

Tomografia komputerowa wiązką stożkową jako użyteczne narzędzie w periodontologii

***Bartłomiej Górski, Renata Górka**

Zakład Chorób Błony Śluzowej i Przyzębia Instytutu Stomatologii Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego
Kierownik Zakładu: prof. dr hab. n. med. Renata Górka

CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY AS AN USEFUL TOOL IN PERIODONTOLOGY

Summary

Introduction: Dentistry has mainly used the same techniques of 2D imaging since the first intraoral radiograph obtained in 1896. From that moment on, several imaging techniques were introduced to dental practice, those include panoramic imaging, computed tomography, and digital imaging. By the end of the twentieth century it has become obvious that Cone Beam Computed Tomography (CBCT) imaging may be the next advancement.

Overview of the literature: The aim of the study was to discuss the role of CBCT in the periodontal diagnosis, treatment planning and assessment of implemented therapy.

Conclusions: For periodontal disease, CBCT seems to be promising in the diagnosis of loss of the crestal bone, dehiscences, fenestrations defects and in the diagnosis of furcation-involved molars. It may indeed replace intraoral imaging for the assessment of periodontal architecture.

Key words: cone beam computed tomography, periodontology

WSTĘP

Podstawowymi parametrami stosowanymi w diagnostyce chorób przyzębia są: głębokość kieszonek (PD – ang. *pocket's depth*), utrata przyczepu łącznotkankowego (CAL – ang. *clinical attachment loss*) i stopień objęcia furkacji w zębach wielokorzeniowych. Parametry te są oceniane podczas badania klinicznego, przy użyciu sondy periodontologicznej. Na uzyskane wyniki wpływa wiele czynników: zaawansowanie procesu zapalnego, struktura tkanek miękkich, kształt użytej sondy, kierunek i kąt jej wprowadzenia, stosowana siła, lokalizacja zmian, obecność uzupełnień bezpośrednich i protetycznych (1, 2). Z tego względu należy pamiętać, że uzyskane wyniki są wynikami subiektywnymi i mogą w pewnym zakresie odbiegać od stanu rzeczywistego. Pomiar stopnia zajęcia furkacji może sprawiać duże trudności (3).

Badanie kliniczne musi być uzupełnione badaniami radiologicznymi, najczęściej są to: zdjęcie pantomograficzne i zdjęcia wewnątrzustne (4). Zdjęcia pantomograficzne są zdjęciami warstwowymi, w których ostry jest obraz jedynie struktur znajdujących się w badanej warstwie, z jednoczesnym rzutowaniem się na obraz

nieostrych cieni struktur pozostających poza warstwą i cieni rzekomych. Opisane zjawiska mogą przyczyniać się zarówno do trudności, jak i błędów diagnostycznych. Zdjęcia wewnątrzustne pozwalają na identyfikację tkanek przyzębia (blaszka zbita zębodołu, przegrody międzyzębowe) i diagnostykę wczesnych procesów patologicznych. Są to zdjęcia sumacyjne, występuje tu niekorzystne zjawisko nakładania się na siebie struktur, co uniemożliwia ocenę blaszek kostnych: przedsiłkowej i językowej (5). Nawet, jeśli zmiany w jednej z blaszek są widoczne na zdjęciu, nie ma możliwości oceny, która z nich jest zajęta (6). Ocena zmian w furkacjach zębów wielokorzeniowych także jest niemiarodajna. Eickholz udowodnił, że ubytki kostne ocenione na podstawie zdjęć wewnątrzustnych odbiegają o około 1,5 mm od stanu rzeczywistego ocenianego w czasie zabiegu chirurgicznego po odwarstwieniu płata (7). W związku z powyższym, zdjęcia sumacyjne mają ograniczoną wartość w diagnostyce chorób przyzębia (8).

Wady tradycyjnych zdjęć rentgenowskich próbowano zrekomensować badaniem tomograficznym, które umożliwiło uzyskiwanie obrazów w przekrojach osiowych

(poprzecznych) o grubości zależnej od celu badania. Tomografię komputerową (CT – ang. *computed tomography*) stosowano przede wszystkim do diagnostyki chorób części twarzowej czaszki, w ocenie wad szkieletowych i w planowaniu leczenia implantologicznego (9, 10). Badanie to okazało się jednak niepraktyczne ze względu na wysoki koszt i wielkość aparatów uniemożliwiająca zastosowanie w praktykach stomatologicznych, oraz dużą dawkę promieniowania jonizującego.

