

Monika CZERNILEWSKA, Grzegorz MILEWSKI, Zakład Mechaniki Doświadczalnej i Biomechaniki, Instytut Mechaniki Stosowanej, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Kraków

ZASTOSOWANIE TOMOGRAFII WOLUMETRYCZNEJ W OBRAZOWANIU STOMATOLOGICZNYM DO OCENY ZMIAN OKOŁOWIERZCHOŁKOWYCH

Streszczenie: Celem podjętej pracy było zastosowanie tomografii CBCT w obrazowaniu stomatologicznym do oceny zmian okołowierzchołkowych jak również wykorzystanie funkcji diagnostycznych dostępnego oprogramowania. Zakres diagnostyczny pracy obejmował 41 przypadków zmian okołowierzchołkowych zębów różnych grup badanych ogółem dla 33 pacjentów. Pierwsza ocena zmian okołowierzchołkowych została dokonana w programie iCATVision. Następnie dokładne zaznaczenie pola powierzchni zmian zostało opracowane w programie Onis 2.4.

Słowa kluczowe: tomografia wolumetryczna CBCT, zmiany okołowierzchołkowe, funkcje diagnostyczne oprogramowania, obrazowanie medyczne

1. WSTĘP

Do postawienia diagnozy oraz określenia planu leczenia bardzo ważna w stomatologii jest dokładna analiza obrazowania stomatologicznego. Możliwości, jakie daje tomografia wolumetryczna CBCT w wielu przypadkach zmian patologicznych, są nieocenione w porównaniu ze zdjęciami wykonanymi tradycyjną metodą rentgenograficzną.

Obecnie stosowane tomografy komputerowe wiązki stożkowej to kompaktowa, szybsza i bezpieczniejsza wersja tradycyjnego tomografu komputerowego [6]. W uproszczeniu można przyjąć, że obrazowanie wolumetryczne jest w pewnym sensie etapem pośrednim pomiędzy pantomografią a tomografią komputerową. W zależności od obrazowanej objętości i rodzaju aparatu, dawka promieniowania jest mniejsza lub niewiele większa niż dla zdjęcia pantomograficznego, a nawet do 10-15 razy mniejsza w stosunku do badania tradycyjnym tomografem komputerowym [4]. Czas potrzebny do pełnego skanowania jest zazwyczaj poniżej minuty, a rekonstrukcje 3D uzyskiwane są w przeciągu kilku minut [1, 6]. Koszt i rozmiar urządzenia jest zdecydowanie przystępniejszy w porównaniu z konwencjonalnym tomografem komputerowym [3]. Tomografy komputerowe CBCT wyposażone są w zaawansowane technologicznie oprogramowanie, które umożliwia wielokierunkową analizę badanego obszaru. Dzięki CBCT można analizować przekroje przypominające zdjęcia pantomograficzne, przekroje w płaszczyźnie osiowej, czołowej i strzałkowej, rekonstrukcje trójwymiarowe, a także wykonać liczne pomiary. Przede wszystkim możliwe jest dokonanie analizy poszczególnych wycinków badanego pola bez nakładania się różnych struktur anatomicznych, co jest typowe dla tradycyjnej radiologii. [1]

Zastosowanie formatu DICOM w zapisie obrazowania tomografią wolumetryczną daje możliwości wyeksportowania tych danych oraz przekazania do specjalnego oprogramowania służącego np. do planowania chirurgicznego czy implantologicznego. [4]

2. OCENA ZMIAN OKOŁOWIERZCHOŁKOWYCH

2.1 Etiologia zmian okołowierzchołkowych

Zmiany okołowierzchołkowe zazwyczaj rozwijają się jako następstwo chorób miazgi. Schorzenia miazgi w większości przypadków spowodowane są zakażeniem chorobotwórczymi bakteriami, rzadziej dochodzi do nich w wyniku uszkodzenia mechanicznego miazgi, np. w wyniku uderzenia zęba. Zmiany okołowierzchołkowe mogą pojawić się także po leczeniu endodontycznym, jeśli kanały nie zostały wystarczająco odkazane, opracowane i wypełnione. Znaczna część występujących u pacjentów zmian okołowierzchołkowych przebiega bezobjawowo i zazwyczaj są one rozpoznawane przypadkowo podczas diagnostyki rentgenowskiej lub za pomocą badania opukowego, gdy pacjent skarży się na ostry ból. W większości przypadków zmiany okołowierzchołkowe klasyfikuje się jako: ziarniniaki, torbiele korzeniowe lub zapalenia ropne. Niestety odróżnienie ze stuprocentową pewnością tych zmian od siebie i dokonanie trafnej oceny jedynie na podstawie samego zdjęcia rentgenowskiego jest niemożliwe. Pomocne będzie wykonanie skanu 3D tomografią CBCT. Tomografia wolumetryczna daje możliwość dokładnej oceny występowania zmian okołowierzchołkowych oraz oszacowania jej rozległości i stopnia zaawansowania.

