

Strokovni članek

# PRIMERJAVA ANALOGNE IN DIGITALNE PANORAMSKE TER CBCT SLIKE ZOB

Professional Article

## COMPARISON BETWEEN ANALOGUE AND DIGITAL PANORAMIC AND CBCT DENTAL IMAGING

Barbara Petrinjak, dipl. inž. rad.,

barbara.petrinjak@zd-lj.si,

Vesna Muhič, dipl. inž. rad.,

Zdravstveni dom Ljubljana Center, Rentgenski oddelek, Metelkova 9, 1000 Ljubljana

### POVZETEK

**Uvod:** Digitalna tehnologija v dentalni radiologiji ponuja veliko prednosti pred analogno in kot vse nastajajoče tehnologije predstavlja nov izziv. Tako je digitalni zajem slike, prenos slik v računalnik ter delo z njimi na delovni postaji, shranjevanje in prenos po medmrežju danes nekaj vsakdanjega na večini zobnih rentgenskih diagnostik in omogoča boljše rezultate ter večjo diagnostično vrednost slik (Zdešar, 2008). Velik napredek v razvoju digitalne dentalne tehnologije predstavlja CT s konusnim snopom (CBCT).

**Namen:** Namen članka je predstaviti analogno in digitalno dentalno radiologijo, in sicer področje panoramskega slikanja zob. Z opisom primera predstaviti značilnosti analognega in digitalnega ortopantomograma ter CBCT-ja s poudarkom na značilnostih vsake tehnike in njenega vpliva na kvaliteto in diagnostično uporabnost slik.

**Metode dela:** Predstavljen je opis primera pacientke, pri kateri so v procesu protetičnega zdravljenja posneli analogni in digitalni ortopantomogram ter CBCT. Predstavljen je pregled in primerjava vseh treh tehnik.

**Rezultati:** Digitalna slika ima v primerjavi z analogno višjo kontrastno ločljivost ter širši dinamični razpon. Zaradi manjšega vpliva razmazanosti je slika struktur bolj ostra. CBCT ima sicer manjšo prostorsko ločljivosti, a zaradi presečnega in volumnskega prikaza struktur daje visok diagnostični prispevek.

**Razprava:** Glavna prednost digitalnega panoramskega slikanja zob pred analognim je naknadna računalniška obdelava slik z možnostjo spreminjanja lastnosti slike (kontrastnosti, ločljivosti in svetlosti) ter z možnostjo opravljanja preglednih meritev in načrtov vstavljanja implantantov. Panoramski posnetki nam dajejo dovolj dobre informacije v mezo-distalni smeri zob, a se zaradi faktorja povečave na različnih območjih del podatkov izgubi. Omejitve ortopantomograma so tako večinoma posledica geometrijskih lastnosti panoramskega slikanja. CBCT-jev izotropični volumnski element pa daje prostorsko informacijo in s tem omogoča natančne meritve v vseh treh ravninah.

**Zaključek:** Zobna rentgenska diagnostika je področje, na katerem so digitalni sistemi nedvomno dokazali svoje

prednosti v primerjavi s filmi, posledično so digitalne rentgenske slike kvalitetnejše in imajo večjo diagnostično vrednost.

**Gljučne besede:** digitalno slikanje zob, ortopantomograf, CT s konusnim snopom

### ABSTRACT

**Introduction:** Digital technology in dental radiography offers advantages over film radiography, and like any emerging technology represents a new challenge. Capturing, transmission over the internet and storage of digital images is feasible with all workstations in contemporary departments of dental radiography, thus providing better performance and higher diagnostic value of images (Zdešar, 2008). The latest development in digital dental technology is cone-beam CT (CBCT).

**Purpose:** The aim of the article is to describe the characteristics of digital dental radiology, especially the panoramic digital teeth imaging. With the help of a sample case, we will present the features of analogue and digital ortopantomography, and CBCT with the emphasis on the characteristics of each technique and the impact on quality and diagnostic value of images.

