

DOROTA BARANKIEWICZ¹, HALINA PAWLICKA²

Opracowanie kanałów typu S trzema sekwencjami pilników RaCe – badania laboratoryjne

Shaping S-Canals with Three Sequences of RaCe Instruments – Laboratory Study

¹ Prywatna Praktyka Stomatologiczna w Kaliszu

² Zakład Endodoncji Katedry Stomatologii Zachowawczej, Endodoncji i Periodontologii Uniwersytetu Medycznego w Łodzi

Streszczenie

Wprowadzenie. Rotacyjne narzędzia niklowo-tytanowe są niezbędne w nowoczesnym leczeniu endodontycznym. Nadal trwają poszukiwania sekwencji użycia pilników, które pozwolą na skuteczne opracowanie kanałów o skomplikowanej anatomii.

Cel pracy. Porównanie użycia trzech sekwencji narzędzi rotacyjnych RaCe, dwóch proponowanych przez producenta i sekwencji własnej podczas opracowania kanałów typu S w bloczkach z żywicy.

Materiał i metody. Do badań laboratoryjnych wykorzystano 30 bloczków z żywicy z wykonanymi wewnątrz kanałami typu S. Kanały opracowano przywierzchołkowo do rozmiaru 40 trzema sekwencjami narzędzi rotacyjnych RaCe, dwiema proponowanymi przez producenta i sekwencją własną. Przed opracowaniem i po nim kanały fotografowano aparatem cyfrowym, a uzyskane obrazy nakładano na siebie z użyciem programu komputerowego. Ilość usuniętego materiału mierzono w dwóch płaszczyznach w 18 punktach pomiarowych. Zachowanie pierwotnego położenia kanału, położenia otworu wierzchołkowego i zachowanie długości roboczej w zależności od stosowanej sekwencji narzędzi poddano analizie komputerowej.

Wyniki. Najlepiej zachowaną długość roboczą, oryginalny przebieg oraz zachowanie pierwotnego położenia kanału uzyskano po opracowaniu kanałów narzędziami RaCe stosowanymi według sekwencji własnej.

Wnioski. Sekwencja własna opracowania kanałów narzędziami rotacyjnymi RaCe jest najbardziej skuteczna podczas opracowania znacznie zakrzywionych kanałów typu S w bloczkach z żywicy (*Dent. Med. Probl.* 2011, 48, 3, 348–354).

Słowa kluczowe: opracowanie kanałów korzeniowych, endodoncja, niklowo-tytanowe narzędzia rotacyjne, bloczki żywiczne.

Abstract

Background. Nickel-titanium rotary instruments are important adjuncts in endodontic therapy. Clinicians are looking for new sequences of the files, using of which permit to instrument canals with complicated anatomy.

Objectives. To compare the shaping ability of three sequences using RaCe rotary instruments in simulated root canals.

Material and Methods. Thirty simulated S-shaped canals were prepared with three sequences of RaCe rotary instruments. Canals were divided into three groups and prepared with different sequences. Two according to the recommendations of the manufacturer and last with author's sequence to an apical size of 40. Pre-operative and post-operative pictures recorded using an image analysis system were superimposed. The amount of material removed from canal walls was measured in 18 points. Canal and apical transportation, changes of working length were recorded.

Results. More accurately maintained working length with author's sequence. Instrumentation with all sequences results in transportation towards inner aspect of both curvature. Author's sequences maintained original shape of the canals best.

Conclusions. It seems that author's sequences of RaCe rotary instruments maintained original shape of canal, working length and end-point (*Dent. Med. Probl.* 2011, 48, 3, 348–354).

Key words: endodontics, canal shaping, nickel-titanium rotary instruments.

Celem opracowania kanałów korzeniowych jest usunięcie żywej lub zakażonej miazgi i stworzenie odpowiedniej przestrzeni do ich prawidłowego wypełnienia. Idealny kanał powinien zachować kształt stożka zwróconego podstawą w kierunku ujścia kanału [1]. W dobie rotacyjnych narzędzi niklowo-tytanowych i różnych rodzajów narzędzi ręcznych proste lub lekko zakrzywione kanały nie są trudne w opracowaniu [2]. Prawdziwe wyzwanie stanowią mocno zakrzywione kanały oraz kanały z podwójną krzywizną. Opracowanie ich narzędziami stalowymi powoduje transportację i wytworzenie deformacji w ich przebiegu z powodu sztywności pilników [3, 4]. Rozwiązaniem są narzędzia o dużej elastyczności, mające pamięć kształtu, dzięki czemu zachowują naturalny przebieg kanału.

