ICV: 31,38 pkt.

DENTAL TRIBUNE

The World's Dental Newspaper · Polish Edition

www.dental-tribune.com

CENA: 15 zł

ISSN 1730-315X

VOL. 16, NR 2

Nanostomatologia

Marta Kierkowicz

W niniejszej pracy przedstawiono przeglad literatury na temat zastosowań nanotechnologii w różnych dziedzinach stomatologii, w szczególności w stomatologii zachowawczej, endodoncji i profilaktyce. Obecnie wiele komercyjnych produktów dentystycznych, m.in. pasty do zębów, materiały kompozytowe, masy wyciskowe, preparaty zapobiegające próchnicy, płyny do płukania kanałów zębowych oraz systemy wiążące zawiera nanomateriały. Nanotechnologia oferuje możliwość udoskonalania rowiązań istniejących już w leczeniu i profilaktyce, ale także związana jest z przyszłością medycyny – nanorobotami stomatologicznymi.

Przeszukano elektroniczne bazy danych PubMed i MedLine zawierające artykuły specjalistyczne w języku angielskim. Kluczowymi słowami użytymi w wyszukiwaniu były: nanotechnologia, nanomateriały, stomatologia i toksyczność. Początkowo pozyskano 347 artykułów, opublikowanych w ostatnich 5 latach, tzn. 2012-2017. Ostatecznie wybrano i sprawdzono 21 artykułów spełniających pożądane kryteria.

Rosnące zainteresowanie nanotechnologią oraz jej wykorzystanie w stomatologii doprowadziło do pojawienia się nowej dziedziny zwanej nanostomatologią (Ryc. 1). Nanostomatologia oferuje innowacyjne rozwiązania w diagnostyce chorób, terapii i profilaktyce, które zasadniczo zmieniają możliwości dbania o zdrowie jamy ustnej. Niniejszy przegląd literatury przedstawia ogólnie nanomateriały w stomatologii i istotne postępy w nanotechnologii. Artykuł koncentruje się na stomatologii zachowawczej, minimalnie inwazyjnych zabiegach stomatologicznych, diagnozowaniu i leczeniu raka, implantologii, periodontologii i protetyce. Wybrane zagadnienia zostaly omówione w kolejnych sekcjach.

Podejścia do nanostomatologii: bottom up i top down

Nanostruktury mogą być tworzone przy pomocy 2 strategii:

1. **Bottom up** – montaż małych elementów składowych w większe struktury, co znajduje zastosowanie np. w nanoanestezji, leczeniu nadwrażliwości, regeneracji („naprawie") zęba, nanorobotycznych środkach do czyszczenia zębów, pozycjonowaniu zębów, lokalnym dostarczaniu leków, nanodiagnostyce, leczeniu chorób jamy ustnej.
2. **Top down** – utworzenie małych struktur dzięki zastosowaniu większych (dekompozycja), wykorzystywane np. przy nanokompozytach, nanoglasjonomerach, nanokompozytowych sztucznych zębach, masach wyciskowych, nanoroztworach, nanokapsułkach, laserach plazmowych, implantach, nanoigłach, materiałach zastępujących kość (Ryc. 2).[1]

Znieczulenie miejscowe

Leczenie stomatologiczne wiąże się często z podaniem miejscowego znieczulenia. Może to spowodować m.in. wydłużenie zabiegu, dyskomfort pacjenta lub przyczynić się do wystąpienia powikłań. Obecnie trwają badania nad miejscowym znieczuleniem za pomocą aplikacji koloidalnej zawiesiny zawierającej miliony aktywnych nanorobotów (nanobotów), które mogłyby przeniknąć dziąsło pacjenta, błonę śluzową czy powierzchnię korony zęba. Nanoboty migrowałyby bezboleśnie przez tkanki, zdalnie sterowane przez lekarza dentystę i przechodziłyby do miejsca docelowego. Ta technika analgetyczna jest przyjazna dla pacjenta, ponieważ zmniejsza lęki, fobię, a co najważniejsze – jest również szybka, precyzyjna i całkowicie odwracalna (Ryc. 3).[2,3]

Leczenie nadwrażliwości zębiny

Nadwrażliwość zębiny jest ostrym stanem bólowym, który występuje zwykle, gdy powierzchnia korzenia zostaje odsłonięta (np. w wyniku recesji). Wśród wielu sposobów leczenia tej patologii, głównym podejściem jest zamknięcie kanalików zębinowych, w celu izolacji od zewnętrznych bodźców, zapobiegając tym samym ruchom płynu, kóry powoduje ból. Nanoboty stomatologiczne mogłyby w ciągu kilku minut selektywnie uszczelniać kanaliki przy użyciu naturalnych materiałów biologicznych. Technologia przyszłości oferuje pacjentom szybkie, skuteczne i trwałe leczenie.[4]

Regeneracja tkanek zęba

Chen i wsp. skorzystali z najnowszych osiągnięć w dziedzinie nanotechnologii w celu symulacji naturalnego procesu mineralizacji biologicznej. Za pomocą zorganizowanych mikrostrukturalnych jednostek złożonych z nanodrutów, kryształów hydroksyapatytów wapnia powstała najtwardsza tkanka w ludzkim ciele – szkliwo.

W kontekście inżynierii tkankowej trwają również badania nad wykorzystaniem komórek kompleksu miazgowo-zębinowego w celu regeneracji całego zęba. Hodowle komórek macierzystych *in vitro* miałyby zostać przeszczepione na miękkie podłoże, hydrożelowe rusztowanie z dodatkiem cząsteczek sygnalizacyjnych, nanocząstek fosforanu wapnia (lub bez), a następnie umieszczone w pustej i sterylnej przestrzeni endodontycznej (Ryc. 4).[5]

Trwałość i kosmetyka

Trwałość i wygląd zęba można poprawić przez zastąpienie górnej warstwy szkliwa domieszkowanym szafirem i diamentem. W czystej postaci są one 20-100 razy twardsze od szkliwa, jednak ich wadą jest kruchość i podatność na pęknięcia. Przykładem takiego kompozytu jest diament (lub szafir) z osadzonymi nanorurkami węglowymi.

Nanorobotyczny środek do czyszczenia zębów (dentifrobots)

Nanoroboty dentystyczne, czyli tzw. dentifroboty dostarczane z pastą do zębów lub płynem do płukania jamy ustnej mogłyby patrolować wszystkie powierzchnie nad- i poddziąsłowe. Zaprogramowane, by conajmniej raz dziennie metabolizowały uwięzioną materię organiczną w nieszkodliwe bezwonne opary oraz oczyszczały w sposób ciągły z płytki nazębnej czy kamienia nazębnego. Zwalczałyby też problem halitozy. Mikroskopijne roboty stomatologiczne (rozmiaru 1-10 mikronów) osiągałyby prędkość ok. 5 mikronów/s i mogłyby być bezpiecznie dezaktywowane w przypadku połknięcia (Ryc. 5).[6]

Leczenie ortodontyczne

Nanoroboty ortodontyczne manipulowałyby bezpośrednio tkankami przyzębia, w tym dziąsłem, więzadłami przyzębia, cementem i kością, umożliwiając szybkie i bezbolesne pozycjonowanie zębów, obracanie i pionowe przemieszczanie w ciągu kilku minut do kilku godzin. Daje to przewagę nad obecnie stosowanymi technikami, które wymagają tygodni, miesięcy lub nawet lat leczenia.

