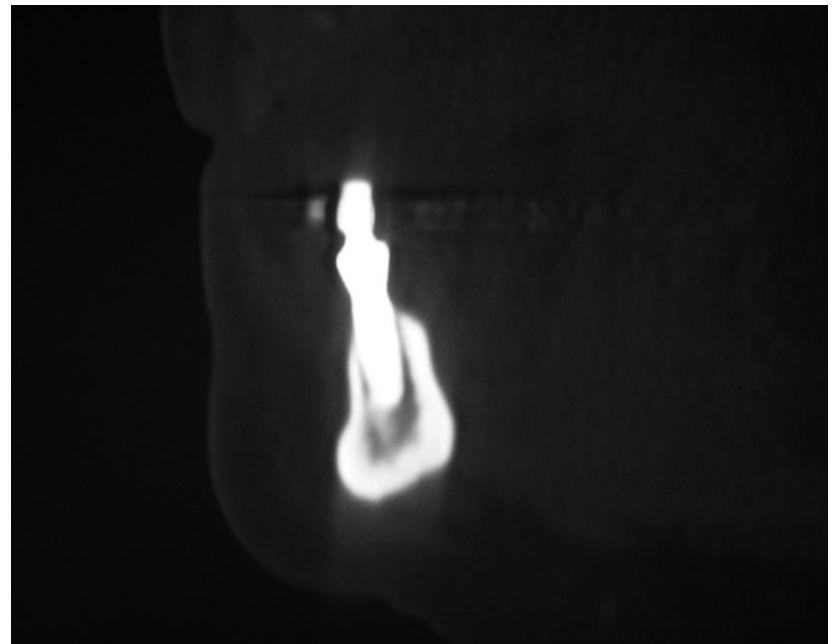
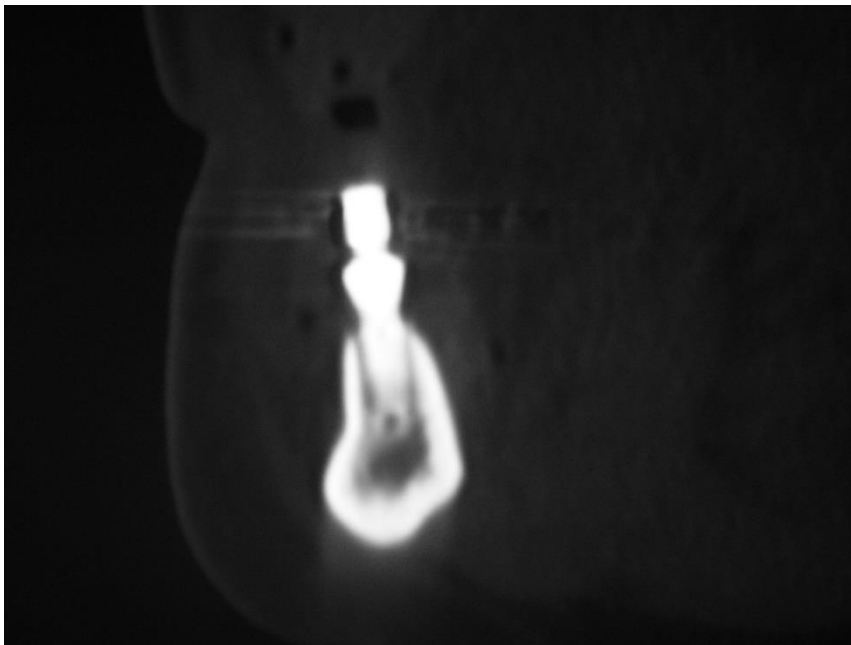