Celem badań było porównanie stopnia opracowania kanałów typu S trzema różnymi sekwencjami narzędzi rotacyjnych RaCe, dwiema proponowanymi przez producenta pilników i sekwencją własną. Badano zachowanie długości roboczej i naturalnego przebiegu kanału oraz pierwotnego położenia otworu wierzchołkowego.

Materiał i metody

Do badań laboratoryjnych wykorzystano 30 bloczków żywicznych (Endo Training-Bloc®, Dentsply, Maillefer) z wykonanymi wewnątrz sztucznymi kanałami w kształcie litery S z dwoma krzywiznami, tzw. kanały typu S. Pierwsza krzywizna była położona w pobliżu otworu wierzchołkowego kanału, a druga bliżej ujścia. Kanały były wykonane z użyciem czwieków srebrnych o stożkowatości 2% i rozmiarze przy wierzchołku 15. Całkowita długość kanałów wynosiła 17 mm, odcinek

prosty 9,09 mm, promień krzywizny 2,8 mm, a kąt krzywizny miał 30°. Bloczki podzielono na 3 grupy (A, B, C), po 10 bloczków w każdej grupie. Do opracowania kanałów w każdej grupie bloczków zastosowano inną sekwencję pilników.

Grupa A: 10 bloczków opracowano sekwencją proponowaną przez producenta narzędziami Bio-RaCe (FKG Dentaire, Switzerland). Nazwa Bio-RaCe dotyczy tej konkretnej sekwencji. W grupie A zastosowano następującą kolejność narzędzi: narzędziem BR0 – rozmiar 25, stożkowatość 8% pracowano na długości 11 mm, pozostałymi narzędziami na pełną długość roboczą. W sekwencji tej zastosowano narzędzie BR4C, rozmiar 35, stożkowatość 2%.

Grupa B: 10 bloczków opracowano metodą *crow-down*, zalecaną przez producenta, zastosowano następującą sekwencję pilników RaCe: rozpoczęto od narzędzia otwierającego 35/08 na długości 9 mm, tzn. przed osiągnięciem przez kanał pierwszej krzywizny, potem pilnikiem 25/06 pracowano na długości 13 mm, zmniejszono stożkowatość narzędzia i zachowując taki sam rozmiar pilnika przy wierzchołku osiągnięto długość 15 mm, przy kolejnej zmianie stożkowatości pilnika na 2% osiągnięto długość roboczą 17 mm. Kolejno zwiększając rozmiar narzędzia przy wierzchołku i pracując na pełnej długości roboczej, przy stałej stożkowatości pilników 4%, opracowano otwór wierzchołkowy do rozmiaru 40.

Grupa C: 10 bloczków opracowano metodą jednej długości, stosując sekwencję własną. Na długości 9 mm pracowano pilnikiem otwierającym 35/08, następnie wszystkie kolejne narzędzia wprowadzano na pełną długość roboczą. Pilnik 25/02 pierwszy uzyskiwał pełną długość roboczą, następnie pracowano narzędziem o tej samej stożkowatości, ale o większym rozmiarze wierzchołka.

Tabela 1. Sekwencje narzędzi w poszczególnych grupach

Table 1. Sequences of instruments in groups

Grupa A – Bio-RaCe) (Group A – Bio-RaCe)			Grupa B – <i>crow-down</i> (Group B – <i>crow-down</i>)			Grupa C (sekwencja autorska) Group C (author's sequence)		
Rozmiar (Size)	stożkowatość (taper) %	długość robocza (working length) mm	rozmiar (size)	stożkowatość (taper) %	długość robocza (working length) mm	rozmiar (size)	stożkowatość (taper) %	długość robocza (working length) mm
025	8	9	035	8	9	035	8	9
015	5	17	025	6	13	025	2	17
025	4	17	025	4	15	030	2	17
035	2	17	025	2	17	030	4	17
040	4	17	030	4	17	035	4	17
			035	4	17	040	4	17
			040	4	17			

Kolejny pilnik miał ten sam rozmiar wierzchołka, ale większą stożkowatość. Następnie zachowując stożkowatość 4%, wprowadzano narzędzia, zwiększając kolejno ich rozmiar wierzchołka. Sekwencję użycia narzędzi w poszczególnych grupach przedstawiono w tab. 1.

