

Przegląd technik i współczesnych możliwości irygacji kanałów korzeniowych

Review of techniques and current possibilities of root canal irrigation

¹ Lekarz dentysta, stażysta w Szpitalu Klinicznym Dzieciątka Jezus

² Student, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

³ Zakład Stomatologii Zintegrowanej, Warszawski Uniwersytet Medyczny

Streszczenie

Rynek stomatologiczny oferuje szeroki wybór narzędzi do coraz skuteczniejszego oczyszczenia przestrzeni opracowywanych kanałów korzeniowych. Począwszy od standardowych igieł do wstrzykiwań, poprzez ich modyfikacje w kierunku zwiększenia bezpieczeństwa użycia, jak np. igły z bocznym otworem, następuje rozwój tego działu endodoncji ku zaawansowanym technologicznie urządzeniom. Wykorzystanie metod dźwiękowych, ultradźwiękowych bądź mechanicznych stanowi kanon dzisiejszego instrumentarium stosowanego przez endodontę, ponieważ znacznie zwiększają one skuteczność irygacji. Najważniejszym czynnikiem pozwalającym na skuteczne usunięcie z kanałów pozostawionych resztek zębiny oraz miazgi jest właściwa aktywacja roztworu oraz zdolność do dostarczenia płynu na całej długości kanału, ze szczególnym uwzględnieniem części przywierzchołkowej. Właściwości chemiczne roztworów płuczących, takie jak pH lub potencjał oksydacyjny, stanowią istotny, ale nie jedyny czynnik irygacji. Równie ważna jest ilość dostarczanego środka, prędkość jego przepływu, jak i częstość wymiany na kolejne, świeże porcje. Stopień czystości powierzchni opracowanych kanałów korzeniowych jest niemożliwy do oceny w warunkach klinicznych, w związku z czym lekarz dentysta powinien powoływać się na wyniki badań naukowych w celu zapewnienia pacjentowi świadczenia na najwyższym poziomie, w zakresie leczenia kanałowego. W poniższym artykule przedstawiono opis wraz z popartą badaniami naukowymi skutecznością stosowanych, dostępnych rodzajów igieł, systemów ciśnieniowych, dźwiękowych, ultradźwiękowych oraz maszynowych.

Słowa kluczowe: kanały korzeniowe, irygacje, roztwory płuczące, opracowanie kanałów.

Abstract

Contemporary dental market offers a variety of products that enable more efficient purification of root canals. Starting from the first methods of using steel needles for injection with a syringe, through the modification to side-vented needles, manufacturers continue to develop endodontics, heading toward the high-tech devices. The use of sonication, ultrasonication or mechanical devices is a canon of today's instruments used by endodontists. The key to proper cleaning canal walls of the remaining debris of dentin and pulp is a suitable solution and the ability to provide fluid flow along the entire canal length. The chemical properties of rinsing solutions, such as pH or oxidation potential, are important factors for irrigation. Equally significant is the amount of solution, flow velocity and the frequency of exchange for fresh portions. The level of surface cleanliness of root canals' walls in the clinic is impossible to assess. Therefore, the dentist should rely on the available literature in order to provide the patient with the highest level of performance in terms of root canal treatment. This literature review will enable the practitioner to become familiar with currently used methods of root canal irrigation.

Keywords: root canals, irrigation, rinsing solutions, management of canals.

Wstęp

Długoletni sukces leczenia endodontycznego uwarunkowany jest skutecznym oczyszczeniem i dezynfekcją kanałów korzeniowych oraz szczelnym ich wypełnieniem. Współcześnie cel ten jest możliwy do osiągnięcia przy zastosowaniu różnych technik pracy, poczynając od najprostszych narzędzi ręcznych po systemy maszynowe, pojedynczych ćwieków gutaperkowych po systemy iniekcyjne gorącej gutaperki. Nie należy zapomnieć

również o znaczeniu irygacji systemu kanałowego. Płukanie systemu korzeniowego w najwyższym stopniu odpowiada za usunięcie zbędnych podczas zabiegu pozostałości zębiny oraz miazgi, warstwy mazistej czy biofilmu. Zarówno w przypadku narzędzi kanałowych, jak i narzędzi do wypełniania, istnieje szereg dostępnych metod irygacji kanałów, wykorzystujących metody manualne, ciśnieniowe, dźwiękowe, ultradźwiękowe i maszynowe. Poniżej przedstawiono najczęściej stosowane techniki irygacji systemów kanałowych.

Metody manualne

Najpowszechniej stosowanym sposobem irygacji kanałów korzeniowych jest wykorzystanie strzykawki z przyłączoną igłą. Metoda ta pozwala na stałą kontrolę prędkości przepływu i ilości depozytowanego płynu, a także głębokości penetracji solwentu poprzez ustawienie igły na określonej długości kanału [1].