**Methods:** a case report of a patient, who was undergoing a prosthetic treatment process and has taken an analogue and digital ortopantomography and CBCT was presented with an examination and comparison of all three techniques.

**Results:** In comparison with analogue image, a digital one has higher contrast resolution and higher diagnostic value. Even though CBCT has a lower contrast resolution, its ability to show longitudinal sections and volume of structures makes it an important diagnostic tool.

**Discussion:** The advantage of digital panoramic imaging is the computer image processing with possibility of changing the image parameters i.e. contrast, resolution and brightness. Panoramic shots provide us with adequate information on mezo-distal teeth relation; however, some data get lost on various spots due to magnifying. Therefore, the lacks of ortopantomography can be mainly contributed to the geometric characteristics of panoramic imaging. Meanwhile,

the CBCT's isotropic voxel provides spatial information thus enabling exact measurements in all three planes.

**Conclusion:** Digital dental radiology is a field where the digital systems undoubtedly proof their advantages to films; therefore the digital x-ray images are of better quality and have a greater diagnostic value.

**Keywords:** digital dental radiography, ortopantomography, cone-beam CT

## UVOD

Radiološka diagnostika ima pomemben diagnostični prispevek v dentalni medicini. Po razvoju panoramskega slikanja v šestdesetih letih prejšnjega stoletja, ki je omogočil pregled čeljusti in maksilofacialnih struktur na eni sliki, je dentalna radiologija doživela ogromno tehnološkega napredka. Za prehod iz analognega na digitalno panoramsko slikanje je več vzrokov kot npr. nezaželene posledice neustreznega razvijanja filmov in posledično slabša kvaliteta posnetkov. S tem je ukinjena uporaba nevarnih kemikalij, ki predstavljajo tveganje in obremenitev okolja, zato je digitalna tehnologija pridobila tudi vzdevek »ekološko čiste« radiologije. Tako digitalna tehnologija v dentalni radiologiji kot vse nastajajoče tehnologije predstavlja nov izziv. Digitalni zajem slike, prenos slik v računalnik ter delo z njimi na delovni postaji, shranjevanje in prenos po medmrežju je danes nekaj vsakdanjega na večini zobnih rentgenskih diagnostikah in omogoča boljše rezultate ter večjo diagnostično vrednost slik (Zdešar, 2008).

## Ortopantomogram

Ortopantomogram je pregledna slika obeh čeljusti, čeljustnih sklepov in maksilarnih sinusov in je relativno enostavna tehnika slikanja. Med panoramskim slikanjem se izvor sevanja in detektor sinhrono premikata okoli pacientove glave, s čimer dobimo jasno sliko samo izbrane plasti preiskovane strukture, ostale plasti pa so zabrisane. Indikacije za panoramski posnetek so motnje v izraščanju zob, protetično zdravljenje in za sodnomedicinske potrebe. Pri protetičnem zdravljenju se ortopantomogram indicira pred začetkom zdravljenja, med zdravljenjem in za kontrolo po koncu zdravljenja. Analiza panoramskega posnetka zob zajema opredelitev stanja zob, in sicer kariesa, polnitev koreninskih kanalov, apikalnih procesov, plomb in prevlek in analizo prostorskih razmer v zobnih lokih ter kosti (nivo alveolarne kosti, kostne lezije in frakture) (Farčnik in sod., 2005).