Przed opracowaniem bloczki zaklejono taśmą izolacyjną i umieszczono w imadle, fiksując je w stałej pozycji. Kanały opracowywano używając mikrosilnika Endo IT, VDW, ze stałą prędkością 500 obr./min. Pomiędzy kolejnymi narzędziami płukano kanały 2 ml wody destylowanej, a jako lubrykant stosowano glicerynę. Każdy pilnik używano tylko dwa razy. Wszystkie kanały opracowano do rozmiaru 40 przy wierzchołku.

Fotografowanie bloczków z kanałami

Przed opracowaniem bloczki wypełniano czarnym tuszem i fotografowano. Zdjęcia bloczków zostały wykonane aparatem KODAK DCS, używając obiektywu Sigma Makro 2,8/105 z przysłoną 11. Odległość obiektywu od bloczka wynosiła 30 cm. Zdjęcia zapisywano w postaci plików JPEG. Przed rozpoczęciem opracowania kanałów tusz wypłukiwano wodą. Po opracowaniu ponownie fiksowano bloczki w imadle i fotografowano, zapisując zdjęcia w postaci plików JPEG.

Nakładanie zdjęć

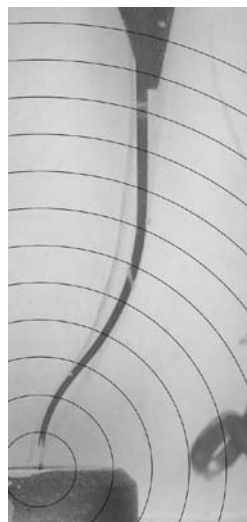
Po wykonaniu wszystkich zdjęć przed opracowaniem kanałów i po nim w bloczkach, nakładano je na siebie używając programu Adobe Photoshop CS4 Extended PL. Po nałożeniu zdjęć bloczków wyznaczono punkty pomiarowe w celu określenia ilości usuniętego materiału z wewnętrznej i zewnętrznej ściany kanału (ryc. 1). Punkty pomiarowe były oddalone od siebie o 1 mm, uzyskano 20 punktów, po 10 na każdej ścianie. Pomiarów wykonano z dokładnością do 0,01 mm.

Zmiana długości roboczej

Po opracowaniu kanałów mierzono długość roboczą. Pomiarów wykonano w lupach zabiegowych z dokładnością do 0,25 mm. Zapisywano zmianę w długości w stosunku do oryginalnej długości kanału przed opracowaniem.

Ilość usuniętego materiału

Ilość usuniętego materiału była mierzona we wszystkich 20 punktach pomiarowych, osobno dla wewnętrznej i zewnętrznej ściany kanału. W dwóch pierwszych punktach znajdujących się



Ryc. 1. Okręgi pomiarowe

Fig. 1. Measuring circles

na wierzchołku kanału określano przesunięcie wierzchołka, tzn. jego transportację na zewnątrz lub do wewnątrz krzywizny. Pomiarów dokonywano w programie komputerowym po wcześniejszym powiększeniu obrazu 500 razy, z dokładnością do 0,01 mm.

Narzędziem do statystycznej analizy danych był test *t*-Studenta i Shapiro-Wilka. Obliczenia wykonywano z pomocą pakietu Statistica w wersji 6.0. Weryfikację hipotezy normalności wykonano na poziomie istotności $p = 0,05$.

