

NAČRTOVANJE VSTAVITVE ZOBNEGA VSADKA Z MAGNETNO-RESONANČNIM SLIKANJEM – PRIKAZ PRIMERA

Using magnetic resonance imaging for implant placement planning – a case report

R. Schara

Izvleček

Pri nadomeščanju zob z zobnimi vsadki je potrebno pravilno in natančno načrtovanje vstavitve zobnega vsadka, da se izognemo poškodbam sosednjih zob, čeljustne kosti, žil, živcev in s tem nastanku kasnejših zapletov. Preiskovancu smo načrtovali vstavitve zobnega vsadka na mesto manjkajočega prvega spodnjega levega kočnika. Za načrtovanje vstavitve zobnega vsadka smo uporabili panoramski in lokalni rentgenski posnetek predela 36 ter magnetnoresonančno sliko zgornje in spodnje čeljusti. Preiskovanca smo slikali z magnetnoresonančnim tomografo (Siemens Magnetom Trio, Erlangen, Nemčija), z gostoto magnetnega polja 3 T, kar ustreza resonančni frekvenci vodikovih jeder 128 MHz. Uporabili smo površinsko tuljavo za slikanje glave. Čeljust smo slikali s trirazsežno MR-metodo s spinskim odmevom pri parametrih TE/TR = 146/1500 ms v 32 3 mm debelih rezinah v transverzalni ravnini. Dobljene slike so omogočale izračun slik panoramskega posnetka obeh čeljustnih lokov. Sestavili smo lahko trirazsežen prikaz predela, ki smo ga preiskovali. Panoramsko smo prikazali oba čeljustna loka, čeljustno kost, zobna tkiva in zobe. Na panoramskih MR-slikah je dobro viden potek mandibularnega kanala. Z MR-slik lahko ocenimo kakovost anatomskih struktur in naredimo meritve njihovih velikosti. Magnetnoresonančno slikanje je primerljivo s slikanjem z računalniško tomografijo (RT), vendar je za zdravlje pacienta bistveno manj obremenjujoče, ker nam brez ionizirajočega sevanja nudi podatke za uspešno načrtovanje zobnih vsadkov.

Ključne besede:
magnetnoresonančno slikanje,
zobni vsadek,
kirurški poseg,
čeljustna kost,
mandibularni kanal

Abstract

When replacing teeth with dental implants, accurate planning is needed to avoid damage to surrounding tissues and later complications. The article describes the planning procedure in a patient who was to receive an implant to replace a missing lower left first molar. After clinical examination and X-ray analysis, the patient was scanned by magnetic resonance imaging (MRI). This was done in a whole-body MR machine (Siemens Magnetom Trio, Erlangen, Germany) with a magnetic field strength of 3 T, which corresponds to a proton frequency of 128 MHz. A head surface coil was used. The 3D spin-echo MR technique was employed, with the parameters TE/TR = 146/1500 ms. Thirty-two 3-mm thick slices were obtained, which offered the best resolution at the level of the gingival tissue. From the acquired data, MR panoramic images of the maxilla and mandible were calculated. MRI gives a three-dimensional rendition of the alveolar bone, periodontal tissues and teeth. In the images, the mandibular canal is well resolved. By processing the image, quantitative and qualitative measurements can be performed. The method is comparable to x-ray computed tomography, but more friendly to the patient, and it provides sufficient data for dental implant planning.

Key words:
magnetic resonance imaging,
implant surgery,
alveolar bone,
mandibular canal