Producenci oferują kilka kształtów igieł – z wierzchołkiem otwartym, który jest ścięty pod kątem prostym lub skośnie, z wyciętym fragmentem wierzchołka (tzw. notched) lub igły z zamkniętym wierzchołkiem z różną kombinacją otworów bocznych. Poszczególne typy igieł różnią się ciśnieniem płynu wywieranym na ściany kanału i tkanki okołowierzchołkowe oraz sposobem jego przepływu przez kanał zęba. Im większe naprężenie ścinające i ciśnienie wywierane na ściany kanału, tym lepsze mechaniczne usuwanie warstwy mazistej, zanieczyszczeń, resztek tkanek i biofilmu [2]. Jednak należy także zauważyć, że wraz ze wzrostem ciśnienia wzrasta ryzyko przepchnięcia płynu do tkanek okołowierzchołkowych. Ciśnienie w okolicy wierzchołka jest tym większe im bliżej znajduje się koniec igły. Wyniki badań Chow wykazują jednak, że większość lekarzy dentystów umieszcza koniec igły w dokoronowej części kanału lub w jego środkowej części [3]. Powoduje to, że część wierzchołkowa, w każdym przypadku najbardziej zanieczyszczona, pozostaje nietknięta lub oczyszczona w minimalnym stopniu [4]. Wynika to z faktu, że jak wykazują badania, efektywna wymiana płynu odbywa się w odległości 1–2,5 mm od wierzchołka igły [2, 5].

Standardowa igła iniekcyjna

Wszystkie igły z otwartym wierzchołkiem wykazują podobny przepływ płynu i podobne ryzyko przepchnięcia go poza wierzchołek. Skuteczna wymiana płynu sięga nawet 2,5 mm od końca narzędzia [2]. Najczęściej stosowane są igły z wierzchołkiem ściętym pod kątem. W czasie irygacji największe naprężenie ścinające występuje na ścianie kanału przeciwnej do ścięcia igły. Strumień płynu przebiega łagodnym wirem w kierunku wierzchołka [6]. Mimo powszechnego stosowania igła ta charakteryzuje się najniższym stopniem oczyszczenia kanału na całym jego przebiegu, w stosunku do innych typów igieł [4]. Istnieje ryzyko zaklinowania igły w kanale, co stwarza zagrożenie zranienia pacjenta lub lekarza [2]. Igła zakończona prosto ściętym zakończonym końcem odznacza się największym średnim ciśnieniem w okolicy wierzchołka, co zapewnia skuteczną wymianę płynu, ale także największym naprężeniem ścinania, dzięki czemu

w znacznym stopniu oczyszcza wierzchołkową część kanału (w porównaniu do takiego samego położenia innych typów igieł). Jednocześnie jednak wzrasta ryzyko transportacji płynu płuczącego w obszar okołowierzchołkowy [5].

Igła z wyciętym fragmentem końcówki

Igła z wyciętym fragmentem wierzchołka charakteryzuje się wydajnym strumieniem płynu skierowanym bezpośrednio w stronę wierzchołka z nieznacznym jego odgięciem w kierunku przeciwnym do otworu. Ma podobne właściwości do igły z prostym końcem. Uważa się, że obecnie igły te są najbardziej skuteczne przy irygacji kanałów korzeniowych [2]. Aby zmniejszyć ryzyko przepchnięcia płynu, ze względu na wytwarzanie wysokiego ciśnienia w okolicy wierzchołka, zaleca się, aby koniec tych igieł znajdował się w odległości 2–3 mm od otworu wierzchołkowego kanału. Ciśnienie to jest niższe niż w przypadku igły ze ściętym wierzchołkiem pod kątem prostym [5].

Igła z bocznym otworem

Igły z bocznym otworem charakteryzują się ślepym zakończeniem. Dzięki temu ciśnienie wywierane na okolicę wierzchołka jest niewielkie, a tym samym ryzyko przepchnięcia płynu irygacyjnego znacznie spada. Jak wynika z obserwacji, mimo turbulentnego przepływu płynu, jego skuteczna wymiana odbywa się jedynie 1 mm od końca igły. Wobec tego koniec igły powinien być umieszczony jak najbliżej otworu wierzchołkowego [5]. Największe naprężenie ścinające i największa szybkość przepływu występuje wokół proksymalnych otworów bocznych, które znajdują się w pewnej odległości od końca igły (2 mm w igle z pojedynczym otworem bocznym) [2]. Skutkuje to dobrym mechanicznym oczyszczaniem ścian kanału bliżej jego środkowej części przy stosunkowo niskiej efektywności w części wierzchołkowej [1]. Igły z 6 otworami bocznymi odznaczają się najmniejszym ryzykiem przepchnięcia płynu do tkanek okołowierzchołkowych. Nie stosuje się ich jednak w tradycyjnej metodzie irygacji kanałów korzeniowych z użyciem strzykawki ze względu na niską skuteczność. Igły te są przeznaczone do użytku w systemie EndoVac [2].

Mimo że konwencjonalne płukanie z wykorzystaniem igieł jest najczęściej wybieraną techniką irygacji, jej efektywność w usuwaniu warstwy mazistej, zwłaszcza w okolicy wierzchołka kanałów zakrzywionych, jest stosunkowo niska. Również skuteczność w usuwaniu zanieczyszczeń na całej długości kanału w porównaniu z innymi metodami jest najniższa [7]. Wadę tę można częściowo zniwelować poprzez wydłużenie czasu irygacji i zwiększenie ilości wykorzystanego płynu, posze-

zenie kanału i stosowanie mniejszych rozmiarów igły, a tym samym ustawianie jej bliżej wierzchołka kanału [1,8]. Aktywacja igły poprzez jej minimalne ruchy góra–dół w czasie agitacji dodatkowo usprawni wymianę płynu irygacyjnego [1]. Igła w żadnym wypadku nie powinna klinować się w kanale, aby zapewnić właściwy przepływ zwrotny płynu wzdłuż ścian kanału, jak podaje Boutsios [2].