Celem leczenia wszystkich zmian okołowierzchołkowych jest przywrócenie do pełnego zdrowia i pełnienia funkcji fizjologicznych objętych nimi zębów, a w przypadku dużych zmian także kości. Leczenie zmian okołowierzchołkowych to zarówno metody niechirurgiczne jak i chirurgiczne. Chirurgiczne są zazwyczaj ostatecznością, kiedy konieczna jest resekcja korzenia albo ekstrakcja zęba. Preferowane są metody niechirurgicznej terapii patologii przywierzchołkowych, ponieważ uważa się, że wszystkie zmiany zapalne powinny być najpierw leczone zachowawczo i endodontycznie, dopiero gdy metody te zawiodą wdrażane są procedury chirurgiczne. [5]

Leczenie przewlekłych zapaleń tkanek okołowierzchołkowych kończy się sukcesem, gdy nastąpi cofnięcie się zmian, czyli utracone tkanki ulegną regeneracji. Proces naprawy uznaje się za zakończony, kiedy nastąpi odtworzenie więzadła ozębnego. [2]

2.2 Cel i zakres pracy

Celem podjętej pracy było zastosowanie tomografii CBCT w obrazowaniu stomatologicznym do oceny zmian okołowierzchołkowych jak również wykorzystanie funkcji diagnostycznych dostępnego oprogramowania.

Zakres diagnostyczny pracy obejmował 41 przypadków zmian okołowierzchołkowych zębów różnych grup badanych ogółem dla 33 pacjentów.

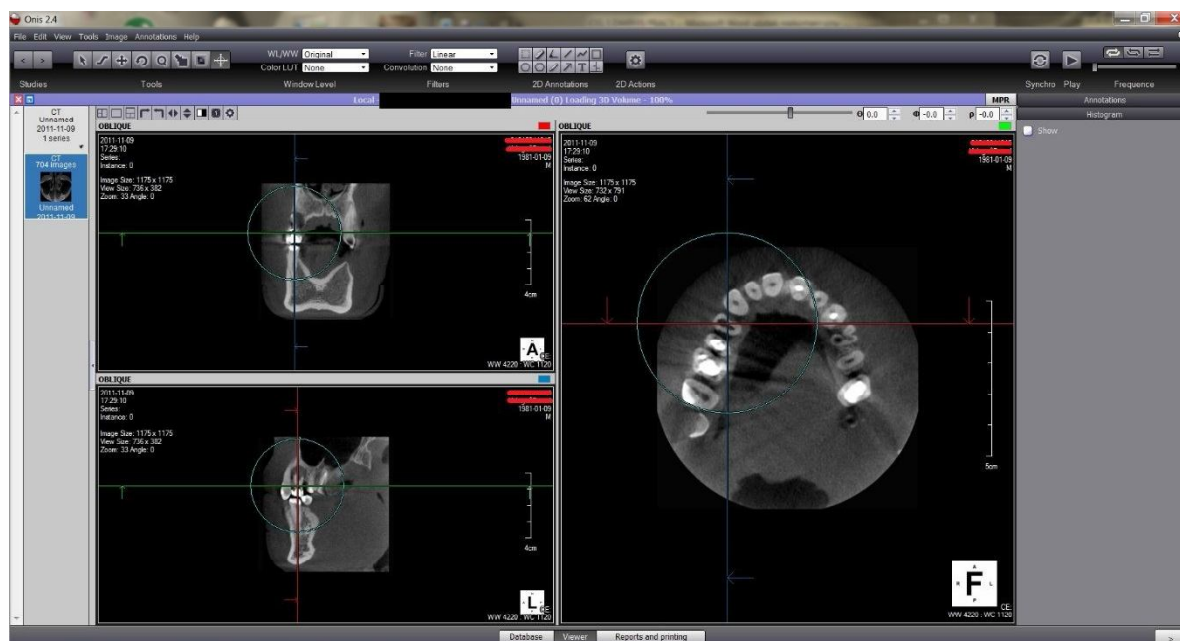
Tabela 1 przedstawia zestawienie badanych zębów ze zmianą okołowierzchołkową uwzględniając położenie zębów w łukach zębowych.

