

JAROSŁAW GOŁEMBIEWSKI¹, JADWIGA BUCZKOWSKA-RADLIŃSKA²

Systemy narzędzi niklowo-tytanowych – budowa, techniki stosowania, ocena kliniczna

Nickel-Titanium Instruments – Design, Recommended Techniques and Clinical Assessment

¹ Studia doktoranckie PAM w Szczecinie

² Zakład Stomatologii Zachowawczej PAM w Szczecinie

Streszczenie

Odpowiednie opracowanie kanału korzeniowego jest istotnym elementem leczenia endodontycznego. Wprowadzenie narzędzi niklowo-tytanowych umożliwiło wyeliminowanie niektórych ograniczeń tradycyjnej terapii. Wyjątkowa elastyczność i tzw. pamięć kształtu pozwalają na ich lepsze umiejscowienie i pracę w kanale korzenia. Właściwości tych narzędzi (różnorodność budowy trzonu, wierzchołka, ostrzy tnących, kąta nachylenia) i możliwość wykorzystania większej zbieżności pozwoliło na uzyskanie lepszej skuteczności cięcia i zmniejszyło ryzyko nadmiernego prostowania i deformacji ścian kanału. Mimo tak dużej giętkości, narzędzia te jednak łamią się z powodu zbyt dużego momentu obrotowego i sił przeciążeniowych. Na podstawie dostępnego piśmiennictwa omówiono różnice w budowie narzędzi niklowo-tytanowych z uwzględnieniem zalecanych technik ich użycia oraz korzyści przy opracowaniu kanałów korzeniowych. W artykule przedstawiono również krótką charakterystykę kilku najczęściej używanych systemów narzędzi niklowo-tytanowych (**Dent. Med. Probl. 2005, 42, 1, 123–129**).

Słowa kluczowe: opracowanie kanału korzeniowego, narzędzia niklowo-tytanowe.

Abstract

The adequate preparation of the root canal system is a significant element of endodontic treatment. The introduction of nickel-titanium (Ni-Ti) instruments enabled elimination of some limitations of conservative treatment. Super elasticity and co-called “shape memory” allow for their better placement and work in root canal. Unique features of these instruments (the variety of shaft, tip and blades design, different rake angle) and the possibility of greater taper allowed to obtain better cutting efficiency and decreased the risk of excessive canal straightening or canal deformation. However, despite the increased flexibility instrument separation still remains a problem because of the torque failure and cyclic fatigue. On the basis of available literature, the differences in Ni-Ti instruments’ design, the recommended techniques of their usage and their influence on the effectiveness of root canal preparation have been presented. The article also presents short description of some Ni-Ti systems available on the market (**Dent. Med. Probl. 2005, 42, 1, 123–129**).

Key words: root canal preparation, nickel-titanium instruments.

Mechaniczne oczyszczenie i odpowiednie ukształtowanie kanałów korzeniowych jest bardzo istotnym elementem leczenia endodontycznego. W budowie kolejnych generacji pilników i poszerzaczy wykorzystywano coraz lepsze stopy metali, uzyskując bardziej ostre krawędzie tnące i większą giętkość narzędzi. Większa ostrość narzędzi umożliwiła skrócenie czasu opracowania kanałów, wiązała się ona jednak z dużą częstością powikłań

podczas opracowywania wąskich i zakrzywionych kanałów korzeniowych [1].

Narzędzia wykonane ze stopu niklu i tytanu to ważna część oprzyrządowania endodontycznego. Konstruowanie narzędzi o różnej zbieżności, różnej długości krawędzi tnących oraz mających zabezpieczenie w postaci nietnącego wierzchołka sprawia, że na rynku stomatologicznym jest obecnie wiele systemów i nowych generacji pilników

endodontycznych (Profile, ProTaper, LightSpeed, K3) (tab. 1). Takie zalety narzędzi niklowo-tytanowych, jak: elastyczność, tzw. pamięć kształtu, skuteczność cięcia, łatwość użycia, krótszy czas pracy oraz mniejsze ryzyko perforacji kanału, przyczyniły się do rozwoju nowoczesnych metod opracowania kanałów [2, 3]. Pozwoliły na pokonanie niektórych ograniczeń tradycyjnego leczenia endodontycznego. Narzędzia te nie mają jednak takiej wytrzymałości jak pilniki ze stali nierdzewnej i łatwiej łamią się z powodu stosowania zbyt dużego momentu obrotowego lub działania nadmiernych sił przeciążeniowych podczas opracowania znacznie zakrzywionych kanałów [4, 5]. Drugim, niewątpliwie ważnym, ograniczeniem ich użycia jest stosunkowo wysoka cena.