Ortopantomogram (panoramska snimka) kontrola implantata

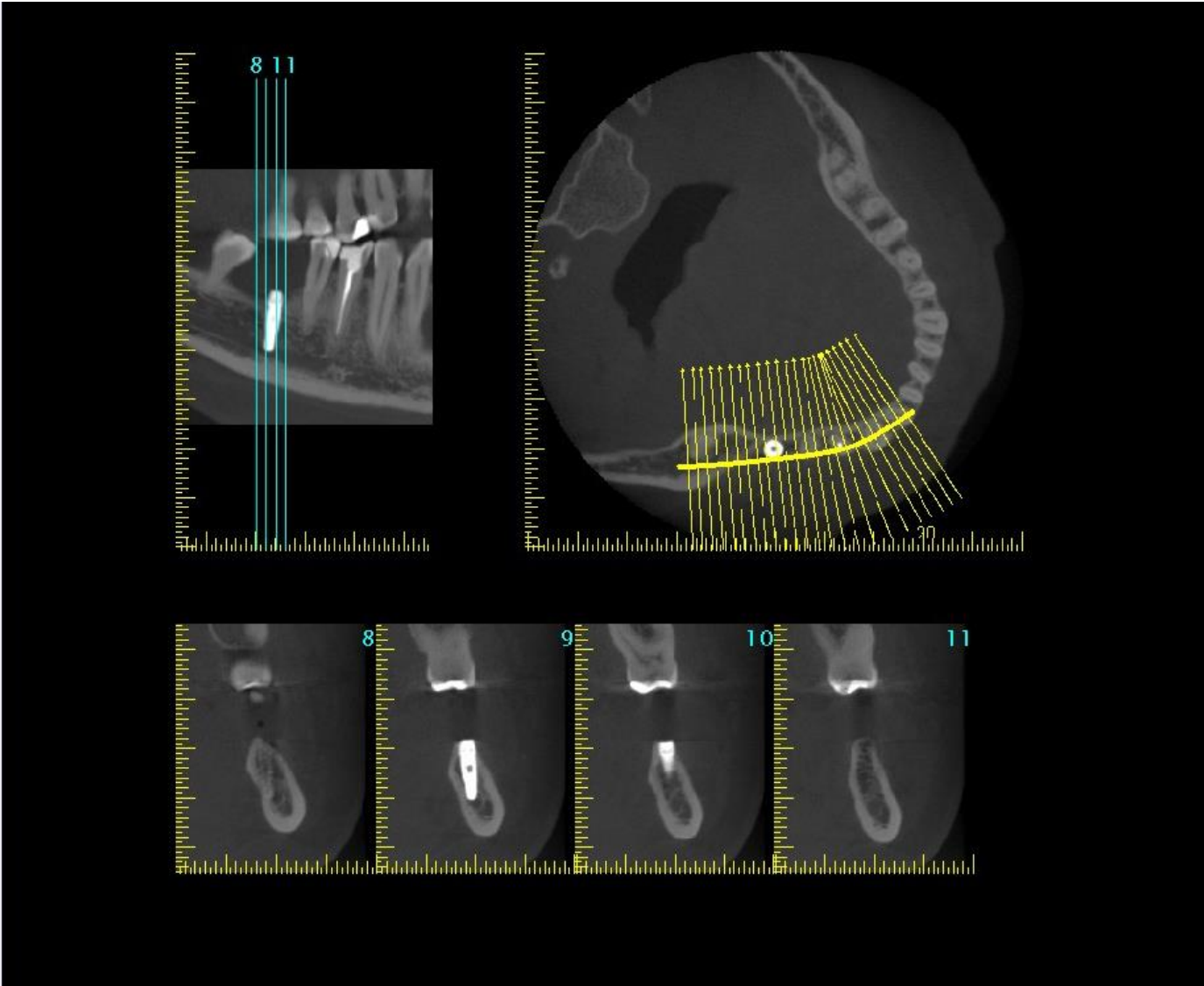


Retroalveolarna snimka – kontrola implantata

# MSCT



Kontrolni pregled



CBCT-kontrola

# Oseointegracija usatka

Oseointegracija je strukturalna i funkcionalna veza između okolne kosti i dentalnog usatka nakon 2, 6 ili 12 mjeseci iza impl.