Już pod koniec XX wieku i na początku wieku XXI, stało się pewne, że CBCT (tomografia komputerowa wiązką stożkową) może rzeczywiście stać się kolejnym krokiem milowym w obrazowaniu struktur twarzoczaszki, zapewniając obraz trójwymiarowy. Technika ta daje lepszy wynik niż wszystkie metody sumacyjne, a także klasyczna tomografia. W tej technice diagnostycznej warstwowe obrazy uzyskuje się przy użyciu wiązki promieniowania rentgenowskiego o kształcie stożka, wysyłanej przez lampę rentgenowską obracającą się wokół głowy pacjenta. Uzyskane dane pozwalają na wyliczenie obrazów przekrojowych. Otrzymuje się zrekonstruowane obrazy przekrojowe o dużej rozdzielczości w płaszczyznach czołowych, strzałkowych i poprzecznych. Wiele aparatów oferuje opcję obrazowania trójwymiarowego. CBCT jest zdecydowanie tańsza od CT i związana z mniejszą dawką promieniowania rentgenowskiego, porównywalną do uzyskiwanej podczas wykonywania zdjęcia pantomograficznego (11). Dodatkowo, aparatura CBCT nie zajmuje tak dużo przestrzeni jak CT, dzięki czemu można ją zaadaptować do większości gabinetów stomatologicznych.

Dawka pochłonięta w CBCT wynosi: $56,2\mu\text{Sv}$ - $61,1\mu\text{Sv}$ (w zależności od aparatury), jest to wprawdzie więcej niż przy zdjęciu pantomograficznym ($22\mu\text{Sv}$), ale mniej niż w przypadku wykonania pełnego statusu zębowego ($150\mu\text{Sv}$), a znacznie mniej niż przy wielorzędowej tomografii komputerowej ($429,7\mu\text{Sv}$) (12-15). Reasumując, pojedyncze wykonanie CBCT pomimo większej ekspozycji na promieniowanie jonizujące niż w przypadku wykonania zdjęcia pantomograficznego, pozwala uzyskać o wiele więcej informacji i odtwarza obraz wielopłaszczyznowy podlegający obróbce.

PRZEGLĄD PIŚMIENICTWA

Vandenberghe porównywał architekturę struktur kostnych wchodzących w skład przyzębia obrazowaną za pomocą 2D CCD (*Charge Coupled Device*, radiografia cyfrowa bezpośrednia) oraz 3D CBCT (16). Obraz struktur kostnych był lepiej widoczny na zdjęciach cyfrowych, jednak CBCT umożliwiło dokładniejszą analizę morfologiczną i przestrzenną. Naito przeprowadził badanie *in vivo*, w którym mierzył za pomocą sondy 186 punktów przy 31 zębach (17). Pomiarów powtarzał po odwarstwieniu płata. Różnica pomiędzy wynikami badania bezpośredniego, a uzyskanymi na przekrojach CBCT wynosiła $0,41 \pm 2,53$ mm. Badanie wskazuje, że wykonanie CBCT pozwala na precyzyjne dokonanie pomiarów parametrów przyzębia, co może zastąpić skomplikowane i długotrwałe badanie kliniczne.

Podobne zależności zaobserwował Misch (18). Autor badał materiał kostny ze sztucznie wypreparowanymi ubytkami. Pomiarów wykonano przy użyciu CBCT były tak dokładne, jak te uzyskane podczas bezpośrednich pomiarów za pomocą sondy, a dla blaszek kostnych w przestrzeniach międzyzębowych tak wiarygodne jak przy zastosowaniu klasycznych zdjęć wewnątrzustnych. W przypadku diagnostyki defektów kostnych zlokalizowanych po stronie przedsionkowej i językowej CBCT wykazywało znaczącą przewagę w stosunku do obrazowania 2D. Autor stwierdził, że tomografia komputerowa wiązką stożkową przewyższa klasyczną radiografię w przypadku diagnostyki periodontologicznej.