Tabela 1. Liczba badanych zębów uwzględniając umiejscowienie zęba w łukach zębowych

Kwadrant Ząb	I	II	III	IV	razem
1	1	1	-	-	2
2	2	1	-	-	3
3	-	-	-	-	0
4	2	1	-	-	3
5	2	3	-	1	6
6	3	5	6	7	21
7	1	2	3	-	6
8	-	-	-	-	0
razem	11	13	9	8	41

2.3 Metodyka badawcza

W przyjętej metodyce badawczej porównano pola powierzchni zmian okołowierzchołkowych w płaszczyźnie strzałkowej zarówno z lewego jak i prawego profilu. W dwóch przypadkach została porównana także powierzchnia w płaszczyźnie czołowej odpowiednio dla profilu lewego i prawego. W wykryciu chorób tkanek okołowierzchołkowych wykorzystano zmianę stopnia szarości oraz porównano wartości gęstości radiologicznej w skali Hounsfielda. Pierwsza ocena zmian okołowierzchołkowych została dokonana z pomocą doświadczonego stomatologa w programie iCATVision, a następnie dokładne ręczne zaznaczenie pola powierzchni zmian zostało opracowane w programie Onis 2.4 za pomocą funkcji *Pen*. Analiza została przeprowadzona w opcji wielopłaszczyznowego przekształcenia (Multiplanar Reformating – MPR).



Rys.1. Widok okna programu Onis 2.4, opcja MPR z włączoną funkcją 3D Manipulator

2.4 Tomograf CBCT oraz oprogramowanie wykorzystane w badaniach

Badania zostały przeprowadzone w NZOZ SPS Dentist w Krakowie przy wykorzystaniu tomografu CBCT firmy Gendex, model GXCB-500, wersja z sensorami Cesium Iodide (jodkowo - cezowymi). Niezależne oprogramowanie iCATVision dokonuje rekonstrukcji anatomicznej obrazów przesłanych od razu po wykonaniu skanu przez tomograf. Służy ono do bezpośredniego przeglądania skanów wykonanych przez urządzenie oraz do ich opracowania dzięki funkcjom diagnostycznym [7]. Do szczegółowej analizy wykorzystano

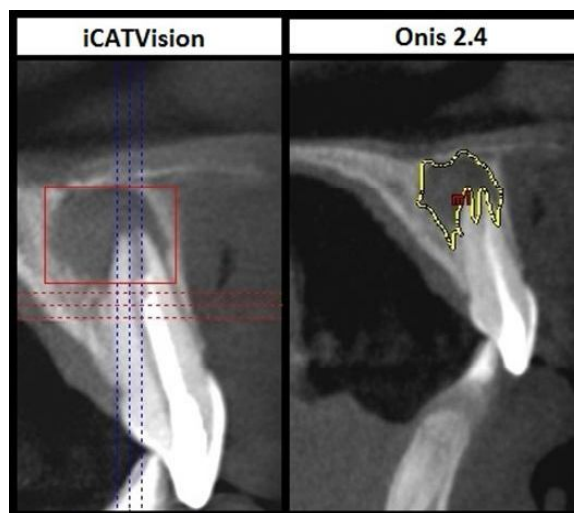
program Onis 2.4, który posiada funkcję *Pen* ręcznego zaznaczenia pola o nieregularnej linii obrysu.

3. ANALIZA SKANÓW I WYNIKI BADAŃ

Analiza została przeprowadzona u 33 pacjentów ogółem dla 41 zębów. Wszystkie zmiany zostały zaznaczone ręcznie w programie Onis 2.4 w opcji MPR w płaszczyźnie strzałkowej z lewego (L) i prawego profilu (R). U dwóch pacjentów zostały zaznaczone zmiany także w płaszczyźnie czołowej (A, P).

Według przyjętej strategii pomiarowej, zmiana okołowierzchołkowa została najpierw zaznaczona w programie iCATVision, przechwytyjącym skany bezpośrednio z tomografu. Jednakże opcja zaznaczenia pola powierzchni w tym programie nie daje możliwości dokładnego obrysu zmiany, dlatego do szczegółowej analizy wykorzystano program Onis 2.4.

