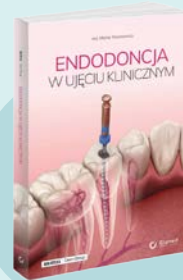


Tomasz Olek, Marta Tanasiewicz, Władysław Węglarz

Fragment z książki
*Endodoncja
w ujęciu klinicznym*



Ocena porównawcza częstości występowania błędów proceduralnych podczas kształtowania zakrzywionych kanałów korzeniowych – badania z wykorzystaniem MRI

Mechaniczne poszerzenie kanału korzeniowego stanowi jeden z najistotniejszych etapów leczenia endodontycznego. Opracowanie systemu kanałowego wywiera wpływ na kolejne etapy leczenia, takie jak dekontaminacja chemiczna i szczelne wypełnienie. Dawniej twierdzono, że niepowodzenie podjętej terapii ma związek z błędami popełnionymi w trakcie obturacji kanałów korzeniowych. Jednakże wspomniana teoria okazała się błędna, gdyż to właściwe poszerzenie decyduje o jakości obturacji.

Dubrow w 1976 roku stwierdził, że niepowodzenia leczenia, które zostało przypisane słabej obturacji, mogło powstać w wyniku niewłaściwego poszerzenia. Zasugerował on również, że jeżeli kanał został oczyszczony prawidłowo, to może nastąpić gojenie zmian w obrębie tkanek okołowierzchołkowych, a płyn tkankowy nie powinien przenikać do przestrzeni systemu kanałowego, nawet jeśli nie był on wypełniony [1]. Das, komentując wpływ wodorotlenku wapnia na apeksyfikację, stwierdził: „możliwe, że wypełnienie jest nieistotne, a samo zwalczanie infekcji może być wystarczające dla apeksyfikacji” [2]. W 2006 roku przeprowadzono badania z wykorzystaniem psich zębów, które wykazały brak różnicy w gojeniu zmian w obrębie tkanek okołowierzchołkowych w grupie, w której kanały zostały opracowane i wypełnione, oraz w grupie, w której kanały nie zostały wypełnione, a były jedynie opracowane [3]. Irańscy specjaliści w dziedzinie endodoncji opisywali przypadek kliniczny dotyczący zęba trzonowego żuchwy ze zmianami w obrębie tkanek okołowierzchołkowych, w którym doszło do wygojenia zmian pomimo niewypełnienia kanałów mezialnych [4].

W praktyce klinicznej opracowanie kanałów o prostym przebiegu nie sprawia większych proble-

mów. Trudności pojawiają się w przypadku kanałów o znacznym stopniu zakrzywienia, podczas poszerzenia których może dojść do zmiany pierwotnego kształtu i przebiegu. Do powstania deformacji geometrii przestrzennej systemu kanałowego dochodzi w wyniku zastosowania instrumentów o zbyt dużej sztywności. Sztywność narzędzi zwiększa się wraz ze wzrostem ich średnicy [5]. Mała elastyczność dotyczy szczególnie pilników o rozmiarze powyżej 25 (według ISO), które zawsze będą miały tendencję do prostowania się w zakrzywionym kanale [6]. Dochodzi wówczas do sytuacji, w której nadmiernej preparacji poddane są zewnętrzna ściana kanału w części wierzchołkowej i wewnętrzna w części koronowej.

W trakcie mechanicznego poszerzenia może dojść do powstania aberracji w postaci: stopnia, zamka, łokcia lub perforacji. Stopień (ang. *ledge*) powstaje w miejscu zakrzywienia kanału, zawsze na zewnętrznej ścianie. Ponowne udrożnienie kanału w celu dalszego opracowania i obturacji staje się w takiej sytuacji niezwykle trudne, a czasem prawie niemożliwe. Wycięcie w kształcie tak zwanego zamka (ang. *apical zip*) jest nieregularnym poszerzeniem utworzonym przez główne narzędzie nazywane MAF (ang. *Master Apical File*) w części wierzchołkowej kanału korzeniowego. Łokieć (ang. *elbow*) jest to zwężenie, które widzimy powyżej „wyciętego zamka”, perforacja (ang. *perforation*) zaś jest połączeniem między jamą zęba a ośłonką.