W opracowaniu przedstawiono kilka z najczęściej stosowanych w praktyce endodontycznej systemów narzędzi niklowo-tytanowych ze szczególnym uwzględnieniem różnic w ich budowie i ich odmiennej charakterystyki.

Charakterystyka budowy narzędzi niklowo-tytanowych

Poszczególne elementy budowy narzędzi decydują o ich odmiennych właściwościach i wywierają wpływ na sposób opracowania endodontycznego.

Wierzchołek narzędzia – większość autorów uważa, że w praktyce klinicznej lepiej jest stosować narzędzia o tętym wierzchołku [6, 7]. Ostry, aktywny wierzchołek tnący sprawia, że praca narzędziem staje się agresywna. Chociaż tnący wierzchołek ma zdolność do penetracji wąskich, mocno zobliterowanych kanałów, może również powodować mechaniczne uszkodzenie wierzchołka kana-

łu, wiąże się to z większym ryzykiem przemieszczenia osi kanału lub też, przy zakrzywionych kanałach, może wytworzyć „sztuczną drogę”, powodując perforację korzenia [8]. Z dostępnych na rynku narzędzi rotacyjnych system Quantec (dostępne z tnącym i nietnącym wierzchołkiem), ProTaper i RaCe mają tnące wierzchołki. Pozostałe narzędzia mają tępe zakończenie na wierzchołku.

Zbieżność (rozszerzenie, stożkowatość) – jest to stopień, pod jakim rozszerza się narzędzie od wierzchołka do uchwytu. Standardowe narzędzia ręczne są o koniczności 0,02 (2%), co oznacza, że o każdy milimetr długości narzędzia jest ono szersze o 0,02 mm. Na przykład narzędzie o wierzchołku ISO nr 20 ma na wierzchołku grubość 0,20 mm. W następnym milimetrze grubość wynosi 0,22 mm, 0,24 mm itd. Zbieżność narzędzi decyduje o sposobie i skuteczności opracowania kanałów korzeniowych. Zasada formowania kanałów stożkowato znacznie ułatwia penetrację płynów dezynfekujących w głąb kanału, lepsze usuwanie resztek miazgi i zakażonej zębiny na zewnątrz [9]. Narzędzia ProTaper charakteryzuje narastająca zbieżność wzdłuż trzonu narzędzia. Według producenta zaletą takiego kształtu jest zmniejszenie obciążenia obrotowego.

Promienista powierzchnia styku – jest to płaska powierzchnia narzędzia odchodząca prostopadle od osi głównej, której zakończenie stanowi ostrze tnące. Połączenie nietnącego wierzchołka i promienistej powierzchni styku umożliwia centralizację narzędzia w kanale [6, 10]. Większość narzędzi rotacyjnych czerpie swoją siłę z masy materiału w rdzeniu narzędzia. Można jednak dodać siły obwodowe, poszerzając promieniste powierzchnie styku. Pomysł ten wykorzystano w systemie K3. Wcześniejsze narzędzia miały pełną powierzchnię styku (ProFile, GT). Kształt powierzchni styku K3 jest unikatowy, gdyż łączy w sobie siłę z rdzenia

