Współczesne metody opracowania ubytków zmineralizowanych tkanek zębów – przegląd piśmiennictwa

Modern methods of hard tissue cavity preparation – literature overview

Dorota Berczyńska¹✉, Jadwiga Buczkowska-Radlińska², Paweł Berczyński¹, Anna Gmerek³

¹ Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, Studium Doktoranckie przy Katedrze i Zakładzie Stomatologii Zachowawczej i Endodoncji, al. Powstańców Wlkp. 72, 70-111 Szczecin

Pomeranian Medical University in Szczecin, Doctoral Studies in the Department of Conservative Dentistry and Endodontics

² Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, Katedra i Zakład Stomatologii Zachowawczej i Endodoncji, al. Powstańców Wlkp. 72, 70-111 Szczecin

Pomeranian Medical University in Szczecin, Department of Conservative Dentistry and Endodontics

³ Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, Studium Doktoranckie przy Zakładzie Stomatologii Zachowawczej Przedklinicznej i Endodoncji Przedklinicznej, al. Powstańców Wlkp. 72, 70-111 Szczecin

Pomeranian Medical University in Szczecin, Doctoral Study in the Department of Preclinical Conservative Dentistry and Preclinical Endodontics

✉ dorotaberczynska@gmail.com

ABSTRACT

Undeniably, adhesives play crucial role in modern dentistry. In order to deliver high bonding quality, profound removal of decayed hard tissues is indispensable, along with a healthy tissue preservation. There is a great variety of tools and agents, dentists can use in practice. The most popular among them are

certainly dental drill units. However, air abrasion, ultrasonic generators and lasers are also relevant. While selecting the right approach, both advantages and limitations of a particular technique must be considered.

Keywords: Carisolv; Papacarie; ceramic burs; tungsten carbide burs; laser Er:YAG.

ABSTRAKT

We współczesnej stomatologii bardzo ważną rolę odgrywają materiały adhezyjne. Żeby uzyskać wysokiej jakości połączenie materiałów adhezyjnych z tkankami zęba, niezbędne jest dokładne i całkowite usunięcie zmienionych próchnicowo tkanek, przy możliwie jak najmniejszym naruszeniu zdrowych tkanek. Na rynku dostępnych jest wiele narzędzi i preparatów, którymi

lekarz może się posłużyć w swojej praktyce. Najbardziej popularne są wiertła stomatologiczne, ale dentyści korzystają również z laserów, abrazji powietrznej, ultradźwięków, a także preparatów chemicznych. Przy wyborze techniki pracy powinno się uwzględnić wady i zalety każdej z nich.

Słowa kluczowe: Carisolv; Papacarie; wiertła ceramiczne; wiertła z węgla spiekane; laser Er:YAG.

WSTĘP

Nowoczesna stomatologia przede wszystkim jest minimalnie inwazyjna. Etap opracowywania ubytku próchnicowego to jeden z najważniejszych etapów podczas całego postępowania stomatologicznego. Całkowite usunięcie tkanek zmienionych próchnicowo zapobiega powstaniu próchnicy resztkowej i podminowaniu wypełnienia. Jednocześnie ilość zachowanych tkanek własnych zęba jest głównym czynnikiem podczas podejmowania decyzji o rodzaju planowanej odbudowy utraconych tkanek twardych. U podstaw stomatologii minimalnie inwazyjnej leży jak najoszczędniejsze opracowanie tkanek zmienionych próchnicowo, aby uzyskać jak największą powierzchnię do połączenia z materiałem wypełniającym i, w miarę możliwości, nienaruszoną miazgę. Z kolei niedokładne oczyszczenie ubytku spowoduje brak adhezji wypełnienia do tkanek zęba i powstanie mikroprzecieku. Usuwanie zębiny próchnicowej rozpoczyna się od połączenia szklino-zębinowego. Ten rejon należy oczyścić bardzo dokładnie, nie

pozostawiając zdemineralizowaną tkankę. Następnie poprzez ściany boczne przechodzi się do dna ubytku. Zębina zmieniona próchnicowo dzieli się na dwie warstwy: zewnętrzną – zakażoną i mocno odwapnioną oraz wewnętrzną, która jest mniej odwapniona i która nie uległa infekcji bakteryjnej. Warstwa zewnętrzna musi zostać bezwzględnie usunięta, natomiast warstwę wewnętrzną można w tym miejscu pozostawić, gdyż może ulec remineralizacji.

Ilość zachowanych tkanek twardych zęba w znacznej mierze zależy od wybranej przez lekarza techniki usuwania próchnicy. Lekarz przy jej wyborze powinien uwzględnić takie czynniki jak współpraca z pacjentem oraz posiadane zaplecze stomatologiczne. Metodą najczęściej stosowaną w gabinetach stomatologicznych jest mechaniczne usuwanie zmienionych próchnicowo tkanek za pośrednictwem wiertarki szybkoobrotowej i wolnoobrotowej. Wiertła stomatologiczne mogą być wykonane ze stali, węglików spiekanych, ceramiki czy tworzyw sztucznych, a także charakteryzować się obecnością nasypu diamentowego. Alternatywą dla stosowania narzędzi tnących

są środki chemiczne, a w ostatnim czasie obserwuje się również wzrost znaczenia końcówek ultradźwiękowych, abrazyj powietrznej oraz laserów stomatologicznych.

WIERTŁA

Obecnie na rynku produktów stomatologicznych dostępnych jest kilka rodzajów wiertel służących do usuwania zmienionych próchnicowo twardych tkanek zęba. Wiertła różnią się: wielkością, rozmiarem, kompatybilnością z końcówką stomatologiczną oraz przede wszystkim materiałem, z którego są wyprodukowane (węglik spiekany, diament, materiały alternatywne dla metali, takie jak polieteroeteroketon i ceramika).

To właśnie ta ostatnia właściwość ma największy wpływ na charakterystykę wiertła oraz jego przeznaczenie. Prowadzone badania dowiodły, że wiertła z nasypem diamentowym oraz z węglików spiekanych w takim samym stopniu usuwają zębinę zdrową co zmienioną próchnicowo. Usunięcie zdrowej warstwy zębiny prowadzi do osłabienia tkanek zęba, a także może powodować występowanie nadwrażliwości pozabiegowej. Pogląd ten stał u podstawy opracowania wiertel z polieteroeteroketonu (PEEK). Producenci podają, że główną zaletą wiertel z PEEK, np. SmartPrep, SS White Burs (Inc., Lakewood, NJ, USA), jest zdolność do usuwania tkanek zmienionych próchnicowo oraz oszczędzania tkanek zdrowych. Skutkowało to brakiem dolegliwości bólowych. Według zaleceń producenta wiertło powinno być używane ze zmniejszoną prędkością obrotową, oscylującą w granicach 500–800 obr./min.

Meller i wsp. w badaniu *in vitro* przeprowadzonym na 30 usuniętych zębach ocenili czas potrzebny na opracowanie zmiany próchnicowej wiertłem z PEEK oraz z węglików spiekanych. Ocenie podlegał również stopień czystości ubytku, sprawdzony przy użyciu środka wybarwiającego próchnicę. Biorąc pod uwagę ograniczenia metodyki tego badania, nie wykazano statystycznej różnicy pomiędzy czasem opracowywania ubytku różnymi wiertłami. Stopień czystości ubytku również nie był zależny od rodzaju wiertła [1].

Podobne wyniki dotyczące czasu opracowania ubytku próchnicowego przy użyciu wiertel SmartPrep oraz z węglików spiekanych otrzymali Dammaschke i wsp. Badanie obejmowało 100 próbek przygotowanych z 50 usuniętych zębów. Poproszono 10 operatorów o usunięcie próchnicowo zmienionych tkanek przy użyciu obu wymienionych rodzajów wiertel. Czas potrzebny na opracowanie ubytku był bardzo zbliżony [2]. Prabhakar i Kiran dowiedli, że wiertła z węglików spiekanych mają większą zdolność do usuwania tkanek próchnicowych, jednak przekłada się to na zbyt rozległe opracowanie ogniska próchnicowego, skutkujące usuwaniem zdrowej zębiny. W przytoczonym badaniu nie stwierdzono radiologicznie obecności próchnicy wtórnej po 6 miesiącach od ukończonego leczenia, zarówno w ubytkach leczonych tradycyjnym wiertłem, jak i wiertłem z PEEK. Nie stwierdzono również różnicy w odczuciach pacjentów podczas opracowywania ubytków obydwoma rodzajami wiertel [3].

Bardzo ważnym elementem skuteczności leczenia jest szczelność wypełnienia wynikająca z adhezji materiałów do tkanek zęba.

Silva i wsp. przeprowadzając badanie na 16 zębach trzonowych z obecnością próchnicy oraz 8 zdrowych, uzyskali słabszą siłę wiązania wypełnień kompozytowych w ubytkach preparowanych przy użyciu wiertel z PEEK. Według tych autorów spowodowane to było obecnością nie w pełni usuniętej zębiny próchnicowej, która zawierała więcej wody i przez to utrudniała wiązanie systemu łączącego [4].

Siła wiązania wypełnień kompozytowych do opracowanych tkanek twardych zęba badana była także przez Barrosa i wsp. Dowiedli oni, że w porównaniu z używaniem wiertel z nasypem diamentowym stosowanie do preparacji ubytków wiertel z węglików spiekanych może zwiększać siłę wiązania systemu łączącego. W badaniu skaningową mikroskopią elektronową (SEM) zaobserwowano, że powierzchnia tkanek zęba po użyciu wiertel z węglików charakteryzuje się mniejszą ilością czopów z warstwy mazistej w porównaniu z ubytkami preparowanymi przy użyciu wiertel diamentowych, co ma bezpośredni wpływ na siłę połączenia tkanek zęba z kompozytem [5].

Alternatywą dla najpowszechniej stosowanych wiertel z węglików spiekanych są również wiertła wykonane z ceramiki opartej na tlenku cyrkonu i tlenku glinu. Producent twierdzi, że pozwalają one na kontrolowane opracowanie ubytku, gdyż usuwają tylko zmienioną próchnicowo rozmiękłą zębinę, a ich żywotność jest 3-krotnie większa niż wiertła różyczkowego z węglika spiekanego. Zalecana liczba obrotów podczas pracy to 1500/min.

Neves Ade i wsp. w badaniu *in vitro* przeprowadzonym na 63 usuniętych zębach trzonowych dowiedli jednak, że używanie wiertel ceramicznych CeraBur (K1SM, Komet-Brasseler, Lemgo, Germany) może przyczyniać się do pozostawienia zębiny próchnicowej. Badanie obejmowało porównanie skuteczności oczyszczania ubytków m.in.: laserem Er:YAG, wiertłami CeraBur oraz z węglików spiekanych, a także metodą chemiczną za pośrednictwem preparatu Carisolv. Dokładność usunięcia próchnicowo zmienionych tkanek oceniona została w badaniu mikrotomograficznym, wykonanym przed opracowaniem ubytku i po jego opracowaniu [6].

Podsumowując, największą zaletą wiertel jest szybkość opracowania ubytku próchnicowego. Szeroki wybór i przystępna cena pozwalają dobrać odpowiedni typ i rozmiar do warunków klinicznych. Nie ma także potrzeby inwestowania w dodatkową aparaturę. Jednak ich stosowanie wymaga doświadczenia i uwagi, ponieważ bardzo łatwo można usunąć zbyt dużo zdrowych tkanek. Nie bez znaczenia dla pacjentów są też doznania akustyczne oraz bólowe.

PREPARATY CHEMICZNE

Carisolv

Carisolv (Medi Team, Szwecja) jest preparatem chemicznym stosowanym bezpośrednio na zmienione próchnicowo tkanki. Jego głównym składnikiem jest podchloryn sodu, który

mieszany jest z trzema aminokwasami – leucyną, lizyną i kwasem glutaminowym. Pozostałymi składnikami są: chlorek sodu, wodorotlenek sodu, karboksymetyloceluloza (środek zagęszczający) oraz erytrozyna (nadająca różową barwę). Preparat służy do chemomechanicznego usuwania tkanek próchnicowych.

Randomizowane badanie Lozano-Chourio i wsp., obejmujące 80 zębów trzonowych mlecznych, przeprowadzone zostało na 40 dzieciach w wieku 7 lat. Przy porównywaniu działania preparatu Carisolv oraz mechanicznego usuwania zębiny próchnicowej z użyciem końcówki szybkoobrotowej brane pod uwagę były: czas preparacji, odczucia pacjenta, a także szerokość wlotu ubytku. Usuwanie zębiny próchnicowej przy użyciu preparatu Carisolv zajmowało blisko 3-krotnie więcej czasu. Ból zgłoszony był tylko przez 7 uczestników badania w porównaniu z 16, u których ubytek próchnicowy opracowywany był wiertłem na końcówkę szybkoobrotową. Wszystkie oczyszczone ubytki ocenione zostały jako wolne od próchnicy. Uzyskane wyniki pozostają w zgodzie z wynikami otrzymanymi przez innych badaczy, takich jak Ericson i wsp. [7].

Fure i wsp. w swoim randomizowanym kontrolowanym badaniu opracowali 60 ubytków, z czego 34 za pomocą preparatu Carisolv, a 26 narzędziami rotacyjnymi. Sprawdzali przy tym czystość ubytku, ocenianą klinicznie przez niezależną osobę, czas opracowania ubytku oraz odczucia pacjentów. Wszystkie ubytki zostały ocenione jako całkowicie oczyszczone. Po roku nie stwierdzono żadnych nieprawidłowości w wyglądzie wypełnień oraz reakcji miazgi. Czas opracowania Carisolvem był średnio o 1,5 min dłuższy, ale tylko 4 pacjentów poprosiło o znieczulenie, a pozostali nie zgłaszali żadnych dolegliwości, natomiast podczas stosowania wiertła o znieczulenie poprosiło 6 pacjentów, a 12 odczuło ból [8].

Flückiger i wsp. przeprowadzili badanie *in vitro* na 22 świeżo usuniętych zębach mlecznych. Każdy ubytek podzielony został na 3 części, z czego jedna opracowana została samym ekskawatorem, druga z dodatkową pomocą preparatu Carisolv, a trzecia stanowiła próbę kontrolną. Histologicznie potwierdzono całkowite usunięcie zębiny próchnicowej w obu metodach [9].

Odmienne skuteczność, wynoszącą 62,5%, w pracy z preparatem Carisolv osiągnęli Maragakis i wsp., porównując go z narzędziami rotacyjnymi. Mogło być to jednak spowodowane tym, że maksymalny czas pracy preparatu ograniczony został do 15 min. Badanie przeprowadzono klinicznie na 32 zębach mlecznych u 16 dzieci, oceniając jednocześnie ich odczucia za pomocą ankiety. Jedenaścioro dzieci lepiej oceniło narzędzia rotacyjne i nie poleciłoby Carisolvu swoim kolegom [10].

Lai i wsp. dokonali przeglądu piśmiennictwa dotyczącego porównania opracowywania ubytków próchnicowych preparatem Carisolv oraz metodą tradycyjną z użyciem instrumentów rotacyjnych. Wszystkie badania dotyczyły uzębienia mlecznego. Do przeglądu zakwalifikowano 10 badań spośród 195, obejmujących 532 leczone zęby u 348 pacjentów. Nie odnotowano istotnej statystycznie różnicy w skuteczności usuwania zębiny próchnicowej pomiędzy ocenianymi metodami. Jednoznacznie wykazano, że zastosowanie preparatu Carisolv

wymaga dużo więcej czasu, ale jednocześnie dużo rzadziej potrzebne jest podanie znieczulenia [11].

Banerjee i wsp., porównując 5 alternatywnych metod preparacji ubytków próchnicowych, wykazali, że stosowanie preparatu Carisolv skutkuje usunięciem właściwej ilości zębiny próchnicowej w przeciwieństwie do pozostałych metod. W badaniu przeprowadzonym na 80 usuniętych zębach trzonowych porównano: ręczną ekskawację, opracowanie wiertłem z węglików spiekanych, Carisolv, sonoabrazję oraz abrazję powietrzną. Stosowanie wiertła prowadziło do usuwania również zdrowej zębiny, natomiast sonoabrazja i abrazja powietrzna nie oczyszczały w dostatecznym stopniu ubytków próchnicowych [12]. Jest to zgodne również z wnioskami użytymi w badaniu Neves Ade i wsp. [6].

Papacarie

Papacarie (Formula and Acao, Sao Paulo, Brazylia) jest alternatywnym preparatem dla Carisolvu. W skład wprowadzonego w 2005 r. żelu wchodzi papaina oraz chloraminy. Papaina jest naturalnym białkowym enzymem mającym właściwości przeciwbakteryjne i przeciwzapalne. Precyzyjny sposób działania papainy nie został szczegółowo poznany, jednakże dowiedziono, że inhibitorem tego enzymu jest α 1-antytrypsyna, obecna tylko w zdrowych tkankach. Brak tego białka w zmienionych próchnicowo tkankach powoduje rozkładanie kolagenu za pośrednictwem papainy [13].

Goyal i wsp. przeprowadzili badanie w grupie obejmującej 25 dzieci, u których zdiagnozowano co najmniej 2 zęby mleczne z ubytkiem próchnicowym na powierzchni żującej lub przyszyjkowej. Porównując efektywność leczenia metodą rotacyjną oraz Papacarie, dowiedli, że poziom czystości ubytku nie różnił się istotnie. Jednak ze względu na samą technikę pracy oraz mniejsze doznania bólowe pacjenci lepiej ocenili preparat Papacarie mimo dłuższego czasu wizyty [14].

Gupta i wsp. przeprowadzili badanie mikrobiologiczne ubytków przed preparacją oraz po preparacji za pomocą preparatu Papacarie. Badanie obejmowało 30 ubytków próchnicowych. Otrzymane wyniki wykazały wysoką liczebność bakterii próchnicotwórczych po opracowaniu ubytku mimo spełnienia klinicznych wytycznych co do czystości ubytku próchnicowego [15].

Kochhar i wsp. dowiedli, że stosowanie preparatu Papacarie jest najszybszą metodą ze wszystkich chemicznych metod usuwania próchnicy. Jednak osiągnięty średni czas opracowywania ubytku jest wysoce zależny od poziomu współpracy pacjenta. Badanie przeprowadzone zostało na grupie 80 dzieci. Metodami użytymi w badaniu były: ręczna ekskawacja, opracowanie tkanek wiertłem, dwie metody opracowania chemicznego – preparat Carisolv oraz Papacarie. Badacze porównywali czas poświęcony na prawidłowe opracowanie ubytku oraz komfort pacjentów, prosząc o wypełnienie indywidualnego kwestionariusza [16].

Corrêa i wsp. [17], a także Jawa i wsp. [18] dowiedli, że powierzchnia ubytku po opracowaniu Papacarie pozbawiona jest warstwy mazistej, co może mieć wpływ na wysoki odsetek powodzeń w rekonstrukcji utraconych tkanek.

Motta i wsp. w randomizowanym badaniu klinicznym, obejmującym 24-miesięczną obserwację wypełnień założonych po leczeniu preparatem Papacarie, osiągnęli sukces leczniczy na poziomie 80%. Autorzy wskazują, że dzięki stosowaniu metody chemicznej pozostaje więcej nienaruszonego szkliwa, którego ilość ma niebagatelny wpływ na szczelność wypełnienia kompozytowego, a wspomniany brak warstwy mazistej gwarantuje bardzo dobre połączenie adhezyjne [19].

Stosowanie metod chemicznych pozwala znacząco zredukować użycie wiertła, co ma duży wpływ na komfort leczonych pacjentów, szczególnie dzieci. Preparaty te usuwają tylko zębinę zmienioną próchnicowo, bez naruszania zdrowej tkanki. Problemem jest wielokrotnie dłuższy czas potrzebny na opracowanie ubytku w porównaniu z wiertłem. Nieprzyjemny smak można wyeliminować dzięki użyciu koferdamu, jednak przy słabej współpracy pacjentów małoletnich stanowi to duże utrudnienie.

LASER

W stomatologii zachowawczej najbardziej rozpowszechnione są lasery erbowo-yagowe (Er:YAG) o długości wiązki lasera 2940 nm. Kiedy wiązka lasera dotyka powierzchni zęba, cząsteczki wody absorbują światło, przez co wzrasta ich temperatura i następuje odparowanie. Reakcja ta powoduje miejscowy wzrost ciśnienia oraz mikroeksplozje, dzięki czemu usuwane są twarde tkanki zęba. Proces ten nazwany jest termochemiczną ablacją. Należy pamiętać, że w przypadku stosowania lasera w uzębieniu mlecznym trzeba się posłużyć innymi ustawieniami określającymi wiązkę lasera. Ma to związek ze zwiększonym poziomem uwodnienia tkanek twardych uzębienia mlecznego [20]. Laser Er:YAG pracuje cicho i nie powoduje wibracji w porównaniu z metodą konwencjonalną [21]. Niektóre badania dowodzą, że stosowanie lasera jest mniej bolesne i w wielu przypadkach pozwala uniknąć znieczulenia [22]. Wymogiem przy używaniu lasera jest jednak stosowanie chłodzenia wodnego ze względu na wzrost temperatury nawet do 800°C i możliwość przegrzania miazgi zęba [23, 24, 25].

DenBesten i wsp. przeprowadzili badanie porównujące opracowanie ubytku za pomocą dwóch metod: laserowej oraz konwencjonalnej. Obejmowało ono 82 zęby opracowane laserem Er:YAG i 42 zęby opracowane wiertłem przez 2 operatorów. Każdy ubytek został sprawdzony przez dodatkowego obserwatora i w razie wątpliwości był ponownie opracowany. Tylko 7% pacjentów leczonych przy użyciu lasera poprosiło o znieczulenie w porównaniu z 26% pacjentów leczonych metodą konwencjonalną. Średni czas był nieco wyższy dla opracowania laserowego, jednak biorąc pod uwagę fakt, że w odczuciu autorów opracowanie laserowe pozwoliło zachować większą ilość zdrowych tkanek, wydaje się to być niewielkim ograniczeniem metody. Dodatkowo odpowiedź miazgi w zębach leczonych monitorowana była przez kolejne 3 miesiące na wizytach kontrolnych. Nie zanotowano żadnych powikłań zarówno w grupie zębów leczonych laserem, jak i przy użyciu wiertła [26].

W randomizowanym klinicznym badaniu Dommnisch i wsp. porównali konwencjonalną metodę opracowania ubytku oraz metodę laserową kontrolowaną za pomocą fluorescencji na 102 zmianach próchnicowych u 26 pacjentów. Wszystkie ubytki otwarte zostały wiertłem, a następnie powierzchnię zmiany podzielono na 2 pola. Jedno było opracowywane laserem, a drugie metodą konwencjonalną. Każdy opracowany ubytek został sprawdzony przez inną osobę, ale żadna z nich nie wiedziała, której metody użyto. Ponadto po usunięciu próchnicy pobrane zostały próbki do oceny ilości *Streptococcus mutans* oraz *Lactobacillus*. Autorzy podają, że efektywność oczyszczania ubytków metodą laserową jest taka sama jak konwencjonalną, a poziom bakterii pozostałych w ubytku nie ma klinicznego znaczenia [27].

Przytoczone wyniki znajdują potwierdzenie także w badaniach Hadleya i wsp., wg których metoda laserowa ma taką samą skuteczność w opracowywaniu ubytku próchnicowego co konwencjonalna [28].

Nie ma naukowej zgody co do czasu opracowywania ubytków za pośrednictwem lasera. Czas opracowywania ubytku w badaniu Dommnischa i wsp. był 3-krotnie dłuższy niż w przypadku użycia narzędzi rotacyjnych, natomiast w badaniu Kellera i wsp. [29] oraz Liu i wsp. [30] był dłuższy 2-krotnie. Z kolei w badaniu DenBesten i wsp. czas opracowywania ubytku za pomocą obydwu metod był na tym samym poziomie [26].

Brakuje natomiast długoczasowych badań sprawdzających szczelność wypełnienia po opracowaniu ubytku laserem. W większości badań prowadzony jest monitoring wypełnień przez okres 3–6 miesięcy, co jest stanowczo za krótkim czasem, by móc określić sukces leczniczy. Przeszkodą w stosowaniu lasera może być również wysoka cena urządzenia.

SYSTEMY DŹWIĘKOWE

Nowoczesną alternatywą dla wymienionych metod opracowywania tkanek zmienionych próchnicowo są końcówki ultradźwiękowe. Ultradźwięki to fale dźwiękowe niesłyszalne dla człowieka, których częstotliwość zawiera się w granicach od 20 kHz do 1 GHz.

Jednym z rodzajów końcówek dźwiękowych dostępnych na rynku jest system Sonicflex (Kavo, Wielka Brytania). Jest to system do minimalnie inwazyjnego opracowania trudno dostępnych zmian próchnicowych na powierzchniach stycznych przy użyciu końcówek o różnym kształcie: tradycyjna kulka – służy do opracowywania miejsc łatwo dostępnych, półkulka – umożliwia zabezpieczenie przed uszkodzeniem sąsiadujący ze zmianą ząb, końcówka kątowa – służy do zukośnięcia brzegów szkliwa. Wszystkie końcówki posiadają nasyp diamentowy i pracują z częstotliwością 6000 Hz.

Bardzo często podczas opracowywania ubytków zlokalizowanych na powierzchniach stycznych dochodzi do uszkodzenia sąsiedniego zęba. Zwykle jest ono niezamierzone i może być spowodowane np. nagłym poruszeniem pacjenta, szczególnie gdy zabieg wykonywany jest bez znieczulenia. Według Hugo

i Stassinakis oraz Hugo i wsp. końcówki dźwiękowe i ultradźwiękowe pozwalają opracować ubytek na powierzchniach stycznych bez uszkodzenia zęba sąsiedniego [31, 32].

Wicht i wsp. porównali sposób opracowywania ubytku klasy II. Materiał do badań stanowiło 48 usuniętych zębów przedtrzonowych, a porównywanymi metodami była tradycyjna preparacja wiertłem oraz systemy opracowywania ultradźwiękowego. Badacze zauważyli, że nawet końcówki ultradźwiękowe mogą powodować niewielkie uszkodzenia szkliwa zębów sąsiednich, uwidaczniające się dopiero w obrazie mikroskopowym, jednak uznali je za nieistotne klinicznie. Preparacja metodą tradycyjną była najszybsza, a wszystkie metody pozwoliły w takim samym stopniu doczyścić powierzchnię ubytku. Kształt ubytków różnił się w zależności od zastosowanej metody i był najbardziej korzystny po użyciu końcówki półkulistej. Brzegi szkliwa wykazywały zukośnienie i charakteryzowały się najmniejszą liczbą pęknięć w obrębie szkliwa [33].

W badaniu *in vitro* przeprowadzonym przez Vanderlei i wsp., dotyczącym zmiany temperatury podczas opracowywania ubytku, dowiedziono, że czas potrzebny na usunięcie tkanek próchnicowych jest wielokrotnie dłuższy w przypadku stosowania ultradźwięków niż końcówki szybkoobrotowej. W badaniu operatorzy ultradźwięków potrzebowali ok. 14 min, podczas gdy opracowywanie końcówką szybkoobrotową zostało skrócone do 4 min. Wzrost poziomu temperatury był zbliżony w przypadku stosowania obydwu metod [34].

Baraba i wsp. przeprowadzili badanie *in vitro* na 36 usuniętych zębach trzonowych. W zębach usunięto różnymi metodami część szkliwa z powierzchni okluzyjnej, uzyskując płaską powierzchnię zębiny. Do usunięcia szkliwa wykorzystano abrazję powietrzną oraz końcówkę dźwiękową Sonicflex. Każda z grup liczyła 12 zębów. Wszystkie wypełnienia założone zostały z użyciem tego samego samotrąwiącego systemu łączącego. Następnie zęby poddano obciążeniom. Z każdej grupy wybrano 2 próbki, które zostały poddane badaniu przy użyciu skaningowego mikroskopu elektronowego. Na podstawie wyników stwierdzono, że metoda opracowania powierzchni ubytku nie ma bezpośredniego wpływu na siłę wiązania wypełnień zakładanych przy udziale samotrąwiącego systemu łączącego [35].

Niewielka liczba dostępnych badań nie pozwala na wnikliwą ocenę klinicznej przydatności opisanej metody. Należy zauważyć, że ultradźwięki stosowane podczas etapu opracowywania ubytku próchnicowego pozwalają na uniknięcie części jatrogennych powikłań, takich jak np. przegrzanie miazgi lub uszkodzenie zęba sąsiedniego. Jednak wydłużony czas pracy, a także wysoka cena i ograniczony wybór końcówek powodują, że nie jest to powszechnie stosowana metoda.

ABRAZJA POWIETRZNA

Jedną z nowszych metod do opracowywania ubytków próchnicowych jest abrazja powietrzna. Najczęściej stosowana jest w leczeniu niewielkich ubytków w obrębie bruzd i szczelin. Urządzenie wyrzuca z dyszy mieszaninę wody, gazu oraz

substancji ścierniej o rozmiarach cząsteczek 5–50 µm pod ciśnieniem 4,5–7 barów. Strumień kieruje się pod kątem 90° do powierzchni zęba z odległości ok. 1 mm [36]. Metoda często jest określana jako bezbolesna. Jednak ze względu na pylenie i drażniące działanie na błony śluzowe nie można jej stosować u wszystkich pacjentów. Przeciwwskazana jest u osób z astmą, niedrożnością górnych dróg oddechowych, stanami zapalnymi błony śluzowej jamy ustnej, przewlekłym zapaleniem oskrzeli oraz w przypadku alergii na substancję ścierną.

Abrazja powietrzna wykorzystująca tlenek glinu o średnicy 27 µm jest zdolna do usunięcia złogów z miejsc trudno dostępnych, a także tkanek zmienionych próchnicowo, jednakże poważną wadą tego ścierniwa jest to, że znacznie lepiej i szybciej usuwana jest zdrowa zębina niż próchnicowa. Prawdopodobnie spowodowane jest to konsystencją zmiany próchnicowej, która jako tkanka bardziej miękka dużo lepiej pochłania i niweluje energię kinetyczną ścierniwa, zmniejszając jego możliwości tnące [37].

Powierzchnia ubytku próchnicowego opracowana przy użyciu 50 µm tlenku glinu cechuje się cieńszą warstwą mazi, niż ta uzyskana po opracowywaniu wiertłem stomatologicznym, jednak potrzeba większej liczby badań, aby określić, czy ma to kliniczne znaczenie [38].

Mieszanina tlenku glinu oraz hydroksyapatytu w stosunku 3 : 1 okazała się mieć taką samą skuteczność co ręczna ekstrakcja [12].

Obecnie głównym kierunkiem w rozwoju abrazji powietrznej jest zastosowanie nowego rodzaju ścierniwa, które miałyby zastąpić stosowany korund, czyli tlenek glinu. Tan i wsp. przeprowadzili badanie *in vitro*, wykorzystując dwa rodzaje ścierniwa – tlenek glinu oraz ścierniwo własnej produkcji NaoSR, składające się z fluoryzowanego bioaktywnego szkła. Określili oni, że fluoryzowane bioszkle ma potencjał remineralizacyjny, co może pozytywnie wpływać na opracowane ubytki próchnicowe. W dodatku NaoSR ma lepsze właściwości tnące dzięki bardziej ostremu kształtowi cząsteczek [39].

Z kolei Banerjee i wsp. w badaniu *in vitro* obejmującym 20 usuniętych trzonowców porównywali tnące zdolności tlenku glinu z bioaktywnym szkłem 45S5. Poza ubytkami próchnicowymi opracowywano także zdrowe tkanki zęba, sprawdzając tym samym zdolność odpowiedniego rodzaju ścierniwa do nadpreparacji. W badaniu uczestniczył jeden operator, którego dla zachowania zasad obiektywizmu nie poinformowano, którym ścierniwem pracuje. Stopień opracowania ubytku oceniany był w miejscowym 2,6-krotnym powiększeniu, a czas poświęcony na opracowanie ubytku mierzony był dla każdej z metod. Następnie, po wykonaniu replik z żywicy, próbki zostały poddane ocenie w skaningowym mikroskopie elektronowym pod względem modyfikacji powierzchni oraz ilości usuniętych tkanek próchnicowych i zmineralizowanych – w przypadku zębów zdrowych. Bioaktywne szkło uznano za materiał lepszy do zastosowania klinicznego w codziennej praktyce. Dużym atutem 45S5 w porównaniu z tlenkiem glinu jest brak możliwości usunięcia zdrowych tkanek. Ta właściwość przydaje się szczególnie podczas oczyszczania niepewnych klinicznie bruzd. Istnieje wówczas pewność, że zdrowe szkliwo nie

zostanie nieuważnie usunięte. Niestety, mniejszy potencjał tnący bioaktywnego szkła powoduje wydłużenie opracowywania ubytku próchnicowego w porównaniu z tlenkiem glinu [40].

Eshghi i wsp. również porównywali dwa typy ścierniwa, tlenek glinu oraz bioaktywne szkło, jednak głównym problemem badawczym był wpływ rodzaju ścierniwa na siłę wiązania uzyskaną w postępowaniu adhezyjnym podczas odbudowy utraconych tkanek. Badanie miało charakter *in vitro* i obejmowało 96 próbek utworzonych z 48 stałych trzonowców pozbawionych korzeni. Do badania użyto dwa rodzaje systemów łączących: Optibond FL oraz Clearfil SE Bond. Wszystkie próbki poddane zostały takiej samej liczbie termocykli, a następnie zostały ocenione w skaningowym mikroskopie elektronowym. Badacze nie odkryli istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami kontrolnymi. Zęby wypełnione przy użyciu systemu samotrawiącego wykazywały podobną jakość wypełnień jak wypełnione przy użyciu systemu wymagającego wytrawiania kwasem. Natomiast obraz w SEM wskazywał na bardziej regularną powierzchnię po opracowaniu bioaktywnym szkłem w porównaniu z tlenkiem glinu, jednak badacze stwierdzili, że nie ma to klinicznego znaczenia [41].

Abrazja powietrzna doskonale sprawdza się podczas minimalnej preparacji bruzd w przypadku wątpliwości diagnostycznych. Dolegliwości bólowe podczas opracowania ubytku są znacznie zredukowane. Jednak ze względu na pylenie nie można jej stosować u wszystkich pacjentów. Aparatura ma wysoką cenę, a ścierniwa nie są doskonałe i w przypadku zębiny istnieje wysokie ryzyko usunięcia zdrowej tkanki.

PODSUMOWANIE

Rynek narzędzi stomatologicznych stale się rozwija. Powstają nowe urządzenia i preparaty, aby zwiększyć jakość świadczonych usług, zadowolenie pacjenta oraz komfort pracy lekarza. Każda z metod ma zarówno wady, jak i zalety, które powinno się uwzględnić podczas wyboru sposobu leczenia, opierając się na najnowszej wiedzy.

PIŚMIENICTWO

- Meller C, Welk A, Zeligowski T, Splieth C. Comparison of dentin caries excavation with polymer and conventional tungsten carbide burs. *Quintessence Int* 2007;38(7):565-9.
- Dammaschke T, Rodenberg TN, Schäfer E, Ott KH. Efficiency of the polymer bur SmartPrep compared with conventional tungsten carbide bur in dentin caries excavation. *Oper Dent* 2006;31(2):256-60. doi: 10.2341/05-24.
- Prabhakar A, Kiran NK. Clinical evaluation of polyamide polymer burs for selective carious dentin removal. *J Contemp Dent Pract* 2009;10(4):26-34.
- Silva NR, Carvalho RM, Pegoraro LF, Tay FR, Thompson VP. Evaluation of a self-limiting concept in dentinal caries removal. *J Dent Res* 2006;85(3):282-6. doi: 10.1177/154405910608500315.
- Barros JA, Myaki SI, Nör JE, Peters MC. Effect of bur type and conditioning on the surface and interface of dentine. *J Oral Rehabil* 2005;32(11):849-56. doi: 10.1111/j.1365-2842.2005.01507.x.
- Neves Ade A, Coutinho E, De Munck J, Van Meerbeek B. Caries-removal effectiveness and minimal invasiveness potential of caries-excitation techniques: A micro-CT investigation. *J Dent* 2011;39(2):154-62. doi: 10.1016/j.jdent.2010.11.006.
- Ericson D, Zimmerman M, Raber H, Götrick B, Bornstein R, Thorell J. Clinical evaluation of efficacy and safety of a new method for chemo-mechanical removal of caries. *Caries Res* 1999;33(3):171-7. doi: 10.1159/000016513.
- Fure S, Lingström P, Birkhed D. Evaluation of Carisolv TM for the chemo-mechanical removal of primary root caries *in vivo*. *Caries Res* 2000;34(3):275-80. doi: 10.1159/000016602.
- Flückiger L, Waltimo T, Stich H, Lussi A. Comparison of chemomechanical caries removal using Carisolv or conventional hand excavation in deciduous teeth *in vitro*. *J Dent* 2005;33(2):87-90. doi: 10.1016/j.jdent.2004.07.007.
- Maragakis GM, Hahn P, Hellwig E. Clinical evaluation of chemomechanical caries removal in primary molars and its acceptance by patients. *Caries Res* 2001;35(3):205-10. doi: 10.1159/000047457.
- Lai G, Lara Capi C, Cocco F, Cagetti MG, Lingström P, Almhjöld U, et al. Comparison of Carisolv system vs traditional rotating instruments for caries removal in the primary dentition. A systematic review and meta-analysis. *Acta Odontol Scand* 2015;73(8):569-80. doi: 10.3109/00016357.2015.1023353.
- Banerjee A, Kidd EA, Watson TF. *In vitro* evaluation of five alternative methods of carious dentine excavation. *Caries Res* 2000;34(2):144-50. doi: 10.1159/000016582.
- Bussadori SK, Castro LC, Galvão AC. Papain gel: a new chemo-mechanical caries removal agent. *J Clin Pediatr Dent* 2006;30(2):115-9.
- Goyal PA, Kumari R, Kannan VP, Madhu S. Efficacy and tolerance of papain gel with conventional drilling method: A clinico-microbiological study. *J Clin Pediatr Dent* 2015;39(2):109-12.
- Gupta S, Singh C, Yeluri R, Chaudhry K, Munshi AK. Clinical and microbiological evaluation of the carious dentin before and after application of Papacarie gel. *J Clin Pediatr Dent* 2013;38(2):133-8.
- Kochhar GK, Srivastava N, Pandit IK, Gujani N, Gupta M. An evaluation of different caries removal techniques in primary teeth: A comparative clinical study. *J Clin Pediatr Dent* 2011;36(1):5-9.
- Corrêa FN, Rocha RO, Rodrigues Filho LE, Muench A, Rodrigues CR. Chemical versus conventional caries removal techniques in primary teeth: a microhardness study. *J Clin Pediatr Dent* 2007;31(3):187-92.
- Jawa D, Singh S, Somani R, Jaidka S, Sirkar K, Jaidka R. Caries removal agent (Papacarie) and conventional method of caries removal: an *in vitro* study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2010;28(2):73-7. doi: 10.4103/0970-4388.66739.
- Motta LJ, Bussadori SK, Campanelli AP, da Silva AL, Alfaya TA, Godoy CH, et al. Randomized controlled clinical trial of long-term chemo-mechanical caries removal using Papacarie™ gel. *J Appl Oral Sci* 2014;22(4):307-13.
- Freitas PM, Navarro RS, Barros JA, de Paula Eduardo C. The use of Er:YAG laser for cavity preparation: an SEM evaluation. *Microsc Res Tech* 2007;70(9):803-8. doi: 10.1002/jemt.20470.
- Takamori K, Furukawa H, Morikawa Y, Katayama T, Watanabe S. Basic study on vibrations during tooth preparations caused by high-speed drilling and Er:YAG laser irradiation. *Lasers Surg Med* 2003;32(1):25-31.
- Gutknecht N.: *Proceedings of the 1st international workshop of evidence based dentistry on lasers in dentistry*. New Maiden: Quintessence Publishing Co. Ltd.; 2007.
- Fried D, Visuri SR, Featherstone JD, Walsh JT, Seka WD, Glena RE, et al. Infrared radiometry of dental enamel during Er:YAG and Er,Cr:YSGG laser irradiation. *J Biomed Opt* 1996;1(4):455-65. doi: 10.1117/12.250668.
- Attrill DC, Davies RM, King TA, Dickinson MR, Blinkhorn AS. Thermal effects of Er:YAG laser on a simulated dental pulp: A quantitative evaluation of the effects of a water spray. *J Dent* 2004;32(1):35-40.
- Cavalcanti BN, Lage-Marques JL, Rode SM. Pulpal temperature increases with Er:YAG laser and high-speed handpieces. *J Prosthet Dent* 2003;90(5):447-51. doi: 10.1016/S0022391303006048.
- DenBesten PK, White JM, Pelino JE, Furnish G, Silveira A, Parkins FM. The safety and effectiveness of an Er:YAG laser for caries removal and cavity preparation in children. *Med Laser Appl* 2001;16(3):215-22. doi: 10.1078/1615-1615-00025.
- Domisch H, Peus K, Kneist S, Krause F, Braun A, Hedderich J, et al. Fluorescence-controlled Er:YAG laser for caries removal in permanent

- teeth: a randomized clinical trial. *Eur J Oral Sci* 2008;116(2):170-6. doi: 10.1111/j.1600-0722.2008.00521.x.
28. Hadley J, Young DA, Eversole LR, Gornbein JA. A laser-powered hydrokinetic system for caries removal and cavity preparation. *J Am Dent Assoc* 2000;131(6):777-85.
29. Keller U, Hibst R, Geurtsen W, Schilke R, Heidemann D, Klaiber B, et al. Erbium:YAG laser application in caries therapy. Evaluation of patient perception and acceptance. *J Dent* 1998;26(8):649-56.
30. Liu JF, Lai YL, Shu WY, Lee SY. Acceptance and efficiency of Er:YAG laser for cavity preparation in children. *Photomed Laser Surg* 2006;24(4):489-93. doi: 10.1089/pho.2006.24.489.
31. Hugo B, Stassinakis A. Preparation and restoration of small interproximal carious lesions with sonic instruments. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1998;10(3):353-9.
32. Hugo B, Lussi A, Gyax M. The uses of the EVA system (II). The different potential uses of the vibration-grinding principle in dental practice. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1991;101(12):1586-97.
33. Wicht MJ, Haak R, Fritz UB, Noack MJ. Primary preparation of class II cavities with oscillating systems. *Am J Dent* 2002;15(1):21-5.
34. Vanderlei AD, Borges AL, Cavalcanti BN, Rode SM. Ultrasonic versus high-speed cavity preparation: analysis of increases in pulpal temperature and time to complete preparation. *J Prosthet Dent* 2008;100(2):107-9. doi: 10.1016/S0022-3913(08)60158-4.
35. Baraba A, Dukić W, Chieffi N, Ferrari M, Pezelj-Ribarić S, Miletić I. Influence of air abrasion and sonic technique on microtensile bond strength of one-step self-etch adhesive on human dentin. *ScientificWorldJournal* 2015;2015:368745. doi: 10.1155/2015/368745.
36. Jodkowska E, Raczyńska M, Sobczak M, Remiszewski A. Ocena metody abrazyj powietrznej do leczenia próchnicy bruzd i szczelin w zębach stałych – doniesienie wstępne. *Dent Med Probl* 2003;40(2):295-8.
37. Paolinelis G, Watson TF, Banerjee A. Microhardness as a predictor of sound and carious dentine removal using alumina air abrasion. *Caries Res* 2006;40(4):292-5. doi: 10.1159/000093187.
38. Van Meerbeek B, De Munck J, Mattar D, Van Landuyt K, Lambrechts P. Microtensile bond strengths of an etch&rinse and self-etch adhesive to enamel and dentin as a function of surface treatment. *Oper Dent* 2003;28(5):647-60.
39. Tan MHX, Hill RG, Anderson P. Comparing the air abrasion cutting efficacy of dentine using a fluoride-containing bioactive glass versus an alumina abrasive: An in vitro study. *Int J Dent* 2015. doi: 10.1155/2015/521901.
40. Banerjee A, Thompson ID, Watson TF. Minimally invasive caries removal using bio-active glass air-abrasion. *J Dent* 2011;39(1):2-7. doi: 10.1016/j.jdent.2010.09.004.
41. Eshghi A, Khoroushi M, Rezvani A. Effect of bioactive glass air abrasion on shear bond strength of two adhesive resins to decalcified enamel. *J Dent* 2014;11(6):644-54.