

MOŽNOSTI VYUŽITÍ MULTIDETEKTOROVÉHO CT V ORTODONCII

FEASIBILITY OF MULTIDETECTOR-ROW CT IN ORTHODONTICS

původní práce

Jan Baxa¹
 Jiří Ferda¹
 Jiří Baumruk²
 Jana Oulická²
 Hana Böhmová²
 Anna Šváchová²
 Boris Kreuzberg¹

¹Radiodiagnostická klinika FN a LF UK, Plzeň

²Stomatologická klinika FN a LF UK, Plzeň

Přijato: 10. 6. 2007.

Korespondenční adresa:

MUDr. Jan Baxa
 Radiodiagnostická klinika LF UK a FN
 Alej Svobody 80, 306 40 Plzeň
 e-mail: baxaj@fnplzen.cz

SOUHRN

Baxa J, Ferda J, Baumruk J, Oulická J, Böhmová H, Šváchová A, Kreuzberg B. Možnosti využití multidetektorového CT v ortodoncii

Cíl. Zhodnotit zkušenosti s využitím multidetektorového CT v diagnostice a plánování ortodontické terapie.

Metoda. Během 3 let bylo provedeno 110 CT vyšetření čelistí z ortodontické indikace. Vyšetření byla prováděna na 16řadém (28 osob; 25,5 %) a 64řadém (82 osob; 74,5 %) CT. K vyšetření bylo použito speciálního dentálního protokolu s částečně sníženými základními expozičními parametry (120 kV, 90 eff. mAs). Hodnotili jsme počet, tvar a pozici jednotlivých zubů a další změny alveolárních výběžků (např. kostní resorpce) a čelistí. Prováděli jsme MPR rekonstrukce a také 3D modely pomocí VRT.

Výsledky. Nejčastějším nálezem byla retence zubů (99 retinovaných zubů u 52 osob), většinou se jednalo o horní špičáky (50 špičáků u 38 osob). Dvacet tři (23,2 %) retinovaných zubů způsobilo resorpci okolního skeletu, v 14 (14,1 %) jsme našli resorpci kořene sousedního zubu, u 29 (29,3 %) retinovaných zubů jsme vyslovili podezření na ankylózu při absenci periodontální šterbiny. Dalšími nálezy byly změny v počtu (hyperodontie – 9; 8,2 % a hypodontie – 8; 7,3 %) a také postavení zubů (transpozice – 6; 5,5 %). Patologický nález na postavení čelistí jsme našli v 7 případech (6,4 %). Třicet tři (30 %) vyšetření bylo provedeno v rámci ortopedického rozšíření maxily (33; 30 %).

Závěr. MDCT čelistí je přesnou a efektivní metodou při rozšířené diagnostice

SUMMARY

Baxa J, Ferda J, Baumruk J, Oulická J, Böhmová H, Šváchová A, Kreuzberg B. Feasibility of multidetector-row CT in orthodontics

Aim. The aim of the retrospective study presented here was to evaluate whether multidetector-row CT could improve the assessment and planning of orthodontic treatment.

Methods. 110 examinations were performed over a period of three years. 28 (25.5 %) of these were performed on a 16-row and 82 (74.5 %) on a 64-row CT. A dental protocol with partially reduced basic exposition parameters (120 kV, 90 eff.mAs) was used. We evaluated the shape, number and position of the teeth, as well as changes in the alveolar bone (bone resorption, etc.). During the post-processing, MPR reconstructions as well as 3D models using VRT were made.

Results. The most frequent finding was tooth impaction (99 impacted teeth in 52 patients); a majority of which were maxillary canines (50 impacted canines in 38 patients); 23 (23.2 %) of impacted teeth caused resorption of the surrounding bone; apical resorption of an adjacent tooth was found in 14 (14.1 %) cases. Suspected ankylosis of the impacted teeth was detected in 35 (35.4 %) of cases. The second largest group of findings involved abnormalities in the number (hypodontia – 8; 7.3 %, hyperodontia 9; 8.2 %) and position (transposition 6; 5.5 %) of the teeth and in final place came abnormalities of the structure and position of jawbones (7; 6.4 %). 33 (30 %) examinations were performed after surgical rapid palatal expansion.