Tabela 1. Charakterystyka wybranych elementów budowy narzędzi niklowo-tytanowych

Table 1. Characteristics of selected elements of nickel-titanium instruments

Element budowy (Element)	ProFile	ProTaper	LightSpeed	K3	FlexMaster	Hero 642
Wierzchołek (Apex)	nietnący	tnący	nietnący	nietnący	nietnący	nietnący
Zbieżność (Taper)	0,06 0,04 0,02	zmienna na całej długości narzędzia	brak	0,06 0,04 0,02	0,06 0,04 0,02	0,06 0,04 0,02
Promienista powierzchnia styku (Radial land area)	tak	nie	tak	tak	nie	nie
Zmienny kąt skrętu spirali (Change able helical angle)	nie	tak	nie	tak	tak	tak
Skok spirali (Pitch)	stały	zmienny	brak	zmienny	stały	zmienny
Kąt nachylenia (Rake angle)	ujemny	ujemny	ujemny	dodatni	ujemny	dodatni

i siłę obwodową. K3, podobnie jak ProFile, ma trzy powierzchnie styku. Dwie z nich są szerokie i mają uskok, podczas gdy trzecia jest wąska z pełną powierzchnią styku. Szerokie powierzchnie styku z uskokiem minimalizują opór tarcia przy jednoczesnej maksymalizacji siły narzędzia. Trzecia dodatkowa pełna powierzchnia styku utrzymuje narzędzie centralnie w kanale (ryc. 1). Ryzyko przemieszczenia osi kanału podczas pracy narzędziem rotacyjnym o tępym wierzchołku i promienistej powierzchni styku jest minimalne.

Kąt nachylenia – tworzy krawędź tnącą i przekrój poprzeczny prostopadły do długiej osi narzędzia (ryc. 2). Kąt nachylenia jest istotny i wpływa na skuteczność tnącą narzędzia. Dodatni kąt nachylenia daje efektywne cięcie zębiny w przeciwieństwie do „skrobania”, jakie uzyskuje się pracując narzędziami z ujemnym kątem nachylenia. Wielu autorów uważa, że idealny kąt nachylenia to kąt nieznacznie dodatni [6, 11]. Za duży kąt powoduje zbytne wcinanie się narzędzia w zębiny i jej odłupywanie, a nie ścinanie, co może sprzyjać złamaniom narzędzi.

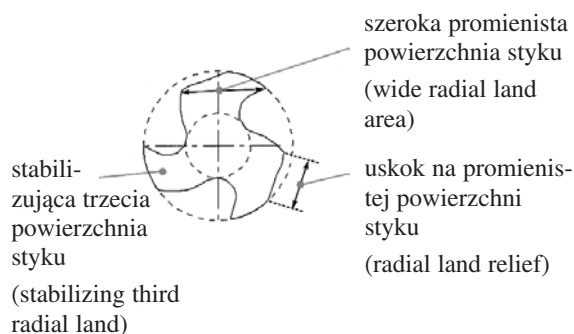
Kąt skrótu spirali – tworzy ostrze tnące i długa oś narzędzia (ryc. 3). Podczas pracy istotne jest szybkie i skuteczne usuwanie resztek zębiny. Narzędzia o stałym kącie spirali pozwalają jednak na gromadzenie się wiórków w przykomorowej części narzędzia, które jest bardziej narażone na siły „wkręcania”. Zmienny kąt skrótu spirali pozwala pokonać te ograniczenia.

Skok spirali (*pitch*) – jest to liczba skrętów spirali lub rowków przypadająca na jednostkę długości narzędzia. Stosowanie narzędzi o stałej liczbie skrętów i stałym kącie skrótu spirali powoduje tzw. wciąganie narzędzia w głąb kanału. Ma to duże znaczenie podczas używania narzędzi o stałej zbieżności. W narzędziach K3 zastosowanie zmiennego skoku spirali i zmiennego kąta skrótu spirali znacznie ograniczyło to zjawisko.

Systemy narzędzi

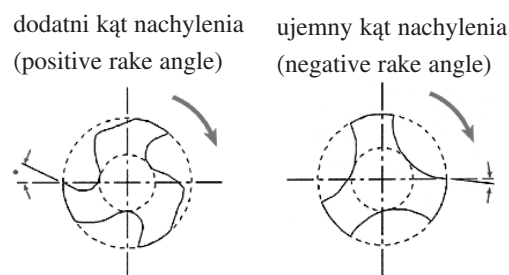
ProFile

Narzędzia ProFile charakteryzuje ustalona zbieżność 0,04 (nr 15–90, długość 21, 25 oraz 31 mm) i 0,06 (nr 15–40, długość 21 mm i 25 mm). Dodatkową grupą tych narzędzi są ProFile Orifice Shapers (OS) o zbieżności 0,05–0,08 (nr 1–6, długość 19 mm), które są używane do opracowywania przykoronowej części kanału lub do usuwania guta-perki i uszczelnacza przed osadzaniem wkładu koronowo-korzeniowego. Wprowadzone w ostatnim czasie narzędzia o zbieżności 0,02 są uzupełnieniem systemu i służą do opracowania wyjątkowo zakrzy-