Mając na uwadze elastyczność instrumentów oraz wynikające z tego ograniczenia i możliwe powikłania, od wielu lat poszukuje się materiału, który umożliwiłby opracowanie znacznie zakrzywionych kanałów korzeniowych. W latach 70. ubiegłego wieku w laboratorium wojskowym w Stanach Zjednoczonych

opracowano stop niklowo-tytanowy nazwany akronimem NITINOL (NiTi). Początkowo wykorzystywany był on w lotnictwie i przemyśle militarnym, pod koniec XX wieku znalazł zastosowanie w medycynie. Obecnie stop NiTi jest powszechnie wykorzystywanym materiałem do produkcji zarówno maszynowego, jak i ręcznego instrumentarium endodontycznego. Pojawienie się pierwszych niklowo-tytanowych narzędzi rotacyjnych zrewolucjonizowało leczenie endodontyczne, które stało się szybsze, skuteczniejsze, a także bardziej przyjazne zarówno dla lekarza prowadzącego, jak i dla pacjenta. W praktyce klinicznej wykorzystanie maszynowego instrumentarium NiTi znacznie ułatwia przeprowadzenie leczenia kanałowego w trakcie jednej wizyty. Badania naukowe wykazały, że generuje ono mniej powikłań w porównaniu z postępowaniem wieloetapowym [7].

Instrumenty wykonane ze stopu niklowo-tytanowego na stałe zagościły już na rynku sprzętu stomatologicznego i są używane przez coraz większą liczbę dentystów. Wybór narzędzi jest ogromny. W chwili obecnej na rynku dostępnych jest prawie 30 różnych rodzajów systemów narzędzi maszynowych, które różnią się między sobą: stożkowatością, kątem skrawania, liczbą instrumentów, techniką pracy, składem stopu niklowo-tytanowego, maksymalną wielkością poszerzenia oraz prędkością i momentem obrotowym [7, 8].

Cel pracy

Celem pracy była ocena częstości występowania aberracji w trakcie kształtowania symulowanych kanałów korzeniowych z pojedynczą krzywizną za pomocą recyprokalnych instrumentów WaveOne oraz narzędzi stalowych typu pilnik K.

Materiał i metody

W badaniu wykorzystano 13 endobloczków treningowych (Endo-Training Bloc®, Dentsply/Maillefer) z wytworzonymi wewnątrz kanałami typu L, które podzielono losowo na 2 grupy: A ($n = 7$) i B ($n = 6$). Za pomocą wodoodpornego CD/DVD markera każdy z bloczków został opisany indywidualnym numerem oraz nazwą grupy.

W celu uzyskania wizualizacji przestrzennej topografii modeli symulowanych kanałów korzeniowych wykorzystano techniki obrazowania magnetyczno-rezonansowego (MRI), opartego na echu spinowym. Obrazowanie przeprowadzono w Zakładzie Tomografii Magnetyczno-Rezonansowej Instytutu Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie z wykorzystaniem tomografu MR Bruker Biospec (ryc. 1) o indukcji pola mag-

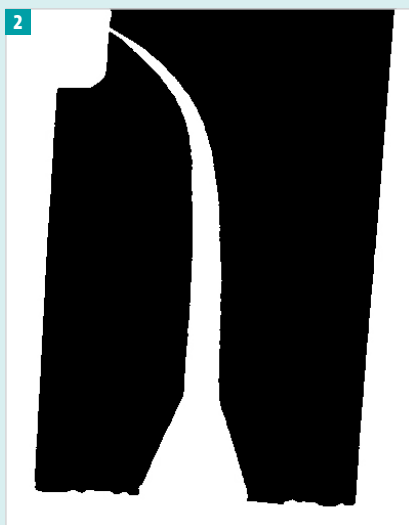
netycznego 9,4 T. W badaniu wykorzystano cewki gradientowe o średnicy 60 mm przy maksymalnym gradiencie pola 1 T/m oraz kwadraturową cewkę wysokiej częstości typu *birdcage* o średnicy wewnętrznej 35 mm. Czas pomiaru dla jednego endobloczka wynosił 1,5 godziny.

