

Zastosowanie tomografii wolumetrycznej w diagnostyce stomatologicznej

Examples of cone-beam computed tomography (CBCT) application in dentistry

Krzysztof Miszczuk¹, Renata Miszczuk¹, Teresa Sierpińska²

¹ Prywatna Praktyka Stomatologiczna Dental Care w Białymstoku

² Zakład Technik Dentystycznych Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku
Kierownik: dr hab. T. Sierpińska

HASŁA INDEKSOWE:
rentgenodiagnostyka, CBCT

KEY WORDS:
X-ray diagnostics, CBCT

Streszczenie

Nowe technologie obrazowania radiologicznego dają nowe możliwości diagnostyczne dzięki czemu postępowanie kliniczne może być bardziej precyzyjne, przewidywalne i tym samym coraz bardziej bezpieczne. Badanie radiologiczne przy użyciu urządzeń do tomografii wolumetrycznej (CBCT) pozwala na obrazowanie badanych struktur twardych w trzech płaszczyznach. Korzyść wynikająca z badania to przede wszystkim ogromna ilość informacji, możliwość uzyskania dowolnych przekrojów w każdej płaszczyźnie, rekonstrukcje pseudotrójwymiarowe oraz możliwości zwymiarowania badanego obiektu.

Summary

New x-ray imaging technologies offer new diagnostic possibilities. They allow the clinician to make the treatment more accurate, predictable and safer. X-ray examination with use of cone-beam computed tomography (CBCT) provides the opportunity to see hard tissues in three dimensions. The most important benefit arising from the examination is the possibility of obtaining a huge amount of information, pseudo-three-dimension reconstructions and different cross sections in any plane and measuring the examined object.

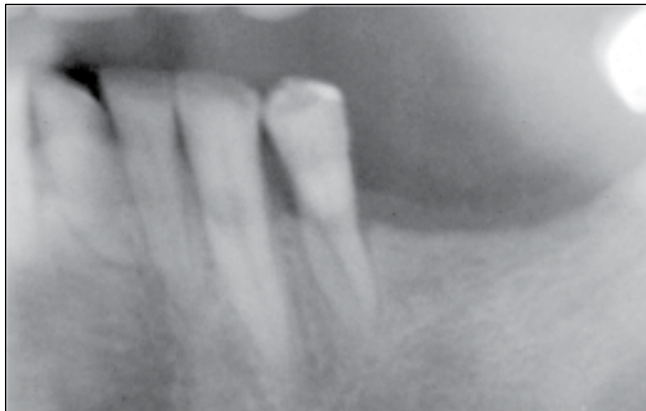
Jeszcze w niedalekiej przeszłości systemy radiografii cyfrowej na wyposażeniu gabinetu stomatologicznego stanowiły o jego możliwościach diagnostycznych na miarę dwudziestego pierwszego wieku. Jednak coraz większe wymagania i świadomość pacjentów, jak również nowe możliwości techniczne zmuszają lekarza praktyka do wykorzystywania najnowocześniejszych metod w obszarze obrazowania, planowania i leczenia stomatologicznego. W codziennej praktyce stomatologicznej do

prawidłowej diagnostyki i leczenia pacjenta niezbędne jest zdjęcie pantomograficzne. Coraz częściej otrzymujemy je w wersji cyfrowej. Niesie to ze sobą wiele korzyści. Pozwala przede wszystkim ograniczyć dawkę promieniowania jonizującego (nawet do 70% w porównaniu ze zdjęciem analogowym) oraz daje możliwość dalszej obróbki i modyfikacji obrazów rtg przy użyciu odpowiedniego oprogramowania. Zwiększa też w znaczącym stopniu ich przydatność diagnostyczną. Jakość