Conclusion. MDCT has proven accuracy and efficiency for improving assessment

a plánování ortodontické terapie. Zásadní přínosem jsou především 3D rekonstrukce a také přesné posouzení detailních změn v čelistech pomocí MPR.

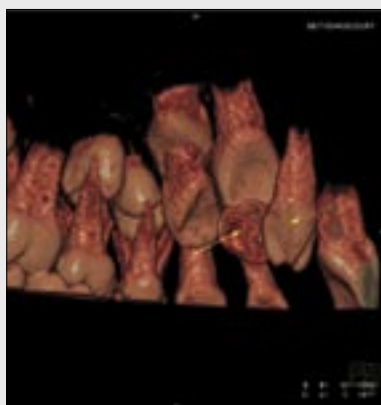
Klíčová slova: dentální CT, multidetektorová výpočetní tomografie, ortodoncie, zubní retence.

and treatment planning in orthodontics. An essential contribution was made by 3D imaging using VRT and also the evaluation of the detailed changes occurring in jaws using MPR.

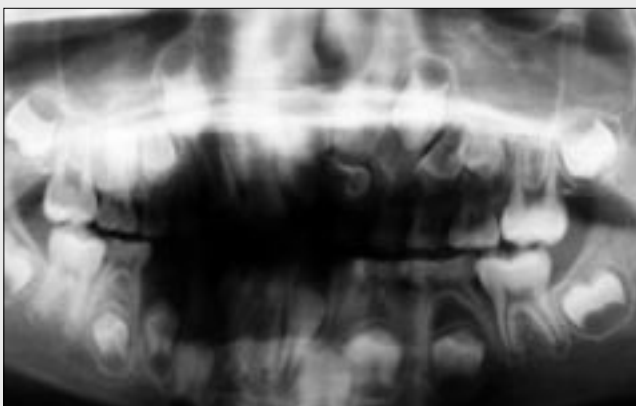
Key words: dental CT, multidetector-row CT, impacted teeth, orthodontics.



▲ Obr. 1A



▲ Obr. 1B



▲ Obr. 1C



▲ Obr. 1D

Obr. 1. Chlapec stáří 7 let s vadným vývojem stálého chrupu horní čelisti. Při CT vyšetření zobrazena retence a malpozice levých horních řezáků způsobená 2 nadpočetnými zuby (šipky). A, B – VRT; C – OPG; D – intraorální fotografie

Fig. 1. A seven-year-old boy with a defective development of the permanent maxillary dentition. CT shows impacted and defective positioning of both the incisors caused by 2 defective supernumerary teeth (arrows). A, B – VRT; C – OPG; D: intra-oral photograph

ÚVOD

Ortodoncie je specializovaný obor stomatologie, který se zabývá léčbou špatného postavení jednotlivých zubů, skupin zubů, zubních oblouků a také vadného postavení celých čelistí včetně rozštěpových vad. Správné postavení chrupu totiž hraje významnou roli v celkovém tělesném vzhledu a jeho vady mohou nepříznivě ovlivnit sebehodnocení jedince nejen v dospívání, ale i v dospělosti (1, 2). Proto, aby léčba mohla být co nejúčinnější, je nezbytná kvalitní diagnostika a také přesná kontrola pohybů zubů v průběhu léčby.

S rychlým rozvojem spirální a zejména multidetektorové technologie se výpočetní tomografie (CT) stále více využívá klinické praxi při diagnostice a plánování ortodontické terapie. Metody klasické radiologie, zejména panoramatického snímku čelistí (ortopantomogram – OPG) a kefalometrický snímek lbi, totiž vzhledem k sumačnímu charakteru v některých případech neposkytují dostatečnou informaci.

Cílem práce je retrospektivně zhodnotit naše zkušenosti s CT vyšetřením čelistí, jeho možnosti v zobrazení a přínos i nevýhody v jednotlivých indikacích.