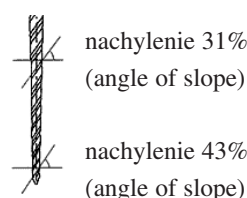
Ryc. 1. Promieniste powierzchnie styku na przykładzie K3

Fig. 1. Radial land area (K3)



Ryc. 2. Kąt nachylenia

Fig. 2. Rake angle



Ryc. 3. Kąt skrótu spirali

Fig. 3. Helical angle

wionych i wąskich kanałów. Występują w rozmiarach 15–45 i długościach roboczych 21 i 25 mm. Praca tymi instrumentami wymaga jednak użycia mikrosilnika z dużym momentem obrotowym i zachowania stałej prędkości 150–350 obrotów na minutę. Instrumenty te mają tępy wierzchołek, stałą liczbę skrętów spirali oraz ostrze tnące w kształcie litery U, co daje ujemny kąt nachylenia, a ich cechą charakterystyczną są promieniste powierzchnie styku, których zadaniem jest centralne utrzymanie narzędzia w kanale. Między krawędziami tnącymi występują rowki – wcięcia, które są miejscami gromadzenia wiórków zębinowych powstających podczas pracy narzędzia. Zalecana przez producenta technika opracowania kanału składa się z dwóch faz: *crown-down* do osiągnięcia długości roboczej, a następnie *step-back*, czyli fazy poszerzenia i ostatecznego nadania kształtu. Sugerowane sekwencje opracowania kanałów przez producenta to: OS 3, OS 2, 0,06/25, 0,06/20, 0,04/25, 0,04/20, 0,04/25, 0,04/30.

ProTaper

Jest to system zawierający stosunkowo skromną liczbę pilników. W zestawie znajduje się 6 narzędzi: trzy narzędzia „Shaper” (SX, S-1 i S-2) używane do opracowania ujścia kanału oraz trzy narzędzia „Finishing” (F1, F2 i F3) o różnych wielkościach wierzchołka (20, 25, 30) do opracowywania przywierzchołkowej części korzenia. Narzędzia ProTaper w przekroju poprzecznym mają kształt trójkąta, z ujemnym kątem nachylenia i aktywnym tnącym wierzchołkiem. Ich zbieżność zmienia się wzdłuż długości. Zaprojektowano je tak, aby główny ciężar ścinania spoczywał na powierzchni o największej zbieżności, w miejscu gdzie narzędzie jest najbardziej odporne na złamanie. Ze względu na trójkątny przekrój poprzeczny narzędzia ProTaper cechuje bardzo dobra zdolność tnąca. Z powodu zmiennej zbieżności, gdy wierzchołek narzędzia zostanie zaklinowany, narzędzie staje się jednak podatne na złamanie – szczególnie w razie braku odpowiedniego przygotowania kanału (opracowanie kanału narzędziami ręcznymi o rozmiarach 06–15). Sugerowane sekwencje opracowania kanałów przez producenta to: S1, SX, S2, F1, F2, F3.