U svezi je s :

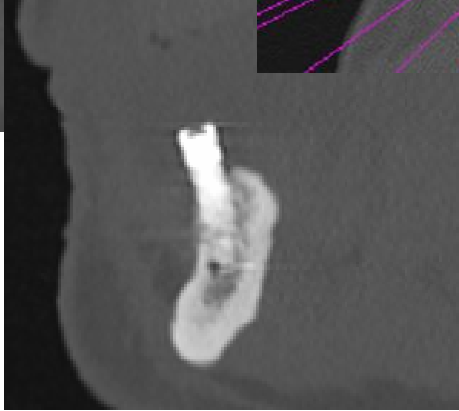
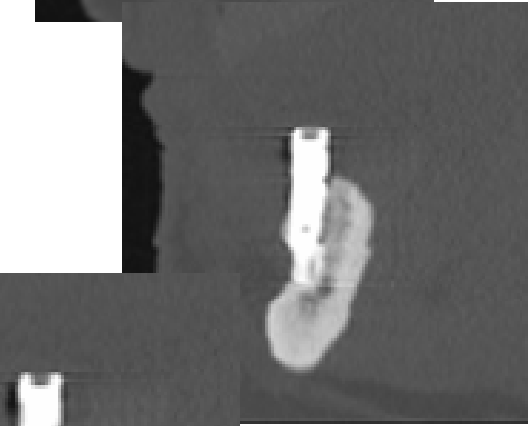
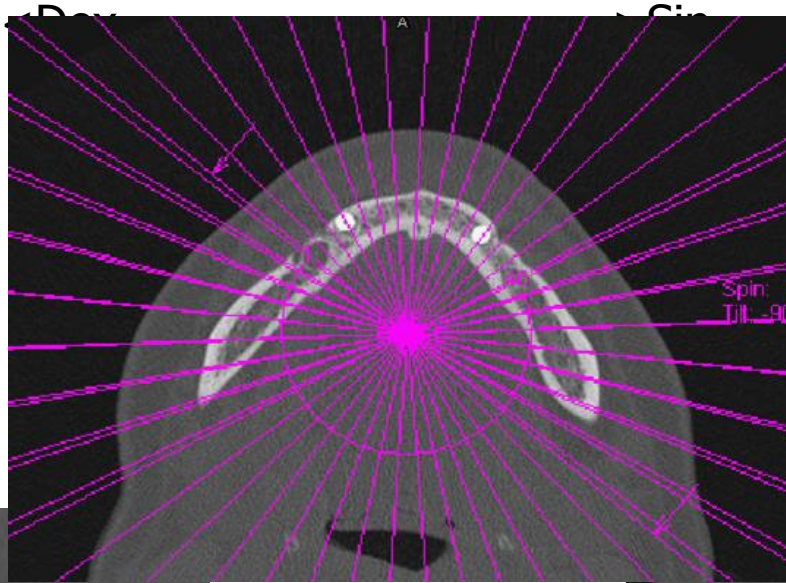
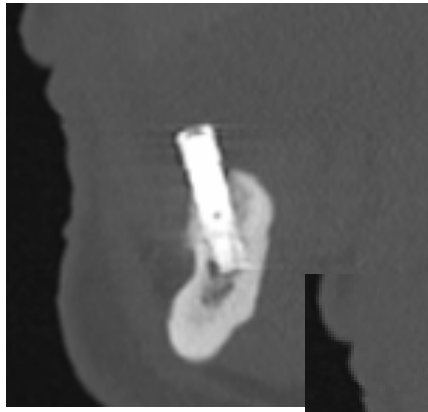
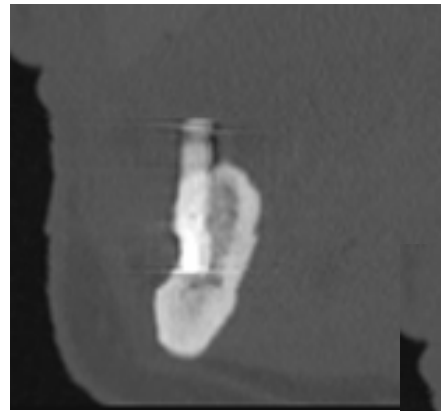
operativnim postupkom