W 2005 roku Mendel porównał przydatność zdjęć wewnątrzustnych, zdjęć pantomograficznych, CT oraz CBCT w diagnostyce ubytków w tkankach przyzębia – fenestracji, dehiscencji i zajęcia furkacji zębów wielokorzeniowych (19). Wszystkie ubytki kostne mogły być zdiagnozowane i zmierzone w trzech płaszczyznach jedynie za pomocą CT i CBCT, podczas gdy pozostałe metody umożliwiały jedynie identyfikację ubytków zlokalizowanych po stronie mezialnej i dystalnej zębów. Fuhrmann udowodnił, że tylko 60% ubytków kostnych wyrostków zębodołowych jest zobrazowanych na zdjęciach 2D, w porównaniu do 100% w przypadku CBCT (9). Noujeim zauważył podobne zależności w diagnostyce ubytków kostnych w przegrodach międzykorzeniowych w obrębie zębów trzonowych (20). Pistorius twierdzi, że jeśli do diagnostyki ubytków kostnych w furkacjach zębów wielokorzeniowych zostanie wykorzystane jedynie badanie kliniczne, aż 31% z tych ubytków może być nie zauważonych (21). Im mniejszy defekt kostny, tym większe prawdopodobieństwo jego niewykrycia, co będzie miało negatywny wpływ na dalsze leczenie. Klasyczne obrazowanie 2D znajduje zastosowanie jedynie w przypadku bardzo dużych ubytków.

Dehiscencje są ubytkami w strukturze kostnej, które w pewien sposób determinują terapię periodontologiczną i radiologiczną. Mustafa badał częstość występowania tych defektów w przednim odcinku żuchwy metodą bezpośrednią (po odwarstwieniu płata) i przy użyciu CBCT (22). Autor zaobserwował, że najczęstszym miejscem występowania ubytków była wargowa blaszka kostna pokrywająca powierzchnię korzeni kłów, przy czym wszystkie zęby przednie miały mniejsze lub większe defekty tego typu. Badanie zwraca uwagę na konieczność wykonania tomografii komputerowej wiązki stożkowej przed planowaniem leczenia periodontologicznego, w celu identyfikacji dehiscencji kostnych.

W diagnostyce periodontologicznej niezwykle istotne jest także wczesne wykrycie ubytków kostnych. CBCT umożliwia diagnostykę bardzo małych ubytków, rzędu 0,2 mm (23). Ubytki tej wielkości są niemożliwe do zlokalizowania zarówno w badaniu klinicznym, jak i na zdjęciach sumacyjnych. Wczesna diagnostyka zapobiega rozwojowi dużych ubytków kostnych, których leczenie jest trudniejsze i mniej przewidywalne.

Nie należy zapominać także o możliwości wykorzystania CBCT w obserwacji miejsc pooperacyjnych,

zwłaszcza po zabiegach sterowanej regeneracji tkanek (24).

W leczeniu implantologicznym niezwykle istotna jest diagnostyka pola zabiegowego, przede wszystkim struktury (ilości i jakości) tkanki kostnej, anatomii zatoki szczękowej, przebiegu kanału żuchwy i położenia otworu bródkowego, na które zawsze należy zwrócić uwagę podczas planowania umiejscowienia wszczepów (25, 26). CBCT pozwala na szybkie i bardzo dokładne zobrazowanie wszystkich szczegółów anatomicznych. Stanowi niezastąpione narzędzie podczas planowania takiego leczenia u pacjentów bezzębnych (27). Największą zaletą takiego planowania leczenia jest zmniejszenie ryzyka powikłań w czasie zabiegu.

Wielokrotnie do zmian w przyzębiu prowadzą uszkodzenia zębów, najczęściej urazowe złamania lub pęknięcia korzeni. Złamania korzeni zębów można rozpoznać metodami konwencjonalnymi, jednak wykrywanie pęknięć sprawia bardzo duże trudności (28). Jest to często przyczyną długiego i kosztownego leczenia, którego rezultaty są niepomyślne. Zmiany takie są najczęściej rozpoznawane podczas zabiegów chirurgicznych. Niestety pęknięcia korzeni nie rokują dobrze i są wskazaniem do ekstrakcji. Użycie CBCT zaoszczędza pacjentowi długotrwałego leczenia, a lekarzowi pozwala na wykorzystanie metod alternatywnych. Diagnostyka 3D stanowi też narzędzie do różnicowania zmian w przyzębiu wierzchołkowym, poprzez dokładne uwidocznienie ich struktury (29). Możliwe jest zróżnicowanie ziarniników okołowierzchołkowych od torbieli, które różnią się zawartością – ziarniniki mają strukturę zbitą, podczas gdy torbiele wypełnione są płynem. W przypadku konieczności wykonania resekcji wierzchołka korzenia w obrębie korzenia podniebiennego zębów trzonowych górną trudność stanowi uzyskanie odpowiedniego dostępu do pola zabiegowego (30). Może on być uzyskany zarówno od strony podniebiennej, jak i przedsionkowej. Na podjęcie decyzji wpływają przede wszystkim warunki anatomiczne, ukształtowanie sklepienia przedsionka, wyrostka zębodołowego, podniebienia twardego, jak też budowa korzeni zęba, którego dotyczy zabieg. Rigolone udowodnił, że zastosowanie diagnostyki 3D w tych przypadkach jest niezwykle pomocne w planowaniu leczenia, w celu wybrania techniki minimalnie inwazyjnej.