Po otrzymaniu wizualizacji przestrzennej symulowanych kanałów korzeniowych przystąpiono do mechanicznego opracowania endobloczków. W celu określenia zakresu poszerzenia kanału do każdego endobloczka wprowadzany był ręczny pilnik typu K (Poldent) o rozmiarze 08 (według ISO), zaopatrzony w ogranicznik do pomiaru długości. Narzędzie wprowadzano, wykonując ruchy nakręcania zegarka (maksymalny zakres ruchu: -90°) do momentu, kiedy jego koniec zaczynał być widoczny w otworze wierzchołkowym. Długość mierzono za pomocą linijki endodontycznej (VDW), a następnie odejmowano od niej 0,5 mm (jako uśrednioną odległość pomiędzy wierzchołkiem anatomicznym a przewężeniem fizjologicznym występującym w ludzkim zębie), uzyskując w ten sposób długość roboczą oznaczaną skrótem WL (*Working Length*). W celu uniemożliwienia kontroli wzrokowej podczas preparacji ścianki boczne endobloczków treningowych zaklejano czarną taśmą izolacyjną. Następnie za pomocą pilników typu K dokonywano manualnego poszerzenia wstępnego do rozmiaru ISO 15 na ustaloną wcześniej długość roboczą.

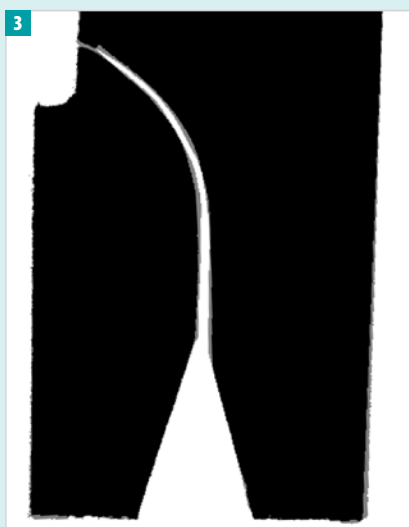
Grupa A. Do opracowania bloczków treningowych zastosowano technikę recyprokalną pojedynczego narzędzia według Ghassana Yareda. Do tego celu posłużono się pilnikiem WaveOne Primary o rozmiarze 25/08, mikrosilnik endodontyczny X-Smart Plus (Dentsply/Maillefer) zaprogramowano zgodnie z zaleceniami producenta.



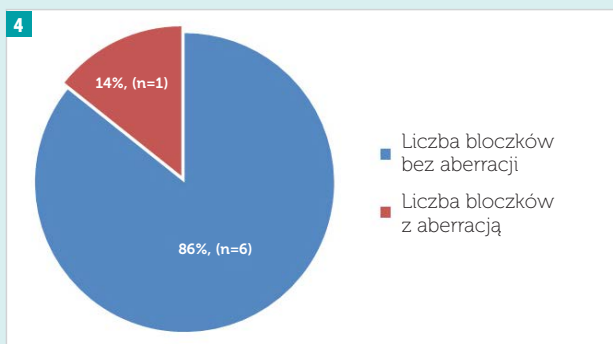
Ryc. 1. Urządzenie MR Bruker Biospec



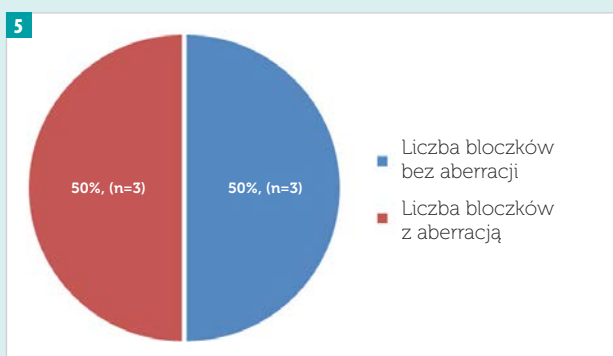
Ryc. 2. Zbinyzowany obraz



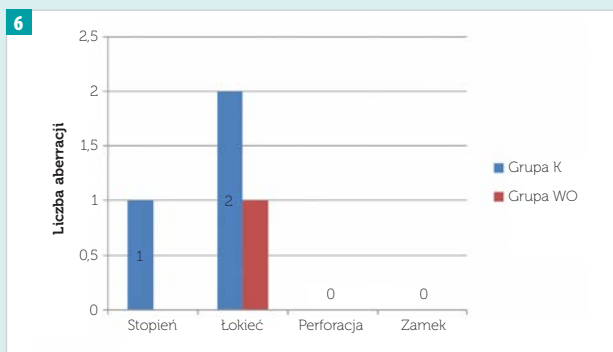
Ryc. 3. Widoczna deformacja kanału korzeniowego w postaci stopnia