Rysunek poniżej przedstawia przykładowe porównanie zaznaczania pola powierzchni w obu programach. Zmiana została zaznaczona w płaszczyźnie strzałkowej z profilu prawego. Ząb 21 (siekać przyśrodkowy) był leczony endodontycznie, o czym świadczy widoczne „białe” wypełnienie korzenia.

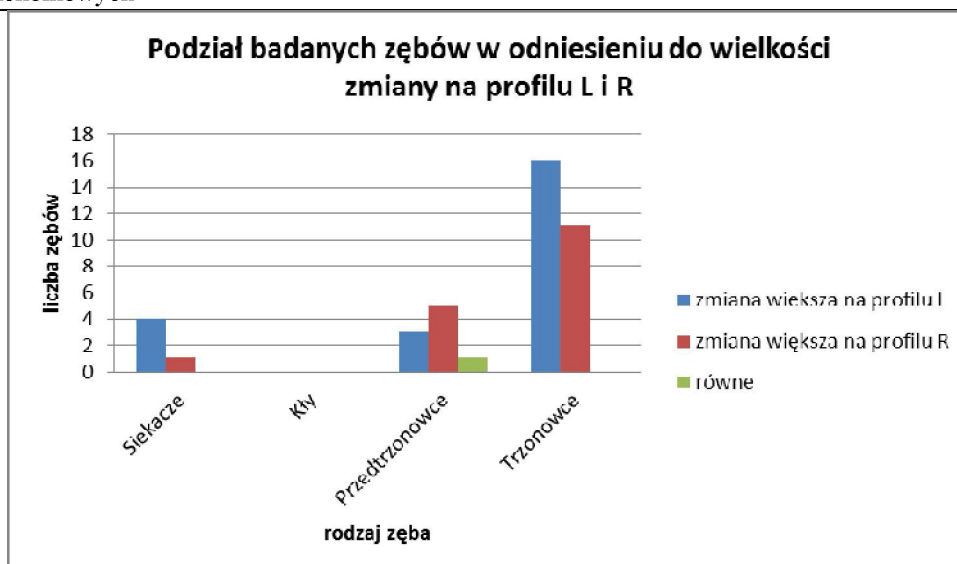


Rys.2. Pacjent 19. Ząb 21

Zdecydowana większość, bo aż 90,24 %, badanych zębów było leczonych powtórnie, natomiast tylko w 9,76 % przeprowadzono leczenie pierwotne. Odnosząc się do podrozdziału 2.1 dotyczącego etiologii zmian okołowierzchołkowych, można przypuszczać, że w przypadku badanych pacjentów, w grupie leczonej powtórnie, zmiany okołowierzchołkowe mogły pojawić się po wcześniejszym leczeniu endodontycznym, czyli np. kanały nie zostały wystarczająco odkazane, opracowane i wypełnione.

Rozległość zmiany okołowierzchołkowej przekraczająca 1 cm^2 została wykryta w dwóch przypadkach. Pierwszy - u pacjenta 5. w zębie 46, a drugi - u pacjenta 32. w zębie 12. Najwięcej przypadków mieści się w grupie o polu powierzchni pomiędzy $0,1 \text{ cm}^2$ a $0,2 \text{ cm}^2$ (tabela 2). Wartość maksymalna dla profilu lewego to $1,518 \text{ cm}^2$, a minimalna wynosi $0,056 \text{ cm}^2$. W przypadku profilu prawego wartość maksymalna wynosi $1,414 \text{ cm}^2$, minimalna – $0,048 \text{ cm}^2$.

Kolejne porównanie (Rys.3) dotyczy podziału na rodzaje zębów uwzględniając pole powierzchni zmiany okołowierzchołkowej będące większe na profilu lewym L bądź prawym R.



Rys.3. Liczba badanych zębów w zależności od rodzaju zęba i większej zmiany na profilu L i/lub R

Tabela 2 zawiera podział liczbowy zębów odnoszący się do badanego profilu oraz do rozległości zmiany (dzieląc na przedziały, co 0,1 cm²).