Krótki czas ekspozycji, wynoszący około 20 sekund powoduje z jednej strony zmniejszenie dawki promieniowania jonizującego, a z drugiej strony redukuje także liczbę występujących artefaktów ruchowych (31). Poza tym, CBCT umożliwia wykonanie zdjęć o bardzo dużej rozdzielczości (wielkość woksela wynosi 0,076-0,2 mm). Z tego względu ewentualne błędy pomiarowe są minimalne i według Lascala wynoszą od 0,07 do 0,2 mm (32).

PODSUMOWANIE

Tomografia komputerowa wiązki stożkowej pozwala nie tylko na wielowymiarowe badanie struktur przyzębia i uwidocznienie ubytków kostnych w furkacjach zębów

wielokorzeniowych, niemożliwych do zdiagnozowania za pomocą innych metod, ale także umożliwia bardzo dokładną diagnostykę i obrazowanie zmian zachodzących w blaszkach kostnych przedsionkowej i językowej. Wyeliminowane jest niekorzystne zjawisko nakładania się struktur anatomicznych na siebie, którym obarczone są zdjęcia sumacyjne. Reasumując, należy stwierdzić, że CBCT umożliwia bardzo dokładną i wczesną diagnostykę chorób przyzębia, co przekłada się na indywidualne planowanie leczenia i rokowanie długoterminowe, co znajduje także zastosowanie w planowaniu leczenia implantologicznego i śledzenia wyników zabiegów regeneracyjnych. Mol, jako jeden z pierwszych autorów zauważył, że CBCT umożliwia bardziej dokładną, wiarygodną i trójwymiarową analizę struktury kostnej tkanek przyzębia niż konwencjonalna radiografia (33). Tomografia komputerowa wiązką stożkową ma tak duży potencjał, że w przyszłości może zastąpić metody stosowane współcześnie, w celu diagnostyki schorzeń przyzębia. Współcześnie staje się coraz bardziej nieodzownym elementem wykorzystywanym do planowania zabiegów periodontologicznych, oraz narzędziem koniecznym do uwzględnienia w szkoleniu zarówno przed-, jak i podyplomowym lekarzy dentyków. □

Piśmiennictwo

1. Hunter F: Periodontal probes and probing. *Int Dent J* 1994; 44: 577-583.
2. Reddy MS, Palcanis KG, Geurs NC: A comparison of manual and controlled-force attachment-level measurements. *J Clin Periodontol* 1997; 24: 920-926.
3. Kim TS, Knittel M, Staehle HJ: The reproducibility and validity of furcation measurements using a pressure-calibrated probe. *J Clin Periodontol* 1996; 23: 826-831.
4. Tyndall DA, Rathore S: Cone-beam CT diagnostic applications: caries, periodontal bone assessment, and endodontic applications. *Dent Clin N Am* 2008; 52: 825-841.
5. Ramadan AB, Mitchell DF: A radiographic study of experimental bone destruction. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1962; 15: 934-943.
6. Rees T, Biggs NL, Collins CK: Radiographic interpretation of periodontal osseous defects. *Oral Surg Oral Med Oral Radiol Endod* 1971; 1: 141-153.
7. Eichholz P, Hausmann E: Accuracy of radiographic assessment of interproximal bone loss in itrabony defects using linear measurements. *Eur J Oral Sci* 2000; 108: 70-73.
8. Hirschmann PN: Radiographic interpretation of chronic periodontitis. *Int Dent J* 1987; 37: 3-9.
9. Fuhrmann RA, Bucker A, Diedrich PR: Assessment of alveolar bone loss with high resolution computed tomography. *J Periodontol Res* 1995; 30: 258-263.
10. Casap N, Tarazi E, Wexler A et al.: Intraoperative computerized navigation for flapless implant surgery and immediate loading in the edentulous mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005; 20: 92-98.
11. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL: Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3 G and I-Cat. *Dentomaxillofac Radiol* 2006; 35: 219-226.
12. Garcia Silva MA, Wolf U, Heinicke F et al.: Cone-beam computed tomography for routine orthodontic treatment planning: A radiation dose evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008; 133: 640.e1-640.e5.
13. Scaf G, Lurie AG, Mosier KM et al.: Dosimetry and cost of imaging osseointegrated implants with film-based and computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997; 83: 41-48.
14. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL: Dosimetry of two extraoral direct digital imaging devices: New-Tom cone beam CT and Orthophos Plus DS panoramic unit. *Dentomaxillofac Radiol* 2003; 32: 229-234.
15. Avendano B, Frederiksen NL, Benson B, Sokolowski TW: Effective dose and risk asses-