badania pantomograficznego, czy też zdjęcia rtg pojedynczego zęba w ogromnym stopniu zależy od umiejętności i doświadczenia technika radiologii wykonującego dane badanie. Precyzyjne pozycjonowanie pacjenta, kąt padania promieniowania na czujnik, „poruszenie” się pacjenta podczas badania, wszystko to w ogromnym stopniu wpływa na jakość wykonanego zdjęcia rtg i przekłada się na jego diagnostyczną wartość. Na ocenę zdjęcia dwuwymiarowego, czyli klasycznego pantomogramu, bądź zdjęcia rtg zębowego wpływa bardzo wiele czynników. Nakładanie się wielu struktur zarówno kostnych jak i tkanek miękkich na badany obszar daje tak zwany obraz sumacyjny (cień kręgosłupa jak również przestrzenie powietrzne na pantomogramach). Pozycjonowanie pacjenta i wybór tak zwanych automatycznych projekcji, jak również powiększenie obrazu w przypadku pantomogramu uniemożliwia dokładną i precyzyjną diagnostykę, a przede wszystkim wykonanie dokładnych pomiarów (1, 2). Niezwykle często zdarza się sytuacja, gdzie do prawidłowej diagnostyki u jednego pacjenta zlecane jest wykonanie dodatkowych badań radiologicznych, aby wyjaśnić dręczące wątpliwości przy opisie klasycznego zdjęcia pantomograficznego. Ogromny postęp i niezwykle szybki rozwój w zakresie komputeryzacji radiologii sprawił, że wkraczamy w tzw. „trzeci wymiar”. Badanie CBCT, czyli tomografia stożkowa (zwana również wolumetryczną) jest to badanie, podczas którego otrzymujemy wielopłaszczyznowe obrazy przy użyciu wiązki promieniowania w kształcie stożka (1). W badaniu CBCT ocenie poddawane są przede wszystkim struktury kostne i tkanki twarde, natomiast tkanki miękkie są słabiej widoczne. Badania przy użyciu spiralnej tomografii komputerowej (klasycznej) wykorzystywano w stomatologii w szczególnych przypadkach (chirurgia szczękowo-twarzowa, planowanie implantologicznych zabiegów) już od dłuższego czasu, jednak dopiero wprowadzenie urządzeń CBCT na rynek spowodowało, że lekarze bardzo szybko zainteresowali się tą technologią, wprowadzając ją do codziennej praktyki. Z punktu widzenia ochrony radiologicznej pacjenta należy przypomnieć, iż przy tomografii wielorzędowej (klasycznej) dawka promieniowania jest ok. 20-30 krotnie większa niż przy badaniu CBCT (3-7). Hołdując zasadzie ALARA

(As Low As Reasonably Achievable), czyli takie dobranie dawki promieniowania, aby korzyści z niego wynikające przewyższały szkodliwe działania promieniowania rentgenowskiego, wskazania do badania tomografią wielorzędową były więc bardzo ograniczone (1, 8). Przy użyciu tomografii stożkowej (wolumetrycznej) średnia dawka promieniowania wynosi 20-80 μSv w zależności od wielkości pola obrazowania i rozdzielczości badania. Porównując badanie CBCT do klasycznego pantomogramu, otrzymanego na filmie rentgenowskim obarczamy pacjenta porównywalną dawką promieniowania (1, 3). Korzyść wynikająca z badania CBCT to przede wszystkim ogromna ilość informacji, wkroczenie w „trzeci wymiar”, możliwość uzyskania dowolnych przekrojów w każdej płaszczyźnie, rekonstrukcje pseudotrójwymiarowe oraz możliwości zwymiarowania badanego obiektu (7, 9). W przypadku otrzymanego badania CBCT można dokonywać w dowolnym momencie wszelkich zmian oglądanej projekcji, płaszczyzny (osiowej, czołowej, strzałkowej, skośnej), przekroju, obrotu badanego obiektu. Możliwość błędu poprzez tzw. czynnik ludzki jest tu sprowadzona do minimum. Dlaczego zatem ten „trzeci wymiar” jest tak pożądanym w diagnostyce radiologicznej? W bardzo dużym uproszczeniu obraz widoczny na zdjęciu rentgenowskim jest cieniem rzucanym na detektor, co sprawia, że w rzeczywistości, coś, co wydaje się być kulą w jednej projekcji w innej może okazać się prostokątem a nakładające się wzajemnie struktury mogą zasłaniać istotne w badaniu zmiany patologiczne. W zależności od kąta padania promieniowania rozmiar widocznego na zdjęciu rtg badanego obiektu może się znacząco różnić od wymiarów rzeczywistych. Nawet technika kąta prostego nie daje pewności, że badany obiekt na zdjęciu rtg jest zobrazowany w wymiarze rzeczywistym. Dopiero użycie specjalnych oznaczników do kalibracji pozwala na odczyt w dużym przybliżeniu wymiarów badanego obiektu, co w codziennej praktyce jest dość uciążliwe i nie zawsze zapewnia powtarzalność badania. Biorąc pod uwagę wszystkie te czynniki lekarz, opisując badanie rtg nie zawsze jest w stanie postawić prawidłową diagnozę. Każdy, kto choć raz mógł porównać klasyczne badanie pantomograficzne z badaniem otrzymanym z CBCT zaczyna mieć wątpliwości – ile istotnych