Endobrush

W celu poprawy skuteczności oczyszczania kanałów korzeniowych w czasie ich chemo-mechanicznego opracowywania wykorzystywano różne dodatkowe sposoby na przestrzeni lat, m. in. bawełnę nawiniętą na narzędzie kanałowe, która pozostawiała fragmenty tkaniny wewnątrz kanału. Jednym z nowszych narzędzi jest Endobrush (C&S Microinstruments Ltd) [9]. Endobrush to spiralna szczoteczka dostosowana wielkością do potrzeb leczenia endodontycznego. Składa się z nylonowego włosa ułożonego spiralnie na plastikowym ręcznym uchwycie. Ma stałą średnicę na całej długości [10]. Szczoteczkę tę umieszcza się w kanale wypełnionym płynem na długość roboczą i porusza 2–3 mm w kierunku wertykalnym z wykonywaniem obrotów o 90°. W czasie ruchu szczoteczki jej włókna oczyszczają mechanicznie z resztek tkanek cieśnie, zachyłki i inne trudno dostępne elementy systemu kanałowego. Ze względu na wielkość szczoteczki, istnieje ryzyko skumulowania zanieczyszczeń w okolicy wierzchołka [1]. Badania wykazały, że instrumentacja kanału z wykorzystaniem narzędzia Endobrush w czasie płukania jest zdecydowanie bardziej skuteczna w usuwaniu zanieczyszczeń niż opracowanie kanału połączone z tradycyjną irygacją [11–13].

NaviTip FX

Innym narzędziem usprawniającym irygację kanałów korzeniowych jest NaviTip FX (Ultradent Products Inc). Jest to elastyczna igła, której pięciomilimetrowy koniec jest pokryty nylonowym, krótkim włosiem [4]. W czasie płukania kanału strzykawką wykonuje się igłą ruchy góra–dół i obroty o 45° w prawo i lewo [8]. Dzięki szczotkującemu ruchowi warstwa mazista i zanieczyszczenia są usuwane chemo-mechanicznie, także z miejsc niedostępnych dla standardowego opracowania mechanicznego. NaviTip FX wykazuje największą skuteczność w oczyszczaniu dokoronowej i środkowej części kanału. Badania wskazują, że w porównaniu do innych metod, część wierzchołkowa kanału również jest lepiej dekontaminowana, lecz nie są to różnice istotne statystycznie [8, 13]. Wynika to z faktu, że obecne na igle włosie stwarza

przeszkodę w umieszczeniu jej końca na długości roboczej [4].

Mimo znacznego postępu w manualnej irygacji kanałów korzeniowych, żadna z obecnie dostępnych metod nie jest w stanie całkowicie oczyścić systemu kanałowego [10].

Metody ciśnieniowe

Przy stosowaniu konwencjonalnego płukania kanałów korzeniowych za pomocą igły i strzykawkki występują zjawiska odpowiedzialne za niewystarczającą skuteczność oczyszczania systemu korzeniowego tą metodą, szczególnie w 1/3 przywierzchołkowej części kanału korzeniowego. W trakcie stosowania dodatniego ciśnienia płukania przy pomocy igły z bocznym otworem znikoma ilość płynu przechodzi poniżej jej wierzchołka, wybierając drogę najmniejszego oporu – cofa się, wyptywając z kanału, płuczając maksymalnie 1–2 mm w stronę wierzchołkową kanału [14]. Aby efektywnie oczyścić całą długość kanału, końcówka igły musiałaby znajdować się bardzo blisko otworu wierzchołkowego, co zwiększa prawdopodobieństwo przepchnięcia środka płuczącego i uszkodzenia tkanek okołowierzchołkowych. Dodatkową kwestią jest obecność blokady gazowej wierzchołka i kanałików bocznych, na którą składa się powietrze, a także amoniak i dwutlenek węgla uwolnione podczas rozkładu podchlorynu po kontakcie z miazgą, tzw. efekt vapour lock. Blokada ta uniemożliwia penetrację środka płuczącego do 1/3 przywierzchołkowej kanału. W badaniach stwierdzono, że korek gazowy powoduje dużą retencję zanieczyszczeń i warstwy mazistej w 0,5–1 mm zamkniętego systemu kanałowego [14]. Zastosowanie systemów podciśnieniowych do irygacji zapewnia akceptowalne rozwiązanie tych problemów.

EndoVac (Discus Dental, Culver City, CA)

System ten pozwala na ciągłe podawanie dużej objętości świeżych porcji płynów płuczących na całą długość kanału z natychmiastową ewakuacją. W odróżnieniu od klasycznej strzykawkki, EndoVac podaje płyn irygacyjny od strony komory za pomocą końcówki Master Delivery Tip, a następnie odsysa przy użyciu makrokaniuli oraz z poziomu wierzchołka kanału specjalną mikrokaniulą. System ułatwia irygację na całej długości kanału, umożliwiając dotarcie do wierzchołka kanału [15]. Zapewnia, potwierdzone w badaniach, lepsze oczyszczenie kanału na 1 mm od wierzchołka, w porównaniu do użycia igły z bocznym otworem [16]. W odległości 3 mm od wierzchołka różnice nie są już tak wyraźne [17]. Mikrokaniula może być użyta na długość

roboczą w kanałach opracowanych do ISO 35 lub większych. Wielkość opracowania części przywierzchołkowej nie ma wpływu na możliwość wtłoczenia płynu poza otwór wierzchołkowy, a bezpieczeństwo stosowania tego systemu zostało potwierdzone w licznych badaniach, jak podaje Brunson [18]. Również w pracach porównawczych wytlaczania płynów przez różne systemy (EndoActivator, ultradźwięki, RinsEndo, ręczne płukanie igłą Max-I-Probe) wykazano największe bezpieczeństwo stosowania EndoVac i brak ryzyka transportacji płynu poza wierzchołki korzenia [19]. Gdy EndoVac stosowany był w kombinacji z opracowaniem LightSpeed LSX, kanały były w 99% i 99,5% wolne od zanieczyszczeń odpowiednio 1 mm i 3 mm od przewężenia wierzchołkowego [14].