Wyniki

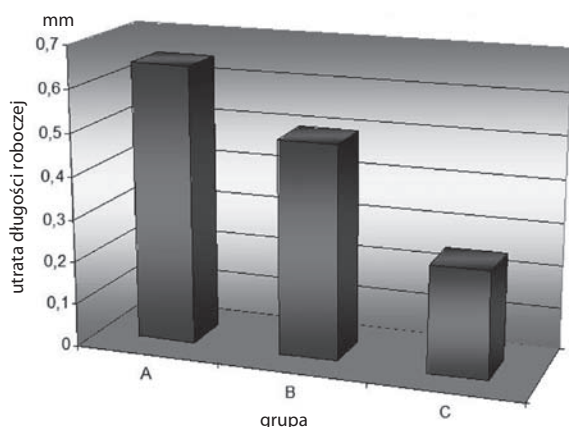
Zmiana długości roboczej

Otrzymane wyniki przedstawiono na ryc. 2. We wszystkich badanych grupach najmniejsza utrata długości roboczej nastąpiła po opracowaniu kanałów sekwencją własną w porównaniu z sekwencjami Bio-RaCe i *crown-down*. Różnice w utracie długości między sekwencjami A, B i C były istotne statystycznie.

Transportacja wierzchołka

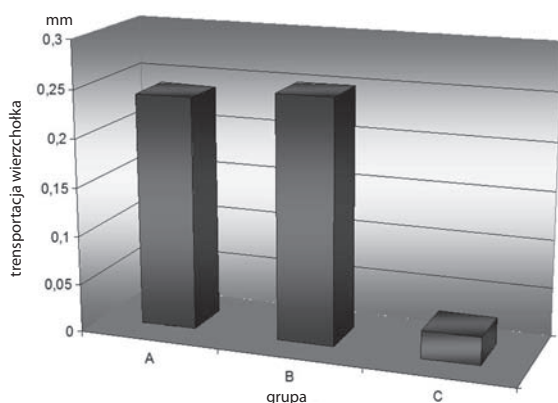
Transportację, przesunięcie wierzchołka w stronę wewnętrzną lub zewnętrzną określano, wyliczając różnicę między 1 a 2 punktem pomiarowym. Jeśli różnica przyjmowała wynik ujemny, to następowało przesunięcie wierzchołka na wewnętrzną ścianę kanału, a dodatni na zewnętrzną. Kanały opracowane przez wszystkie sekwencje narzędzi miały przesunięty wierzchołek na stronę zewnętrzną (ryc. 3).

Najmniejszą transportację otworu wierzchołkowego powodowało opracowanie kanałów sekwencją własną. Różnice między sekwencjami producenta a sekwencją własną były istotne statystycznie.



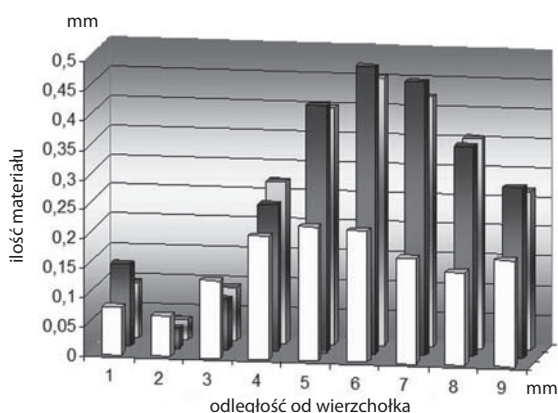
Ryc. 2. Średnia wartość utraty długości roboczej w zależności od sekwencji narzędzi

Fig. 2. Mean value of loss working length according to sequences of instruments



Ryc. 3. Średnia wartość transportacji wierzchołka w zależności od sekwencji narzędzi

Fig. 3. Mean value of transportation apical point according to sequences of instruments



Ryc. 4. Średnie ilości usuniętego materiału na wewnętrznej ścianie kanału w zależności od sekwencji narzędzi

Fig. 4. Mean value of amount of resin removed from inner wall of the canal according to sequences of instruments

Ilość usuniętego materiału na wewnętrznej i zewnętrznej ścianie kanału

W kanałach typu S najwięcej materiału zostało usunięte z wewnętrznej ściany pierwszej i drugiej krzywizny. Najmniej z zewnętrznej ściany pierwszej i drugiej krzywizny. Najbardziej równomiernie kanał o kształcie litery S został opracowany sekwencją własną. Oznacza to, że tyle samo materiału usunięto z obu ścian kanału.