veliĉini, mikrostrukturi i sterilnosti usatka

kvaliteti kosti

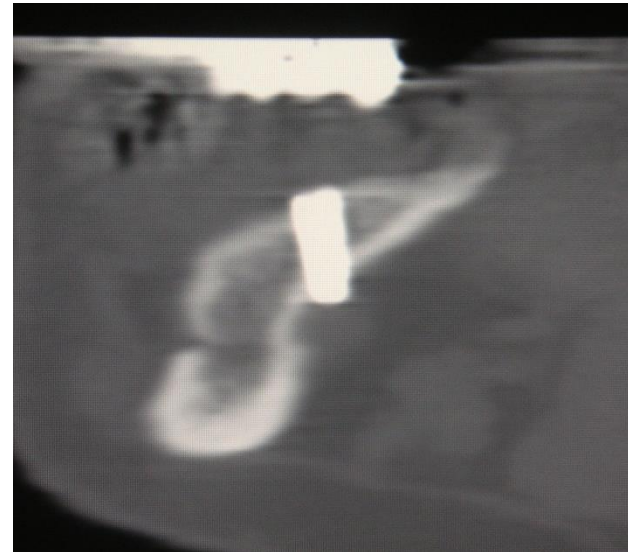
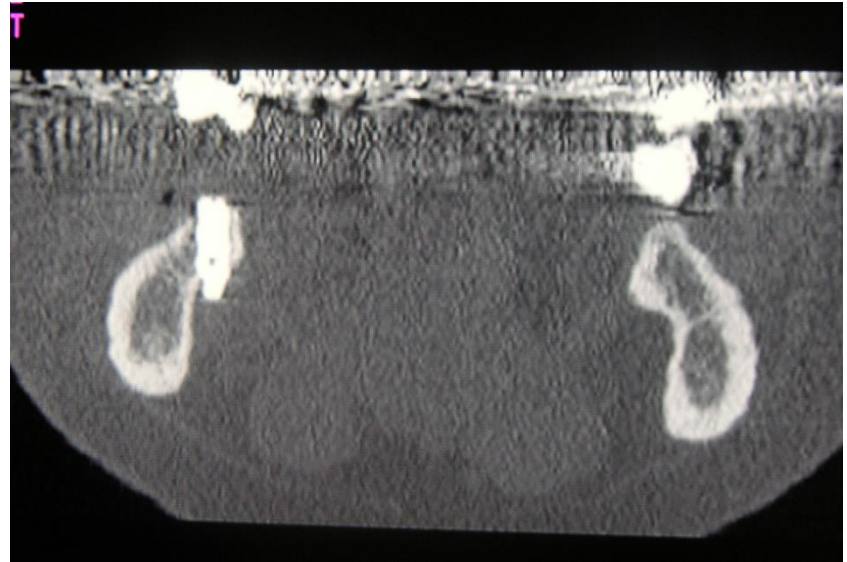
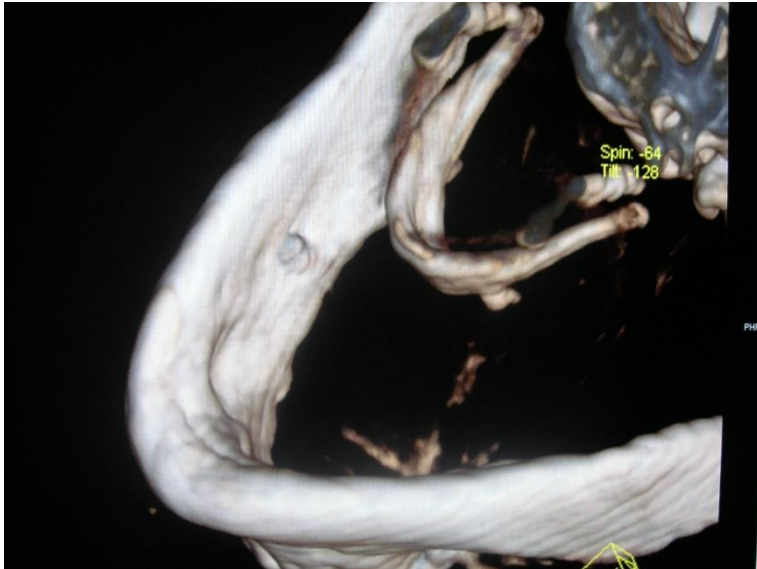
kliniĉkoj i radiologijskoj evaluaciji