RinsEndo (Dürr Dental Co)

System zawiera rękojeść, kaniulę i strzykawkę transportującą płyn. Osłonka służy jako stoper, chroniąc pacjenta i lekarza przed stosowanym podchlorynem sodu. Roztwór płuczący wprowadzony w drgania z częstotliwością 1,6 Hz jest zasysany do dołączonej strzykawki i transportowany do kanału korzeniowego przez dostosowaną giętą igłą [20]. Podczas fazy ssącej użyty roztwór oraz powietrze są usuwane z kanału i automatycznie scalane ze świeżą porcją płynu. Naprzemienne cykle podciśnieniowe powtarzają się 100 razy/min, jak podaje producent. Twórcy RinsEndo deklarują wysoką skuteczność oczyszczania 1/3 przywierzchołkowej kanału, z kaniulą umieszczoną na tej wysokości, dzięki pulsującemu charakterowi pracy urządzenia. W badaniach brak jest jednak zgodności co do oceny skuteczności tego systemu. Określany jest on jako równie lub bardziej skuteczny w usuwaniu biofilmu bakteryjnego w porównaniu do manualnej irygacji, lecz mniej efektywny niż aktywacja ultradźwiękami [21]. Zwraca się również uwagę na duże ryzyko przepchnięcia płynu irygacyjnego poza wierzchołki podczas stosowania.

Metody dźwiękowe

Jako obiecująca możliwość usprawnienia płukania kanałów korzeniowych wprowadzone zostały urządzenia dźwiękowe i ultradźwiękowe. Wśród zalet stosowania tych systemów można wymienić m.in. wprowadzanie większej ilości świeżego roztworu do kanału w jednostce czasu, ciągłe zjawisko kawitacji podczas mechanicznego opracowania kanału, ogrzewanie roztworu i zwiększenie penetracji roztworu do wąskich kanalików [22]. Instrumenty dźwiękowe różnią się od ultradźwiękowych działaniem na niższych częstotliwościach (1–6 kHz) i wytwarzaniem mniejszych naprężeń

narzędzia. Energia dźwiękowa generuje znacząco wyższą amplitudę i większy ruch przednio-tylny końcówki. Ponadto różny jest wzór oscylacji, w urządzeniach dźwiękowych, eliptyczny ruch końcówki został wyeliminowany, pozostawiając czystą, podłużną oscylację końcówki. Ten typ wibracji wykazano za szczególnie skuteczny, ponieważ w dużym stopniu jest niezależny od obciążenia i narażenia na duże przesunięcia amplitudy [23, 24]. W pracy Blank-Gonçalves i wsp. wykazano przewagę systemów dźwiękowych i ultradźwiękowych nad irygacją przy użyciu strzykawki z igłą (80% oczyszczenia dzięki ultradźwiękom, 75% metodami dźwiękowymi, 20% płukaniem tradycyjnym) [25].

EndoActivator (Dentsply Tulsa Dental Specialities, Tulsa, OK)

System ten składa się z kątnicy Driver, która zapewnia energię potrzebną do uzyskania oscylacji i wibracji końcówek Activator, wykonanych na bazie polimerów, które nie uszkadzają ścian kanałów. Zasilana baterią kątnica pracuje 2000–10000 cykli/min. Producent zaleca użycie EndoActivatora, po kompletnym opracowaniu kanału, do aktywacji płynu dostarczonego do kanału za pomocą strzykawki i igły z otworem bocznym. Po umieszczeniu końcówki w roztworze następuje aktywacja systemu na 30–60 s [26], jednocześnie należy wykonywać ruch kątnicą w górę i dół, krótkim pionowym suwem, ma to na celu wytworzenie silnego fenomenu hydrodynamicznego [27]. Badania wykazały, że EndoActivator ma zdolność oczyszczania głęboko w bocznych kanałach oraz usuwania warstwy mazistej i biofilmu w zakrzywionych kanałach zębów trzonowych [28]. Wadą polimerowych końcówek używanych w systemie EndoActivator jest przepuszczalność dla promieniowania. Pomimo że zostały one zaprojektowane do użytku jednorazowego i tak aby łatwo nie ulegały fragmentacji podczas stosowania, w razie odłamania fragmentu są trudne do lokalizacji w kanale.

Ripsisonic (Medidenta International)

Irygacja dźwiękowa tym systemem odbywa się za pomocą pilników Ripsisonic dołączonych do dźwiękowej kątnicy MM 1500 (Medidenta International Inc, Woodside, NY) po opracowaniu kanału. Pilniki Ripsisonic mają kształt niejednorodnego stożka, który zwiększa się wraz z rozmiarem narzędzia. Ponieważ zawierają 8 krawędzi tnących mogą przypadkowo naruszać ściany kanału i niszczyć ostateczne opracowanie podczas agitacji. Badania naukowe potwierdzają lepsze usunięcie warstwy mazistej (15,1% pozostałej w stosunku do ilości wyjściowej) w porównaniu do samego opra-

cowania instrumentami ręcznymi (31,6%). Biofilm pozostawał jednak w 1–2 mm przywierzchołkowej części kanału [29].