## CT s konusnim snopom

Razvoj CBCT-ja (angl. Cone Beam Computed Tomography) v poznih devetdesetih letih prejšnjega stoletja predstavlja velik napredek v razvoju digitalne dentalne tehnologije, ki omogoča prikaz presečnih in tridimenzionalnih slik maksilo-facialnega skeleta. CBCT je računalniška tomografija s konusno oblikovanim rentgenskim žarkom, ki uporablja ekstraoralni skener za zajem slik in precej nižjo dozo v primerjavi s klasično računalniško tomografijo (CT) (Mozzo et al. 1998, Arai et al. 2001, cit po Patel, 2009). S CBCT-jem v eni rotaciji tridimenzionalno zajemamo podatke, z uporabo direktne povezave med detektorjem in virom, ki se sinhrono

vrtila v območju od 180° do 360° okoli pacientove glave. Rentgenski žarek je konusno oblikovan, od koder izvira tudi samo ime tehnike, in tako pridobiva obseg volumskih podatkov valjaste ali sferične oblike. CBCT omogoča različne velikosti vidnega polja (FOV), od velikega, ki zajame celotno področje maksilo-facialnega skeleta, do manjšega za lokalno usmerjeno diagnostiko ter polja, ki zajame samo spodnjo ali samo zgornjo čeljust. Skenirni čas CBCT-ja je tipično dolg 10 – 40 sekund, vendar je zaradi pulznega rentgenskega žarka realni čas ekspozicije 2 – 5 sekund, s katerim pridobimo 580 individualnih ekspozicij oz. projekcijskih slik z matriko 512 x 512 piksli. Nabor podatkov obsega 580 posameznih matrik, ki so rekonstruirane v tridimenzionalne podatke, ki so sestavljeni iz sto milijonov volumskih elementov. Tomografske rezine velikosti 80 – 400 µm so prikazane v aksialni, sagitalni in koronarni ravnini, z možnostjo tridimenzionalne rekonstrukcije slikanega predela (Patel, 2009).

Čeprav panoramski posnetek zagotavlja primerno informacijo v številnih kliničnih primerih, priporočajo uporabo CBCT posnetkov pri načrtovanju števila, velikosti in položaja implantatov, pred in po kirurškem posegu v maksilo-facialnem predelu, za natančen prikaz lege maksilarnega sinusa ali mandibularnega kanala, za oceno velikosti in oblike kostnih žepov pri paradontalni bolezni, pri poškodbah in kot dodatno diagnostično metodo v nekaterih nejasnih endodontskih primerih (Panicker et al., 2011).

## NAMEN

Namen članka je predstaviti analogno in digitalno dentalno radiologijo, in sicer področje panoramskega slikanja zob. Z opisom primera predstaviti značilnosti analognega in digitalnega ortopantomograma ter CBCT-ja s poudarkom na značilnostih vsake tehnike in njenega vpliva na kvaliteto in diagnostično uporabnost slik.

## METODA DELA

Opis primera pacientke pri kateri so v procesu protetičnega zdravljenja posneli analogni in digitalni ortopantomogram ter CBCT. Predstavljen je pregled in primerjava vseh treh tehnik.

## Opis primera

Pacientka, stara 50 let z izbranim zobozdravnikom v Zdravstvenem domu Ljubljana (ZDL) je v procesu protetičnega zdravljenja v krajšem obdobju opravila analogni in digitalni ortopantomogram ter CBCT. Pri pacientki je bila izvedena izdelava nadzidka – "štifta" desnega zgornjega sekalca. Analogni ortopantomogram je bil posnet leta 2010 v ZDL za kontrolo zaključenega protetičnega zdravljenja. Zaradi suma na zlom korenine zdravljenega zoba je bila pri pacientki potrebna nadaljnja radiološka obravnava. Ker so v začetku leta 2011 v ZDL obnovili in digitalizirali zobno rentgensko diagnostiko, so tega leta pri pacientki naredili digitalni ortopantomogram. Za potrebe diagnosticiranja in načrtovanja možnega ponovnega protetičnega zdravljenja je pacientka dodatno opravila še CBCT pri zasebniku. Po opravljeni dodatni radiološki diagnostiki je bila napotena na ponovno zdravljenje na Stomatološko kliniko UKC Ljubljana.

## Podatki o rentgenskih aparatih

Analogni ortopantomogram je bil posnet na rentgenskem aparatu Instrumentarium Orthopantomograph OP 100, digitalni ortopantomogram na aparatu Instrumentarium Orthopantomograph OP 200, CBCT pa na aparatu Instrumentarium Orthopantomograph OP 300.