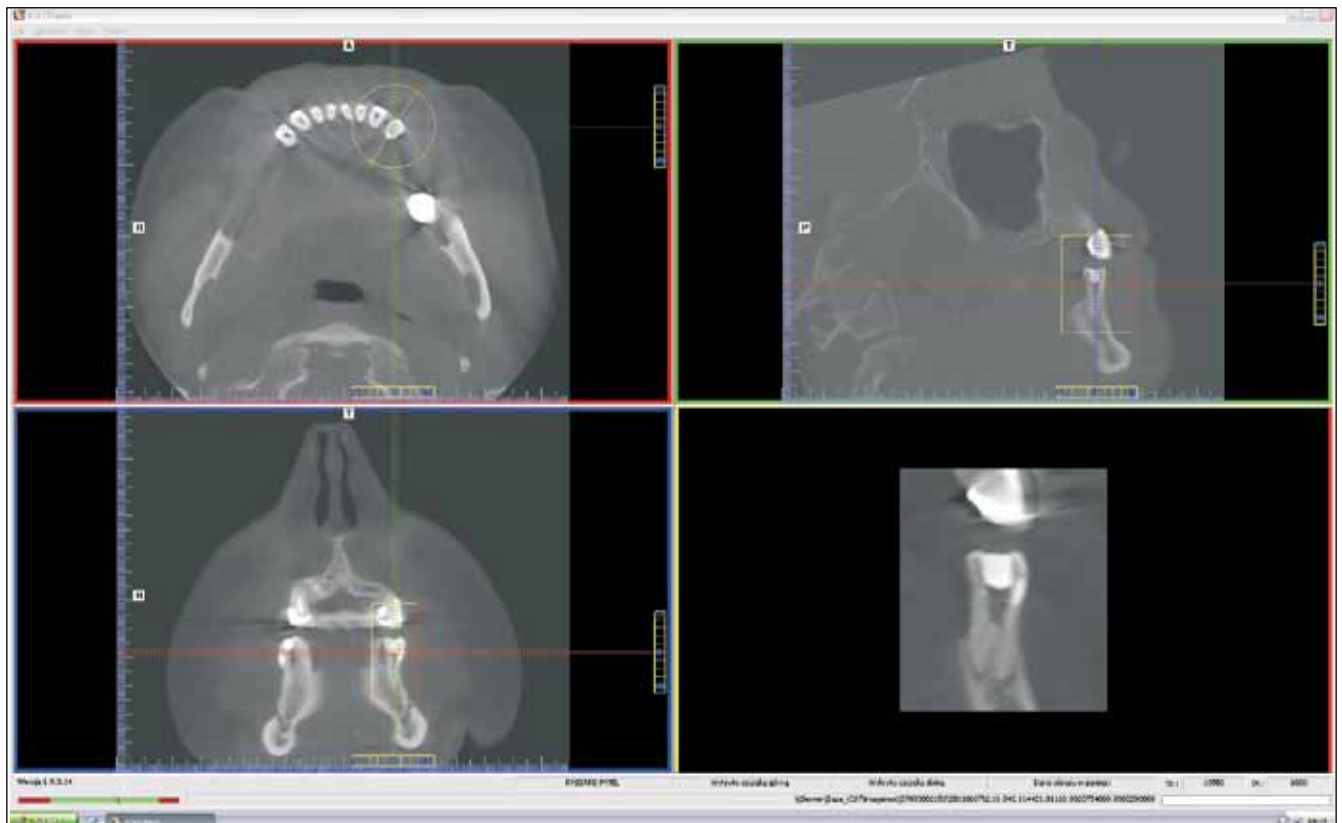
szczegółów mogło umknąć jego uwadze, niezależnie od jego wiedzy i umiejętności interpretacji badań rtg. W badaniu CBCT to lekarz opisujący badanie decyduje o wyborze przekroju w dowolnej płaszczyźnie czy o grubości warstwy otrzymując doskonały obraz struktur twardych układu stomatognatycznego. Odwzorowane struktury są wolne od zniekształceń i zobrazowane w wymiarze rzeczywistym (7, 10). Badany obiekt np. korzeń zęba można



Ryc. 1a. Zdjęcie rtg zęba 34, podejrzenie pionowego pęknięcia korzenia.

obejrzeć w dowolnej projekcji, co eliminuje możliwość ewentualnej „pomyłki” diagnostycznej (np. resorpcja korzenia lub zmiany zapalne ulokowane w części bocznej korzenia, bądź pionowe złamania korzenia, które z reguły nie są widoczne na zdjęciu rtg wykonanym tylko w jednej płaszczyźnie) (11, 12). Dzięki bogatemu oprogramowaniu istnieje także możliwość wykonania pseudotrójwymiarowej rekonstrukcji badanej objętości, dokonywania rzeczywistych pomiarów, jak również wirtualnego planowania zabiegu np.: pozycjonowania implantu, wykonania wirtualnych modeli diagnostycznych.