Rozpoznanie i leczenie nowotworów jamy ustnej

Urządzenia nanodiagnostyczne można stosować do wczesnej identyfikacji choroby na poziomie komórkowym i molekularnym. Nanomedycyna może zwiększyć wydajność i niezawodność diagnostyki *in vitro*

O wydawcy

Wydawca:
DTI Media
Abrahama 18 lok. 168
03-982 Warszawa

na licencji
Dental Tribune International GmbH

www.dental-tribune.com

Zespół redakcyjny:
Redaktor naczelna:
Marzena Bojarczuk
m.bojarczuk@dental-tribune.com
Tel.: 607 811 250
Marketing i reklama:
Grzegorz Rosiak,
g.rosiak@dental-tribune.com
Tel.: 602 202 508
Informacje w sprawie prenumeraty:
m.spytek@dental-tribune.com
Tel.: 600 019 616
Nakład:
10.000 egz.

Wydawca i redakcja nie ponoszą odpowiedzialności za treść reklam i ogłoszeń. Publikacja ta jest przeznaczona dla osób uprawnionych do wystawiania recept oraz osób prowadzących obrót produktami leczniczymi w rozumieniu przepisów ustawy z dnia 6 września 2001 r. – Prawo farmaceutyczne (Dz. U. Nr 126, poz. 1381, z późn. zmianami i rozporządzeniami).
Redakcja *Dental Tribune* dokłada wszelkich starań, aby publikować artykuły kliniczne oraz informacje od producentów jak najrzetelniej. Nie możemy odpowiadać za informacje, podawane przez producentów. Wydawca nie odpowiada również za nazwy produktów oraz informacje o nich, podawane przez ogłoszeniodawców. Opinie przedstawiane przez autorów nie są stanowiskiem redakcji *Dental Tribune*.
Dental Tribune makes every effort to report clinical information and manufacturer's product news accurately, but cannot assume responsibility for the validity of product claims, or for typographical errors. The publishers also do not assume responsibility for product names or claims, or statements made by advertisers. Opinions expressed by authors are their own and may not reflect those of Dental Tribune International.

Licensing by
Dental Tribune International

Group Editor
Daniel Zimmermann
newsroom@dental-tribune.com
Tel.: +44 161 223 1830
Clinical Editors
Magda Wojtkiewicz
Nathalie Schüller
Online Editor/Social Media Manager
Claudia Duschek
Editors
Kristin Hübner
Yvonne Bachmann
Managing Editor & Head of DTI Communication Services
Marc Chalupsky
Junior PR Editors
Brendan Day
Julia Maciejek
Copy Editors
Hans Motschmann
Sabrina Raaff
Publisher/President/CEO
Torsten R. Oemus
Chief Financial Officer
Dan Wunderlich
Chief Technology Officer
Serban Veres
Business Development Manager
Claudia Salwiczek-Majonek
Project Manager Online
Tom Carvalho
Junior Project Manager Online
Hannes Kuschick
E-Learning Manager
Lars Hoffmann

Education Director Tribune CME
Christiane Ferret
Event Services/Project Manager
Sarah Schubert
Tribune CME & CROIXTURE
Marketing Services
Nadine Dehmel
Sales Services
Nicole Andrä
Accounting Services
Anja Maywald
Karen Hamatschek
Manuela Hunger
Media Sales Managers
Antje Kahnt (International)
Barbora Solarova (Eastern Europe)
Hélène Carpentier (Western Europe)
Maria Kaiser (North America)
Matthias Diessner (Key Accounts)
Melissa Brown (International)
Peter Witteczek (Asia Pacific)
Weridiana Mageswki (Latin America)
Executive Producer
Gernot Meyer
Advertising Disposition
Marius Mezger
Dental Tribune International
Holbeinstr. 29, 04229 Leipzig, Germany
Tel.: +49 341 48 474 302 | Fax: +49 341 48 474 173
info@dental-tribune.com | www.dental-tribune.com
Dental Tribune Asia Pacific Ltd.
c/o Yonto Risio Communications Ltd.
Room 1406, Rightful Centre
12 Tak Hing Street, Jordan, Kowloon,
Hong Kong
Tel.: +852 3113 6177 | Fax: +852 3113 6199
Tribune America, LLC
116 West 23rd Street, Ste. 500, New York,
N.Y. 10011, USA
Tel.: +1 212 244 7181 | Fax: +1 212 244 7185

International Editorial Board

Dr Nasser Barghi, USA – Ceramics
Dr Karl Behr, Germany – Endodontics
Dr George Freedman, Canada – Esthetics
Dr Howard Glazer, USA – Cariology
Prof. Dr I. Krejci, Switzerland – Conservative Dentistry,
Dr Edward L ynch, Ireland– Restorative
Dr Ziv Mazor, Israel – Implantology
Prof. Dr Georg Meyer, Germany – Restorative
Prof. Dr Rudolph Slavicek, Austria – Function,
Dr Marius Steigmann, Germany – Implantology

© 2017, Dental Tribune International GmbH. All rights reserved

poprzez wykorzystanie selektywnych nanourządzeń do gromadzenia ludzkich płynów lub próbek tkanek oraz przeprowadzania wielu analiz na poziomie subkomórkowym. Z perspektywy *in vivo*, nanourządzenia te mogą być dostarczone do organizmu, aby zidentyfikować obecność choroby i oznaczyć ilościowo toksyczne cząsteczki czy komórki nowotworowe.

Najnowsze badania dotyczą wykorzystania mikrochipów, nanotechnologii, mikrowłókien, analizy obrazu, rozpoznawania wzorów i biotechnologii. Umożliwiłoby to dentystom rozpoznanie podejrzanej zmiany w ciągu 8-10 minut, a nie dni lub nawet tygodni. Nowa metoda pozostaje obecnie na etapie testów w USA. Obejmuje biopsję komórek za pomocą pędzla i umieszczenie ich na nanobiochipie wielkości karty kredytowej odczytywanej w analizatorze, który dostarcza wyniki w ciągu kilku minut bezpośrednio w obecności pacjenta. Wprowadzenie na rynek tej innowacyjne technologii poprawi jakość obsługi pacjenta poprzez zmniejszenie czasu oczekiwania i liczby wizyt, a także wpłynie korzystne na obszary, w których ograniczony jest dostęp do specjalistów patologów. Będzie też oszczędnością dla pacjenta oraz krajowego systemu opieki zdrowotnej.

System nanoelektromechaniczny lub doustny test nanocząsteczkowy w formie płynu oraz optyczny nanobiosensor mogą być również używane do diagnozowania nowotworów jamy ustnej. Ślina jest używana jako niedrogie i nieinwazyjnie medium diagnostyczne zawierające markery proteomiczne i genomowe do identyfikacji choroby na poziomie molekularnym. Egzosomy związane z błoną pęcherzykową wydzielniczą są jednym z takich markerów, których poziom zwiększa się przy obecności nowotworów złośliwych.

W diagnostyce i leczeniu nowotworów jamy ustnej wykorzystywane są również nanostruktury niemechaniczne. Nanosfery (nanoshells) w powierzchownej zewnętrznej warstwie metalicznej mogą wchłaniać wybiórcze długości fal promieniowania. Prowadzi to do specyficznej dewastacji komórek nowotworowych, oszczędzając jednocześnie komórki zdrowe.