Uvod

Zobni vsadki se vse pogosteje uporabljajo za nadomeščanje zob (Johannsen in sod., 2012). Pred vstavitvijo je pomembno pravilno in natančno načrtovanje vstavitve zobnega vsadka, za kar moramo natančno poznati anatomijo ter kakovost trdih in mehkih tkiv v predelu vstavitve. Nepravilna ocena velikosti in kakovosti struktur lahko vodi v neuspeh vstavitve ali celo do poškodbe tkiv. Če v zgornji čeljusti razgradnja čeljustne kosti sega v bližino maksilarnega sinusa, z rentgenskih slik, ki prikazujejo tkiva le v dveh dimenzijah, ni mogoče zanesljivo določiti višine in debeline razpoložljive čeljustne kosti. V spodnji čeljusti pa lahko zaradi nepravilne ocene razpoložljive kosti poškodujemo spodnji alveolni živec (n. alveolaris inferior), ki poteka v mandibularnem kanalu, kar lahko povzroči trajno omrtvičenje dela spodnje čeljusti. Na takih predelih zato potrebujemo trirazsežni prikaz tkiv, ki nam omogoči izbiro ustreznega zobnega vsadka in pravilno načrtovanje njegove vstavitve.

V takih primerih se poleg rentgenskih slik najpogosteje uporablja računalniška tomografija (RT) s tehniko stožčastega snopa. Omogoča trirazsežni prikaz predela, v katerem načrtujemo vstavitve vsadka (Sur in sod., 2010). Slabost te metode je, da preiskovanca izpostavljamo ionizirajočemu sevanju, ki povzroči nepovratne spremembe tkiv. Odmerek sevanja, ki ga prejme oseba pri lokalnem rentgenskem posnetku, je -0.005 mSv, pri panoramskem rentgenskem posnetku -0.019 mSv, in pri RT s tehniko stožčastega snopa -0.068 mSv. Zaradi škodljivih vplivov izpostavitve ionizirajočemu sevanju smo omejeni s številom rentgenskih slikanj. Dobrodošla bi bila metoda, s katero bi dobili primerljive podatke brez izpostavljanja preiskovanca škodljivemu sevanju. Ena izmed takih slikovnih metod, s katero lahko prikažemo tudi čeljustno kost, je magnetno-resonančno (MR) slikanje (Schara in sod., 2009).

Glavna razlika med RT- in MR-slikanjem je, da na RT-slikah vidimo predvsem trda tkiva, kot so zobje in kost, na MR-slikah pa predvsem mehka tkiva, ki imajo visoko vsebnost vodikovih protonov. To pa so poleg mehkih obzobnih tkiv tudi čeljustna kost, ki je dobro prekrvavljena, in pulpina votlina. Ker postaja slikanje z MR cenovno vse bolj dostopna alternativa RT-slikanju, smo preizkusili uporabnost MR-slikanja pri načrtovanju vstavitve zobnega vsadka (Gray in sod., 2003).

MR-slikanje

MR-slikanje omogoča prikaz kontrasta med različnimi mehкими tkivi, uporablja neškodljive radijske valove, zato pogostost slikanja ni omejena, omogoča merjenje pretokov krvi brez uporabe kontrastnega sredstva, omogoča prikaz prostorsko ločljivih slik notranjosti telesa v kateri koli ravnini, brez fizičnega vrtenja objekta. Slikanje z magnetno resonanco vse bolj nadomešča in dopolnjuje druge razpoznavne metode na tistih področjih, kjer le-te ne dajo zadovoljivih rezultatov (Auethavekiat in Michet, 2006). MR-slikanje se vse pogosteje uporablja kot razpoznavna metoda tudi v ustni votlini za prikaz mehkih obzobnih tkiv, čeljustnega sklepa (Ahn in sod., 2006), žlez slinavk (Yerli in sod., 2005) in jezika (Cappabianca in sod., 2006), za razpoznavo vnetnih sprememb in tumorjev zgornje ter spodnje čeljusti (Thomas in sod., 2005) in pri načrtovanju vstavitve zobnih vsadkov (Salvolini in sod., 2002).

Slikanje z MR razločuje med mehкими tkivi s približno enako gostoto, saj poleg gostote danih atomov v tkivu pokaže tudi njihovo različno kemijsko vezavo. Omogoča razpoznavo med vnetimi in zdravimi tkivi (Wall in sod., 1985) ter stopnjo vnetja (Hodgson in sod., 2008), saj bolj vneto tkivo zaradi večje vsebnosti vode in bolj gibljivih vodikovih atomov (protonov) daje močnejši signal na T2 poudarjenih MR-slikah (Tehranzadeh in sod., 2006). Jakost signala je sorazmerna gostoti protonov v tekočini, ta pa je sorazmerna stopnji vnetja. MR-signal je poleg tega tudi močno odvisen od magnetno resonančnih relaksacijskih lastnosti tkiv; relaksacijskih časov T1 in T2.