Metoda ultradźwiękowa

Fala ultradźwiękowa jest rodzajem fali akustycznej, której działanie polega na przenoszeniu energii drgań narzędzia do płynu płuczącego. Stosowana w endodoncji ma częstotliwość w granicach 20 000–25 000 Hz oraz powoduje wiele zjawisk fizycznych i biologicznych. Wzrost energii układu poddanego ultradźwiękom skutkuje podgrzaniem środowiska. Sprzyja to działaniu antybakteryjnemu [30]. Istotna jest również obecność zjawiska kawitacji i microstreamingu. Pierwsze jest wynikiem gwałtownej przemiany fazowej cieczy w gaz pod wpływem zmniejszonego ciśnienia. Powstająca fala powoduje tworzenie się pęcherzyków tlenu, które pulsując zgodnie z częstotliwością fali i zderzając się, powodują implozję. Powstająca „fala uderzeniowa” rozrywa bakterie i usuwa martwe resztki. Mieszanie się roztworu i turbulentny przepływ, mają zatem istotny wpływ na skuteczność płukania kanałów [31]. Microstreaming wiąże się z pobudzaniem przepływu płynu wytwarzanego wzdłuż pracującego narzędzia. W efekcie powstają zawirowania, w tym najszybsze wokół wierzchołka narzędzia kanałowego. Wibracje te wywołują ukierunkowany strumień cieczy niszczący bakterie i ich enzymy [32]. Metoda ta także zabezpiecza okolicę okołowierzchołkową przed przedostaniem się zakażonej treści poza otwór wierzchołkowy, ponieważ wiry akustyczne usuwają resztki miazgi i opiłki zębiny w kierunku ujścia kanału [33]. Badania wskazują również tę metodę jako najskuteczniejszą w usuwaniu warstwy mazistej [34]. Wszystkie te cechy potwierdzają ogromną efektywność metody ultradźwiękowej w leczeniu endodontycznym. W badaniach nad skutecznością irygacji kanałów wykazano, iż aby płukanie było jak najbardziej efektywne narzędzie powinno działać centralnie w kanale. Irygacja ultradźwiękami jest nieskuteczna w kanałach zobliterowanych bądź zakrzywionych, ponieważ kontakt narzędzia ze ścianą hamuje wytwarzane wibracje [35]. Prawidłowe postępowanie zapewnia swobodny przepływ płynu wokół narzędzia oraz sprzyja skutecznemu usuwaniu zanieczyszczeń. Najlepsze są do tego celu cienkie pilniki [36]. Użycie agresywnych pilników może spowodować powstanie stopnia lub perforacji w ścianie kanału. Przed przystąpieniem do płukania metodą ultradźwiękową kanał powinien być opracowany przynajmniej do rozmiaru nr 15 wg ISO. Narzędzie powinno być wprowadzane do kanału w spoczynku i włączane po osiągnięciu długości roboczej [35]. Jeżeli to konieczne, na-

leży je dogiąć zgodnie z krzywizną opracowywanego kanału. Należy pamiętać, iż stosowanie standardowych ograniczników hamuje przepływ ultradźwięków.

Na rynku spotkać można wiele urządzeń generujących fale ultradźwiękowe. Podzielić je można na dwie grupy. Pierwszą z nich są urządzenia magnetostrykcyjne. Przykładami są Cavitron L-D (Caulk Co) i Cavi-Endo (Dentsply). Nowszymi technologicznie są urządzenia piezoelektryczne, np. Piezon Master (EMS), Suni Max i P-max (Satelec) oraz Spartan Ultrasonic System (Obtura Spartan) [38].

Metody mechaniczne

CanalBrush

Pierwszym, z dostępnych na współczesnym rynku stomatologicznym, urządzeniem do mechanicznego płukania kanałów korzeniowych jest endodontyczna szczotka CanalBrush (Coltene Whaledent GmbH+ Co KG, Langenau, Germany). Wykonana z polipropylenu i podłączona do kątnicy przy prędkości obrotów 600 rpm stanowi alternatywę dla pozostałych metod irygacji kanałów korzeniowych. Większość autorów badań nad szczotkami CanalBrush potwierdza ich skuteczność w oczyszczaniu koronowej oraz środkowej części kanału, jednak fragment dowierzchołkowy, podobnie jak w przypadku większości dostępnych metod irygacji, pozostaje zanieczyszczony resztkami zębiny oraz miazgi po instrumentacji [39]. Zwraca się również uwagę na zdolność usuwania pozostałości przy jednoczesnym braku efektywności w eliminacji warstwy mazistej [40]. Al-Ali podaje skuteczność oczyszczania kanałów przez CanalBrush w stopniu porównywalnym z aktywacją ultradźwiękami. Negatywne są natomiast wyniki badań nad usuwaniem wodorotlenku wapnia z systemu kanałowego. Badanie Gorduysus'a nie tylko potwierdziło brak możliwości zapewnienia czystości wierzchołkowej części kanału przez Canal Brush, ale również ujawniło zjawisko zatykania otworu wierzchołkowego przez upychany Ca(OH)₂, doprowadzające nawet do przejścia materiału przez wierzchołek. Niestety dość często dochodzi do złamania szczotki Canalbrush wewnątrz kanału [41]. Podobnie jak w przypadku końcówek Endo-Activator wadą jest brak pochłaniałości promieni RTG przez materiał szczotki, co znacznie utrudnia diagnozę miejsca, w którym pozostał fragment złamanego narzędzia, zwiększając tym samym ryzyko jego przepchnięcia w okolicę okołowierzchołkową przy próbie usunięcia [42].