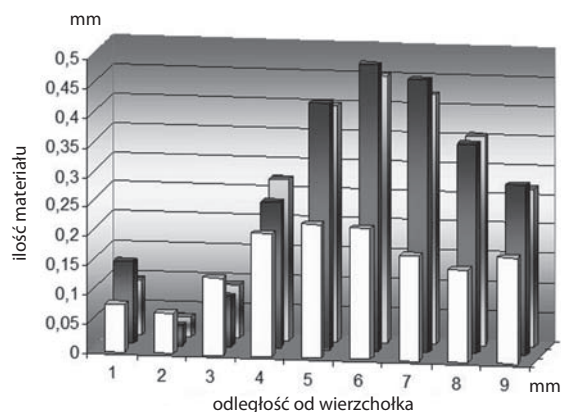
Na ryc. 4 przedstawiono średnie ilości materiału usuniętego wzdłuż wewnętrznej ściany całego kanału. Najbardziej równomiernie ściana ta została opracowana według propozycji własnej. W wyniku użycia takiej sekwencji narzędzi nie wykazano nadmiernego usuwania żywicy na poziomie pierwszej krzywizny, która występuje w odległości 5–7 mm od wierzchołka.

Również ilość usuniętego materiału po zewnętrznej stronie kanału jest dla sekwencji własnej najmniejsza w odległości 1–3 mm od wierzchołka, co oznacza, że druga krzywizna w kanale typu S nie jest nadmiernie opracowana. Przedstawiono to na ryc. 5.

Porównując ilość usuniętej żywicy po wewnętrznej i zewnętrznej stronie kanału w obrębie pierwszej i drugiej krzywizny, można stwierdzić, która sekwencja użycia narzędzi najrównomierniej opracowała ten rodzaj kanału. W pierwszej krzywiznie najwięcej materiału zostało usunięte ze strony wewnętrznej przez wszystkie sekwencje. Jednak sekwencja własna najlepiej zachowała pierwotne położenie kanału, wypreparowując porównywalną ilość materiału ze strony wewnętrznej, ale dla równowagi najmniej po stronie zewnętrznej (ryc. 6). W drugiej krzywiznie natomiast tylko sekwencja własna powodowała równomierną preparację po stronie wewnętrznej i zewnętrznej (ryc. 7). Różnice wyników opracowania kanałów typu S przez poszczególne sekwencje dobrze są widoczne na rycinie 8. Sekwencje A i B opracowują największą ilość materiału po stronie wewnętrznej pierwszej i drugiej krzywizny, tylko sekwencja własna zachowuje naturalny przebieg kanału, nie powodując nadmiernej preparacji żywicy z żadnej strony kanału.

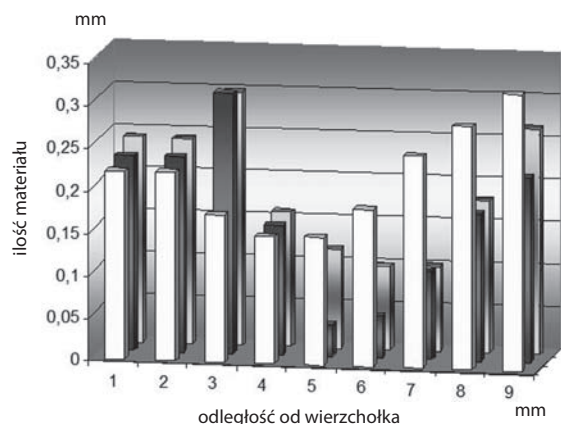
Dyskusja

W opisanych badaniach do oceny opracowania kanałów trzema sekwencjami narzędzi rotacyjnych RaCe wykorzystano bloczki z żywicy. Pozwalają one na stworzenie jednakowych warunków do porównania założonych parametrów.