MR-slikanje ima tudi nekaj slabosti, kot so dolžina snemanja in morebitne klavstrofobične težave pacientov med snemanjem. Pacienti ne smejo imeti nepritrjenih feromagnetnih tujkov, kot so npr. tujki v očesu (kovinski ostružki), drugih vstavljenih medicinskih pripomočkov (npr. porti za infuzijo zdravil), vsadkov v notranjem ušesu, inzulinskih črpalk, srčnih spodbujevalnikov ali defibrilatorjev, nevrostimulatorjev ali žilnih opornic, ki se uporabljajo za anevrizme v ČŽS.

Nemagnetni kovinski materiali zaradi električne prevodnosti pri MR-slikanju povzročajo popačenja slike v obliki izgube signala in senc v predelu, ki ga slikamo. Tudi nekateri materiali, iz katerih so narejene plombe na zobeh in nadomestki zob,

lahko povzročijo popačenja. Amalgam, porcelan, kompozitni materiali in precizijske zlitine (zlitine iz zlata, paladijske zlitine) in zlato ne povzročajo popačenj. Majhna popačenja povzročajo titanove zlitine, največja popačenja pa so okoli zlitin Cr-Co in Ni-Co ter predvsem okoli zlitin z veliko vsebnostjo železa. Popačenja niso odvisna od mase materiala, temveč bolj od oblike protetičnega izdelka, ker površina ne narašča proporcionalno z maso. Za nastanek popačenj so ključne magnetne značilnosti materiala (Hubalkova in sod., 2002). Materiali, ki jih uporabljajo v dentalni medicini, bodo morali biti v prihodnje usklajeni s standardi za slikanje z MR, ker popačenja, ki jih nekateri od teh materialov povzročajo, ne ovirajo samo preiskav z MR v ustni votlini, ampak tudi v tkivih, ki mejijo na ustno votlino (Vikhoff in sod., 1995).

Uspešnost razpoznavne anatomije tkiv s pomočjo MR-slikanja je odvisna od pravilne izbire metode MR-slikanja in njenih parametrov. Pomembno je tudi, da postopek slikanja ni predolg in da dobimo kontrastne slike s čim manjšim popačenjem.

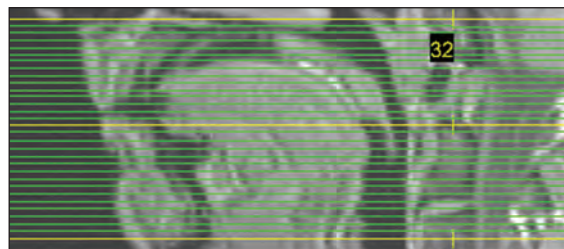
Prikaz primera

Pri načrtovanju vstavitve zobnega vsadka smo predel vstavitve prikazali z MR-slikanjem. Pacient je nekadilec, sistemsko zdrav, ne jemlje zdravil, ne navaja alergij, krvni tlak in krvni sladkor sta v mejah normale. Pacienta moti brezzobi predel po izgubi levega spodnjega prvega kočnika, ki mu otežuje žvečenje, zaradi videza ga moti tudi pri govoru. Zob 36 so mu izdrl pred petimi leti zaradi neuspelega endodontskega zdravljenja. Preostala zobna vrsta je sklenjena. Pacient ima dobro ustno higieno (indeks plaka 9 %, indeks sulkusne krvavitve 10 %), globina sondiranja ni nikjer globlja od 3 mm. Ustna sluznica in dlesen sta zdravi, rožnati brez vnetnih sprememb. Zoba 37 in 38 sta nagnjena mezialno v vrzel 36.