LightSpeed

Ten typ narzędzi jest w Polsce mało znany i praktycznie nieużywany. Ich budowa jest znacząco inna od całej grupy pilników niklowo-tytanowych. Narzędzia LightSpeed w przekroju poprzecznym mają kształt litery U – ale jedynie na wierzchołku – a zatem w budowie swej przypominają narzędzia Gates Glidden. Średnica trzonu narzędzia jest zawsze mniejsza niż jego powierzchnia tnąca. Trzon narzędzia jest gładki, a część pracująca znajduje się jedynie na wierzchołku. Tak znaczne zmniejszenie części skrawającej przyczyniło się do zwiększenia giętkości tych narzędzi. Istotną cechą pracy narzędziami LightSpeed jest stosunkowo niewielka siła, jakiej należy użyć podczas opracowania kanałów. System LightSpeed obejmuje 22 różne rozmiary 20–100 wg ISO. Między standardowymi rozmiarami według ISO występują również rozmiary pośrednie, takie jak: 22,5; 27,5... do 57,5. Produkowane są w trzech długościach 21, 25, 31 mm. Ze względu na mały wierzchołek, optymalnie są używane przy obrotach 1700–2000. Tępo zakończony wierzchołek zabezpiecza przed niepożądaną perforacją, ale zarazem wymaga przed rozpoczęciem pracy narzędziami LightSpeed opracowania kanałów tradycyjnymi pilnikami do numeru 15. Podczas pracy w kanale, w chwili pojawienia się oporu, należy wykonywać ruchy góra-dół. Zastosowanie tych

ruchów ułatwia przesuwanie do komory wiórków zębinowych oraz wpływa na samooczyszczenie rowków pod krawędziami tnącymi. Metoda pracy narzędziami LightSpeed polega na użyciu w pierwszej kolejności najmniejszego narzędzia, które wprowadza się na długość roboczą. Następnie w celu wytworzenia stopnia przywierzchołkowego kanał należy opracować kolejnymi ośmioma–dziesięcioma narzędziami. W dalszym etapie kanał trzeba opracować zgodnie z techniką *step-back*.

K3

Narzędzia K3 to jedne z bardziej znanych narzędzi rotacyjnych używanych na świecie i w Polsce. Ich asortyment jest bogaty w zakresie podstawowym 0,02–0,06. Narzędzia K3 o zbieżności 0,02 cechuje rozmiar wierzchołka 15–45 i długość narzędzia 21, 25 i 30 mm. Narzędzia o zbieżności 0,04 i 0,06 mają rozmiar wierzchołka 15–60 i długość 21, 25 i 30 mm. W ostatnim czasie wprowadzono na rynek narzędzia K3 Orifice Openers o zbieżności 0,08; 0,10 i 0,12, które można stosować do poszerzania i nadawania kształtu ujścia kanału.

W przekroju poprzecznym narzędzia K3 mają 3 krawędzie tnące, pozwalające na lepszą centralizację położenia narzędzia w kanale. Dodatni kąt nachylenia daje efektywne cięcie zębiny. Spirala rowków jest ułożona w sposób zmienny (różny kąt skreślenia spirali), co pomaga w przenoszeniu resztek zębiny z części wierzchołkowej do koronowej. Spirala rowków zmniejsza również powierzchnię styku narzędzia ze ścianą kanału, co zmniejsza moment obrotowy i zmęczenie narzędzia. Zmiana średnicy rdzenia przyczynia się do większej odporności narzędzia na wierzchołku, co oznacza, że można go używać z większą pewnością w wąskich kanałach i bez obawy zaklinowania się narzędzia.

Sugerowane sekwencje opracowania kanałów przez producenta zależą od rodzaju kanału korzeniowego. Przy kanale prostym zaleca się: Orifice Opener 0,10, 0,08, 0,06/35, 0,06/30, 0,06/25, 0,06/20, 0,06/15, 0,06/20, 0,06/2; przy trudnych, wąskich i zakrzywionych kanałach – Orifice Opener 0,10, 0,08, 0,06/30, 0,04/30, 0,06/25, 0,04/25, 0,06/20, 0,04/20.