Ryc. 5. Średnie ilości usuniętego materiału na zewnętrznej ścianie kanału w zależności od sekwencji narzędzi

Fig. 5. Mean value of amount of resin removed from outer wall of the canal according to sequences of instruments

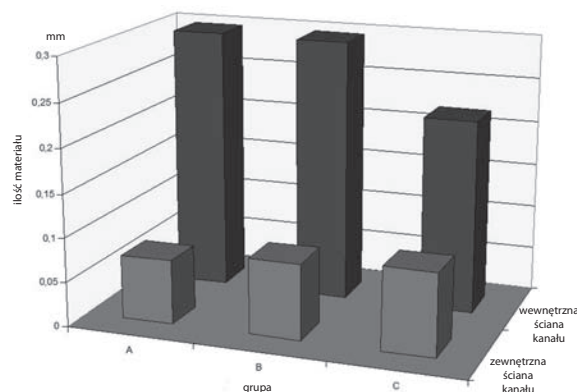


Ryc. 6. Średnia ilość usuniętego materiału w S-kanałach w pierwszej krzywiznie po wewnętrznej i zewnętrznej stronie kanału w zależności od sekwencji narzędzi

Fig. 6. Mean value of resin removed from inner and outer wall of canal in S-canals in first curvature according to sequences of instruments

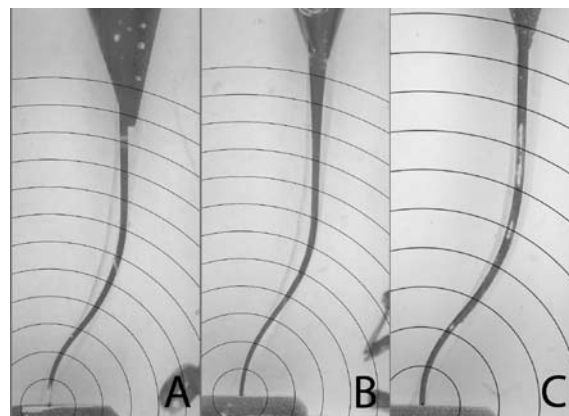
Kształt, rozmiar, stożkowatość i krzywizna wykonanych w nich kanałów jest standaryzowana [5, 6]. Kanały w blockach nie odzwierciedlają rzeczywistej anatomii kanałów zębów naturalnych, ale są idealnym materiałem porównawczym [7]. Należy pamiętać, że twardość zębiny i żywicy znacznie się różnią, żywica ponadto ulega zmiękczeniu pod wpływem ciepła generowanego przez narzędzia rotacyjne podczas pracy [8]. Wyniki badań mogą więc być porównywane, chociaż nie można bezpośrednio przenosić ich na ocenę zachowania narzędzi w zębach naturalnych [7, 9, 10].

W piśmiennictwie jest bardzo dużo badań porównawczych różnych systemów narzędzi.



Ryc. 7. Średnia ilość usuniętego materiału w kanałach typu S w drugiej krzywiznie po wewnętrznej i zewnętrznej stronie kanału w zależności od sekwencji narzędzi

Fig. 7. Mean value of resin removed from inner and outer wall of canal in S-canals in second curvature according to sequences of instruments



Ryc. 8. Widok kanałów typu S po opracowaniu przez poszczególne sekwencje narzędzi

Fig. 8. View of S-canals after shaping with respective sequences of instruments

Najczęściej porównywanymi parametrami są: zachowanie długości roboczej [11–14], transportacja wierzchołka [15–17] oraz utrzymanie naturalnego przebiegu kanału [9–11, 14, 17–26]. Bada się kanały o różnym stopniu zakrzywienia, jednak kanały z podwójną krzywizną, tzw. kanały typu S stanowią nadal prawdziwe wyzwanie. Dostępne są pojedyncze badania na ten temat [24–26]. We wszystkich badaniach kanałów typu L stwierdza się większą ilość materiału usuniętego z zewnętrznej strony krzywizny kanału, w odcinku od otworu wierzchołkowego do początku krzywizny. W kanałach typu S najwięcej materiału usuwa się natomiast z wewnętrznej strony pierwszej