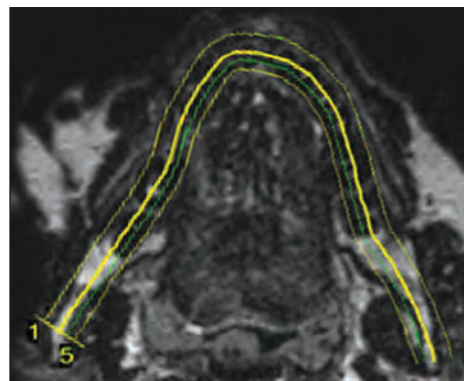
Zobni vsadek je bil načrtovan na mestu manjkajočega zoba 36. Z lokalnega rentgenskega posnetka in panoramskega posnetka ni bilo mogoče natančno oceniti višine kosti med alveolnim robom in mandibularnim kanalom ter debeline kosti v bukolingvalni smeri. Pridobljeni podatki nam niso omogočili izbora ustreznega vsadka in načrtovanja vstavitve. Da bi se izognili nadaljnjemu izpostavljanju pacienta ionizirajočemu sevanju, smo se namesto za ustaljeno metodo slikanja čeljustnic s CT odločili za MR-slikanje.

MR-slikanje pacienta

Pacienta smo slikali v magnetnoresonančnem tomografu (Siemens Magnetom Trio, Erlangen, Nemčija), z gostoto magnetnega polja 3 T pri resonančni frekvenci protonov 128 MHz. Z metodo MR-slikanja s spinskim odmevom smo posneli 32 slik v zaporednih 3 mm debelih rezinah v transverzalni ravnini. Uporabili smo parametre slikanja za zajem T2 obteženih slik (TE/TR = 146/1500 ms). Razmerje šum/signal (SNR) je bilo optimizirano z uporabo površinskih temporo-mandibularnih radiofrekvenčnih (RF) tuljav premera 10 cm. Lega in naklon transverzalnih rezin sta bila določena na stranskem topogramu spodnjega dela obraza (Slika 1). Primer ene izmed 32 slik, posnetih v transverzalni orientaciji, je prikazan na Sliki 2. Izbrana debelina 3 mm je nudila najboljše razmerje med zadostno količino podatkov za dobro kontrastno sliko in možnostjo natančne lokalizacije anatomskih struktur (Schara in sod., 2009).



Slika 1: Sagitalna središčna rezina glave preiskovanca debeline 3 mm, na kateri smo izbrali lego in naklon prečnih rezin v predelu zgornje in spodnje čeljusti (prikazane z zelenimi črtami).



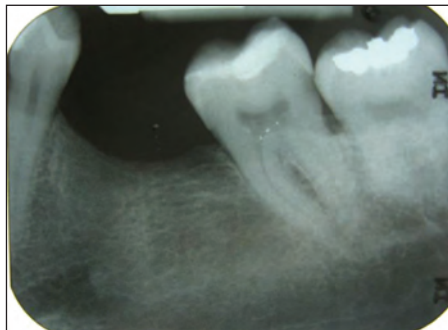
Slika 2: T2 obtežena slika v transverzalni ravnini skozi spodnjo čeljust. Na tej sliki smo določili potek panoramskega MR-posnetka obeh čeljustnih lokov (rumena črta), ki je prikazan na Sliki 3.



Slika 3: MR-slika panoramskega posnetka obeh čeljustnih lokov. Sliko lahko primerjamo s panoramskim rentgenskim posnetkom. Predeli z veliko vsebnostjo protonov dajo zvišan signal in so bele barve (čeljustna kost, pulpina votlina). Zobje so zaradi nizke vsebnosti protonov temne barve. Vidna sta tudi mandibularni kanal in rob čeljustne kosti. MR-slike lahko nadalje analiziramo, podobno kot pri RT-tehniki s stožčastim snopom.