Oczywiście badania przy użyciu CBCT nie są wolne od wad. Mogą powstawać artefakty, które w pewnym stopniu będą wpływać na jakość otrzymanego obrazu. Najczęściej są one spowodowane obecnością metalu w jamie ustnej bądź kości takie jak elementy protez stałych, implanty, zamki ortodontyczne, jak również artefakty ruchowe (poruszenie się pacjenta podczas badania). Pewnym minusem jest również fakt, iż badanie przy użyciu CBCT nie pozwala na dokładną ocenę tkanek miękkich, które są widoczne jako dość jednolite obszary



Ryc. 1b. W badaniu tomografii stożkowej stwierdzono obecność dodatkowego korzenia językowego, którego cień nakładał się na obraz korzenia policzkowego sugerując pionowe pęknięcie.

nie pozwalające na ich dokładne dyferencjonowanie. Na rynku istnieje już dość duża liczba tomografów wiązki stożkowej CBCT. Podstawowe różnice między nimi wynikają głównie ze sposobu rejestracji obrazu, wielkości pola obrazowania (Field Of View – FOV), rodzaju ekspozycji (ciągła bądź pulsująca), dostępnego oprogramowania.

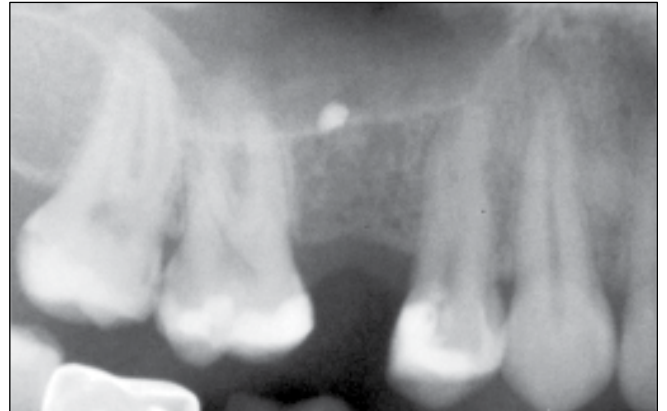
Przykłady zastosowania badań CBCT

Dzięki ogromnym możliwościom diagnostycznym badanie CBCT znajduje zastosowanie praktycznie w każdej dziedzinie stomatologii.

Endodoncja: możliwość prześledzenia przebiegu kanałów, określenia ich liczby, kontroli jakości wypełnienia, określenie położenia zmian okołowierzchołkowych i ich jednoznacznego przypisania dla danego wierzchołka, resorpcji korzeni, pionowych złamań i pęknięć (ryc. 1a i 1b).

Chirurgia szczękowo-twarzowa: bardzo precyzyjne określenie warunków anatomicznych badanej okolicy, określenie wielkości i położenia zmian patologicznych, ubytków kostnych (ma to kluczowe

znaczenie przy wyborze dostępu do pola operacyjnego i planowaniu zabiegów np. implantologicznych), wirtualne planowanie wszczepienia implantu przy użyciu oprogramowania do nawigacji, ocena zatok szczękowych, kompletna diagnostyka struktur twardej stawu skroniowo-żuchwowego. Rekonstrukcja trójwymiarowa (3D) jest szczególnie przydatna w diagnostyce zmian pourazowych i