FlexMaster

Narzędzia te występują w standardowym układzie zbieżności 0,02; 0,04; 0,06. Najbogatszy wybór jest wśród narzędzi 0,02. Rozmiary wierzchołka 20–70 i długości 21, 25 i 31 mm. Dla rozszerzenia 0,04 rozmiary 20–40 i długości 21, 25, 31 mm. Najmniejszy asortyment jest dla narzędzi 0,06, gdyż rozmiary 20–40 są dostępne tylko dla długości 21 i 25 mm. Do szerokiego, zbieżnego

poszerzania ująć kanałów korzeniowych służy narzędzie IntroFile o zbieżności 0,11. W przekroju poprzecznym narzędzie ma kształt trójkąta o boku wypukłym z trzema brzegami tnącymi. Wierzchołek jest tępo zakończony. Sekwencje narzędzi zalecane przez producenta zależą od szerokości kanałów. Poszerzenie ujścia wykonuje się narzędziami IntroFile, a następnie: szeroki kanał – 0,06/30, 0,06/25, 0,06/20, 0,04/30, 0,02/30, 0,02/35; średni kanał – 0,06/25, 0,06/20, 0,04/30, 0,04/25, 0,02/25, 0,02/30, 0,02/35; wąski kanał – 0,06/20, 0,04/30, 0,04/25, 0,04/20, 0,02/20, 0,02/25, 0,02/30, 0,02/35.

Hero 642

System Hero 642 jest nazwany zestawem potrójnym. Składa się z 9 narzędzi o trzech zbieżnościach 0,06, 0,04, 0,02 i trzech rozmiarach 20, 25, 30. Zbudowane są z dużego rdzenia wewnętrznego, przez co są bardziej odporne na złamania. Ostrze ma trzy brzegi tnące. Spirala jest ustawiona pod różnym kątem, co zwiększa efektywność transportu resztek miazgi i zębiny.

Tępo zakończony wierzchołek zabezpiecza przed perforacją. W opracowaniu kanałów występują trzy poziomy trudności i odpowiednie im sekwencje zabiegowe:

- sekwencja niebieska – kanały proste o zakrzywieniu $< 5^\circ$ – 0,06/30, 0,04/30, 0,02/30;
- sekwencja czerwona – kanały o średnim stopniu trudności o zakrzywieniu $10\text{--}25^\circ$ – 0,06/25, 0,04/25, 0,04/30, 0,02/30;
- sekwencja żółta – kanały trudne o zakrzywieniu $> 25^\circ$ – 0,06/20, 0,04/20, 0,02/20, 0,04/25, 0,02/25, 0,02/30.

Metody opracowywania kanałów korzeniowych

Narzędzia o różnej zbieżności pozwalają na różnorodne opracowywanie kanałów korzeniowych. Opracowanie kanałów można wykonać dwoma metodami. Pierwsza to opracowanie kanału z zastosowaniem narzędzi o tej samej zbieżności, ale o różnej średnicy wierzchołka. Po otwarciu kanału narzędziami 0,10, 0,08 rozpoczyna się pracę od narzędzia 0,40, posuwając się stopniowo w kierunku wierzchołka kolejnymi poszerzaczami o mniejszym rozmiarze. Większość kanałów można opracować wyłącznie za pomocą narzędzi o rozszerzeniu 0,06.

Druga metoda to zastosowanie narzędzi o zmiennej zbieżności. Zaletą jest minimalne zaangażowanie części pracującej narzędzia, co powoduje zmniejszenie oporu tarcia i umożliwia pra-

cę narzędzia przy mniejszym momencie obrotowym. W tej metodzie istnieje wiele modyfikacji technik opracowywania. Najbardziej polecaną techniką pracy narzędziami niklowo-tytanowymi jest technika *crown-down*, polegająca na opracowaniu najpierw przykoronowej części kanału, następnie środkowej i na końcu przywierzchołkowej. Z tego też powodu większość producentów oferuje pilniki o rozmiarze i sekwencji dostosowanej do pracy tą techniką.

Technika 642 – narzędzia są używane w kolejnych grupach o zmiennym rozszerzeniu 0,06, 0,04, 0,02 i tej samej średnicy na wierzchołku. Opracowuje się od rozmiarów większych stopniowo do rozmiarów mniejszych aż do osiągnięcia wierzchołka.

Technika połączonych metod *crown-down* i *step-back* – polega na rozpoczęciu pracy od narzędzia 0,06/40 do 0,06/15 i stopniowym poszerzaniu kanału na całej długości roboczej. Jeśli nie osiągnięto okolicy wierzchołkowej narzędziami o rozszerzeniu 0,06, dalsze opracowywanie kanału prowadzi się zestawem narzędzi o rozszerzeniu 0,04, ale w odwrotnej kolejności, zaczynając od narzędzia o najmniejszej średnicy według ISO 0,04/15 (poszerzacz 0,04/15 powinien dotrzeć na długość roboczą) do 0,04/40 – *step-back*. Metoda ta jest polecana w przypadku opracowywania długich i zakrzywionych kanałów.