# MSCT



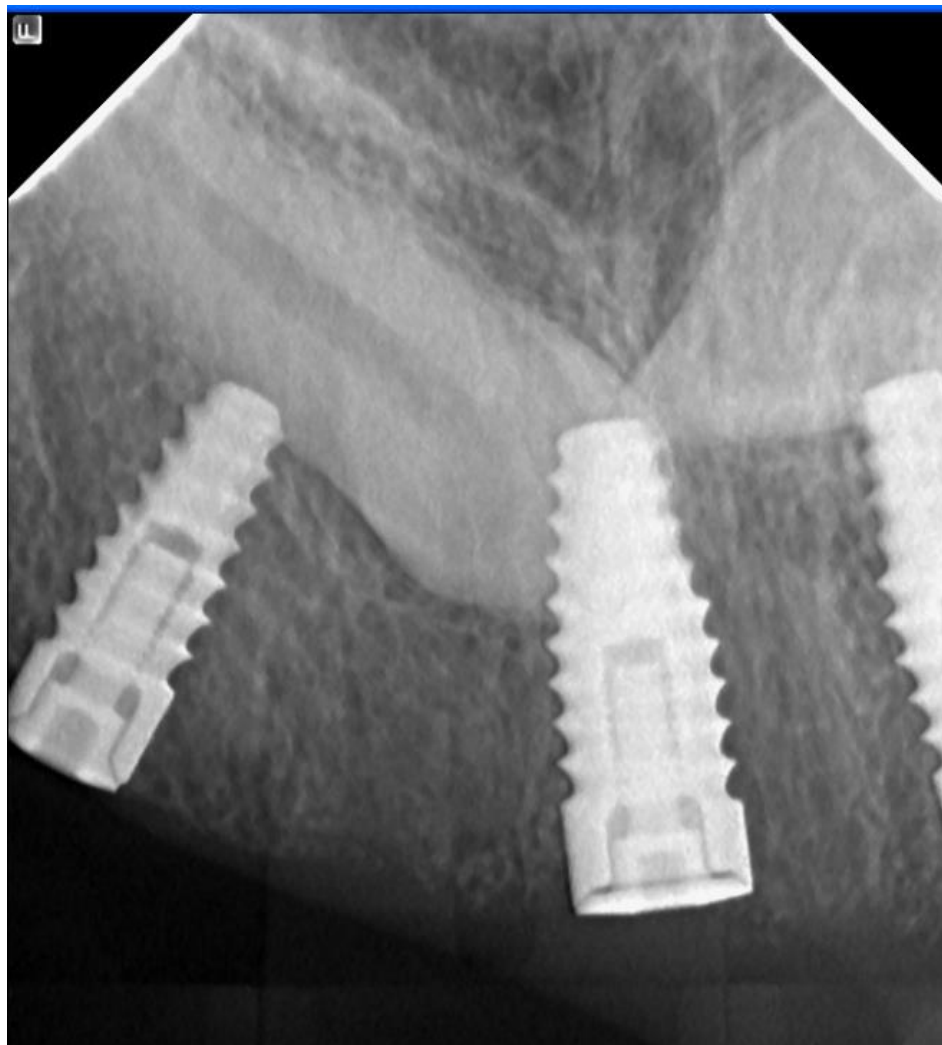
# Komplikacije u implantologiji

- Klinički
- Radiologijski

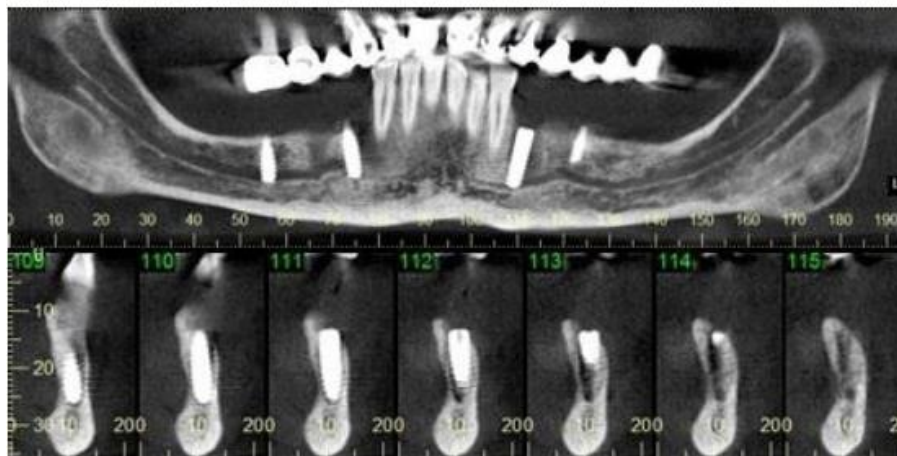