Ryc. 4. Częstość występowania aberracji w grupie A



Ryc. 5. Częstość występowania aberracji w grupie B



Ryc. 6. Występowanie poszczególnych aberracji w zależności od badanej grupy

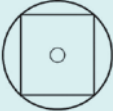
Grupa B. Za pomocą ręcznych pilników K symulowane kanały korzeniowe opracowano do rozmiaru ISO 25 przy wierzchołku. Instrumenty były wprowadzane na pełną długość roboczą ruchami nakręcania zegarka (maksymalny zakres ruchu: -90°).

Charakterystykę narzędzi wykorzystanych do preparacji symulowanych kanałów korzeniowych w poszczególnych grupach badanych przedstawia tab. 1.

Po każdym użytym instrumencie kanał płukano 2 ml soli fizjologicznej za pomocą strzykawki typu *luer-lock* o pojemności 5 ml (Medical Brokers) zaopatrzonej w igłę endodontyczną z pojedynczym otworem bocznym (ENDO-TOP, CerKamed). Narzędzia regularnie oczyszczano, wykorzystując do tego celu stojak do dezynfekcji narzędzi endodontycznych

(Clean-Stand; Dentsply/Maillefer). Przed zastosowaniem następnego, większego rozmiaru instrumentu sprawdzano drożność kanału, wykorzystując w tym celu pilnik typu K o rozmiarze ISO 10, który wprowadzano na ustaloną wcześniej długość roboczą. W badaniu wykorzystano preparat Endożel (Chema Rzeszów), który ma właściwości lubrykujące.

Po zakończonym poszerzeniu symulowanych kanałów korzeniowych ponownie dokonywano wizualizacji z wykorzystaniem aparatury Bruker Biospec. Analizę uzyskanych danych przeprowadzono z wykorzystaniem programu Fiji, który pozwala na przetwarzanie obrazów (w tym tworzenie obrazów różnicowych oraz wyznaczanie pól powierzchni przekroju oraz objętości), a także ich przedstawienie w postaci

INSTRUMENT / PRODUCENT	TECHNIKA POSZERZANIA	PRZEKRÓJ POPRZECZNY	OBRAZ PRZEKROJU	LICZBA NARZĘDZI	ZBIEŻNOŚĆ
WaveOne (Dentsply/ Maillefer)	Single-length	Zmienny przekrój poprzeczny: w odcinku D1-D2 jest to wypukły trójkąt, w odcinku D9-D16 ma dodatkowe wcięcie na opiłki		1	Zbieżność w części wierzchołkowej 8%, malejąca w kierunku koronowym
Pilnik K (Poldent)	Single-length	Czworokąt z czterema krawędziami ustawionymi pod kątem 90°		4	2%

Tab. 1. Charakterystyka instrumentów wykorzystanych w badaniu

dwuwymiarowych przekrojów poprzecznych bądź trójwymiarowych pełnopowierzchniowych rekonstrukcji [8]. Następnie obrazy poddano binaryzacji, która polega na porównywaniu wartości każdego punktu obrazu z zadaną wartością progową (ryc. 2). Odpowiedni wybór wartości progowej pozwala na wyodrębnienie obszarów określonego typu.

Na podstawie nałożonych na siebie obrazów bloczka treningowego przed opracowaniem i po jego opracowaniu dokonano oceny częstości występowania aberracji. Ocena ta polegała na poszukiwaniu na obrazie zmian w przebiegu kanału korzeniowego, takich jak:

- utworzenie tzw. łokcia (*elbow*),
- wycięcie typu zamek (*apical zip*),
- perforacje (*perforation*),
- wycięcie stopnia (*ledge*) (ryc. 3).