Dendrymery wykonane są z kulistych, silnie rozgałęzionych polimerów. Wysoki stopień rozgałęzień, gładki kształt i dobrze określona masa cząsteczkowa sprawiają, że są one idealnym kandydatem do terapii nowotworowej. Są obiecującymi nośnikiami leków, zdolnymi nakierować na guzy nowotworowe duże dawki leków (Ryc. 6).[7,8]

Implanty

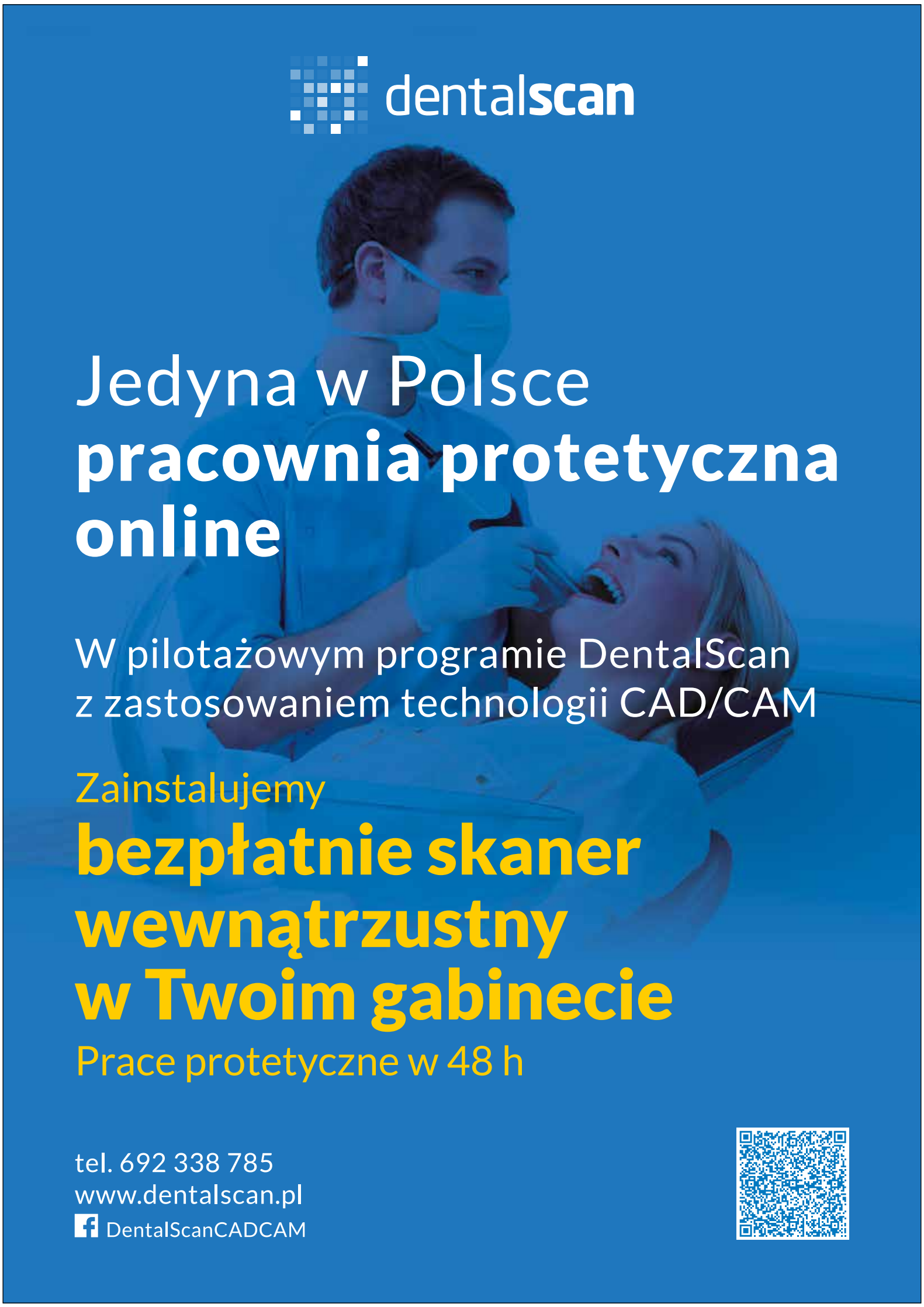
Istnieją różne sposoby tworzenia cech nanoskopowych na powierzchni implantu. Metody te obejmują:

1. Metody fizyczne, tj. samoorganizacja monowarstw, zagęszczanie nanocząstek i osadzanie wiązki jonów.
2. Metody chemiczne, tj. trawienie kwasem, peroksydacja, obróbka alkaliczna (NaOH) i anodowanie.
3. Nanoszenie nanocząstek, takich jak zol-żel (koloidalne osadzanie cząstek) i oddzielne osadzanie krystaliczne.
4. Technika druku litograficznego i kontaktowego.

W zależności od zastosowanej techniki można zwiększyć lub zmniejszyć rozprzestrzenianie się komórek. Obecnie niezdefiniowane mechanizmy wskazują, że proliferacja komórek wydaje się być wzmocniona przez nanoskalową topografię implantu. Kilku badaczy wykazało, że nanoskalowa topografia zwiększa różnicowanie osteoblastów (badania te sugerowały również zwiększoną adhezję osteoblastów w porównaniu z innymi typami komórek, jak fibroblasty). Stosunek powinowactwa pomiędzy osteoblastami i fibroblastami wynosił 3:1 na nanocząstkach w porównaniu z konwencjonalnymi materiałami przedstawiającymi stosunek 1:1 (obserwujemy selektywnośc adhezji komórkowej).

Nanowłaściwości powierzchni – zarówno wymiary, jak i gęstość nanostruktur wpływają na przyczepność komórek i ich ruchliwość. Kolejnym znaczącym odkryciem w nanosferze jest zmniejszona przyczepność i proliferacja bakteryjna. Nastąpił znaczny spadek kolonizacji

AD



bakterii na nanostrukturalnych TiO_2 i ZnO. Nanomodyfikacje topograficzne modyfikują reaktywność materiałów i obecność kości na powierzchni implantu w początkowych fazach tworzenia kości. Implanty wykorzystujące nanotechnologię mogą skutecznie przyspieszyć wzrost kości i zwiększyć przewidywalność oraz skrócić czas osadzania o 150%, zmniejszając tym samym długość leczenia o 1-3 miesięcy. Przykładowym produktem jest implant NanoTite wykorzystujący nanocząsteczki krystalicznego fosforanu wapnia (CaP), (Ryc. 7).[9]

Materiały kościozastępcze

Nanotechnologia służy do tworzenia „inteligentnych" materiałów, które pomogą w naprawie i regeneracji tkanki komórkowej w kościach. Nanocząstkami hydroksyapatytowymi stosowanymi w leczeniu wad kości są: Ostim, Vitoss i NanOSS. Występują one w formie płynnej, łatwoformowalnej pasty, w skład której wchodzi fosforan wapnia. Jest ona biozgodna i integrowalna z kością gospodarza. Wspiera wzrost komórek chrząstki i kości.

Masy wyciskowe

Nanotechnologię zastosowano ostatnio także przy tworzeniu nowych odmian mas wyciskowych, np. w produkcji polimerów silikonowych, co zrewolucjonizowało ich właściwości. Wzrosła ich wytrzymałość na zerwanie, odporność na odkształcenie oraz płynność. Ta ostatnia cecha umożliwia pobieranie wycisków o bardzo dużej precyzji. Do mas wyciskowych wykorzystujących technologię nano należą m.in. silikony addycyjne Elite H-D+, gdzie w paście podstawowej zastosowano nanowypełniacze o średniej wielkości ziarna ok. 200 nm, zaś w paście katalizującej – platynę.