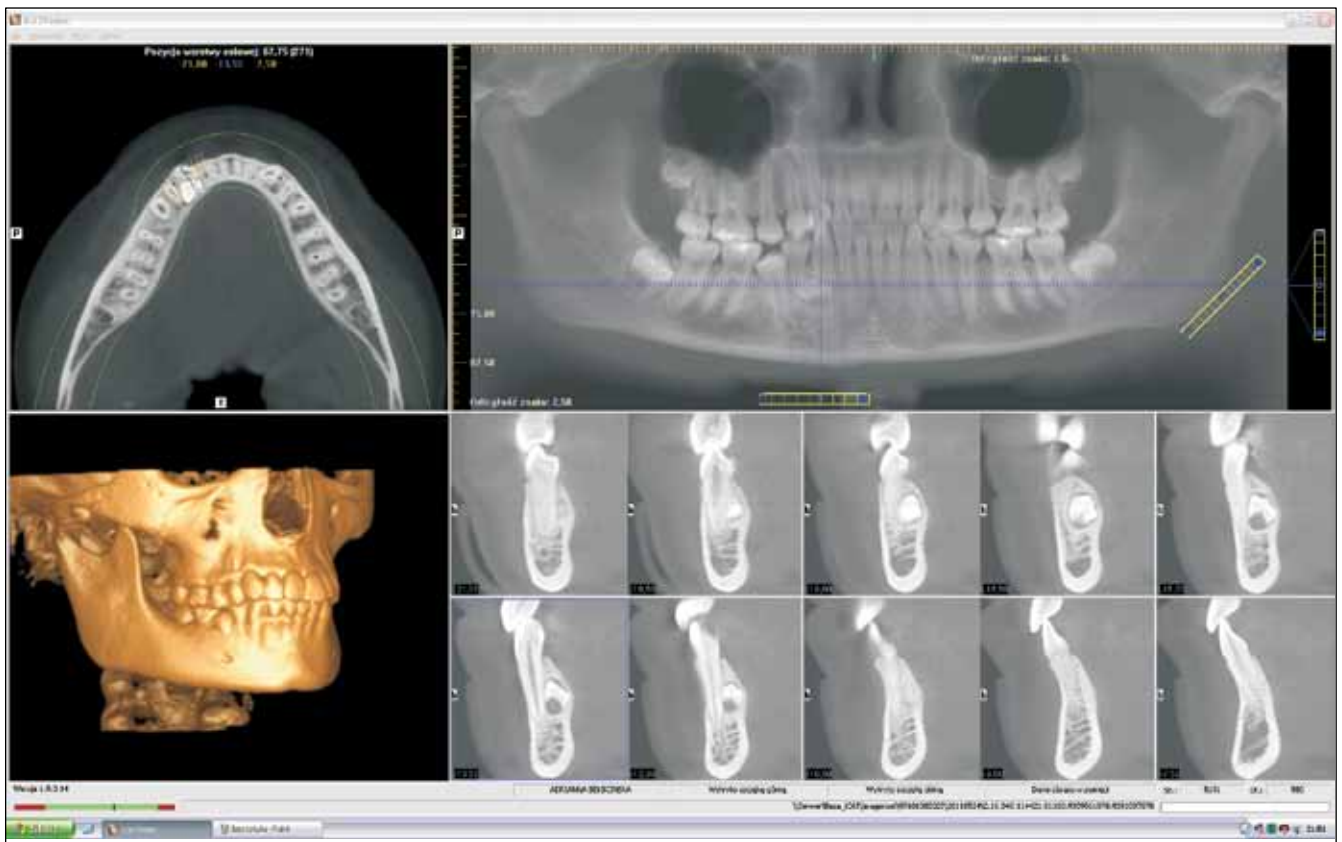
Ryc. 2a. Na zdjęciu pantomograficznym widoczne ciało obce w zatoce szczękowej.



Ryc. 2b. Na skanie w płaszczyźnie strzałkowej stwierdzono, że ciało obce znajduje się pomiędzy ścianą zewnętrzną zatoki a okostną.



Ryc. 3a. Na zdjęciu pantomograficznym widoczny dodatkowy ząb w okolicy wierzchołków korzeni zębów 43,44, brak możliwości oceny dostępu chirurgicznego celem przeprowadzenia ekstrakcji.



Ryc. 3b. Rekonstrukcja CBCT pozwala na prawidłowe zaplanowanie i możliwie atraumatyczne przeprowadzenie zabiegu.

do planowania zabiegów rekonstrukcyjnych w zakresie twarzoczaszki (ryc. 2 a i 2b, ryc. 3a i 3b).

Ortodoncja: dokładne zlokalizowanie zębów zatrzymanych, określenie w „przestrzeni” położenia zębów zatrzymanych, ich relację z otaczającymi

strukturami, coraz częstsze wykorzystanie do komputerowej analizy danych przestrzennych i planowania leczenia ortodontycznego w oparciu o obrazowanie 3D.