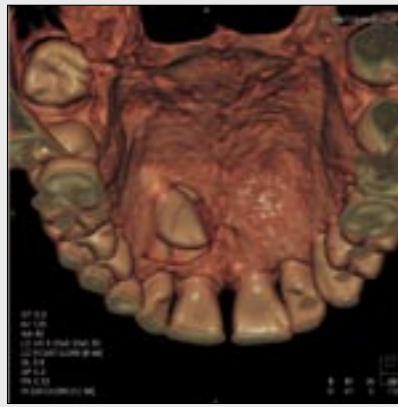
MATERIÁL A METODA

Soubor pacientů a akviziční parametry

V období od dubna 2004 do května 2007 jsme provedli 110 vyšetření z ortodontické indikace. Dvacet osm vyšetření (25,5%) bylo provedeno na 16řadém výpočetním tomografu Somatom Sensation 16 (Siemens Medical Solutions, Erlangen, Německo) za použití následujících parametrů – nominální kolimace 0,75 mm, počet datových stop na jednu otáčku 16, perioda rotace gantry 1 s, faktor stoupání 1. Osmdesát dva pacientů (74,5%) pak bylo vyšetřeno na 64řa-



▲ Obr. 2A



▲ Obr. 2B



▲ Obr. 2C

Obr. 2. **Chlapec stáří 14 let s kombinací retence levého horního špičáku a nadpočetným zubem – tzv. mesiodens.** Při CT zobrazeno uložení nadpočetného zubu horizontálně v tvrdém patře a vadné prořezání špičáku. A–C – VRT
 Fig. 2. **A 14-year-old boy with a combination of an impacted left maxillary canine and a supernumerary tooth.** The CT shows the almost horizontal position of the supernumerary and defective eruption of the canine. A–C – VRT

dém přístroji Somatom Sensation 64 (Siemens Medical Solutions, Erlangen, Německo) a bylo použito následujících parametrů – nominální kolimace 0,6 mm, počet datových stop na jednu otáčku 64, perioda rotace gantry 1 s, faktor stoupání 1,0. Vyšetření byla prováděna bez podání kontrastní látky intravenózně za použití snížené dávky záření s expozičními parametry 90 eff. mAs a 120kV. sedmdesát vyšetření (63,3%) bylo plánováno v rozsahu horní i dolní čelisti, 36 vyšetření (32,7%) v rozsahu omezeném pouze na horní a 4 vyšetření (3,7%) pouze na dolní čelist.

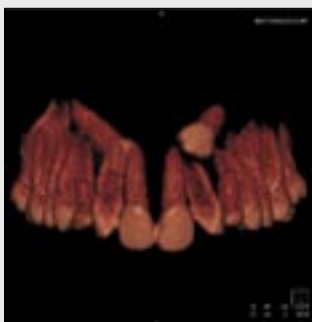
Rozsah vyšetření byl zadáván na bočním plánovacím obrazu s velkým důrazem na horní hranici field of view (FoV). Při vyšetření horní čelisti byla v úrovni dolního okraje orbity. Při tomto plánování je důležitá správná pozice hlavy pacienta, kdy při dostatečném záklonu hlavy se při vyšetření horní čelisti vyvarujeme přímému zasažení očí rentgenovými paprsky (obr. 1).

Postprocessing a hodnocení

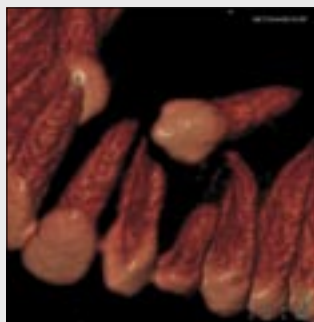
Pro multiplanární rekonstrukce (MPR) a dentální analýzu byla používána hrubá data s algoritmem s vysokým zvýrazněním rozhraní denzit (kernel H60). Pro 3D rekonstrukce pomocí volume rendering technique (VRT) jsme používali algoritmus se středním zvýrazněním rozhraní (kernel