Badania wykonane reometrem wykazały, że materiał ten umożliwia otrzymanie zmieniającego się stopnia płynności, który w fazie początkowej wynosi ok. 10000 Pa/s, a następnie spada do ok. 50 Pa/s, co jest bardzo istotne dla dobrego wpływania masy w okolicę kieszonki dziąsłowej. Badania wykonane cyklowiskografem wykazały, że materiały Elite mają lepszą charakterystykę utwardzania w porównaniu do konwencjonalnych silikonów A i polieterów, co znacznie zmniejsza ryzyko występowania zniekształceń wycisku z powodu mikroprzesunięć.

Materiały z tej grupy mogą być wykorzystywane w różnych technikach wyciskowych stosowanych przy wykonywaniu protez stałych i ruchomych. Wysoka hydrofilowość tych mas, a także pamięć materiałowa (>99,5%) i bardzo mała zmienność liniowa wymiarów (<0,2% po 24 godz.) umożliwiają wierne odwzorowanie pola protetycznego. Jest to istotne zwłaszcza w przypadku wykonywania wycisków zębów opracowanych pod protezy stałe, gdzie granica szlifowania znajduje się niekiedy w okolicy poddziąsłowej. Wpływanie masy wyciskowej w tę okolicę ma duże znaczenie dla precyzyjnego odwzorowania szczegółów powierzchni zęba i w efekcie ma duży wpływ na uzyskanie dobrej integracji obrzeża protez stałych ze ścianami zęba filarowego.

Nanokompozytowe sztuczne zęby

Badania wykazały, że nanokompozytowe sztuczne zęby są bardziej trwałe niż zęby akrylowe (ulegają nadmiernemu zużyciu, ale łatwo można je dostosować) i zęby kompozytowe z mikrowypełniaczem. Mają również większą odporność na ścieranie. Porcelana jest również odporna na ścieranie, ale odznacza się kruchością, brakiem zdolności wiązania do podstawy protezy, jest trudna do polerowania. Nanokompozytowe zęby są wykonane z polimetakrylanu metylu (PMMA) i homogenicznie rozprowadzonego nanowypełniacza (bez gromadzenia się w matrycy), dlatego też gładkość powierzchni można zachować nawet wtedy, gdy zęby ulegają erozji. Zalety zębów nanokompozytowych to przede wszystkim: doskonała zdolność polerowania i odporność na plamy, wspaniała estetyka, zwiększona odporność na zużycie i twardość powierzchni.

Nanoglasjonomer

Cementy szkłojonomerowe (GIC) mają znacznie gorsze właściwości wykończenia powierzchni i estetykę niż nowe kompozyty, „nanojonomery" są natomiast zbliżone do hybrydowego kompozytu. Zawierają reaktywne fluoroglinokrzemianowe szkło (FAS) i nanowypełniacze. Dzięki temu odznaczają się doskonałą polerowalnością i estetyką, lepszą odpornością na ścieranie oraz mają szerokie zastosowanie kliniczne (odbudowa zębów mlecznych, małe klasy I, III i V w zębach stałych, technika kanapkowa, wypełnienia czasowe). Włączenie nanokryształów hydroksyapatytu (nHA) nie tylko zwiększa właściwości mechaniczne konwencjonalnych GIC, ale może także zwiększyć uwalnianie fluoru i bioaktywność. Poprzez zwiększenie krystaliczności osadzonej matrycy apatyt może sprawić, że cement stanie się bardziej stabilny, nierozpuszczalny i poprawi się wytrzymałość wiązania z tkanką zęba. Zwiększone uwalnianie fluoru może również ograniczyć i zatrzymać próchnicę wtórną.[10]

Nanokompozyty

Nanohybrydowe i nanocząsteczkowe kompozyty oparte na żywicach określane są jako nanokompozyty, zwykle w kontekście wielkości cząstek wypełniacza ≤100 nm. W przeciwieństwie do kompozytów hybrydowych, w których duże cząstki mogą być oddzielone od matrycy, tylko słabo przyłączone nanoklastry są oddzielane podczas ścieranie w nanokompozytach, a więc dobrze wypolerowana powierzchnia wypełnienia nanokompozytowego może zachować gładkość przez długi czas. Zalety nanokompozytów to: wyższa twardość, wyższa wytrzymałość na zginanie i moduł sprężystości, wyższa przejrzystość dająca bardziej realistyczny wygląd (półprzezroczyste odcienie mają wypełniacze 5-20 nm), estetyka, szerokie spektrum kolorów i dopasowanie odcienia, wysoka retencja, redukcja o 50% skurczu polimeryzacji wypełnienia, doskonała obróbka i łatwe nakładanie, modelowanie (doskonałe właściwości manipulacyjne) oraz uniwersalne zastosowanie dla zębów tylnych i przednich.

Ze względu na odmienny rozmiar od struktur kryształu hydroksyapatytu, kanalików zębinowych i pryzmatów szkliwnych, konwencjonalne kompozyty wykazują adhezję – pomiędzy „makroskopowymi" materiałami uzupełniającymi a nanoskopowymi strukturami zęba (1-10 nm). Nanowypełniacze są mniejsze. Nanokompozyty mają potencjał do poprawy ciągłości między strukturą zęba a nanocząstkami wypełniacza. Nanocząstki wypełniacza zapewniają bardziej stabilny i naturalny interfejs między zmineralizowanymi tkankami twardymi zęba a zaawansowanymi biomateriałami uzupełniającymi.

Kolejnym zastosowaniem nanokompozytów jest remineralizacja zębów. Nowe kompozyty zawierają nanocząstki srebra i wapnia wraz z antybakteryjnym primerem i adhesivem, które „leczą" ubytki próchnicowe. Niszczą one bakterie w ubytku i ponownie rozwijają struktury zęba utracone przez rozkład bakteryjny. Materiał wypełniający wykazuje wysokie pH, które zabija bakterie. Badania pokazują, że lekarze dentyści będą w stanie zatrzymać znacznie więcej tkanek zęba.

Doskonały efekt antybakteryjny materiałów nanostrukturowanych jest głównie związany z ich wysokim stosunkiem powierzchni do objętości, co umożliwia większą obecność atomów na powierzchni i zapewnia maksymalny kontakt z otoczeniem. Ponadto, niewielki rozmiar tych cząstek sprawia, że penetracja przez błonę komórkową staje się łatwiejsza, co wpływa na wewnątrzkomórkowe procesy prowadzące do większej reaktywności i aktywności przeciwbakteryjnej. Jest to szczególnie ważne, ponieważ mikroorganizmy w biofilmach są bardziej odporne na działanie środków przeciwbakteryjnych niż patogeny planktoniczne i znacznie bardziej skoncentrowane biocydy mogą być wymagane w celu skutecznego leczenia. Prowadzone są liczne badania z zastosowaniem nanocząstek srebra, tlenku cynku, fosforanu wapnia, fluorku wapnia, czwartorzędowej polietylenoiminy amonowej, nanohydroksyapatytu i/lub nanofluorohydroksyapatytu (Ryc. 8).[11-15]

Szczepionka przeciw próchnicy

Od lat trwają próby opracowania skutecznej szczepionki przeciw próchnicy jako nowej metody profilaktycznej. Szczepionki DNA okazały się skuteczną, bezpieczną, stabilną i niedrogą strategią immunogenną w indukcji zarówno humorystycznych, jak i komórkowych odpowiedzi immunologicznych. Przykłady tych szczepionek obejmują pcDNA3-Pac, 83 pCIA-P, 84 pGJGLU/VAX, 85 i pGLUA-P.