Uzyskane wyniki zapisano w plikach arkusza kalkulacyjnego Microsoft Excel, a obliczeń statystycznych dokonano za pomocą programu Statistica PL v10.

Wyniki

Na podstawie siedmiu zbiniaryzowanych obrazów z grupy A (A1-A7) i sześciu z grupy B (B1-B6) stwierdzono występowanie zmian w kształcie opracowanych kanałów w przypadku 14% endobloczków z grupy A (ryc. 4) i 50% endobloczków z grupy B (ryc. 5).

Jak wynika z danych, najczęstszą aberracją było występowanie łokcia (ryc. 6). W żadnej z badanych grup nie doszło do powstania perforacji czy też wycięcia zamka.

Przeprowadzona analiza statystyczna nie wykazała istotnych różnic częstości występowania aberracji w zależności od grupy badanej.

W piśmiennictwie dotyczącym oceny porównawczej możliwości kształtowania zakrzywionych kanałów korzeniowych za pomocą różnych instrumentów dokonuje się w zakresie:

- zmiany długości roboczej,
- zmiany parametrów krzywizny, takich jak kąt krzywizny według Schneidera i długość krzywizny,
- ilości usuniętej żywicy epoksydowej,
- występowania aberracji.

Z wyżej wymienionych parametrów wynika, że największe znaczenie i wartość kliniczną ma częstość występowania aberracji kanału.

W niektórych badaniach autorzy obserwują utratę długości roboczej i jest ona nieistotna [9-11], w innych jest istotna statystycznie [12-14]. Jeszcze w innych badaniach nie odnotowano utraty długości roboczej [15-16]. Zmiana długości roboczej może mieć związek z prostowaniem się kanału podczas jego poszerzania lub utratą kontroli przez operatora nad zakresem preparacji. Istnieje również zjawisko wciągania instrumentu do kanału, które wynika z tendencji narzędzia do wkręcania się w zębiny. Wpływ na zmianę długości może mieć również doświadczenie lekarza w pracy z narzędziami maszynowymi oraz konkretnym systemem. Ze względu na niewielką możliwą wartość zmiany długości roboczej sprawą dyskusyjną pozostaje to, czy zmiana rzędu 0,25 mm może mieć znaczenie kliniczne. Szczególnie że w trakcie preparacji jest możliwa, a wręcz zalecana, stała kontrola długości roboczej za pomocą lokalizatora wierzchołkowego.

W warunkach klinicznych w bardzo niewielu przypadkach lekarze dokonują oceny parametrów krzywizny, takich jak kąt krzywizny czy też jej długość. Dyskusyjny jest również sposób wyznaczania linii

i punktu ich przecięcia w metodzie pomiaru kąta krzywizny zaproponowanej przez Schneidera. W piśmiennictwie dostępne są ryciny, na których różni autorzy w różny sposób obrazują kąt Schneidera, co może powodować wątpliwości i podważać sens analizy porównawczej badań prowadzonych w różnych ośrodkach naukowych [17-20]. Istnieją również rozbieżności w zakresie nazewnictwa poszczególnych przedziałów wartości krzywizny [17, 19-21].

Najkorzystniejsze opracowanie kanału korzeniowego występuje wtedy, jeśli analiza ilości zebranego materiału nie wykazuje statystycznie istotnej różnicy pomiędzy ilością usuniętego materiału a stroną pomiaru. Z praktycznego punktu widzenia niewiele większe usunięcie zębiny z jednej strony może nie mieć znaczenia klinicznego, o ile nie dojdzie do powstania perforacji czy wycięcia typu zamek. Z jednej strony pozostawienie nieopracowanych ścian kanału korzeniowego może przyczynić się do braku ostatecznego sukcesu terapii endodontycznej [22]. Jednakże z drugiej strony analiza badań wykonanych przez Petersa i wsp., która wykazała, że 40-50% powierzchni ścian kanałów nie jest dotkniętych przez narzędzie, w połączeniu z badaniami, w których uzyskano redukcję ponad 99% bakterii, stosując płukanie 2,5-proc. roztworem NaOCl, wymusza konieczność zastanowienia się, czy niewiele mniejsza preparacja jednej ze ścian może być przyczyną braku powodzenia podjętej terapii [23, 24].