H45 nebo H50). MPR rekonstrukce byly prováděny v šíři 1,5 mm, a to v axiální rovině paralelně s rovinou tvrdého patra, v upravené koronární rovině kolmé na rovinu tvrdého patra a sagitální rovině. V případě potřeby jsme prováděli cílené obrazy v šíři 0,8 mm na detailně hodnocené útvary (nejčastěji retinovaný či nadpočetný zub a kostěné patro). Součástí zpracování bylo provedení dentální analýzy, jejíž součástí je zhotovení panoramatických a paraaxiálních obrazů pomocí speciálního dentálního softwaru. Velmi přínosné se ukázalo provedení 3D modelů pomocí VRT rekonstrukcí (3) (obr. 2).

Vyšetření byla kromě diagnostiky prováděna také pro potřebu plánování terapie, proto má pro ortodontistu či stomatochirurga zásadní přínos zejména přehledná obrazová dokumentace. Popis radiologa je však také důležitou součástí vyšetření, zejména u hodnocení komplikací a vedlejších nálezů. Hodnotili jsme tvar, počet a umístění zubů, u retinovaných pak jejich přesnější lokalizaci, sklon a vztah k okolním strukturám. Důležité bylo hodnocení tvaru kořene, resorpce skeletu a kořenů okolních zubů v okolí korunky retinovaného zubu, dále také přítomnost nadpočetných zubů. Cíleně jsme hodnotili také periodontální šterbinu v okolí retinovaných zubů. Nejčastějším vedlejším nálezem je hyperplastická sliznice v maxilárních sinech.



▲ Obr. 3A



▲ Obr. 3B



▲ Obr. 3C

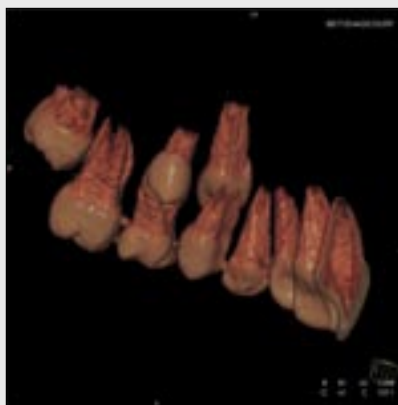


▲ Obr. 3D

Obr. 3. **Muž stáří 22 let s retencí obou horních špičáků.** Levý špičák způsobuje apikální resorpci kořene druhého řezáku. A, B – VRT; C, D – MPR
 Fig. 3. **A 22-year-old male with both maxillary canines impacted.** The left canine has caused root resorption of the second incisor. A, B – VRT; C, D – MPR



▲ Obr. 4A



▲ Obr. 4B



▲ Obr. 4C



▲ Obr. 4D

Obr. 4. Dívka stárí 10 let s vadným postavením zubů horní čelisti vlevo – transpozice špičáku a prvního premoláru. A–C – VRT; D – OPG

Fig. 4. A 10-year-old girl with defective positioning of the teeth in the left upper jaw – transposition of the canine and the first premolar. A–C – VRT; D – OPG

VÝSLEDKY

Nejčastějším nálezem byla retence zubů (celkem 99 retinovaných zubů u 52 osob), většinou se jednalo o horní špičáky (50 špičáků u 38 osob). Dvacet tři (23,2 %) retinovaných zubů způsobilo resorpci okolního skeletu, ve 14 (14,1 %) případech jsme našli resorpci kořene sousedního zubu a u 29 (29,3 %) retinovaných zubů jsem vyslovili podezření na ankylózu při absenci periodontální štěrbiny. Dalšími nálezy byly změny v počtu (hyperodontie – 9; 8,2 % a hypodontie – 8; 7,3 %) a také změny postavení zubů (transpozice – 6; 5,5 %). Patologické postavení čelistí jsme našli v 7 případech (6,4 %). Speciální kategorií byla vyšetření prováděná u pacientů, u kterých je prováděno ortopedické rozšíření maxily (33; 30 %).