Większość szczepionek przeciwpróchnicowych działa przez zapobieganie gromadzeniu się bakterii – zablokowanie antygenu białka powierzchniowego PAc lub inaktywacji enzymu glukozydotransferazy. Zarówno antygen białkowy powierzchniowy, jak i glukozylotransferazy są czynnikami odpowiedzialnymi

AD

za przyczepność bakterii próchnicotwórczych *S. mutans* do powierzchni zębów. Szczepionka DNA ma jednak słabą immunogenność u dużych zwierząt (w tym także u ludzi). Zastosowano nośnik nanocząsteczkowy. Pomimo postępów nanotechnologii, kliniczne zastosowanie szczepionki w leczeniu próchnicy wciąż jest niemożliwe. Naukowcy muszą jeszcze znaleźć rozwiązanie takich problemów, jak: wysoka różnorodność flory jamy ustnej, wysoki przepływ śliny, trudne dostarczanie antygenu, enzymatyczna degradacja szczepionki, słaba internalizacja.[16]

Nanoendodoncja

Tlenki metali, takie jak nanocząstki tlenku magnezu, mogą być wykorzystywane jako potencjalne płyny irygacyjne, z obiecującą aktywnością antybakteryjną zarówno w badaniach *in vitro*, jak i *ex vivo*. W porównaniu z konwencjonalnym roztworem NaOCl (5,25%), nanocząstki tlenku magnezu (5 mg/l) wykazały statystycznie istotny, długookresowy wpływ na eliminację *E. faecalis* przylegających do zębiny kanału korzeniowego. Podobny sukces terapeutyczny można uzyskać, płucząc kanały 0,005% roztworem AgNPs, który w znacznie niższym stężeniu posiada ten sam efekt bakteriobójczy co 5,25% NaOCl, a przy tym nie jest tak bardzo toksyczny dla tkanek okołowierzchołkowych.

Niedawno opisano nowy eksperymentalny uszczelniacz endodontyczny (nanoproszkowy ZnO). Pod względem właściwości jest on podobny do grupy materiałów opartych na ZOE, ale ze względu na nanostrukturę wykazał mniejszy mikroprzeciek w porównaniu z AH26 czy standardowym ZnO (mikrocząsteczki). W rezultacie, kanał korzeniowy można lepiej uszczelnić, stosując mniejsze wielkości cząstek: nanoproszek.

Związki takie jak tlenek cynku i chitosan, samodzielnie lub łączone, zostały wprowadzone jako dodatek do uszczelniaczy kanałów korzeniowych w celu ich dezynfekcji. Nie miały one wpływu na charakterystykę przepływu uszczelniaczy (flow), ale zwiększyły działanie antybakteryjne, obserwowane przez znaczne zmniejszenie liczby *Enterococcus faecalis* przylegających do zębiny poddanej badaniu.

Irańscy naukowcy przeprowadzili badania nad gutaperką wzbogaconą nanosrebrem. Nowy materiał miał znaczący wpływ antybakteryjny na *Enterococcus faecalis, Staphylococcus Aureus, Candida albicans* i *Escherichia coli*. Cytotoksyczność po 24 godz. była porównywalna ze standardową gutaperką, a po tygodniu zaczęła się zmniejszać.[17,18]

Neurotoksyczność

Nanotechnologia jest stosunkowo młodą dziedziną wiedzy, dlatego sporo z jej rozwiązań wciąż pozostaje w sferze rozważań lub na etapie badań i testów laboratoryjnych. Warto zdać sobie sprawę z kilku potencjalnych problemów oraz niebezpieczeństw, które mogą pojawić się w miarę jej rozwoju.

Nanocząsteczki (NPs) mogą przemieszczać się do krwiobiegu przez błony biologiczne, wpływać na narządy i tkanki na poziomie komórkowym i molekularnym. NP są w stanie pokonać barierę krew-mózg (BBB) i uzyskać dostęp do ośrodkowego układu nerwowego (OUN), m.in. przez układ chłonny i krążenia, nerw węchowy i trójdzielny). Liczne badania na zwierzętach potwierdzają akumulację nanocząsteczek tlenku żelaza, polistyrenu z grupami karboksylowymi, ZnO, TiO_2 w miąższu mózgu. Neurotoksyczność najprawdopodobniej opiera się na mechanizmie stresu oksadycyjnego, autofagii, dysfunkcji lizosomu, zwiększeniu przepuszczalności błony, aktywacji szlaku sygnałowego, zaburzeniu wymiany jonowej, uszkodzeniu enzymów. Procesy te wymagają dalszego zbadania.

Interakcje ze środowiskiem biologicznym i potencjalne skutki toksyczne NPs są znacząco związane z ich wyjątkowo niewielkim rozmiarem (im mniejsze NPs, tym większe ryzyko toksyczności), dużym współczynnikiem powierzchni właściwej do masy cząsteczkowej (SA/MR) i właściwościami powierzchni (modyfikacja powierzchni ma bezpośredni wpływ na właściwości NPs takie jak twardość czy polarność) i składem chemicznym.

AD

Nanomolekuły (NM) są zdolne do przecięcia tkanek i błon komórkowych, wchodząc do ich wnętrza i powodując uszkodzenia komórek, reagują z DNA i RNA, powodują mutacje. NP mogą także prowokować „przeładowanie" komórek fagocytarnych, co prowadzi do gorączki obronnej i zmniejszenia odporności organizmu. NP mogą gromadzić się w organach – brak możliwości rozkładu. Niestety, badania u myszy wykazały, że NP są zdolne do przeniknięcia przez łożysko, szkodząc rozwojowi płodu poprzez mechanizmy pośrednie i bezpośrednie. Wpływ na potomstwo gryzoni polegał na zwiększeniu ilości dopaminy, zmniejszeniu zdolności uczenia się, zmniejszeniu pamięci przestrzennej i hamującej, zmniejszeniu liczby plemników.[19,20]

Reakcje alergiczne wywoływane przez nanomateriały, przebarwienia szkliwa i materiałów uzupełniających

Płyny stomatologiczne zawierające nanocząsteczki metali powodują przebarwienia większe niż chlorheksydyna (nanoZnO> CuO> Ag> TiO_2> CHX 0,2%) oraz trudniejsze do usunięcia. Szczotkowanie ma niewielki wpływ na zlikwidowanie takich wybarwień, ponieważ rozmiar nanocząsteczek odpowiada za ich głęboką penetrację.[21]

Skutki zdrowotne ekspozycji zawodowej i konsumenckiej

Niektóre formy nanorurek wykazują powinowactwo do azbestu i mogą uszkadzać układ oddechowy, wywoływać takie objawy, jak: zapalenie oskrzelików, zwłóknienie czy zespół zaburzeń oddechowych, odkładać się w wątrobie, a nawet powodować nowotwór zwany międzybłoniakiem opłucnej. Znane są przypadki osób (Paul Karason czy Rosemary Jacobs), które ze względu na niekontrolowane przyswajanie koloidalnego srebra przez organizm popadły w chorobę popularnie nazywaną srebrzycą (argyria), której objawem jest zmiana koloru skóry na srebrną lub niebieską. Przytoczone przykłady podkreślają, jak ważne jest dawkowanie, sposób podawania i czas narażenia – to kluczowe czynniki, które wpływają na nasilenie toksyczności wywołanej przez dowolny nanomateriał.