Tabela 1: Tehnične specifikacije rentgenskih aparatov

Proizvajalec	Instrumentarium dental		
Tip naprave	Orthopantomograph OP 100	Orthopantomograph OP 200	Orthopantomograph OP 300
napetost	57 – 85 kV	57 – 85 kV	57 – 90 kV
tok	2 – 16 mA	2 – 16 mA	4-16 mA
gorišče	0,5 mm	0,5 mm	0,5 mm
filtracija	2,5 mm Al	2,5 mm Al	3,2 mm Al
vrsta slikovnega detektorja	film/folija	CMOS	CMOS
čas ekspozicije	17,6 s	2,7 – 14,1 s	2D: 16,1s / 3D: 10-20s (Pulsed X-ray - 2,34s)

## REZULTATI

Na dvodimenzionalnem panoramskem posnetku sta prikazana oba zobna loka z zobmi, vidne so strukture zgornje in spodnje čeljustnice, maksilarni sinus in čeljustna sklepa. Pri obeh posnetkih, analognem (slika 1) in digitalnem (slika 2), je bil položaj glave pravilen, jezik potisnjen ob nebo, zato je področje korenin v zgornjem zobnem loku lepo prikazano. Na obeh ortopantomogramih je v intrakaninem predelu viden svetel zabris zaradi prekrivanja struktur vratnih vretenc, na digitalni sliki je to prekrivanje nekoliko manj izrazito. V prekritem predelu je tako omejena diagnostična vrednost pri kontroli zdravljenja zgornjega desnega sekalca. Digitalna slika ima v primerjavi z analogno višjo kontrastno ločljivost, zaradi manjšega vpliva razmazanosti pa je slika struktur bolj ostra. Širši dinamični razpon pri digitalni sliki ponuja večji nabor tonov svetlosti, zaradi česar na sliki vidimo v zelo temnih oz. zelo svetlih območjih slike več detajlov npr. detajli v maksilarnem sinusu.



Slika 1: Analogni ortopantomogram, posnet na sistem folija/film velikosti 15x30cm

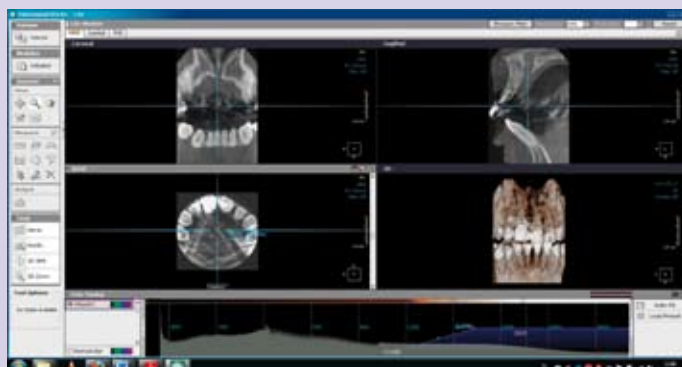


Slika 2: Digitalni ortopantomogram, slika je naknadno računalniško obdelana. Spremenjena je kontrastnost rentgenograma in uporabljen kernel za ostrenje robov in glajenje šuma

CBCT (slika 3) je bil zajet z manjšim FOV za lokalno usmerjeno diagnostiko v področju zgornjih in spodnjih sekalcev. Slike so rekonstruirane z MPR (multi planarno rekonstrukcijo) v koronarni, sagitalni in transverzalni ravnini ter 3D rekonstrukcijo slikanega predela (slika 4). CBCT ima kljub manjši prostorski ločljivosti zaradi presečnega in volumnskega prikaza struktur visok diagnostični prispevek. Diagnostično vrednost zmanjšuje efekt tršanja kovine nadzidka v zgornjem desnem sekalcu.