DISKUZE

Dentální CT je speciální aplikací CT s vysokou rozlišovací schopností (HRCT). Jeho využití je hlavně v rekonstrukční stomatologii, stomatologické protetice a ortodontii (4). Každý pacient, u kterého se uvažuje nebo již plánuje ortodontická terapie, má zhotoven panoramatický a kefalometrický snímek lbi se zobrazením měkkých tkání profilu obličeje. Tyto snímky jsou často dostačující pro diagnostiku i naplánování terapie. U komplikovaných vad však vzhledem dvojrozměrnosti a sumaci s okolními strukturami ne-

umožňují dobrou prostorovou orientaci ortodontisty a také důležité detaily, které mohou významně ovlivnit plánování terapie, jako například resorpci skeletu v okolí korunky retinovaného zubu není možné ani po doplnění cílených intraorálních snímků (IORTG) dobře identifikovat.

Dle našich zkušeností se ortodontické indikace k CT vyšetření čelistí dají rozdělit do několika ucelených skupin.

Poruchy zubní erupce

Pozdní erupce či retence stálých zubů je velmi častým a závažným problémem, jehož pozdní řešení může způsobit výrazné vady nejen v konečném postavení zubů, ale i celých čelistí a následně vadným skusem. Možnosti zařazení retinovaného zubu do správného postavení jsou závislé na mnoha faktorech, jejichž přesná znalost je důležitá pro správnou volbu a naplánování terapie. CT poskytuje přesnou informaci o tvaru, pozici a sklonu retinovaného zubu. Důležitý je také vztah k okolním strukturám, jako jsou mandibulární kanál, maxilární sinusy, nosní či ústní dutina či kostěné patro.

Poměrně časté jsou vícečetné retence, které vyžadují přesné zobrazení. Při využití klasické radiologie je nutné zhotovit více RTG snímků. CT se tak stává v těchto případech nejen přesnější a kvalitnější, ale také metodou s nižší radiační zátěží.

Perikoronární vak retinovaného zubu může v alveolárním výběžku způsobit další závažnou komplikaci – resorpci skeletu v okolí korunky retinovaného zubu. Resorpci může postihovat kořeny okolních stálých zubů a při pokročilém



▲ Obr. 5A



▲ Obr. 5B

Obr. 5. **Dívka stáří 10 let s retencí a rotací 1. horního řezáku vpravo v horizontální poloze.** Retence horního špičáku vpravo v kombinaci s transpozicí s 2. řezákem. A, B – VRT
Fig. 5. **A 10-year-old girl with an impacted, rotated and horizontally positioned first incisor.** The impacted right maxillary canine is trans-positioned with the 2nd incisor. A, B – VRT



▲ Obr. 6



▲ Obr. 7

Obr. 6. **Dívka stáří 12 let. MPR: Zobrazení periodontální šterbiny u retinovaných horních špičáků.** Vlevo patrný hypodenzní lem v okolí kořene. Vpravo tento lem není patrný při podezření na ankylózu kořene.
Fig. 6. **A 12-year-old girl. Imaging of the periodontal space surrounding the impacted maxillary canines.** There is an evident hypodense margin around the root on the left side, which is not evident on the right side – the suspected cause is ankylosis.

Obr. 7. **Chlapec stáří 15 let. VRT: Dilacerace kořene retinovaného zubu – detail**
Fig. 7. **A boy, 15 y.o. VRT: The detail of deflected apex of impacted canine**

nálezů nenávratně poškodit celý kořen s nutností extrakce a ztráty zubu. Přestože jsou tyto změny často velmi nenápadné, jejich včasné odhalení je zásadní pro plánování další terapie. Na klasických snímcích RTG jsou tyto změny zachytitelné až v pokročilém stadiu, kdy je nutno takto poškozený zub extrahovat. Kromě zobrazení rozsahu resorpce lze pomocí 3D rekonstrukcí zobrazit i přesnou lokalizaci poškození.