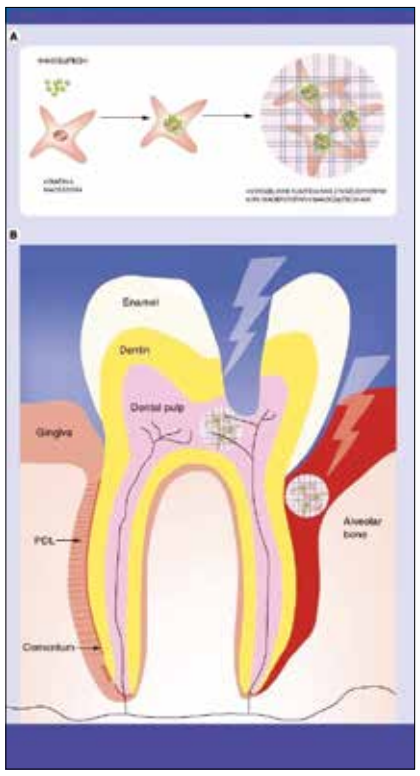
Zagrożenia dla środowiska

Wolne nanocząstki (np. nanosrebro) mogą przedostawać się do powietrza lub wody i kumulować się w glebie, wodzie czy organizmach żywych. Nie jesteśmy w stanie przewidzieć, czy nanocząstki nie staną się nową klasą materiałów niepodlegających biodegradacji.

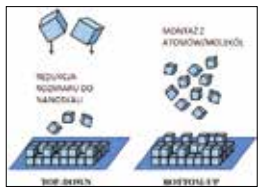
Podsumowanie

Najnowsze osiągnięcia związane z nanomateriałami, od stomatologii zachowawczej z endodoncją po zarządzanie tkankami przyzębia odgrywają coraz bardziej znaczącą rolę w rozwoju stomatologii. Wiele technologii wciąż pozostaje na etapie badań, ale coraz większa liczba nanoproduktów jest już powszechnie dostępna. Ciągłe udoskonalanie tradycyjnych metod, rozwój zaawansowanych materiałów uzupełniających, nowych leków i metod farmakologicznych poprawia opiekę stomatologiczną. DT

Ryc. 1



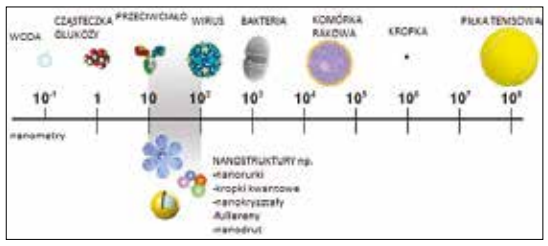
Ryc. 4: Schemat przedstawiający regenerację tkanek zęba przy użyciu inżynierii tkankowej i nanotechnologii.



Ryc. 2: Strategie tworzenia nanostruktur: top down i bottom up.

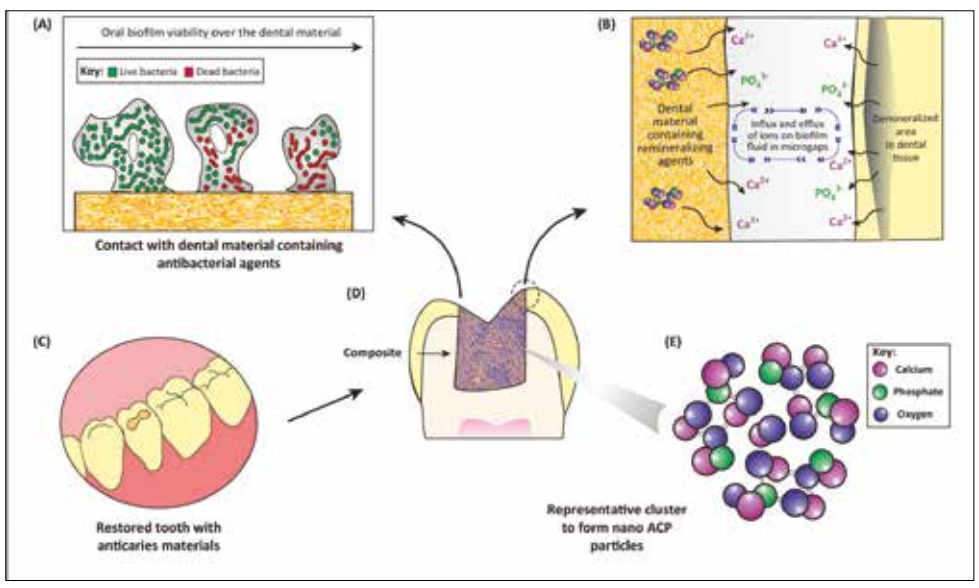
Ryc. 3: Nanorobot stomatologiczny.

Ryc. 5: Nanorobotyczny środek do czyszczenia zębów – Dentifrobot.



Ryc. 6

Ryc. 7: Implant NanoTite wykorzystujący nanocząsteczki krystalicznego fosforanu wapnia.



Ryc. 8: Schematyczne przedstawienie antybakteryjnego i remineralizującego działania nanokompozytów.

AD

Dental Tribune Study Club

Join the largest educational network in dentistry!

ADA C·E·R·P® | Continuing Education Recognition Program
ADA CERP is a service of the American Dental Association to assist dental professionals in identifying quality providersof continuing dental education. ADA CERP does not approve or endorse individual courses or instructors, nor does it imply acceptance of credit hours by boards of dentistry.

DT STUDY CLUB COURSES | DISCUSSIONS | BLOGS | MENTORING

dti] Dental Tribune International

Piśmiennictwo:

1. *A. Bhardwaj i wsp. Nanotechnology in dentistry: Present and future, Journal of International Oral Health 2014; 6(1):121-126.*
2. *N. J. Shetty, P. Swati, K. David. Nanorobots: Future in dentistry, The Saudi Dental Journal(2013) 25, 49-52.*
3. *H. Aeran i wsp. Nanodentistry: Is just a fiction or future, journal of oral biology and craniofacial research 5 (2015) 207-211.*
4. *R. Chandki i wsp. Nanodentistry. Exploring the beauty of miniature, Journal section: Biomaterials and Bioengineering in Dentistry, J Clin Exp Dent. 2012;4(2):e119-24.*
5. *M. Chieruzzi. Nanomaterials for Tissue Engineering In Dentistry, Nanomaterials (Basel). 2016 Jul; 6(7): 134.*
6. *S. Tugba Ozak, P. Ozkan, Nanotechnology and dentistry, European Journal of Dentistry, January 2013, Vol. 7.*
7. *I. M. F. Abiodun-Solanke, D. M. Ajayi, A. O. Arigbede. Nanotechnology and its Application in Dentistry, Ann Med Health Sci Res. 2014 Sep-Oct; 4(Suppl 3): S171-S177.*
8. *S. S. Mantri, S.P. Mantri. The nano era in dentistry, J Nat Sci Biol Med.*

2013 Jan-Jun; 4(1): 39-44.
9. *GK Thakral i wsp. Nano-surface – The Future of Implants, Journal of Clinical and Diagnostic Research. 2014 May, Vol-8(5): ZE07--ZE10.*
10. *S. Najeeb i wsp., Modifications in Glass Ionomer Cements: Nano-Sized Fillers and BioactiveNanoceramics, International Journal of Molecular Sciences, Int. J. Mol. Sci. 2016, 17, 1134.*
11. *E. Pepla i wsp. Nano-hydroxyapatite and its applications in preventive, restorative and regenerative dentistry: a review of literature, Annali di Stomatologia 2014; V (3): 108-114.*
12. *R. Singh Narang, J. Kaur Narang. Nanomedicines for dental applications-scope and future perspective, Int J Pharm Investig. 2015 Jul--Sep; 5(3): 121-123.*
13. *M. A. S. Melo i wsp., Nanotechnology-based restorative materials for dental caries Management, Trends Biotechnol. 2013 August; 31(8).*
14. *L. Cheng i wsp. Nanotechnology strategies for antibacterial and remineralizing composites and adhesives to tackle dental caries, Nanomedicine (Lond). 2015 March ; 10(4): 627-641.*
15. *O. Ogle, N. Byles, Nanotechnology in Dentistry Today, West Indian Med J 2014; 63 (4): 344,*
16. *E. Ali Abou Neel i wsp. Nanotechnology in dentistry: prevention, diagnosis, and therapy, International Journal of Nanomedicine 2015:10.*
17. *M. Javidi i wsp.. Zinc oxide nano-particles as sealer in endodontics and its sealing ability, Contemp Clin Dent. 2014 Jan-Mar; 5(1): 20-24.*
18. *J. Mattos Corrêa i wsp. Silver Nanoparticles in Dental Biomaterials, International Journal of Biomaterials, Volume 2015, Article ID 485275, p. 9,*
19. *X. Feng i wsp. Central nervous system toxicity of metallic nanoparticles, International Journal of Nanomedicine 3 July 2015, 10 4321-4340.*
20. *S. Bakand, A. Hayes. Toxicological Considerations, Toxicity Assessment, and Risk Management of Inhaled Nanoparticles, International Journal of Molecular Sciences, Int. J. Mol. Sci. 2016, 17, 929.*
21. *N. Eslami i wsp. The staining effect of different mouthwashes containing nanoparticles on dental enamel, Journal section: Biomaterials and Bioengineering in Dentistry, J Clin Exp Dent. 2015;7(4):e457-61.*

Kontakt:
Lek. dent. Marta Kierkowicz
NZOZ Vita Med Centrum Medyczne, Białystok
Kierownik:
lek. dent. Bożena Zawadzka

E-mail:
marta.kierkowicz@wp.pl

Wpływ diagnozy raka jamy ustnej na zachowania seksualne

Rak jamy ustnej ma wpływ na ogólne samopoczucie pacjentów w wielu aspektach. Wg najnowszych badań diagnozowanie i leczenie raka płaskonabłonkowego jamy ustnej (OSCC) wpływa na zmianę zachowań seksualnych pacjentów i jednocześnie na jakość ich życia. W niedawno opublikowanym badaniu, wielu pacjentów i ich partnerów zgłosiło znaczne spadki częstości seksu waginalnego i oralnego w następstwie diagnozy.

W celu oceny wpływu diagnozy OSCC i jego leczenia na zachowania seksualne, w odniesieniu do wirusa brodawczaka ludzkiego (HPV), naukowcy z Ohio State University przebadali łącznie 262 pacjentów z OSCC, z czego 54,2% miało pozytywny wynik HPV, a 45,8% miało wynik ujemny. Badanie uwzględniało także ich 81 partnerów. Wszyscy uczestnicy ukończyli badanie oceniające obawy o konsekwencje zdrowotne, relacji niepokoju i zachowań seksualnych w momencie rozpoznania i podczas 6-miesięcznej obserwacji.

Wyniki badania wykazały, że stres w związku nie występował powszechnie wśród uczestników, np. 69% badanych raportowało wzmocnienie relacji od momentu zdiagnozowania nowotworu. Jednak 25% pacjentów z HPV-dodatnim i 14% ich partnerów miało poczucie winy oraz odpowiedzialności po rozpoznaniu raka spowodowanego HPV. Ok. 50% pacjentów odczuwało obawy przed zarażeniem HPV swoich seksualnych partnerów.

Ogólnie, znaczny spadek częstości seksu waginalnego i oralnego odnotowano 6 miesięcy po diagnozie, niezależnie od statusu zakażenia HPV. W okresie badania poziom abstynencji od seksu waginalnego znacząco wzrósł z 10% na początku badania do 34%, a od seksu oralnego wzrósł z 25 do 80%.

Badanie pt.: „Istotne zmiany w zachowaniach seksualnych po diagnozie raka ludzkiego brodawczaka jamy ustnej" zostało opublikowane w połowie lutego br. w czasopiśmie *Cancer*. Zostało ono przeprowadzone we współpracy z Bellvitge Biomedical Research Institute oraz University of Barcelona w Hiszpanii i Johns Hopkins University School of Medicine w Baltimore. DT

AD

Edukacja – najlepsza inwestycja długoterminowa

Zawód lekarza to ciągła nauka, a edukacja to inwestycja. O tym, jak i gdzie się szkolić, a także o trendach w chirurgii i implantologii rozmawiamy z dr. hab. n. med. Piotrem Majewskim.

Rozwój stomatologii jest tak dynamiczny, że wymaga nieustannego kształcenia. Nowe technologie, nowe procedury chirurgiczne, nowe materiały – w jaki sposób za tym wszystkim nadążyć, aby oferować pacjentowi najlepsze rozwiązania?

Moim zdaniem, implantologia jest jedną z najbardziej dynamicznie rozwijających się dziedzin stomatologii. Śmiało można powiedzieć, że niemal każdego miesiąca mamy nowe propozycje, które docierają do nas nie tylko ze strony lekarzy, ale także firm. Trzeba pamiętać, że implantologia to nie tylko leczenie chirurgiczne polegające na wszczepianiu implantów, ale również cała odbudowa protetyczna. Obie te dziedziny – implantologia i protetyka – są ze sobą ściśle związane. Zakres możliwości leczenia w chirurgii, ale także w protetyce jest ogromny. W związku z tym, liczba nowych materiałów i instrumentarium jest tak ogromna, że często lekarze mają trudności z wyborem odpowiedniego sprzętu i materiałów, które chcą zastosować u pacjentów.

Myślę, że jest kilka kryteriów pomagających w wyborze danej metody, urządzenia czy materiału. Z pewnością powinniśmy obracać się wokół sprawdzonych firm i materiałów. Co to znaczy? Za każdym produktem powinny stać wieloletnie badania ukierunkowane na rozwój i technologia. Przy wyborze stosujmy kryterium jakościowe i wybierajmy spośród najlepszych materiałów dostępnych w danej chwili na rynku. Pamiętajmy także, że nie zawsze wysoka cena jest miernikiem wysokiej jakości – zwłaszcza, że celowo często jest zawyżana. Z drugiej jednak strony, zbyt niska cena powinna zasiać wątpliwość, czy na pewno jest to rozwiązanie, które należy wybrać.