i drugiej krzywizny kanału [24–26]. Tendencja ta jest zapewne powodowana budową wierzchołka narzędzia, który opiera się o zewnętrzną ścianę kanału i skłonnością pilników do prostowania się, a także większą sztywnością narzędzi o większej stożkowatości [22]. Efektem tego zjawiska jest prostowanie kanału. Schäfer et al. [27] stwierdzili, że pilniki niklowo-tytanowe o stożkowatości większej niż 4% nie powinny być stosowane do opracowywania okolicy wierzchołkowej mocno zakrzywionych kanałów z powodu ich większej sztywności, w porównaniu z pilnikami o stożkowatości 2 i 4%. Z tego powodu Ding-Ming et al. [24] do opracowania kanałów typu S zaproponowali sekwencję pilników ProTaper z ręcznymi narzędziami Ni-Ti, ponieważ same pilniki ProTaper powodowały znaczną transportację w przebiegu kanału. Zhang et al. [26] również łączyli ProTaper w jednej sekwencji z pilnikami Hero642 ze względu na mniejszą stożkowatość tych drugich, co powodowało lepsze zachowanie naturalnego przebiegu kanału. Pilniki RaCe mają bardzo duży asortyment długości, stożkowatości i rozmiarów wierzchołka, dlatego jest możliwe stworzenie sekwencji pozwalającej na opracowanie kanałów o podwójnej krzywiznie bez konieczności łączenia ich z innymi systemami narzędziowymi. Można pracować tylko narzędziami rotacyjnymi, rezygnując z pilników ręcznych.

Schäfer et al. [27] zwrócili również uwagę na zależność między przekrojem pilników a ich większą podatnością na zginanie. Pilniki RaCe

o stożkowatości 4% mają dwa razy mniejsze pole przekroju w porównaniu z pilnikami K3 o tej samej stożkowatości i rozmiarze przy wierzchołku i dlatego są bardziej elastyczne. Yoshimine et al. [25] stwierdzili w swoich badaniach, że podczas opracowania kanałów typu S pilniki RaCe usuwały najmniej żywicy z powierzchni kanałów i zachowywały ich naturalny przebieg w porównaniu z K3 i ProTaper. Również w przedstawionych badaniach potwierdzono skuteczność pilników RaCe w opracowaniu kanałów z podwójną krzywizną. Otrzymano takie wyniki ponieważ wykorzystano w tej sekwencji pilniki, które w pierwszej fazie szeroko opracowują ujście kanału, umożliwiając swobodny dostęp kolejnych narzędzi. Następnie pilniki o stożkowatości 2% pracują na pełnej długości roboczej i dopiero po opracowaniu okolicy otworu wierzchołkowego do rozmiaru 30 zwiększa się stożkowatość.

Podsumowanie

Sekwencja własna użycia pilników RaCe najlepiej zachowuje długość roboczą, położenie otworu wierzchołkowego i naturalny przebieg kanału. Zasadą w opracowaniu kanałów o podwójnych krzywiznach powinno być stosowanie pilników o małej stożkowatości, pracując nimi na pełnej długości roboczej. Należy także pamiętać, że wcześniejsze poszerzenie okolicy koronowej wpływa pozytywnie na zachowanie położenia kanału.

Piśmiennictwo

- [1] Wytyczne jakości leczenia endodontycznego: wspólny raport Europejskiego Stowarzyszenia Endodontycznego. Endodoncja.pl 2007, 2, 119–128.
- [2] WEIGER R, ELAYOUTI A, LOST C.: Efficiency of hand and rotary instruments in shaping oval root canals. *J. Endod.* 2002, 28, 580–583.
- [3] SCHÄFER E., VLASSIS M.: Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int. Endod. J.* 2004, 37, 239–248.
- [4] SCHÄFER E., LOHMANN D.: Efficiency of rotary nickel-titanium FlexMaster instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile-Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int. Endod. J.* 2002, 35, 505–513.
- [5] BRYANT S.T., THOMPSON S.A., AL-OMARY M.A., DUMMER P.M.: Shaping ability of ProFile rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals. Part 1. *Int. Endod. J.* 1998, 31, 275–281.
- [6] BRYANT S.T., THOMPSON S.A., AL-OMARY M.A., DUMMER P.M.: Shaping ability of ProFile rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals. Part 1. *Int. Endod. J.* 1998, 31, 282–289.
- [7] SCHÄFER E., TEPEL J., HOPPE W.: Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion Part 2. Instrumentation of curved canals. *J. Endod.* 1995, 21, 493–497.
- [8] KUM K.-Y., SPANGBERG L., CHA B.Y., IL-YOUNG J., SEUNG-JONG L., CHAN-YOUNG L.: Shaping ability of three ProFile rotary instrumentation techniques in simulated resin root canals. *J. Endod.* 2000, 26, 719–723.
- [9] THOMPSON S.A., DUMMER P.M.H.: Shaping ability of ProFile.04 Taper Series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 1. *Int. Endod. J.* 1997, 30, 1–7.
- [10] THOMPSON S.A., DUMMER P.M.H.: Shaping ability of ProFile.04 Taper Series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 2. *Int. Endod. J.* 1997, 30, 8–15.
- [11] Schäfer E., Erler M., Dammaschke T.: Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int. Endod. J.* 2006, 39, 196–202.
- [12] SCHÄFER E., FLOREK H.: Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int. Endod. J.* 2003, 36, 199–207.