The Self-Adjusting File

Innym rodzajem systemu do mechanicznej irygacji kanałów jest system The Sel-Adjusting File (SAF),

który umożliwia jednoczesną instrumentację z irygacją. Jest to cylinder, wykonany ze stopu Ni-Ti o wrzecionowatych otworach na całej długości narzędzia [43]. Pilnik jest zdolny do kompresji i dekompresji z zachowaniem topografii i anatomii kanału leczonego zęba. Dostępne są jego dwa rozmiary, o średnicach 1,5 mm oraz 2 mm [43]. Praca pilnika SAF to ruchy posuwisto-zwrotne w osi pionowej na końcówce RDT3 podłączonej do mikrosilnika endodontycznego z prędkością obrotów od 3000 rpm do 5000 rpm [44, 45]. Pilnik połączony jest silikonowym przewodem z pompą VATEA (ReDent Nova), która podaje w trakcie pracy płyn na całą długość kanału korzeniowego z prędkością od 1 do 10 ml/min – możliwa regulacja [46, 47]. W urządzeniu zaleca się stosowanie roztworu podchlorynu sodu lub EDTA [44, 46, 48]. Udowodniono skuteczność działania podchlorynu sodu oraz EDTA w usuwaniu warstwy mazistej oraz zębiny przy pracy SAF, niezależną od stężenia środka, nawet w 1/3 części przywierzchołkowej kanału [46, 49]. Zalecony czas pracy pilnika w kanale korzeniowym to około 4 minuty – dwa cykle po 2 minuty na 1 kanał korzeniowy, z przerwą w celu kontroli drożności [50–52]. Pilnik SAF może ulec zniszczeniu, natomiast najczęstszym miejscem złamania jest miejsce połączenia poszczególnych włókien. Nie narusza to najczęściej ramy narzędzia, a odłamana część nie oddziela się od siatki [45, 51]. Niezwykle istotną cechą pilnika SAF jest brak wywierania nadmiernego ciśnienia pozostającego w kanale płynu na tkanki okołowierzchołkowe. Wartość ciśnienia, wywieranego przez pracujący pilnik oraz ciśnienia nacisku szczytu narzędzia, wynosi 394 Pa [45, 51]. Dla porównania, wtłaczanie płynu z prędkością 5 ml/min przez igłę 25-G, w warunkach 38% wolnej przestrzeni otaczającej igłę, wywiera ciśnienie 1270 Pa [45]. Ciśnienie konieczne do spowodowania transportu płynu poza otwór wierzchołkowy to 832 Pa [45, 51]. Giętkość narzędzia umożliwia opracowanie niemalże wszystkich ścian kanałów, w tym systemów kanałowych typu C [53]. Poprzez opracowanie trudno dostępnych rejonów kanałów korzeniowych pozwala jednocześnie na dotarcie stosowanych roztworów płuczających do tych miejsc [46, 49]. Pilnik SAF znalazł także zastosowanie w rewizji leczenia endodontycznego, jako narzędzie uzupełniające do podstawowego – usuwającego główny zrąb gutaperki [54–56]. To jedyny przedstawiciel nowej grupy narzędzi endodontycznych, które są zdolne do dostosowania swojego kształtu do zastanej anatomii kanału korzeniowego.

Podsumowanie

Analizując wszystkie dostępne współcześnie techniki płukania kanałów korzeniowych, lekarz den-

tysta może czuć się przytłoczony ogromem informacji związanych z tematem. Powyższy przegląd stanowi podstawową, praktyczną wiedzę na temat tej ważnej części każdego niechirurgicznego zabiegu endodontycznego.

W świetle przedstawionych informacji na temat dostępnych technik irygacji systemu kanałowego oraz przytoczonych dowodów naukowych, jednoznacznie można stwierdzić, że najskuteczniejszą metodą wspomagania irygacji są ultradźwięki. Zapewniają intensywny, turbulentny przepływ płynu płuczającego, lecz także obecność dodatkowych zjawisk, takich jak kawitacja, microstreaming czy podniesienie temperatury płynu. Usprawniają nie tylko fizyczne oczyszczenie kanału, ale i wykazują istotne działanie bakteriobójcze.

Wartym uwagi systemem ze względu na swoją innowacyjność jest „anatomiczny” system The Self Adjusting File, który jako jedyny łączy instrumentację z ciągłą podażą świeżego płynu i jednoczesnym usuwaniem resztek skrawanej zębiny z kanału zęba. Używając pilnik SAF nie tylko unikamy zagrożenia zablokowania kanału przez opiłki zębiny, lecz jesteśmy w stanie dotrzeć do trudno dostępnych zachyłków, dzięki adaptacji narzędzia do istniejącej anatomii systemu kanałowego.

Piśmiennictwo

- [1] Gu L, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod.* 2009;35:791–804. English.
- [2] Boutsoukis Ch, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Wesslink PR, van der Sluis LWM. Evaluation of irrigant flow in the root canal using different needle types by an unsteady computational fluid dynamics model. *J Endod.* 2010;36:875–879. English.
- [3] Chow TW. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *J Endod.* 1983;9:475–479. English.
- [4] Ghivari S, Kubasad G. Root canal debris removal using different irrigating needles: An SEM study. *Indian J Dent Res.* 2011;22:659–663. English.
- [5] Boutsoukis Ch, Lambrianidis T, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Wesslink PR, van der Sluis LWM. The effect of needle – insertion depth on the irrigant flow in the root canal: evaluation using an unsteady computational fluid dynamics model. *J Endod.* 2010;36:1664–1668. English.
- [6] Snjaric D, Carija Z, Braut A, Halaji A, Kovacevic M, Kuis D. Irrigation of human prepared root canal – ex vivo based computational fluid dynamics analysis. *Croat Med J* 2012;53:470–479. English.
- [7] Ahuja P, Nandini S, Ballal S, Velmurugan N. Effectiveness of four different final irrigation activation techniques on smear layer removal in curved root canals: A Scanning Electron Microscopy study. *J Dent.* 2014;11:1–9. English.
- [8] Zmener O, Pameijer CH, Serrano SA, Palo RM, Iglesias EF. Efficacy of the NaviTip FX irrigation needle in removing post instrumentational canal smear layer and debris in curved root canals. *J Endod.* 2009;35:1270–1273. English.
- [9] Bramante CM, Pinheiro BC, Garcia RB, Bramante AS, Bernardineli N, Moraes IG, Duarte MAH, Pinheiro TN. Efficacy of the NaviTip FX irrigation needle in removing calcium hydroxide from root canal. *J Clin Exp Dent.* 2012;4:226–229. English.

- [10] Al-Hadlag SM, Al-Turaiki SA, Al-Sulami U, Saad AY. Efficacy of a new brush – covered irrigation needle in removing root canal debris: A Scanning Electron Microscopic study. *J Endod.* 2006;32;1181–1184. English.
- [11] Keir DM, Senia ES, Monstgomery S. Effectiveness of a brush in removing postinstrumentation canal debris. *J Endod.* 1990;16;323–327. English.
- [12] Kamal A, Behnaz G, Marjan H, Ahari Ali M, Sharare MZ. Compare the effectiveness of manual technique and Rinsendo System in the irrigation of Ca(OH)₂ from root canals. *Res J Med. Sci.* 2013;7;9–12. English.
- [13] Chandra V, Gandhi P, Shivanna AK, Srinivas S, Himgiri S, Nischith KG. A Scanning Electron Microscopic study to evaluate the efficacy of NaviTip FX in removing the canal debris during root canal preparation: An in vitro study. *J Contemp Dent Pract.* 2013;14;653–656. English.
- [14] Kolnick J. Zastosowanie kliniczne lasera Er,Cr:YSGG w leczeniu endodontycznym. ENDO TRIBUNE The World's Endodontic Newspaper, vol. 5, nr 1, p4.
- [15] Schoeffel GJ, Rubinstein R. EndoVac® endodontic irrigation: safety, efficacy, and serendipity. *Oral Health.* 2011;101(5):35–39, English.
- [16] Siu C, Baumgartner JC. Comparison of the debridement efficacy of the EndoVac irrigation system and conventional needle root canal irrigation in vivo. *J Endod.* 2010;36:1782–1785. English.
- [17] Nielsen BA, Baumgartner CJ. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *J Endod.* 2007;33:611–615. English.
- [18] Brunson M, Heilborn C, Johnson DJ, Cohenca N. Effect of apical preparation size and preparation taper on irrigant volume delivered by using negative pressure irrigation system. *J Endod.* 2010;36(4):721–724. English.
- [19] Desai P, Himel V. Comparative safety of various intracanal irrigation systems. *J Endod.* 2009;14(4):545–549. English.
- [20] Perard M, Le Goff A, Le Clerc J, Gautier T, Betaud-Gounot V, Dautel A. Study of the RinsEndo action on the smear layer and debris removal by scanning electron microscopy. *Endodontic Practice Today.* 2013;7(1):15. English.
- [21] Vivan RR, Bortolo MV, Duarte MA, Moraes IG, Tanomaru-Filho M, Bramante CM. Scanning electron microscopy analysis of RinsEndo system and conventional irrigation for debris removal. *Braz Dent J.* 2010;21(4):305–9. English.
- [22] Arabska-Przedpeńska B, Pawlicka H. Współczesna endodoncja w praktyce. Wyd. II, str. 241.
- [23] Ruddle CJ. Endodontic disinfection: tsunami irrigation. *Endo Prac.* 2008;11:7–16. English.
- [24] Walmsley AD, Lumley PJ, Laird WR. Oscillatory pattern of sonically powered endodontic files. *Int Endod J.* 1989 May;22(3):125–32. English.
- [25] Blank-Gonçalves LM, Nabeshima CK, Martins GH, Machado ME. Qualitative analysis of the removal of the smear layer in the apical third of curved roots: Conventional irrigation versus activation systems. *J Endod.* 2011;37:1268–71. English.
- [26] Desai P, Himel V. Comparative safety of various intracanal irrigation systems. *J Endod.* 2009;35:545–549. English.
- [27] Ruddle CJ. Cleaning and shaping the root canal systems. W: Cohen S. Pathways of of the pulp. 8. ed. Mosby, St. Luis. 2002, pp 231–291. English.
- [28] de Gregorio C, Estevez R, Cisneros R, Heilborn C, Cohenca N. Effect of EDTA, sonic, and ultrasonic activation on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals: an in vitro study. *J Endod.* 2009 Jun;35(6):891–5. English.
- [29] Jensen SA, Walker TL, Hutter JW, Nicoll BK. Comparison of the cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod.* 1999;25:735–738. English.
- [30] Masalski J, Masalska M. Fizyka dla inżynierów. WNT 2013, t. I.
- [31] Baker NA, Eleazer PD, Averbach RE. Scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigation solutions. *J Endod.* 1975;1:127–35. English.
- [32] Beer R. Ilustrowane Kompendium Endodoncji. Czelej. 2009, 156–157.
- [33] Barańska-Gachowska M. Endodoncja Wieków Rozwojowego i Dojrzałego. Czelej. 2011; 324–328.
- [34] Błochowiak K, Witmanowski H. Pozytywne i negatywne aspekty stosowania ultradźwięków w stomatologii – na podstawie piśmiennictwa. *Czas Stomat.* 2005;LVIII:3.
- [35] Arabska-Przedpeńska A, Pawlicka H. Współczesna endodoncja w praktyce. Bestom, 2012, 231–232.
- [36] Sabins RA, Johnson JD, Hellstein JW. A comparison of the cleaning efficacy of short-term sonic and ultrasonic passive irrigation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod.* 2003;29:674–8. English.
- [37] Sundqvist G, Figdor D. Endodontic treatment of apical periodontitis. In: Ørstavik D, Pitt Ford TR, eds. *Essential endodontology*, 2nd ed. Oxford, UK: Blackwell Science, 1998:242–270. 196. English.
- [38] Plotino G, Pameijer HC, Grande MN, Ultrasonics in Endodontics: A Review of the Literature, American Association of Endodontists. 2007. English.
- [39] Kamel WH, Kataia EM. Comparison of the Efficacy of Smear Clear with and without a Canal Brush in Smear Layer and Debris Removal from Instrumented Root Canal Using WaveOne versus ProTaper: A Scanning Electron Microscopic Study. *J Endod.* 2014 Mar;40(3):446–50. English.
- [40] Garip Y, Sazak H, Gunday M, Hatipoglu S. Evaluation of smear layer removal after use of a canal brush: an SEM study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010 Aug;110(2):e62–6. English.
- [41] Grischke J, Müller-Heine A, Hülsmann M. The effect of four different irrigation systems in the removal of a root canal sealer. *Clin Oral Investig.* 2013 Dec 8. English.
- [42] Türker SA, Koçak MM, Koçak S, Sağlam BC. Comparison of calcium hydroxide removal by self-adjusting file, EndoVac, and CanalBrush agitation techniques: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2013 Sep;16(5):439–43. English.
- [43] Solomonov M. Eight months of clinical experience with the Self-Adjusting File system. *J Endod.* 2011 Jun;37(6):881–7. English.
- [44] De-Deus G, Souza EM, Barino B, Maia J, Zamolyi RQ, Reis C, Kfir A. The self-adjusting file optimizes debridement quality in oval-shaped root canals. *J Endod.* 2011 May;37(5):701–5. English.
- [45] Hof R, Perevalov V, Eltanani M, Zary R, Metzger Z. The self-adjusting file (SAF). Part 2: mechanical analysis. *J Endod.* 2010 Apr;36(4):691–6. English.
- [46] Kaya S, Yiğit-Özer S, Adigüzel Ö. Evaluation of radicular dentin erosion and smear layer removal capacity of Self-Adjusting File using different concentrations of sodium hypochlorite as an initial irrigant. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011 Oct;112(4):524–30. English.
- [47] Cohen S, Levin MD, Berman LH. The SAF EndoSystem: adaptive 3-D cleaning, shaping, and disinfection. *Endodontic practice.* 4;2:34–38. English.
- [48] Block R, Supan P, Bushell A. The Self Adjusting File (SAF) System: Perspectives on a new endodontic technique, The Communicator, Winter. 2012: 24–28. English.
- [49] Metzger Z, Teperovich E, Cohen R, Zary R, Paqué F, Hülsmann M. The self-adjusting file (SAF). Part 3: removal of debris and smear layer-A scanning electron microscope study. *J Endod.* 2010 Apr;36(4):697–702. English.
- [50] Ozer S.Y, Adiguzel O, Kaya S. Removal of Debris and Smear Layer in Curved Root Canals Using Self-Adjusting File with Different Operation Times – A Scanning Electron Microscope Study, *Int Dent Res.* 2011; 1: 1–6. English.
- [51] Metzger Z, Teperovich E, Zary R, Cohen R, Hof R. The self-adjusting file (SAF). Part 1: respecting the root canal anatomy--a new concept of endodontic files and its implementation. *J Endod.* 2010 Apr;36(4):679–90. English.