Odrębnym tematem jest znaczenie badań przy użyciu CBCT dla laryngologii: wykrywanie zmian patologicznych w jamie nosowej i zatokach szczękowych, precyzyjne określanie położenia ciał obcych itd.

Przedstawione przykłady badań zostały wykonane przy użyciu urządzenia i-CAT Next Generation (ISI). Jest to aparat o dużym polu obrazowania (FOV) 17 cm x 23cm w trybie rozszerzonego pola widzenia dzięki ruchomemu sensorowi. Dzięki możliwości zmiany pola widzenia można uzyskać badanie interesującego obszaru w ograniczonym zakresie, ale również w odrębnych przypadkach praktycznie całej czaszki pacjenta. Niezwykle ważną cechą tego urządzenia jest pozycja siedząca pacjenta z dość dobrze ufixowaną głową, co minimalizuje powstawanie artefaktów ruchowych oraz niezwykle szybki czas skanowania od 5s przy małych objętościach do 27 s przy największym polu obrazowania. Również istotną cechą systemu i-CAT jest możliwość wyboru rozdzielczości skanowania w zależności od potrzeb wykonywanego badania od 0,125 do 0,4 mm (zmiana rozdzielczości według „potrzeb” wykonywanego badania ma istotny wpływ na dawkę promieniowania jonizującego pochłanianego przez pacjenta). Dzięki oprogramowaniu Quantum IQ w znacznie lepszym stopniu można zobrazować tkanki miękkie niż w innych tego typu urządzeniach.

Nowe technologie obrazowania radiologicznego dają nowe możliwości diagnostyczne, dzięki czemu postępowanie kliniczne może być bardziej precyzyjne, przewidywalne i tym samym coraz bardziej bezpieczne.

Piśmiennictwo

1. *Różyło-Kalinowska I., Różyło T. K.* Tomografia wolumetryczna w praktyce stomatologicznej. Wyd. Czelej 2011.
2. *Różyło-Kalinowska I., Różyło T. K.* Możliwości obrazowania wolumetrycznego w przypadku pacjenta stomatologicznego. *Mag. Stom.*, 2009, 5, 18-23.
3. *Ludlow J. B., Davies-Ludlow L. E., Brooks S. L., Howerton W. B.*: Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. *Dentomaxillofac. Radiol.*, 2006, 35, 219-226.
4. *Silva M. A., Wolf U., Heinicke F., Bumann A., Visser H., Hirsch E.*: Cone-beam computed tomography for routine orthodontic treatment planning: a radiation dose evaluation. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 2008, 133, 640-645.
5. *Loubele M., Bogaerts R., Van Dijk E., Pauwels R., Vanheusden S., Suetens P., Marchal G., Sanderink G., Jacobs R.*: Comparison between effective radiation dose of CBCT and MSCT scanners for dentomaxillofacial applications. *Eur. J. Radiol.*, 2009, 71, 461-468.
6. *Roberts J. A., Drage N. A., Davies J., Thomas D. W.*: Effective dose from cone beam CT examinations in dentistry. *Brit. J. Radiol.*, 2009, 82, 35-40.
7. *Scarfe W. C., Farman A. G., Sukovic P.*: Clinical Applications of Cone-Beam Computed Tomography in Dental Practice. *J. Can. Dent. Assoc.*, 2006, 72, 75-80.
8. *Różyło-Kalinowska I.*: Standardy Europejskiej Akademii Radiologii Stomatologicznej i Szczękowo-Twarzowej dotyczące obrazowania wolumetrycznego (CBCT). *Mag. Stomat.*, 2009, 6, 12-16.
9. *Katsuyama H.*: The Sinus Floor Elevation: diagnosis and treatment planning aspect. *Forum Implantologicum 2010*, 2, 164-170.
10. *Ludlow J. B., Laster W. S., See M., Bailey L. J., Hershey H. G.*: Accuracy of measurements of mandibular anatomy in cone beam computed tomography images. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, 2007, 103, 534-542.
11. *Patel S., Dawood A., Pitt Ford T., Whaites E.* The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. *Int. Endod. J.*, 2007, 40, 818-830.
12. *Estreala C., Bueno M. R., Leles C. R., et al.*: Accuracy of cone beam computed tomography and panoramic and periapical radiography for detection of apical periodontitis. *J. Endod.*, 2008, 34, 273-279.

Zaakceptowano do druku: 26.VII.2012 r.

Adres autorów: 15-276 Białystok, ul. Waszyngtona 13

© Zarząd Główny PTS 2012.