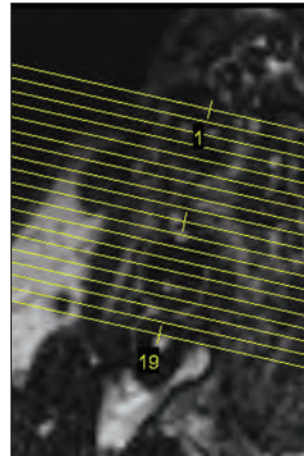


A

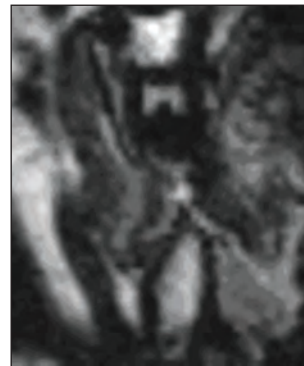


B

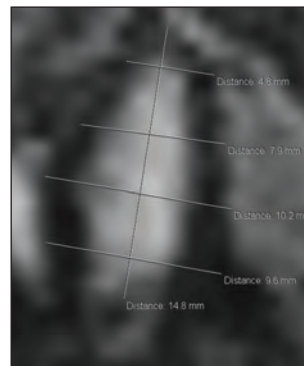
Slika 4: A – Izsek iz MR-slike panoramskega posnetka na Sliki 3 prikazuje predel kosti na mestu manjkajočega zoba 36 in sosednje zobe. Dobro so razločni čeljustna kost in sosednji zobje. Sklenina in zobni cement ne vsebujeta vode in s tem protonov, signal je znižan, na sliki sta črne barve in ju opazimo v kontrastu z okolno kostno strukturo čeljustne kosti, ki je dobro prekrvavljena in ima zato visoko vsebnost protonov. Močan signal ima tudi predel pulpine votline in koreninskega kanala. Na sliki je viden tudi potek spodnjega alveolnega živca. Na tem posnetku lahko naredimo meritve razdalje med sosednjima zoboma 35 in 37 ter razdaljo med robom čeljustne kosti in mandibularnim kanalom, kar nam pomaga pri izbiri ustreznega vsadka. **B** – lokalni rentgenski posnetek predela 36.



A



B

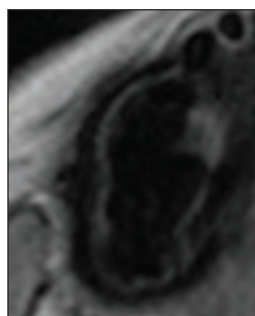


C

Slika 5: A – Izsek 3 mm debele transverzalne rezine skozi levo stran spodnje čeljusti. Rumene črte prikazujejo predel, kjer smo izbrali koronarne rezine skozi predel vstavitve zobnega vsadka. Na njih je prikazana debelina čeljustnega grebena v bukolingvalni smeri. **C** – povečan predel manjkajočega zoba s slike B in opravljene meritve debeline čeljustne kosti ter meritve oddaljenosti mandibularnega kanala od roba čeljustnega grebena.



A



B

Slika 6: A – Kontrolni lokalni rentgenski posnetek, narejen po vstavitvi vsadka, in MR-posnetek (B). Vsadek poruši homogenost magnetnega polja, MR-slika je popačena in neuporabna.

Razprava

Z MR-slikanjem lahko s pravilnimi tehnikami in nastavitvami dobimo dobro sliko strukture čeljustne kosti ter mehkih tkiv, ki jo prekrivajo. Trabekularna struktura čeljustne kosti, spongioza, ki je dobro prekrvljena in ima veliko gostoto prostih protonov, je dobro vidna, nasprotno pa kompaktna kostnina zunanega dela čeljustne kosti na MR ne da močnega signala in je na T2 obteženih MR-slikah (Slike 2–6) zaradi majhne vsebnosti protonov temna. Mehka tkiva, ki obdajajo čeljustno kost, so na slikah dobro vidna zaradi velike vsebnosti protonov v tekočinah. Tako lahko natančno določimo mejo med kostjo in mehkim tkivi ter debelino mehkih tkiv. Meja med kompaktno in spongiozno kostnino sicer ni tako natančno vidna kot z osteometrijo, natančno se je ne da določiti niti z RT-slikanjem (Nasel in sod., 1999). Te meritve so pri slikanju spodnje čeljusti natančnejše kot pri slikanju zgornje čeljusti, tako z MR- kot z RT-slikanjem (Bou Serhal in sod., 2002). Na MR-slikah so vidna tudi mehka tkiva, kar nam nudi še dodatne podatke o predelu, kjer načrtu-