Analiza porównawcza możliwości kształtowania zakrzywionych kanałów korzeniowych w aspekcie wyżej wymienionych parametrów jest konieczna do dalszego rozwoju endodoncji, jednakże dla większości praktyków najważniejszym parametrem jest częstość występowania błędów proceduralnych.

Powstanie aberracji w postaci łokcia może, w warunkach klinicznych, utrudnić uzyskanie szczelnej obturacji, szczególnie jeśli nie jest stosowane wypełnienie z wykorzystaniem termicznie uplastycznionej gutaperki. Powstanie stopnia dla mało doświadczanego operatora może skutkować utratą długości roboczej, w wyniku czego nie będą możliwe chemo-mechaniczne opracowanie i późniejsza obturacja na pełną długość roboczą. Powstanie stopnia może również przyczynić się do powstania perforacji typu *via falsa*. W trakcie opracowywania kanału korzeniowego operator może wyczuć powstanie stopnia i przypuszczać powstanie perforacji. Nie ma natomiast możliwości wyczucia powstania aberracji w postaci łokcia i wycięcia zamka typu *zip*. Do wykrycia tego rodzaju nieprawidłowości dochodzi najczęściej podczas oceny jakości obturacji na kontrolnym zdję-

ciu przylegającym, wykonanym po zakończonym procesie leczenia endodontycznego.

Z przeprowadzonych badań własnych wynika, że w zestawieniu z narzędziami ręcznymi typu pilnik K zastosowanie instrumentów maszynowych pozwala zredukować częstość powstania błędów proceduralnych w trakcie kształtowania zakrzywionych kanałów korzeniowych. Uzyskane wyniki są zgodne z badaniami innych autorów. Kroczyńska i wsp. zaobserwowali powstanie aberracji typu stopień i łokieć w 4 przypadkach na 10, jeśli opracowanie symulowanych kanałów korzeniowych związane było z użyciem pilników typu K [16]. Autorzy ci nie odnotowali powstania tego typu błędów proceduralnych w przypadku opracowywania z wykorzystaniem rotacyjnych narzędzi niklowo-tytanowych S5. Również Łaszkiewicz i wsp. częściej obserwowali deformację w postaci łokcia lub zamka w przypadku użycia ręcznych instrumentów K-Flexfile (64,7%) w porównaniu do rotacyjnych narzędzi Profile wykonanych ze stopu niklowo-tytanowego (13,3%) [25]. Wilkoński i wsp. do opracowania symulowanych kanałów korzeniowych o podwójnej krzywiznie wykorzystali narzędzia: Mtwo (techniką *single-length* oraz techniką *crown-down*), ProTaper, WaveOne oraz Reciproc [26]. Autorzy zaobserwowali pojedynczy przypadek wystąpienia aberracji typu łokieć lub stopień w przypadku zastosowania narzędzi WaveOne oraz Mtwo (technika *single-length*). Preparacja instrumentami ProTaper spowodowała w 3 przypadkach na 10 powstanie deformacji tego typu. W grupie, w której do opracowania kanałów korzeniowych wykorzystano instrumenty Reciproc oraz Mtwo (technika *crown-down*), nie doszło do powstania aberracji w żadnym z przypadków. Yang i wsp. zaobserwowali występowanie deformacji typu stopień lub łokieć w 4 przypadkach na 10, gdy do opracowania endobloczków treningowych z kanałami typu „L” wykorzystano instrumenty ProTaper, oraz w 2 przypadkach, gdy preparacja nastąpiła przy użyciu pilników Hero 642 [12]. Autorzy ci opracowywali również symulowane kanały korzeniowe w kształcie litery S. Odnotowali oni występowanie wspomnianych wyżej aberracji w 6 przypadkach na 10 dla narzędzi ProTaper oraz 3 na 10 próbek dla instrumentów Hero 642 [12]. Koprołowicz i wsp. w badaniach z wykorzystaniem endobloczków z kanałami typu L odnotowali 3 przypadki powstania stopnia lub łokcia podczas preparacji 10 symulowanych kanałów korzeniowych za pomocą narzędzi WaveOne oraz 2, gdy używanymi instrumentami były ProTaper Next oraz Reciproc [27]. ■