- sment from detailed narrow beam radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1996; 82: 713-719. **16.** Vandenberghe B, Jacobs R, Yang J: Diagnostic validity (or acuity) of 2D CCD versus 3D CBC-T-images for assessing periodontal breakdown. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007; 104: 395-401. **17.** Naito T, Hosokawa R, Yokota M: Three-dimensional alveolar bone morphology analysis using computed tomography. *J Periodontol* 1998; 69: 584-589. **18.** Misch KA, Yi ES, Sarment DP: Accuracy of cone beam computed tomography for periodontal defects measurements. *J Periodontol* 2006; 77: 1261-1266. **19.** Mengel R, Candir M, Shiratori K, Flors-se-Jacoby L: Digital volume tomography in the diagnosis of periodontal defects: an *in vitro* study on native pig and human mandibles. *J Periodontol* 2005; 76: 665-673. **20.** Noujeim M, Nummikoski P, Langlais R: Evaluation of high-resolution cone-beam computed tomography in the detection of simulated interdicular bone lesions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007; 103: 114-119. **21.** Pistorius A, Patrosio B, Willershausen B et al.: Periodontal probing in comparison to diagnosis by CT-Scan. *Int Dent J* 2001; 51: 339-347. **22.** Mostafa YA, El Sharaby FA, El Beialy AR: Do alveolar bone defects merit orthodontists' respect? *World J Orthod* 2009; 10: 16-20. **23.** Furmann R: Three-dimensional interpretation of alveolar bone dehiscences. An Anatomical-radiological study. Part I. *J Orofac Orthop* 1996; 57: 62-74. **24.** Ito K, Yoshinuma N, Goke E et al.: Clinical application of a new compact computed tomography system for evaluating the outcome of regenerative therapy: a case report. *J Periodontol* 2001; 72: 696-702. **25.** Guerrero ME, Jacobs R, Loubele M: State-of-the-art on cone beam CT imaging for preoperative planning of implant placement. *Clinical Oral Investig* 2006; 10: 1-7. **26.** Sato S, Arai Y, Shinoda K: Clinical application of a new cone-beam computerized tomography system to assess multiple two-dimensional images for the preoperative treatment planning of maxillary implants: case reports. *Quintess Int* 2004; 35: 525-528. **27.** Tyndall DA, Brooks SL: Selection criteria for dental implant site imaging: a position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000; 89: 630-637. **28.** Mora MA, Mol A, Tyndall DA, Rivera M: *In vitro* assessment of local computed tomography for the detection of longitudinal tooth fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007; 103: 825-829. **29.** Simon J, Reyes E, Malfaz JM: Difereential diagnosis of large periapical lesions using cone-beam computed tomography measurements and biopsy. *J Endod* 2006; 32: 833-837. **30.** Rigolone M, Pasaqualini D, Bianchi L: Vestibular surgical access to the palatine root of the superior first molar: 'low-dose cone-beam' CT analysis of the pathway and its anatomic variations. *J Endod* 2003; 29: 773-775. **31.** Sukovic P: Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. *Orthod Craniofac Res* 2003; 6: 31-36. **32.** Lascala CA, Panella J, Marques MM: Analysis of the accuracy of linear measurements obtained by cone beam computed tomography (CBCT-NewTom). *Dentomaxillo Radiol* 2004; 33: 291-294. **33.** Mol A: Imaging methods in periodontology. *Periodontol* 2000 2004; 34: 34-38.

nadesłano: 23.07.2012

zaakceptowano do druku: 03.09.2012

Adres do korespondencji:

*Bartłomiej Górski

Zakład Chorób Błony Śluzowej i Przyzębia IS WUM

ul. Miodowa 18, 00-246 Warszawa

tel./fax: +48 (22) 831 21 36

e-mail: bartek_g3@tlen.pl