jemo zobne vsadke. Za uspešno načrtovanje vsadkov v brezzobi predel čeljusti je MR-slikanje primerna metoda, ki nudi rezultate, primerljive z RT s stožčastim snopom. Poleg prikaza oblike (anatomije) kostne strukture lahko s to metodo določimo tudi morebitne vnetne spremembe tkiv v predelu, kjer načrtujemo zobne vsadke. MR-slikanje omogoča kvalitativno in kvantitativno analizo vnetnih tkiv, saj je kontrast MR-slik (tako T1 in T2 obteženih) močno odvisen od relaksacijskih časov tkiv T1 in T2, ti pa se spremenijo pri vnetnih procesih v tkivih (Schara in sod., 2009).

Z različnimi nastavitvami MR-slikanja lahko ugotovimo tudi kakovost kosti v danem predelu, kar nam omogoči izbiro pravilnega vsadka še pred začetkom operacijskega posega in ne šele med njim. MR-slikanje so uporabili tudi za načrtovanje in spremljanje rezultata pri dvigu sinusnega dna (Senel in sod., 2006). Na MR-slikah so vidni nastajanje nove kostnine iz kostnega nadomestka, njen volumen in oblika. Z metodo lahko ločimo novonastalo kostnino od prvotne kostnine (Gray in sod., 1998). Na MR-slikah lahko določimo anatomske strukture v zobiščnem odrastku (Senel in sod., 2006). Nevrovaskularni kanali so vidni kot strukture z manj signala od signala kosti. Ko so raziskovalci primerjali natančnost pri določitvi mandibularnega kanala v predelu prvega in drugega spodnjega kočnika, so z RT-tehniko določili lego mandibularnega kanala v 11 primerih od 19, medtem ko so z MR-slikanjem to natančno določili v vseh 19 primerih (Imamura in sod., 2004). MR-slikanje je uporabna metoda pri načrtovanju zobnih vsadkov in drugih kirurških posegov v ustni votlini. Glavna pomanjkljivost te metode je, da z njo ne moremo slediti uspehu zdravljenja z zobnimi vsadki, ker materiali, iz katerih so le-ti narejeni, porušijo homogenost magnetnega polja v tomografu, ki je potrebna za dobro kontrastno sliko (Shafiei in sod., 2003; Shellock in Crues, 2004).

Zaključek

Na tem primeru smo pokazali uporabnost MR-slikanja pri načrtovanju zobnega vsadka. Metoda je po natančnosti in uporabnosti primerljiva z RT-slikanjem, ne uporablja ionizirajočega sevanja, njena največja pomanjkljivost pa je, da z njo ne moremo slediti rezultatu vstavitve vsadka, ker feromagnetni materiali, iz katerih so narejeni zobni vsadki, popačijo sliko.