- [13] VAHID A., ROOHI N., ZAYERI F.: A comparative study of four rotary NiTi instruments in preserving canal curvature, preparation time and change of working length. *Aust. Endod. J.* 2009, 35, 93–97.
- [14] GUELZOW A., STAMM O., MARTUS P., KIELBASSA A.M.: Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. *Int. Endod. J.* 2005, 38, 743–752.
- [15] LOPEZ F.U., TRAVESSAS J.A.C., FACHIN E., FONTANELLA V., GRECCA F.: Apical transportation: Two assessment methods. *Aust. Endod. J.* 2009, 35, 85–88.
- [16] LOPES H.P., ELIAS C.N., ESTRELA C., SIQUEIRA J.F.: Assessment of the apical transportation of root canals using the method of the curvature radius. *Braz. Dent. J.* 1998, 9, 39–45.
- [17] LUITEN D.J., MORGAN L.A., BAUMGARTNER J.C., MARSHALL J.G.: A comparison of four instrumentation techniques on apical canal transportation. *J. Endod.* 1995, 21, 26–32.
- [18] SONNTAG D., OTT M., KOOK K., STACHNISS V.: Root canal preparation with the NiTi systems K3, Mtwo and ProTaper. *Aust. Endod. J.* 2007, 33, 73–81.
- [19] SCHÄFER E., LOHMANN D.: Efficiency of rotary nickel-titanium FlexMaster instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile-Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int. Endod. J.* 2002, 35, 505–513.
- [20] PEREZ F., SCHOUMACHER M., PELI J.F.: Shaping ability of two rotary instruments in simulated canals: stainless steel ENDOflex and Nickel-titanium HERO Shaper. *Int. Endod. J.* 2005, 38, 637–644.
- [21] THOMPSON S.A., DUMMER P.M.H.: Shaping ability of Hero 642 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 1. *Int. Endod. J.* 2000, 33, 248–254.
- [22] THOMPSON S.A., DUMMER P.M.H.: Shaping ability of Hero 642 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 2. *Int. Endod. J.* 2000, 33, 255–261.
- [23] SCHÄFER E., OITZINGER M.: Cutting efficiency of five different types of rotary nickel-titanium instruments. *J. Endod.* 2008, 34, 198–200.
- [24] DING-MING H., HONG-XIA L., CHEUNG G.S.-P., LAN Z., HONG T., XUE-DONG Z.: Study of the progressive changes in canal shape after using different instruments by hand in simulated S-shaped canals. *J. Endod.* 2007, 33, 986–989.
- [25] YOSHIMINE Y., ONO M., AKAMINE A.: The shaping effects of three nickel-titanium rotary instruments in simulated s-shaped canals. *J. Endod.* 2005, 31, 373–375.
- [26] ZHANG L., LUO H., ZHOU X., TAN H., HUANG D.: The shaping effect of the combination of two rotary nickel-titanium instruments in simulated S-shaped canals. *J. Endod.* 2008, 34, 456–458.
- [27] SCHÄFER E., DZEPINA A., DANESH G.: Bending properties of rotary nickel-titanium instruments. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 2003, 96, 757–763.

Adres do korespondencji:

Dorota Barankiewicz
ul. Górna 6/25
62-800 Kalisz
tel.: 602 45 28 45
e-mail: d.barankiewicz@wp.pl

Praca wpłynęła do Redakcji: 1.06.2011 r.
Po recenzji: 6.07.2011 r.
Zaakceptowano do druku: 25.07.2011 r.

Received: 1.06.2011
Revised: 6.07.2011
Accepted: 25.07.2011