MSCT prikaz loše postavljenog implantata

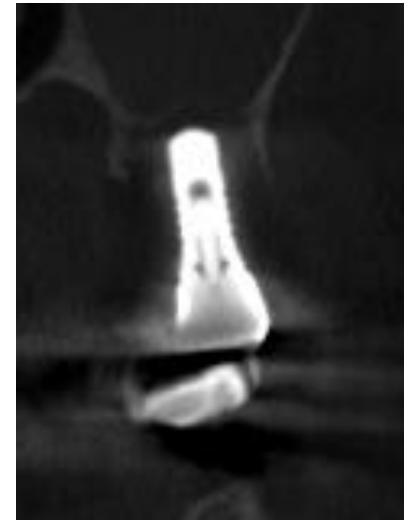
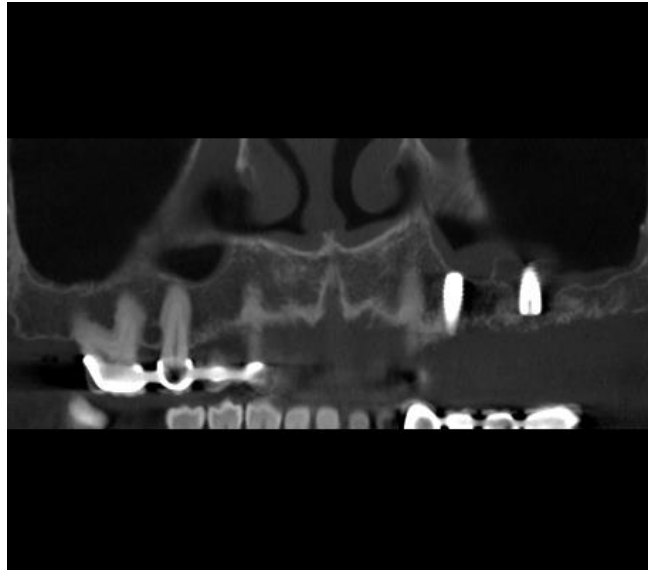
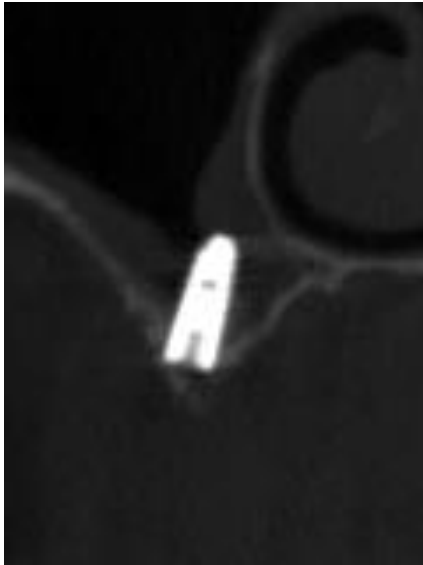