Slika 3: CBCT



Slika 4: CBCT, MPR rekonstrukcija v koronarni, sagitalni in tranzverzalni in 3D rekonstrukcija

## RAZPRAVA

Za uspešno in natančno protetično zdravljenje je izrednega pomena natančna rentgenska diagnostika. Za načrtovanje protetičnega zdravljenja se običajno uporablja analiza klasičnega dvodimenzionalnega panoramskega posnetka. Klasični panoramski posnetek prikaže dvodimenzionalno sliko organov in tkiv, ki so tridimenzionalne narave. Iz

takšnega posnetka dobimo dovolj dobre informacije v mezo-distalni, ne pa tudi v buko-lingvalni smeri zob. Ravno tako se faktor povečave zaradi distorzije in različne povečave na različnih delih posnetka razlikuje tudi v mezo-distalni smeri. Dvodimenzionalni posnetek omejuje oceno debeline kosti in določitev bukalne in palatinalne korenine večkoreninskih zob ter določitev apeksov zgornjih zob glede na maksilarni sinus in spodnjih zob glede na mandibularni kanal. Računalniški prikazi presečnih več reznih slik, ki zagotavljajo natančen dvodimenzionalen in tridimenzionalen prikaz, je pomemben za natančno oceno in načrtovanje protetičnega zdravljenja. Trend ogromnega in hitrega tehnološkega napredka v radiologiji je opazen tudi na področju razvoja protetičnega zdravljenja z različnimi oblikami in namestitvami vsadkov, ki zahtevajo visoko raven natančnosti in zaupanja v radiološko tehnologijo. CBCT ponuja nove razsežnosti načrtovanja protetičnega zdravljenja s podajo informacij v z-smeri in tako omogoča določitev buko-lingvalne širine in topologije ter naklona in širine razpoložljive alveolarne kosti. S posebnimi programskimi orodji proizvajalcev protetičnega materiala je tako na 2D in 3D digitalnih posnetkih možno enostavnejše in natančnejše načrtovanje protetičnega zdravljenja. Ortopantomogram je tomografska tehnika slikanja, pri kateri pot cevi in slikovnega detektorja ni krožna ampak eliptična. Eliptično premikanje omogoča prikaz zobovja v ortoradialni smeri in prikaz interdentalnih prostorov. Omejitve ortopantomograma so razmazanost, distorzija in povečava, ki so posledica geometrijskih lastnosti panoramskega slikanja. Razmazanost nastane zaradi lastnosti tehnike tomografskega slikanja, ki nadzorovano zabriše strukture, ki niso v področju, ki nas zanima, iz tega razloga v področju zgornjih in spodnjih sekalcev nastane prekrivanje slike s senco vratnih vretenc. Drugi vzrok razmazanosti slike pri analogni tehniki je uporaba ojačevalnih folij. Tomografski premiki in razdalja med žariščem in filmom povzročijo distorzijo in povečanje končne slike.

Digitalizacijo panoramskih zobnih rentgenskih aparatov poenostavlja dejstvo, da je površina detektorja mnogo manjša od površine filma, saj mora detektor pokrivati le tanko režo, snop rentgenskih žarkov pa je zaslonjen na velikost te reže, s čimer dosežemo manjšo razmazanost slike. Poleg tega so digitalni sistemi bistveno bolj občutljivi na rentgensko svetlobo kot kombinacija folija-film kar omogoča boljši izkoristek sistema, s čimer dosežemo zmanjšanje dozne obremenitve preiskovanca. Glavne prednosti digitalnega panoramskega posnetka pred analognim so visoko kakovostne slike z višjo kontrastno ločljivostjo in širšim dinamičnim razponom slike. Naknadna računalniška obdelava slik z možnostjo spreminjanja lastnosti slike (kontrastnosti, ločljivosti in svetlosti) ter z možnostjo opravljanja preglednih meritev in načrtov vstavljanja implantantov slikam doda diagnostično vrednost. Zaradi bistveno boljše preglednosti celotnega zobovja prav tako mnogokrat odpade potreba po dodatnih lokalnih posnetkih. CBCT sestavi sliko iz velike količine podatkov, pridobljenih iz atenuacijskih koeficientov tkiva v več milijonih volumskih elementov. Volumski elementi CBCT-ja so izotropni, kar pomeni da so enake dolžine, višine in globine in omogočajo geometrijsko natančne meritve v transverzalni, sagitalni in koronarni ravnini. To omogoča večjo natančnost kasnejših slik, kar je pomembno predvsem pri implantantni analizi posnetkov. Trenutne omejitve CBCT-ja so povezane z