Prostorové rozlišení MDCT umožňuje na MPR hodnotit jemné prostory, jako je periodontální šterbina, která vytváří velmi tenký hypodenzní lem mezi kořenem a skeletem čelisti a nejnápadnější je v období prořezávání zubů. Pokud není v okolí kořene retinovaného zubu diferencovatelná, je důvodné podezření na synostózu (ankylózu) s čelistním skeletem, což výrazně prodlužuje či znemožňuje zařazení zubu do oblouku, v některých případech je nutná i chirurgická extrakce.

Další komplikací může být výrazné zakřivení (dilacerace) radixu. Komplikovaný může být také vztah k okolním strukturám – například prominence kořenů do maxilárních síní, nosní či ústní dutiny.

CT vyšetření se zhotovuje nejen při plánování ortodontické terapie, ale také při kontrole jejího průběhu, například pokud retinovaný zub nereaguje na aplikaci ortodontické síly. CT může odhalit příčinu tohoto stavu, jak bylo uvedeno výše.

Z našich zkušeností vyplývá že MDCT v diagnostice retinovaných zubů poskytuje komplexní informaci a tato skupina indikací je na naší klinice jednoznačně nejčastější (1, 5–7).

Abnormality tvaru, počtu a umístění zubů

MDCT zejména pomocí VRT rekonstrukcí přehledně a přesně zobrazí počet, tvar a umístění případných nadpočetných zubů, které často bývají hypoplastické, deformované a ektopicky uložené. V případě hypodoncie, tj. snížení počtu zubů, nám vyšetření pomůže odhalit dystopické erupční dráhy okolních zubních zárodků (2, 8). CT je také ideální pro zobrazení vadného postavení prořezaných zubů. Nejčastěji se

Tab. 1. **Shrnutí nálezů**

Tab. 1. **Summary of findings**

	Počet pacientů	Počet zubů
Retence zubů	52 (47,3 %)	99
– resorpce skeletu	14 (12,7 %)	23 (23,2 %)
– resorpce kořene sousedního zubu	10 (9,1 %)	14 (14,1 %)
– ankylóza retinovaného zubu	21 (19,1 %)	29 (29,3 %)
hypodoncie	8 (7,3 %)	22 (22,2 %)
– aplazie	6 (11,5 %)	15 (15,2 %)
– hypoplazie	2 (3,8 %)	7 (7,0 %)
hyperodoncie	9 (8,2 %)	12 (12,1 %)
transpozice	6 (5,5 %)	
čelistní vady	7 (6,4 %)	
– rozštěp patra	5 (4,5 %)	
– progenie	2 (1,8 %)	

jedná o tzv. transpozice, kdy si zuby při špatném prořezání „vymění“ pozice.

V těchto případech je CT vyšetření indikováno u komplikovanějších nálezů a při komplexních vadách, kdy z klasických snímků není možnou situaci přesně zhodnotit.

Čelistní afekce

Rozštěpové vady patří mezi komplexní poruchy, jejichž terapie je velmi náročná a vyžaduje i velmi přesné zobrazení postižení pro zhodnocení možností a plánování terapie. Prostorová VRT rekonstrukce umožňuje přesně zobrazit odchylky tvaru a vzájemného postavení horní a dolní čelisti i při jiných ortognátních vadách, jako je např. mandibulární prognie či hypoplazie čelisti.

Speciální indikací jsou vyšetření před a po ortopedickém rozšíření horní čelisti (rychlá palatinální expanze). Před tímto zákrokem je nutné dobře posoudit zejména vzájemný vztah obou čelistí včetně postavení temporomandibulárních kloubů a vestibuloorální sklon laterálních zubů. Na kontrolním vyšetření po zákroku je potřebné tyto poměry porovnat a navíc zhodnotit stav patrového švu a stupeň jeho konsolidace před a po provedené expanzi.

Výhody a limitace dentální CT

Při hodnocení vyšetření a vytváření obrazové dokumentace je nutná úzká spolupráce radiologa a ortodontisty, přesto by měl mít radiolog povědomí o čelistní morfologii a procesu zubní erupce.

Velmi přínosné se ukázalo provedení 3D modelů pomocí VRT rekonstrukcí, u kterých je možno jednoduchou změnou přednastavených parametrů regulovat transparen-

skeletu čelisti. Tím lze docílit téměř úplného „odstranění“ skeletu čelisti a zobrazení pouze zubních struktur, které mají výrazně vyšší denzitu než okolní skelet. Tyto rekonstrukce plně nahradily dříve často používanou shaded surface display (SSD) techniku.

Jedinou, ale zásadní limitací diagnostiky pomocí CT vyšetření čelistí je vyšší radiační zátěž ve srovnání s klasickými metodami, což dokládají zejména srovnávací studie na starších CT přístrojích. Studie srovnávající 16 nebo 64řadé CT s klasickými snímky zatím neproběhly, ale lze předpokládat, že tyto přístroje znamenají nižší radiační zátěž pro vyšetřovaného ve srovnání se staršími přístroji (9). Významně lze snížit radiační zátěž vyšetřovaných snížením expozičních parametrů, event. použitím low-dose techniky, která dle některých studií prokazatelně snižuje výtěžnost vyšetření. Tímto způsobem lze snížit radiační dávku až na úroveň OPG snímku- (10, 11).

Otázkou budoucnosti je častější využití speciálních metod určených pro zobrazení kraniofaciální oblasti – digital volume tomography (DVT) nebo cone beam tomography (CBCT). Jejich limitací jsou v současnosti zejména vysoké náklady na pořízení těchto přístrojů (12, 13).

ZÁVĚR

Naše vlastní zkušenosti potvrzují, že MDCT poskytuje kvalitní a komplexní informaci pro diagnostiku a plánování ortodontické eventuálně stomatochirurgické terapie. Zejména v komplikovanějších případech, kdy klasické metody neposkytují dostatečnou informaci, je MDCT metodou complementární. Vzhledem ke stále se snižující radiační zátěži u moderních multidetektorových CT přístrojů, lze očekávat vyšší uplatnění této metody.

LITERATURA

1. Černochová P. Racionalizace diagnostiky retinovaných zubů založená na využití výpočetní tomografie. *Dental Tribune* 2005; 2(1): 4–5.
2. Koťová M. *Ortodontický průvodce praktického zubního lékaře*. Praha: Grada Publishing 2006.
3. Macchi A, Carrafiello G, Cacciafesta V, Norcini A. Three-dimensional digital modeling and setup. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 129 (5): 605–610.
4. Ferda J, Novák M, Kreuzberg B. *Výpočetní tomografie*. Praha: Galén 2002; 192–193.
5. Dospíšilová I. Léčba retinovaných špičáků a faktory ji ovlivňující. *Ortodonc* 2005; 14 (2): 29–39.
6. Chen Y, Duan P, Meng Y, Chen Y. Three-dimensional spiral computed tomographic imaging: A new approach to the diagnosis and treatment planning of impacted teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 130 (1): 112–116.
7. Sawamura T, Minowa K, Nakamura M. Impacted teeth in the maxilla: usefulness of 3D Dental-CT for preoperative evaluation. *Eur J Radiol* 2003; 47: 221–226.
8. Dunlop C. Abnormalities of Teeth. *UMKC School of dentistry* 2004: 1–10.
9. Cohnen M, Kemper J, Möbes O, Pawelzik J, Mödder U. Radiation dose in dental radiology. *Eur Radiol* 2002; 12: 634–637.
10. Rustemeyer P, Streubühr U, Suttmoeller J. Low-Dose Dental Computed Tomography: Significant Dose Reduction without Loss of Image Quality. *Acta Radiologica* 2004; 45(8): 847–853.
11. Černochová P, Krupa P. Radiační dávka RTG a CT vyšetření. *Prakt zubní lék* 2005; 53 (2): 26–29.
12. Kau CH, Richmond S, Palomo JM, Hans MG. Current Products and Practice Three-dimensional cone beam computerized tomography in orthodontics. *J Orthod* 2005; 32 (4): 282–293.
13. Guerrero ME, Jacobs R, Loubele M, et al. State-of-the-art on cone beam CT imaging for preoperative planning of implant placement. *Clin Oral Invest* 2006; 10: 1–7.