Reference

- Ahn SJ, Kim TW, Lee DY, Nahm DS. Evaluation of internal derangement of the temporomandibular joint by panoramic radiographs compared with magnetic resonance imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 129: 479–85.
- Auethavekiat P, Michet CJ, Jr. Images in clinical medicine. Rotator-cuff tear. *N Engl J Med* 2006; 11: 354: e20.
- Bou Serhal C, Jacobs R, Flygare L, Quirynen M, van Steenberghe D. Perioperative validation of localisation of the mental foramen. *Dentomaxillofac Radiol* 2002; 31: 39–43.
- Cappabianca S, Del Vecchio W, Giudice A, Colella G. Vascular malformations of the tongue: MRI findings on three cases. *Dentomaxillofac Radiol* 2006; 35: 205–8.
- Gray CF, Redpath TW, Smith FW. Magnetic resonance imaging: a useful tool for evaluation of bone prior to implant surgery. *Br Dent J*. 1998; 27; 184: 603–7.
- Gray CF, Redpath TW, Smith FW, Staff RT. Advanced imaging: Magnetic resonance imaging in implant dentistry. *Clin Oral Implants Res* 2003; 14: 18–27.
- Hodgson RJ, O'Connor P, Moots R. MRI of rheumatoid arthritis image quantitation for the assessment of disease activity, progression and response to therapy. *Rheumatology (Oxford)* 2008; 47: 13–21.
- Hubalkova H, Hora K, Seidl Z, Krasensky J. Dental materials and magnetic resonance imaging. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2002; 10: 125–30.
- Imamura H, Sato H, Matsuura T, Ishikawa M, Zeze R. A comparative study of computed tomography and magnetic resonance imaging for the detection of mandibular canals and cross-sectional areas in diagnosis prior to dental implant treatment. *Clin Implant Dent Relat Res* 2004; 6: 75–81.
- Johannsen A, Westergren A, Johannsen G. Dental implants from the patients perspective: transition from tooth loss, through amputation to implants – negative and positive trajectories. *J Clin Periodontol* 2012; 39: 681–7.
- Nasel CJ, Pretterklieber M, Gahleitner A, Czerny C, Breitenseher M, Imhof H. Osteometry of the mandible performed using dental MR imaging. *AJNR American journal of neuroradiology* 1999; 20: 1221–7.
- Salvolini E, De Florio L, Regnicolo L, Salvolini U. Magnetic Resonance applications in dental implantology: technical notes and preliminary results. *Radiol Med (Torino)* 2002; 103: 526–9.
- Schara R, Sersa I, Skaleric U. T1 relaxation time and magnetic resonance imaging of inflamed gingival tissue. *Dentomaxillofac Radiol* 2009; 38: 216–23.
- Senel FC, Duran S, Icten O, Izbudak I, Cizmeci F. Assessment of the sinus lift operation by magnetic resonance imaging. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2006; 44: 511–4.
- Sersa I, Macura S. Excitation of complicated shapes in three dimensions. *J Magn Reson* 1998; 135: 466–77.
- Shafiei F, Honda E, Takahashi H, Sasaki T. Artifacts from dental casting alloys in magnetic resonance imaging. *J Dent Res* 2003; 82: 602–6.
- Shellock FG, Crues JV. MR procedures: biologic effects, safety, and patient care. *Radiology* 2004; 232: 635–52.
- Sur J, Seki K, Koizumi H, Nakajima K, Okano T. Effects of tube current on cone-beam computerized tomography image quality for presurgical implant planning *in vitro*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 110: e29–33.
- Tehranzadeh J, Ashikyan O, Anavim A, Tramma S. Enhanced MR imaging of tenosynovitis of hand and wrist in inflammatory arthritis. *Skeletal Radiol* 2006; 35: 814–22.
- Thomas L, Uppal HS, Kaur S, David VC. Inflammatory pseudotumour of the maxillary sinus presenting as a sino-nasal malignancy. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2005; 262: 61–3.
- Vikhoff B, Ribbelin S, Kohler B, Ekholm S, Borrmann H. Artefacts caused by dental filling materials in MR imaging. *Acta Radiol* 1995; 36: 323–5.
- Wall SD, Fisher MR, Amparo EG, Hricak H, Higgins CB. Magnetic resonance imaging in the evaluation of abscesses. *AJR Am J Roentgenol* 1985; 144: 1217–21.
- Yerli H, Teksam M, Aydin E, Coskun M, Ozdemir H, Agildere AM. Basal cell adenoma of the parotid gland: dynamic CT and MRI findings. *Br J Radiol* 2005; 78: 642–5.

Doc. dr. Rok Schara, dr. dent. med., Katedra za ustne bolezni in parodontologijo, Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani