



# Kliniczno-terapeutyczne aspekty próchnicy korzenia z uwzględnieniem lasera Er:YAG i ozonoterapii

## Clinical and therapeutic aspects of root caries including the Er:YAG laser and ozone therapy

Agnieszka Wolska<sup>1</sup>, Jan Kiryk<sup>2</sup>, Jakub Rogula<sup>1</sup>, Mikołaj Sulewski<sup>1</sup>, Anna Han<sup>3</sup>, Rafat J. Wiglusz<sup>3</sup>, Maciej Dobrzyński<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup> Prywatne Centrum Stomatologiczne Maciej Kozłowski, ul. Spokojna 23, 56-400 Oleśnica

<sup>2</sup> Katedra i Zakład Chirurgii Stomatologicznej, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, ul. Krakowska 26, 50-425 Wrocław

<sup>3</sup> Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych im. Włodzimierza Trzebiatowskiego Polskiej Akademii Nauk, ul. Okólna 2, 50-422 Wrocław

<sup>4</sup> Katedra i Zakład Stomatologii Zachowawczej i Dziecięcej, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, ul. Krakowska 26, 50-425 Wrocław, tel.: +48 71 784 03 78, e-mail: maciejdobrzynski@op.pl

### Wprowadzenie

Poprawa warunków bytowych społeczeństwa oraz postęp medycyny w ciągu ostatnich dekad spowodowały, szczególnie w krajach rozwiniętych, wydłużenie średniej długości życia i wzrost liczby ludności w wieku podeszłym. Ponadto wzrasta trend zachowania naturalnego uzębienia do późnej starości. Tym samym wzrost liczby pacjentów w starszym wieku mających naturalne uzębienie wpływa na częstość występowania próchnicy korzenia [1-3].

Ze względu na postępujące wraz z wiekiem odsłonięcie powierzchni korzeni zębów w wyniku starczych zmian w przyzębiu i chorób przyzębia, następuje wzrost ryzyka próchnicy korzenia. U osób starszych fizjologiczny proces biernego wyrzynania zębów skutkuje zmianą położenia przyczepu nabłonkowego oraz recesją brzegu dziąsłowego, co w konsekwencji prowadzi do

odsłonięcia cementu korzeniowego [4]. W wyniku tego procesu tkanka ta jest bezpośrednio narażona na niekorzystne działanie środowiska jamy ustnej, co może skutkować rozwojem próchnicy, która najczęściej rozpoczyna się w miejscu połączenia szkliwno-cementowego [5].

Demineralizacja cementu korzeniowego przebiega szybciej niż w szkliwie, według Shaya – przy pH płytki nazębnej 6-6,5 [6]. Różna dynamika próchnicy w obu tych tkankach wynika z odmiennej ich budowy i zawartości substancji mineralnych (M), organicznych (O) oraz wody (H<sub>2</sub>O).

Szklivo nie zawiera komórek, a jego wagowy skład to 95% – M, 1% – O oraz 4% –H<sub>2</sub>O. Ma strukturę pryzmatów większych niż w zębinie czy cemente. Pryzmaty szkliwa zbudowane są z kryształów hydroksyapatytów, węglanoapatytów i fazy nieapatytowej (amorficzne fosforany i węglany wapnia). Kryształy mają zdolność

154

### Streszczenie

Próchnica korzenia jest chorobą cementu korzeniowego występującą zazwyczaj u osób starszych. Przyczyną jest odsłonięcie cementu korzeniowego i zalegająca płytka nazębna. Odsłonięcie następuje poprzez obniżenie przyczepu nabłonkowego w wyniku recesji lub choroby przyzębia. Czynnikiem ryzyka próchnicy korzenia są zła higiena, dieta bogata w węglowodany, zaburzenia wydzielania śliny. Zasadnicze leczenie polega na eliminacji czynników ryzyka, profilaktyce fluorkowej, leczeniu odtwórczym. Obecnie coraz częściej wykorzystuje się ozonoterapię oraz opracowywanie chorobowo zmienionych tkanek przy pomocy lasera erbowo-yagowego.

**Słowa kluczowe:** próchnica, cement korzeniowy, ozonoterapia, laser

### Abstract

The root caries is a root' cement disease that usually occurs in older people. The cause is the exposure of the root cement and residual plaque. Exposure occurs by lowering the epithelial attachment as a result of recession or periodontal disease. Risk factors for root caries are poor hygiene, a carbohydrate-rich diet, salivary flow disorders. The basic treatment consists in the elimination of risk factors, fluoride prophylaxis and restorative treatment. Currently, the ozone therapy and the erbium-yag laser are more often used in root caries treatment.

**Key words:** caries, root cement, ozone therapy, laser

otrzymano / received:

15.02.2019

poprawiono / corrected:

01.03.2019

zaakceptowano / accepted:

26.03.2019



adsorpcji różnych jonów, głównie F, tworząc mniej rozpuszczalny fluoroapatyt. Przestrzenie między kryształami zwane przestrzeniami międzykryształicznymi wypełnia woda i związki organiczne.

Zębina ma również strukturę pryzmatyczną o luźniejszym utkaniu niż szkliwo. Wagowy skład tej tkanki to 70% – M, 20% – O oraz 10% – H<sub>2</sub>O. Zębina zawiera kanaliki, a w nich wypustki odontoblastów, włókna nerwowe i płyn kanalikowy.

Cement korzeniowy jest najmniej zmineralizowaną tkanką zęba, zawiera wagowo 61% – M, 27% – O oraz 12% – H<sub>2</sub>O. Cement może być komórkowy (okolica wierzchołka korzenia) lub bezkomórkowy (okolica przyszyjkowa) [26]. Trzeba zaznaczyć, iż cement korzeniowy zawiera więcej składników organicznych i mniej jonów fluoru niż szkliwo pokrywające koronę zęba, dlatego łatwiej i szybciej rozwija się w nim próchnica [7].

## Charakterystyka etiologiczno-kliniczna próchnicy korzenia

W początkowym stadium choroba próchnicowa atakuje cement korzeniowy, który stanowi zewnętrzną warstwę pokrywającą korzeń zęba. W momencie wytworzenia się ubytku w warstwie cementu próchnica szerzy się do głębszych warstw zbudowanych z zębiny. Próchnica korzenia znacznie osłabia ząb i może być powodem konieczności jego usunięcia [8]. Dzielimy ją na pierwotną i wtórną, aktywną i nieaktywną, bez ubytku i z ubytkiem. Ważniejszy jednak wydaje się podział kliniczno-terapeutyczny zaproponowany przez Billingsa (Tabela 1) [26].

**Tabela 1** Kliniczno-terapeutyczna klasyfikacja próchnicy korzenia

Stopień wg Billingsa	Kolor zmiany	Ubytek tkanki	Leczenie
I°	Zółty, brązowy	Brak	Kontrola płytki, fluoryzacja
II°	Zółty, brązowy	Poniżej 0,5 mm	Kontrola płytki, fluoryzacja, lakiery z chlorheksydyną
III°	Zółty, brązowy	Powyżej 0,5 mm	Kontrola płytki, leczenie odtwórcze materiałem bioaktywnym uwalniającym fluor
IV°	Zółty, brązowy	Ubytek bliski miazgi	Kontrola płytki, leczenie odtwórcze materiałem bioaktywnym uwalniającym fluor

Źródło: [26]

Przyczyny powstawania ognisk próchnicy w obrębie cementu i zębiny korzeniowej są zbliżone do tych inicjujących zmiany w szkliwie, jednak specyfika i przebieg choroby korzenia są odmienne: zmiany powstają wieloogniskowo i często łączą się w rozległe, okrężne pasma okalające korzenie zębów. Ze względu na niższy poziom minerałów w cemencie i zębienie niż w szkliwie tkanki te szybciej ulegają destrukcji [9].

Na rozwój choroby wpływa zła higiena jamy ustnej (u seniorów często występuje obniżenie sprawności manualnej, które ogranicza skuteczność zabiegów higienicznych oraz zmniejszenie motywacji do wykonywania zabiegów pielęgnacyjnych). Usuwanie płytki nazębnej za pomocą szczoteczki standardowych z powierzchni odstąpiętych korzeni nie zawsze jest skuteczne. Aby poprawić higienę osób narażonych na powstawanie

próchnicy cementu korzeniowego, zaleca się stosowanie dodatkowych przyborów, takich jak szczoteczki do przestrzeni międzyzębowych, szczoteczki elektryczne lub ultradźwiękowe. Bardzo ważne jest również regularne, profesjonalne oczyszczanie zębów odpowiednią techniką (Stilmana, Roll czy Bassa), aby nie powiększać recesji dziąsłowych [5, 26].

Kolejnymi czynnikami sprzyjającymi rozwojowi próchnicy jest dieta bogata w węglowodany, przyjmowanie dużej ilości leków oraz osłabiona produkcja śliny [6]. Ślina jest naturalnym buforem, który ma normalizować pH jamy ustnej, a także oczyszczać powierzchnię zębów. Jednak skuteczność tego naturalnego buforu może być zaburzona przez różne czynniki, nasilające się z wiekiem. Obok naturalnego spadku wydzielania śliny w nocy, pojawiają się zaburzenia wydzielania śliny za dnia, związane głównie z farmakoterapią stosowaną w leczeniu chorób ogólnoustrojowych. Niedobór śliny, a w konsekwencji jej osłabione właściwości i możliwości oczyszczające przyczyniają się do wzrostu akumulacji płytki nazębnej, powolnego usuwania cukrów z jamy ustnej oraz rozwoju ognisk próchnicowych [10, 11].

Do preparatów obniżających wydzielanie śliny zaliczamy m.in. leki przeciwdepresyjne, uspokajające, przeciwhistaminowe, antymalaryczne, hipotensyjne, moczopędne, wykrztuśne, przeciwwymiotne. Ponadto spadek ilości i szybkości wydzielanej śliny przez gruczoły ślinowe występuje przy takich chorobach ogólnoustrojowych, jak: cukrzyca typu I, depresja, bulimia, nadciśnienie, nadczynność tarczycy, sarkoidoza, AIDS. Również same gruczoły ślinowe z wiekiem ulegają zmianom zwyrodnieniowym i produkują coraz mniejsze ilości śliny (szczególnie u kobiet w okresie menopauzy lub po menopauzie) [12].

Gdy śliny jest mało, nie działa ona antybakteryjnie i zwiększa się odkładanie płytki nazębnej. A co za tym idzie – zwiększa się podatność tkanek twardych na rozwój próchnicy korzenia. Można temu zaradzić, stosując preparaty sztucznej śliny, np. Xerostom, żując bezcukrową gumę do żucia z ksylitolem lub podjadając bezcukrowe pastylki do ssania [13].

## Profilaktyka fluorkowa

Korzystny wpływ na hamowanie rozwoju próchnicy korzenia ma profilaktyka fluorkowa, polegająca na stosowaniu fluorkowych past do zębów oraz płukanek zawierających fluorki. Ze względu na przedłużone uwalnianie się jonów fluorkowych nawet do kilku tygodni wskazane jest stosowanie lakierów fluorkowych, które mają wpływ na zahamowanie rozwoju procesu próchnicowego [14].

Samo oczyszczenie zębów i fluoryzacja często jednak nie są wystarczające dla ochrony zębów przed próchnicą korzenia. W takich przypadkach zaleca się stosowanie preparatu Cervitec zawierającego 1% chlorheksydyny i 1% tymolu. Lakier ten chroni odstąpięte powierzchnie korzeni zębów, a jego składniki aktywne obniżają liczebność próchnicotwórczych drobnoustrojów w jamie ustnej i dzięki temu mają istotny wpływ na obniżenie ryzyka próchnicy [15, 16].



## Ozonoterapia

Bardzo dobre wyniki w hamowaniu rozwoju próchnicy korzenia uzyskuje się również, stosując ozon. Gaz ten wykazuje działanie przeciwbakteryjne, utlenia metabolity i toksyny bakteryjne, np. kwas pirogronowy odpowiedzialny za obniżanie pH w ubytku próchnicowym, rozkładając go do acetonu i dwutlenku węgla [17]. Dzięki temu zostaje zahamowana demineralizacja tkanek, a bakterie pozbawione pożywienia. Utleniając produkty organiczne, ozon usuwa białocząsteczki powierzchniowych zmian próchnicowych i przez to otwiera kanaliki zębiny. Sprzyja to penetracji jonów fluoru, wapnia oraz fosforanowych zawartych



**Rys. 1.** Generator ozonu firmy Heal-Ozone oraz stosowane końcówki  
Źródło: <http://dentalclinic.mk/treatment-with-healozone.html>



**Sondy**  
**Sonda nr 1**  
 Do leczenia zapalenia  
 dziąseł, 90°.  
**Sonda nr 2**  
 Do leczenia zapalenia  
 dziąseł, 30°.  
**Sonda nr 3**  
 Do leczenia skóry i błony  
 śluzowej.  
**Sonda nr 4**  
 Do leczenia zębodołu po  
 ekstrakcji  
**Sonda nr 5**  
 Do leczenia kanałów  
 korzeniowych



**Rys. 2** Generator ozonu firmy Ozony-Med oraz stosowane końcówki  
Źródło: [22]

w preparatach remineralizujących stosowanych bezpośrednio po podaniu ozonu [18, 19].

W ozonoterapii stomatologicznej stosowane są aparaty, takie jak Heal-Ozone i Ozony-Med. Urządzenie Heal-Ozone firmy KaVo (Ryc. 1) wytwarza ozon w stężeniu 2100 ppm w generatorze zewnętrznym, a gaz aplikowany jest na powierzchnię zęba przez 20 sekund za pomocą końcówki uszczelnionej silikonowym kapturkiem (obieg zamknięty). Aplikacja tego typu aparatem stwarza wiele kłopotów i jest niemożliwa w miejscach trudno dostępnych, gdzie nie ma możliwości uszczelnienia kapturka, tj. na stycznych i językowych powierzchniach korzeni.

Drugim typem aparatu jest Ozony-Med firmy Redee (Rys. 2), gdzie ozon generowany jest w wyniku wyładowań elektrycznych na szklanym aplikatorze (obieg otwarty). Małe rozmiary końcówki aplikacyjnej, różnorodne kształty i precyzyjna aplikacja wyeliminowały potrzebę stosowania dodatkowego uszczelnienia w jamie ustnej, co sprawiło że urządzenie stało się poręczne i może być zastosowane praktycznie w każdej sytuacji klinicznej – od leczenia zachowawczego wszystkich rodzajów ubytków po leczenie chirurgiczne i periodontologiczne (Tabela 2) [20, 21].

**Tabela 2** Algorytm aplikacji ozonu w aparacie Ozony-Med przy różnych procedurach stomatologicznych zgodnie z instrukcją producenta

Diagnoza	Typ końcówki	Moc	Czas w min.
Aplikacja przy zabiegach chirurgicznych	1/3	3-6	1
Zapalenie przyzębia	3	3-6	1-3
Dezynfekcja kanału	5	6	0,5
Zapalenie grzybicze jamy ustnej	3/4	6	2/cm <sup>2</sup>
Próchnica zęba	1/4/5	6	0,5-1

Źródło: [22]

## Opracowywanie zmian próchnicowych przy pomocy lasera

Leczenie ubytków zlokalizowanych w obrębie korzenia sprawia wiele trudności z powodu niekorzystnego usytuowania ubytków (bliska odległość od brzegu dziąsłowego, brzeg ubytku poniżej dziąsła lub połączenia szkliwno-cementowego, obszar furkacji zębów trzonowych), sposobu szerzenia (próchnica okrężna) oraz głębokości (bliskość miazgi) [20, 22].

Alternatywą dla klasycznego opracowania próchnicy korzenia wykonywanego przy pomocy wiertła stanowi opracowanie laserowe. Zdolność usuwania tkanek twardych zębów oraz niszczenia bakterii chorobotwórczych posiadają lasery o długości fali około 3000 nm. Przykładem takiego lasera jest laser erbowo-yagowy – Er:YAG (2940 nm), który charakteryzuje się dobrą absorpcją w obrębie hydroksyapatytu oraz wody. Tkanki próchnicowe są bardziej uwodnione niż zdrowe, dlatego też energia lasera Er:YAG jest bardziej absorbowana przez tkanki zmienione chorobowo – zainfekowane bakteriami, zdemineralizowane aniżeli tkanki zdrowe. Właśnie różnica w stopniu uwodnienia pomiędzy próchnicowo zmienionymi tkankami twardymi a zdrowymi pozwala na opracowanie ubytku w sposób minimalnie inwazyjny oraz selektywny, pozwalając pozostawić maksymalną ilość zdrowego zęba.



Mechanizm usuwania tkanek opiera się na zjawisku fotoablacji, powodując powstawanie mikrowybuchów na opracowywanej powierzchni, pozwalając powoli – warstwa po warstwie – na usuwanie uszkodzonej zębiny. Aby nie doszło do przegrzania miazgi zęba, zawsze przy pracy lasera stosowane jest chłodzenie wodne. Przeciętnie do opracowania ubytków próchnicowych przy pomocy lasera Er:YAG stosuje się parametry ok. 200-300 mJ z częstotliwością 20-25 Hz. Energia aplikowana jest bezkontaktowo z odległości około 1 mm.

Naukowo udowodniono, że laserowa preparacja szkliwa przy pomocy lasera nie wpływa w żaden sposób na miazgę, a opracowanie zębiny jedynie w sposób nieznaczny, jednakże mniejszy niż klasyczne opracowanie wiertłem. Nie obserwowano nieodwracalnych uszkodzeń miazgi, nawet gdy gęstość energii przekraczała 30 J [23].

## Materiały odtwórcze

Materiałem z wyboru w leczeniu jest cement szkło-jonome- rowy – klasyczny lub modyfikowany żywicą. Wybór ten podyk- towany jest jego właściwościami fizycznymi, takimi jak: moduł elastyczności podobny do wyznaczonego dla zębiny, współ- czynnik ekspansji zbliżony do współczynnika tkanek zęba, niska rozpuszczalność oraz silne połączenie adhezyjne z tkankami zęba. Niewątpliwą zaletą cementów szkło-jonome- rowych jest również ich zdolność do uwalniania i pozyskiwania ze środo- wiska jonów fluorkowych, co umożliwia inicjowanie procesów remineralizacyjnych. W przypadku osób starszych, dotkniętych kserostomią, dla których utrzymanie higieny jamy ustnej na za- dowalającym poziomie bywa problematyczne, wybór materiału aktywnego biologicznie o zdolnościach remineralizacyjnych jest niezwykle istotny. Fluor uwalniany z cementów szkło-jono- merowych działa również antybakteryjnie, co ogranicza miano drobnoustrojów próchnicotwórczych [24, 25]. W szczególności trudnych warunkach klinicznych zaleca się stosowanie wspo- magających chirurgicznych zabiegów periodontologicznych, dla uzyskania lepszego dostępu do ubytku oraz odstąpienia pola zabiegowego.

## Konkluzja

Zachowanie uzębienia do późnej starości obarczone jest bardzo dużym prawdopodobieństwem wystąpienia próchnicy korzenia. Klasyczne opracowanie i odbudowa tego rodzaju ubytków bywa trudna, często konieczna jest wymiana wypełnień z powodu rozwoju próchnicy wtórnej. Dlatego tak istotne jest zmniejsze- nie czynników ryzyka, motywacja pacjentów do utrzymywania właściwej higieny jamy ustnej oraz prowadzenie szeroko pojętej profilaktyki fluorkowej [26]. W leczeniu zmian próchnicowych w obrębie korzenia dużą przydatność wykazują stomatologicz- ne generatory ozonu oraz laser erbowo-yagowy, zaś materia- łami z wyboru w uzupełnieniach ubytków cementu są cementy szkło-jonome- rowe.

1. H. Pawlicka, B. Arabska-Przedpełska: *Niektóre problemy pode- szłego wieku związane z leczeniem zachowawczym*, Mag. Stoma- tol., 3(10), 1993, 6-8.
2. Z. Knychalska-Karwan: *Zagadnienia stomatologii geriatrycznej*, Mag. Stomatol., 10(12), 2000, 10-12.
3. B. Pregiel: *Ocena schorzeń jamy ustnej po 55 roku życia*, Praca doktorska, AM Wrocław 1994.
4. Z. Jańczuk: *Morfologia przyzębia*, [w:] Z. Jańczuka Z (red.): *Prak- tyczna periodontologia kliniczna*, Wydawnictwo Kwintesencja, Warszawa 2004.
5. Z. Jańczuk: *Wiadomości ogólne o przyzębiu*, [w:] Z. Jańczuk, J. Ba- nach: *Choroby błony śluzowej jamy ustnej i przyzębia*, Wyd. Lekar- skie PZWL, Warszawa 1998.
6. K. Shay: *Root caries in the older patient*, Dent. Clin. North Am., 41, 1997, 763-793.
7. N. Raval, D. Birkhed: *Factors associated with active and inactive root caries in patients with periodontal disease*, Caries Res., 25, 1991, 377-384.
8. A.W. Walls, J.H. Meurman: *Approaches to caries prevention and therapy in the elderly*, Adv. Dent. Res., 24(2), 2012, 36-40.
9. W.C. Gonsalves, A.S. Wrightson, R.G. Henry: *Common oral con- ditions in older persons*, Am. Fam. Physician, 78(7), 2008, 845-852.
10. A. Villa, C.L. Connell, S. Abati: *Diagnosis and management of xero- stomia and hyposalivation*, Ther Clin Risk Manag, 11, 2015, 45-51.
11. R. Chałas, E. Böttacz-Rzepakowska, J. Bagińska, A. Kwiatkowska, M. Marcinkowska-Ziemak, A. Mielczarek: *Zaburzenia wydzielania śliny u osób dorosłych. Rola śliny w kontroli choroby próchnicowej – przegląd literatury*, Stanowisko grupy roboczej ds. zapobiegania próchnicy w populacji osób dorosłych, Nowa Stomatol., 3 2017, 145-147.
12. A. Sękiewicz, A. Pytlakowska, M. Borakowska-Siennicka: *Bada- nie zaburzeń wydzielania śliny u pacjentów leczonych z powodu schorzeń kardiologicznych*, Nowa Stomatol, 1, 2013, 40-45.
13. P. Sequeira-Byron, A. Lussi: *Prevention of root caries*, Evid. Based Dent., 12(3), 2011, 70-71.
14. J. Szczepańska: *Współczesne poglądy na profilaktykę fluorkową – niektóre aspekty kariostatycznego działania fluorków*, Nowa Sto- matol., 2, 2003, 80-83.
15. T.O. Narhi, M.M. Vehkalahti, P. Siukosaari, A. Ainamo: *Salivary findings, daily medication and root caries in the old elderly*, Caries Res., 32, 1998, 5-9.
16. S. Eliasson, B. Krasse, R. Soremark: *Root caries*, Swed. Dent. J., 16, 1992, 21-25.
17. C.J. Silwood, E. Lynch, S. Seddon: *1-H-NMR analysis of micro- bialderived organic acids in primary root carious lesions and saliva*, NMR Biomed., 12, 1999, 345-356.
18. J. Składnik-Jankowska, B. Pregiel, A. Wrzyszczy-Kowalczyk, U. Kaczmarek: *Zastosowanie ozonu w leczeniu próchnicy korzeni zębów*, Dent. Med. Probl., 42(2), 2005, 273-279.
19. A. Baysan, E. Lynch: *Effect of ozone on the oral microbiota and cli- nical severity of primary root caries*, Am. J. Dent., 17, 2004, 56-60.
20. I. Gilboa, H.S. Cardash, H. Baharav: *A longitudinal study of the survival of interproximal root caries lesions restored with glass io- nomer cement via a minimally invasive approach*, Gen Dent, 60, 2012, 224-230.
21. J. Kunert, S. Brauman-Furmanek: *Zastosowanie ozonu w terapii próchnicy cementu korzeniowego u osób użytkujących częściowe uzupełnienia protetyczne*, [https://equadent.pl/pdf\\_eq/Ozony- med\\_Badania\\_Suplement\\_2.pdf](https://equadent.pl/pdf_eq/Ozony-med_Badania_Suplement_2.pdf).
22. <http://www.redee.pl/pl/14/informacje/4/8/>
23. A.B. Matos, C.S. Azevedo i in.: *Laser Technology for Caries Remo- val. Contemporary Approach to Dental Caries*, InTech, 2012, 23.
24. F. Schwendicke, G. Göstemeyer, U. Blunck et al.: *Directly Placed Restorative Materials: Review and Network Meta-analysis*, J Dent Res, 95(6), 2016, 613-622.
25. T.F. Watson, A.R. Atmeh, S. Sajini i in.: *Present and future of glass-ionomers and calcium-silicate cements as bioactive materials in dentistry: Biophotonics-based interfacial analyses in health and disease*, Dent. Mat., 30, 2014, 50-61.
26. Z. Jańczuk, U. Kaczmarek, M. Lipski: *Stomatologia zachowawcza z en- dodoncją*, Zarys kliniczny, Wyd. Lekarskie PZWL, Warszawa 2014.