geometrijo konusnega snopa, občutljivostjo detektorjev in kontrastno ločljivostjo, ki zmanjšujejo razmerje signal – šum, kar omejuje diagnostično uporabnost posnetkov. Slike, pridobljene s tehnologijo CBCT imajo nižjo prostorsko ločljivost od klasičnih panoramskih slik. Pomemben problem, ki vpliva na kakovost in diagnostično uporabnost CBCT slik je efekt tršanja, ki ga povzročajo visoke gostote sosednjih struktur, kot so emajl in kovinski deli. Razvoj tehnike in programske opreme CBCT-ja je usmerjen k razvoju algoritmov za izboljšanje razmerje signal – šum in posledično za izboljšanje kontrastne ločljivosti sistema.

## ZAKLJUČEK

Zobna rentgenska diagnostika je področje, na katerem so digitalni sistemi nedvomno dokazali svoje prednosti v primerjavi s filmi, zato so digitalne rentgenske slike kvalitetnejše in imajo večjo diagnostično vrednost. Pri panoramskem slikanju digitalni zajem slike omogoča napredne metode rekonstrukcije slike, česar rezultat je CBCT. CBCT vse bolj postaja zlati standard pri načrtovanju protetičnega zdravljenja in v prihodnosti lahko tridimenzionalni posnetki nadomestijo klasične dvodimenzionalne tehnike, ki pa imajo trenutno še vedno višjo ločljivost kot CBCT slike. Zato se CBCT uporablja kot dodatna diagnostična metoda h klasičnemu ortopantomogramu.

## Zahvala

Za strokovno pomoč se iskreno zahvaljujeva Karmen Požnel Upelj, dipl. inž. rad.

## Literatura

- Dudic A, Giannopoulou C, Leuzinger M in Kiliaridis S (2009). Detection of apical root resorption after orthodontic treatment by using panoramic radiography and cone-beam computed tomography of super-high resolution. *American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics* 135 (4): 434-437
- Farčnik F, Osevnik M, Drevenšek S, Zupančič S in Volk J (2005). Klinična diagnostika v čeljustni in zobni ortopediji. Univerza v Ljubljani: Medicinska fakulteta, 13–16.
- Hassan BA (2010). Reliability of Periapical Radiographs and Orthopantomograms in Detection of Tooth Root Protrusion in the Maxillary Sinus: Correlation Results with Cone Beam Computed Tomography. *J Oral Maxillofac Res* 1(1) 435-437.
- Panicker GK, Nair AP, Reddy BC (2011). Versatility of the cone beam computed tomography in oral surgery: an overview. *Surgical Techniques Development* 31 (1): 76-81.
- Patel S (2009). New dimensions in endodontic imaging: Part 2. Cone beam computed tomography. *International Endodontic Journal* 42, 463–475.
- Scarfe WC, Farman AF (2006). An introduction to CBCT in dentistry. *J Can Dent Assoc* 72 (1):75–80.
- White SC, Pharoah MJ (2009). Oral radiology. Principles and interpretation. 6th ed. St. Louis: Mosby, 78–83, 225–41.
- Zdešar U, Fortuna T, Valantič B, Škrk D (2008). Is digital better in dental radiography?. *Radiation Protection Dosimetry* 129 (1-3): 138-39.