"Za każdym produktem powinny stać wieloletnie badania ukierunkowane na rozwój i technologia. Przy wyborze stosujmy kryterium jakościowe i wybierajmy spośród najlepszych materiałów dostępnych w danej chwili na rynku"

Trzeba pamiętać, że jakość materiału musi być sprawdzona klinicznie. Wprowadzenie na rynek jakiegokolwiek materiału musi być bezwzględnie poparte wieloletnimi i wieloośrodkowymi badaniami. Jeżeli wprowadzane technologie są niesprawdzone, należy im się uważnie przyglądać. Przestrzegam przed ich niekontrolowanym wprowadzaniem do własnej praktyki. Na podstawie ponad 20-letniego doświadczenia w implantologii, miałem do czynienia z wieloma innowacjami i nowościami, które miały przynieść rewolucyjne korzyści, a jak się z czasem okazało, nie sprawdzały się w praktyce. Pamiętajmy, że w implantologii stosujemy materiały w organizmie człowieka, biorąc za to

"Wprowadzajmy nowe metody, ale sprawdzone i w ściśle wyselekcjonowanych przypadkach"

Fot.: Edyta Potrząsaj

odpowiedzialność. Dostrzegam także trend maksymalnego skracania procesu leczenia, co jest oczywiście plusem, ale nie we wszystkich przypadkach. Właściwie rzadko mamy do czynienia z sytuacją, kiedy można natychmiastowo zaopatrywać pacjenta w implanty i odbudowy protetyczne. Dodatkowo, wielokrotnie słyszę też o „dożywotniej gwarancji", a przecież w medycynie możemy mówić najwyżej o rokowaniach w danym przypadku u danego pacjenta. Przy planowaniu leczenia zawsze mamy kilka możliwości i przedstawiamy pacjentowi kilka wariantów. Opieramy się na naszej wiedzy i doświadczeniu oraz oczekiwaniach i wymaganiach pacjenta. Podkreślę to raz jeszcze: kluczowe 3 elementy to wiedza (piśmiennictwo naukowe, kursy, wykłady, sympozja, kongresy), doświadczenie i pacjent.

Z jednej strony implantologia jest dziedziną medycyny jak każda inna, z drugiej – technologia i nowe udokumentowane procedury mają sprawiać, aby proces leczenia był coraz bardziej przewidywalny. Przed jakimi wyzwaniami staje współczesna implantologia?

Obecnie nie mówimy pacjentom, że implanty są najlepszym rozwiązaniem, możemy najwyżej mówić o „success rate" i „survival rate". Dzisiaj nie skupiamy się już na tym, czy implant się przyjął, ale bierzemy pod uwagę także inne elementy, tj. estetykę, funkcję, ale i zagrożenia, np. *periimplantitis*. Ten problem, zgodnie z danymi z piśmiennictwa, dotyczy ok. 20% pacjentów. Widzimy to dopiero po 5, 10 czy 15 latach, ale zdawać sobie z tego sprawę musimy już dzisiaj – lekarz, ale i pacjent, który musi być o tym poinformowany. Pamiętam badania, które prowadziliśmy w ośrodku krakowskim dotyczące różnych powierzchni implantów. Szorstkie powierzchnie były swego czasu wprowadzane w celu przyspieszenia i poprawy procesu osteointegracji. Owszem, wyniki były w tym kontekście obiecujące. Trzeba jednak rozpatrywać wszystko w wielu aspektach. I tak, dzisiaj okazuje się, że te powierzchnie nie są wcale tak fantastyczne w kontekście *periimplantitis*. Być może, gładkie powierzchnie, które były stosowane 15-20 lat temu mogą wpływać korzystnie na zapobieganie temu niekorzystnemu zjawisku. Moje i nie tylko moje obserwacje w tym względzie zdają się potwierdzać tę tezę. Właśnie we współpracy z innymi ośrodkami krajowymi i zagranicznymi rozpoczynamy badania, które moim zdaniem, potwierdzą nasze wcześniejsze obserwacje kliniczne. Czy można mówić, że jest to „krok w tył"? Nie, to właśnie jest potwierdzenie faktu, że czas koryguje wszystkie nowości. Dlatego, jeszcze raz podkreślam: wprowadzajmy nowe metody, ale sprawdzone i w ściśle wyselekcjonowanych przypadkach.

Od wielu lat implantologia stomatologiczna przeżywa rozkwit, jest interesującą dziedziną stomatologii przyciągającą nowych, często bardzo młodych lekarzy. Mimo braku regulacji porządkujących proces edukacji w zakresie implantologii istnieje wiele podmiotów w kraju i za granicą wypełniających tę lukę. Które wybierać i jak je weryfikować?

Nie odpowiem wprost na to pytanie, ponieważ taki kod nie istnieje. W Polsce są 2 stowarzyszenia implantologiczne, które prowadzą odrębne kursy certyfikowane. W ramach tych kursów zarówno w jednym, jak i drugim są przeprowadzane szkolenia, również we współpracy z ośrodkami zagranicznymi. Myślę, że można na to pytanie odpowiedzieć w ten sposób: nie ma do dzisiaj regulacji prawnych nie tylko w implantologii, ale w stomatologii w ogóle. Każdy lekarz dentysta może przeprowadzać każde zabiegi, w tym ortodontyczne, endodontyczne i protetyczne. Nie ma zakazu, ale są specjalizacje. Obserwuję wiele powikłań związanych z faktem, że lekarze bez doświadczenia, mimo wiedzy teoretycznej, podejmują leczenie, które ich przerasta. Moim zdaniem, powinny być regulacje potwierdzające możliwość leczenie skomplikowanych przypadków. Błędne decyzje, złe leczenie uderza bezpośrednio w pacjenta, a pośrednio w nas wszystkich, w całe środowisko lekarzy. Nie zmienia to faktu, że polscy lekarze implantolodzy (tak ich nazywamy) prezentują światowy poziom. Obserwuję to, uczestnicząc w różnych międzynarodowych programach edukacyjnych. Nie mamy się czego wstydzić! Zwracam jednak uwagę na fakt, że mamy wiele dobrych ośrodków edukacyjnych, ale problem tkwi w tym, że w skali ogólnopolskiej nie ma jednolitego, ogólnopolskiego programu edukacyjnego. Próbowaliśmy jakiś czas temu wprowadzić taki program, ale to się dotychczas nie udało. Nie udaje się też za granicą, zatem to nie jest tylko nasz, polski problem. Czy należy to rozpatrywać w charakterze problemu? Dzisiaj myślę, że niekoniecznie.

W zakresie edukacji podyplomowej funkcjonuje wiele ośrodków krajowych i zagranicznych, akademickich i pozaakademickich. Liczba propozycji edukacyjnych jest tak ogromna, że co kilka dni jesteśmy w stanie znaleźć propozycje szkoleniowe – gorsze albo lepsze. Lekarz, szczególnie początkujący, nie bardzo jest w stanie dokonać wyboru. Myślę, że weryfikacja jakości szkoleń odbywa się poprzez wzajemną wymianę spostrzeżeń i ocenę przez samych lekarzy. Obecnie są również dostępne programowe propozycje szkoleniowe, które pozwalają, w sposób usystematyzowany, przedstawić edukację w zakresie implantologii. Sam jestem czynnie zaangażowany w różne programy naukowe i szkoleniowe, w macierzystej uczelni w Krakowie, a także we współpracy z Uniwersytetem w Nowym Jorku (NYU) w ramach 2-letniego programu edukacyjnego – NYU Implant Continuing Education Program, którego ukończenie potwierdzone jest certyfikatem uznawanym na całym świecie. Jest to rozpoznawalny znak jakości umożliwiający lekarzom spotkanie się z wybitnymi wykładowcami, klinicystami z całego świata. Taki cykl szkoleniowy jest zakończony zakończony egzaminem teoretycznym, praktycznym oraz prezentacją własnego dorobku przed wykładowcami w Nowym Jorku.

W Polsce funkcjonują również inne, podobne programy szkoleniowe oparte na współpracy pomiędzy ośrodkami krajowymi i zagranicznymi. Są one na

AD