Technika hybrydowa – jest stosowana w szczególnie wąskich i zakrzywionych kanałach. Często średnica ujścia jest tak wąska, że użycie tzw. otwieraczy kanału – 0,10/25 i 0,08/25 jest niemożliwe. W takim przypadku sekwencję inicjuje poszerzacz 0,06/25. Wstępne opracowanie ujścia w ten sposób pozwala na użycie kolejno 0,10/25 i 0,08/25. Następnie rozpoczyna się poszerzanie kanału 0,06/45, kolejno używając narzędzia zarówno o zmiennej średnicy na wierzchołku, jak i zmiennym rozszerzeniu. Zwykle udaje się zakończyć pracę narzędziem 0,06/25. Jeśli jednak poszerzacz 0,06/25 nie dotarł na długość roboczą, wykonuje się rekapitulację za pomocą „otwieraczy kanału” – 0,10/25 i 0,08/25 i ponownie wprowadza 0,06/25. Ostatnie 2 mm przywierzchołkowe poszerza się narzędziami 2% – 0,02/25, 0,02/30 i 0,02/35, jeśli zachodzi taka konieczność. Technika hybrydowa przyspiesza pracę i chroni narzędzie przed złamaniem.

Z dużą skutecznością można również stosować połączenia różnych systemów. Mounce [12] przedstawił połączenie systemu K3 z narzędziami LightSpeed. Taka mieszana technika obejmuje zastosowanie narzędzi K3 do opracowania przykoronowej części 2/3 kanału, zaś narzędzi LightSpeed do opracowania wierzchołkowej 1/3 części kanału. Zaletą tej techniki jest możliwość opracowania części

przywierzchołkowej kanału z wytworzeniem jego większej średnicy, co potencjalnie wpływa na lepsze oczyszczenie i irygację kanału, jednocześnie bez ryzyka prostowania kanału lub jego perforacji.

Ocena kliniczna systemów narzędzi maszynowych

Niewiele jest dotychczas badań porównujących skuteczność leczenia endodontycznego podczas pracy różnymi systemami narzędzi niklowo-tytanowych lub narzędziami niklowo-tytanowymi i pilnikami ze stali nierdzewnej, a ich wyniki nie są jednoznaczne. W badaniu Schafer i Florek [13], porównującym skuteczność opracowania kanałów *in vitro* podczas stosowania narzędzi K3 i narzędzi ze stali nierdzewnej K-Flexofile, stwierdzono lepsze zachowanie geometrii kanałów oraz rzadziej występujące przepchnięcia i prostowanie kanałów podczas stosowania narzędzi niklowo-tytanowych. W badaniu Schafer i Schlingemann [14], prowadzonym również *in vitro*, porównywano skuteczność oczyszczania kanału tymi samymi systemami narzędzi, wykorzystując mikroskop elektronowy do oceny kolejno przykoronowej, po-

średniej i przywierzchołkowej części kanałów. Wykazano, że niezależnie od stosowanego systemu, stopień oczyszczenia przywierzchołkowej części kanałów był znacznie mniejszy niż w pozostałych częściach, co było zgodne z wynikami innych badaczy [15–17]. Ponadto autorzy ci wykazali, że w kanałach pozostawało znacznie mniej wiórków podczas stosowania narzędzi K-Flexofile. Takich wyników nie uzyskano podczas oceny innych narzędzi niklowo-tytanowych (LightSpeed, ProFile), co może sugerować, że skuteczność oczyszczania może być różna dla różnych systemów narzędzi NiTi, a to może mieć związek z ich budową. Hulsmann et al. [18], porównując pracę narzędziami FlexMaster i Hero 642, wykazali nieco lepsze opracowanie przywierzchołkowej części kanału podczas stosowania Hero 642. W badaniu Peters et al. [3], w którym autorzy porównywali skuteczność opracowania kanałów narzędziami K3, LightSpeed, Profile i GT *in vitro*, stwierdzili porównywalny stopień oczyszczenia kanałów i porównywalną częstość przemieszczenia osi kanału, lecz podkreślili również, że na uzyskane wyniki w bardzo dużym stopniu mogła wpłynąć anatomia kanałów. Niewątpliwie zagadnienie to wymaga dalszych badań z uwzględnieniem nowych technik obrazowania geometrii kanału.