Tabela 2. Podział liczbowy badanych zębów uwzględniając analizowany profil oraz rozległość zmiany

Pole powierzchni [cm ²]	Profil L	Profil R
< 0,1	6	5
< 0,2	17	16
< 0,3	5	8
< 0,4	4	2
< 0,5	2	3
< 0,6	3	3
< 0,7	1	-
< 0,8	1	2
< 0,9	-	-
< 1	-	-
< 1,1	1	-
< 1,2	-	-
< 1,3	-	1
< 1,4	-	-
< 1,5	-	1
< 1,6	1	-
razem	41	41

4. PODSUMOWANIE

Obrazowanie wolumetryczne w przeciwieństwie do rentgenografii umożliwia oglądanie trójwymiarowych struktur anatomicznych w rzeczywistym rozmiarze bez ich nakładania się na siebie. Jest to podstawa do oceny rozległości zmian okołowierzchołkowych.

Opisane badania, w cytowanej w wykazie literatury pracy [4], dotyczące wykrywania zmian okołowierzchołkowych, wykazały istotnie większą skuteczność wykrywania tych zmian z zastosowaniem tomografii CBCT w porównaniu z klasyczną rentgenografią; wynosi ona 38%.

Z analizy przeprowadzonej w pracy wynika, iż 90,24 % badanych zębów było leczonych powtórnie, a tylko w 9,76% przeprowadzono leczenie pierwotne. Odnosząc się do literatury o etiologii zmian okołowierzchołkowych, można przypuszczać, że w przypadku badanych pacjentów, w grupie leczonej powtórnie, zmiany okołowierzchołkowe mogły pojawić się po wcześniejszym leczeniu endodontycznym. Kolejne porównanie dotyczy podziału na rodzaje

zębów uwzględniając pole powierzchni zmiany okołowierzchołkowej będące większe na profilu lewym bądź prawym. Otrzymane wyniki wskazują, iż nie ma jednoznacznej odpowiedzi, na którym profilu jakiego rodzaju zęby ze zmianą są lepiej widoczne. Natomiast wyniki wykazały, że 88% badanych zębów stanowiły zęby boczne, a 12% zęby przednie. Na tej podstawie można stwierdzić częstsze występowanie zmian okołowierzchołkowych w zębach bocznych, niż w zębach przednich. Wyniki rozległości zmian zależne są zarówno od umiejscowienia zęba w łukach zębowych, jak i od płaszczyzny oraz kąta pod jakim analizowane są przekroje.

Porównując możliwości obrazowe oprogramowania iCATVision i Onis 2.4 widać różnice zarówno w opcjach diagnostycznych jak i samej jakości widocznych przekrojów w różnych płaszczyznach. Daje to powód do dalszego udoskonalania oprogramowania wykorzystywanego w metodzie tomografii wolumetrycznej CBCT.

LITERATURA

- [1] Bagińska J., Piszczatowski S.: Możliwości zastosowania różnych metod rentgenowskiej tomografii komputerowej w endodoncji – przegląd piśmiennictwa. Czasopismo Stomatologiczne, 2010, 63,1, s.41-50.
- [2] Bołtacz-Rzepakowska E., Żęcin A.: Leczenie dużych zmian w tkankach okołowierzchołkowych. Zakład Endodoncji UM w Łodzi. Czasopismo stomatologiczne, 2005, LVIII, 3, s.158-166.
- [3] Krzyżostaniak J., Surdacka A.: Rozwój i zastosowanie tomografii wolumetrycznej CBCT w diagnostyce stomatologicznej - przegląd piśmiennictwa. Klinika Stomatologii Zachowawczej i Periodontologii Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu. Dental Forum 2/2010/XXXVIII, s.83-88.
- [4] Różyło-Kalinowska I., Różyło T.K.: Tomografia wolumetryczna w praktyce stomatologicznej. Wydawnictwo Czelej Sp.z.o.o. Wydanie I, Lublin 2011.
- [5] <http://www.dentysta.eu/dla-studenta/3805-niechirurgiczne-leczenia-zmian-okolowierzchołkowych>
- [6] www.conebeam.com
- [7] Instrukcja obsługi GXCB-500.pdf

APPLICATION OF VOLUMETRIC TOMOGRAPHY IN DENTAL IMAGING TO ASSESS PERIAPICAL LESIONS

Abstract: The purpose of the work was to describe the application of the CBCT tomography in dental imaging, to evaluate periapical lesions as well as to present the use of diagnostic functions in the available software. Diagnostic scope presented in the paper included 41 cases of periapical lesions in all sorts of the examined teeth groups total for 33 patients. The first assessment of periapical lesions was made in iCATVision. Then the precise selection of the surface area of lesions were drawn up in Onis 2.4.