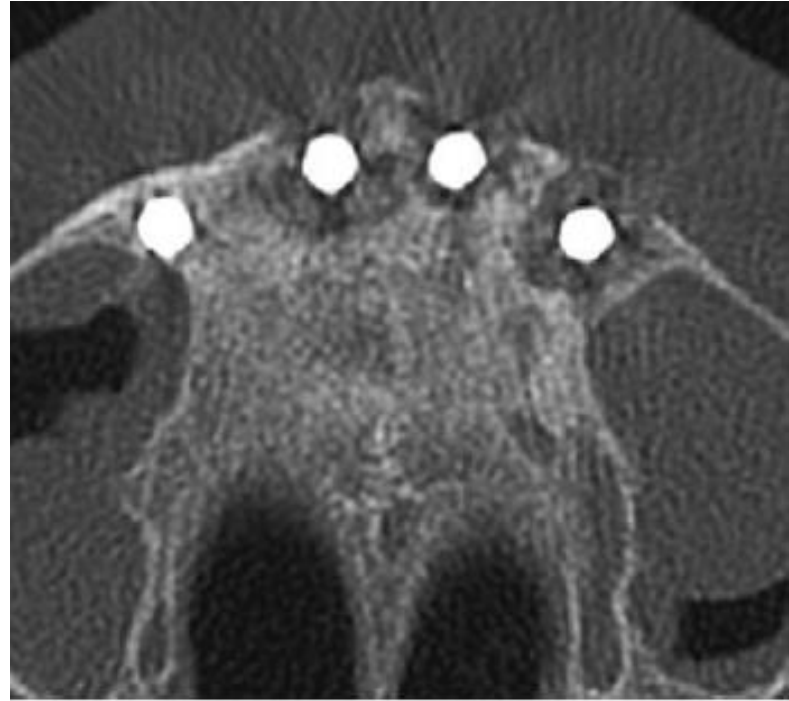
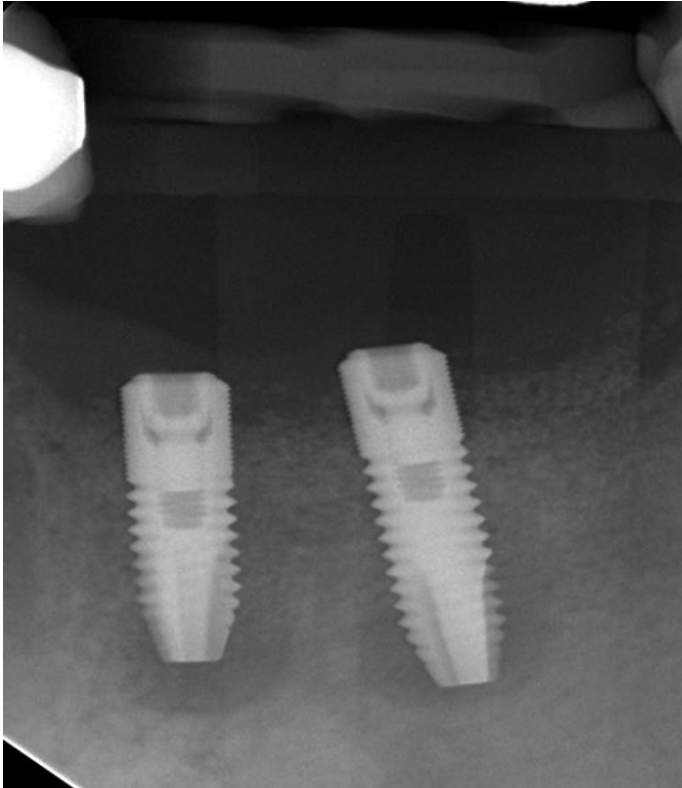
Neposredni kontakt impaktiranog zuba i implantata



Povreda mandibularnog živca implantatom



Implantat u maksilarnom sinusu, sinusitis



Periimplantitis

# Implantacijski postupak

1. DDM pregled, mekani otisak
2. Lab: modeliranje temeljem otiska 1:1
3. 1. šablona sa mrtvim hodnicima na zamišljenim pozicijama implantata
- 4. Cone beam pregled s 1. šablonom**
- 5. Dobiveni podaci ulaze u DICOM software sa programom za planiranje implantata**
- 6. Utvrđivanje dužine, širine i nagiba implantata**
- 7. Izbor implantata**
8. Lab: finalna šablona sa kiruškim vodilicama
9. Operativna implantacija
10. Protetički uradak
- 11. Kontrola**

# Poštivanje implantacijskog postupka

- Bitno za uspjeh implantacijskog procesa
- U zadnje vrijeme bitno zbog učestalih sudskih tužbi (poštivanje algoritma)

# LITERATURA

1. Aparicio C. Perales P. Tilted Implants as an Alternative to Maxillary Sinus Grafting: A Clinical, Radiologic, and Periotest Study. .Clinical Implant Dentistry 2007.
2. White S. Pharoah M. Oral Radiology Mosby 2000.