- [52] Alves FR, Almeida BM, Neves MA, Rôças IN, Siqueira JF Jr. Time-dependent antibacterial effects of the self-adjusting file used with two sodium hypochlorite concentrations. *J Endod.* 2011 Oct;37(10):1451–5. English.
- [53] Solomonov M, Paqué F, Fan B, Eilat Y, Berman LH. The challenge of C-shaped canal systems: a comparative study of the self-adjusting file and ProTaper. *J Endod.* 2012 Feb;38(2):209–14. English.
- [54] Abramovitz I, Relles-Bonar S, Baransi B, Kfir A. The effectiveness of a self-adjusting file to remove residual gutta-percha after retreatment with rotary files. *Int Endod J.* 2012 Apr;45(4):386–92. English.
- [55] Solomonov M, Paqué F, Kaya S, Adigüzel O, Kfir A, Yiğit-Özer S. Self-adjusting files in retreatment: a high-resolution micro-computed tomography study. *J Endod.* 2012 Sep;38(9):1283–7. English.
- [56] Voet KC, Wu MK, Wesselink PR, Shemesh H. Removal of gutta-percha from root canals using the self-adjusting file. *J Endod.* 2012 Jul;38(7):1004–6. English.

Adres do korespondencji:

Hubert Gołąbek
tel.: +48 691 566 646
e-mail: hubert58@vp.pl