Piśmiennictwo

- [1] WILDEY W. L., SENIA E. S.: A new root canal instruments and instrumentation technique: A preliminary report. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 1989, 67, 198–207.
- [2] SCHRADER C., ECKERMANN M., BARBAKOW F.: Step-by-step description of a rotary root canal preparation technique. *Int. Endod. J.* 1999, 32, 312–320.
- [3] PETERS O. A., SCHONENBERGER K., LAIB A.: Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int. Endod. J.* 2001, 34, 221–230.
- [4] SOTOKAWA T.: An analysis of clinical breakage of root canal instruments. *J. Endod.* 1988, 14, 75–82.
- [5] PRUETT J. P., CLEMENT D. J., CARNES D. L.: Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J. Endod.* 1997, 23, 77–85.
- [6] BERGMANS L., CLEYNENBREUGEL J., WEVERS M., LAMBRECHTS P.: Mechanical root canal preparation with NiTi rotary instruments: Rationale, performance and safety. Status Report for the American Journal of Dentistry. *Am. J. Dent.* 2001, 14, 324–333.
- [7] POWELL S. E., SIMON J. H., MAXE B. B.: A comparison of the effect of modified and nonmodified instrument tips on apical canal configuration. *J. Endod.* 1986, 12, 293–300.
- [8] THOMPSON S. A., DUMPER P. M. H.: Shaping ability of Quantec Series 2000 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 2. *Int. Endod. J.* 1998, 31, 268–274.
- [9] MUSIKANT B. L., COHEN B. I., DEUTSCH A. S.: Simplified obturation of tapered canal preparations. *Compend. Contin. Educ. Dent.* 1998, 19, 1152–1155.
- [10] GLICKMAN G. N., KOCH K. A.: 21st-century endodontics. *JADA* 2000, 131, 39–46.
- [11] KOCH K., BRAVE D.: Real World Endo: Design features of rotary files and how they affect clinical performance. *Oral Health* 2002, 2, 39–49.
- [12] MOUNCE R. E.: Does NiTi Nirvana exists? *Cont. Endod.* 2004, 1, 8–13.
- [13] SCHAFFER 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.
- [14] SCHAFFER E., SCHLINGEMANN R.: Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int. Endod. J.* 2003, 36, 208–217.
- [15] GAMBARINI G., ŁASZKIEWICZ J.: A scanning electron microscopic study of debris and smear layer remaining following use of GT rotary instruments. *Int. Endod. J.* 2002, 35, 422–427.

- [16] SCHAFER E., ZAPKE K.: A comparative scanning electron microscopic investigation of the efficacy of manual and automated instrumentation of root canals. *J. Endod.* 2000, 26, 660–664.
- [17] HULSMANN M., SCHADE M., SCHAFERS F.: A comparative study of root canal preparation with Hero 642 and Quantec SC rotary Ni-Ti instruments. *Int. Endod. J.* 2001, 34, 538–546.
- [18] HULSMANN M., GROSSMANN G., SCHAFERS F.: A comparative study of root canal preparation using FlexMaster and Hero 642 rotary Ni-Ti instruments. *Int. Endod. J.* 2003, 36, 358–366.

Adres do korespondencji:

Jadwiga Buczkowska-Radlińska
Zakład Stomatologii Zachowawczej PAM
al. Powstańców Wielkopolskich 72
70-111 Szczecin
tel.: +48 91 466 17 44
fax: +48 91 466 17 45

Praca wpłynęła do Redakcji: 28.07.2004 r.
Po recenzji: 18.08.2004 r.
Zaakceptowano do druku: 20.09.2004 r.

Received: 28.07.2004
Revised: 18.08.2004
Accepted: 20.09.2004