Jakość życia związana ze zdrowiem jamy ustnej – nowoczesne podejście do stomatologii skoncentrowane na pacjencie*

Autorstwa prof. Avim Banerjee, Profesora kariologii i stomatologii zachowawczej w King's College London

Powszechnie wiadomo, że stan zdrowia jamy ustnej może mieć istotny wpływ na ogólny stan zdrowia fizycznego i psychicznego pacjenta, a także na jego samopoczucie emocjonalne i funkcjonowanie w społeczeństwie. Jakość życia związana ze zdrowiem jamy ustnej (OHQoL, ang. Oral Health Quality of Life) pozwala ocenić ten trend oraz wspierać poprawę różnych aspektów zdrowia i dobrostanu. To podejście wpisuje się w definicję nowoczesnej opieki zdrowotnej, które uwzględnia wszystkie potrzeby terapeutyczne pacjenta i stawia go w centrum procesu leczenia.

W niniejszym artykule prof. Avi Banerjee, Profesor kariologii i stomatologii zachowawczej w King's College London, omawia, w jaki sposób Biodentine™ może wspierać poprawę jakości życia związanej ze zdrowiem jamy ustnej, przyczyniając się do osiągnięcia lepszego zdrowia i dobrostanu pacjenta we wszystkich obszarach jego życia.

Dlaczego jakość życia związana ze zdrowiem jamy ustnej jest priorytetem we współczesnej stomatologii?

Zdrowie jamy ustnej można definiować jako brak bólu zębów i chorób w obrębie jamy ustnej, możliwość swobodnego wykonywania codziennych czynności oraz poczucie komfortu związane z własnym wyglądem i postrzeganiem stanu jamy ustnej. Koncepcja jakości życia związanej ze zdrowiem jamy ustnej (OHQoL) uwzględnia fakt, że wpływ zdrowia jamy ustnej wykracza daleko poza samą jamę ustną - koncentruje się na tym, jak oddziałuje ono na człowieka jako całość.

- Zdrowie fizyczne i ogólnoustrojowe: Przewlekły stan zapalny związany z chorobami przyzębia wiąże się z chorobami układu sercowo-naczyniowego, cukrzycą, reumatoidalnym zapaleniem stawów i chorobą Alzheimera.[1,2] W niedawnym badaniu wykazano, że osoby z objawami chorób dziąseł były o 15% bardziej narażone na występowanie kilku chorób przewlekłych jednocześnie.[3]

- Zdrowie psychiczne i dobrostan emocjonalny: Ból lub utrata funkcji jamy ustnej (np. bezzębie) mogą powodować lęk, cierpienie psychiczne i obniżenie nastroju. Negatywna ocena własnych zębów lub uśmiechu może z kolei prowadzić do skrępowania i izolacji społecznej.

- Rozwój: Zły stan zdrowia jamy ustnej prawdopodobnie bardzo znacząco oddziałuje na rozwój społeczny, mowę i rozwój językowy dziecka, co może przekładać się na słabsze umiejętności czytania i gorsze wyniki w nauce.[4] Próchnica wczesnego dzieciństwa wiąże się również z częstszą nieobecnością dzieci w wieku szkolnym, co dodatkowo nasila te skutki.[4] Wpływ ten utrzymuje się przez kolejne etapy życia,

intensyfikując ryzyko problemów ze zdrowiem psychicznym w okresie dojrzewania oraz bezrobocia w dorosłości.[4]

- Sytuacja ekonomiczna: Bezpośrednie koszty leczenia stomatologicznego mogą stanowić poważną barierę finansową, szczególnie w krajach, w których opieka stomatologiczna nie jest finansowana ze środków publicznych. Mogą one doprowadzić do trudności finansowych rodzin znajdujących się w niepewnej sytuacji ekonomicznej.[5] Koszty pośrednie obejmują nieobecność w pracy, utratę produktywności, a nawet ograniczenie możliwości zatrudnienia ze względu na wygląd zębów.[5,6]

Prof. Banerjee przyznaje, że stomatologia nie zawsze koncentrowała się na pacjencie jako całości:
„Dysponujemy ogromną ilością dowodów potwierdzających, że zdrowie jamy ustnej wpływa praktycznie na każdy układ fizjologiczny organizmu. Jednak, gdy przyjrzymy się temu, jak opieka nad zdrowiem jamy ustnej jest organizowana na świecie, zauważymy, że nasze zespoły są całkowicie odizolowane od szerszego systemu opieki zdrowotnej. Jako osoby zajmujące się opieką nad zdrowiem jamy ustnej - i nie nazywam już tego nawet stomatologią, lecz opieką zdrowotną w zakresie zdrowia jamy ustnej - nie możemy koncentrować się wyłącznie na zębach. Musimy patrzeć na pacjenta całościowo: uwzględniać jego ogólny stan zdrowia, zdrowie psychiczne i dobrostan. Uważam, że ma to kluczowe znaczenie, jeśli chcemy rzeczywiście poprawiać jakość życia związaną ze zdrowiem jamy ustnej”.

Poprawa jakości życia związanej ze zdrowiem jamy ustnej dzięki opiece stomatologicznej opartej na zasadzie minimalnej interwencji

Jednym ze sposobów, w jaki prof. Banerjee uwzględnia jakość życia związaną ze zdrowiem jamy ustnej (OHQoL) w swojej praktyce, jest stosowanie modelu opieki stomatologicznej opartej na zasadzie minimalnej interwencji (Minimum Intervention Oral Care, MIOC). Profesor opisuje go jako „skoncentrowany na pacjencie, oparty na profilaktyce i uwzględniający ryzyko oraz podatność na choroby model opieki realizowany przez cały zespół”. Obejmuje on cztery powiązane ze sobą części.

- Obszar 1: Diagnostyka i wykrywanie chorób. Ten dział koncentruje się na proaktywnej ocenie ryzyka oraz wczesnym wykrywaniu chorób. Im wcześniej choroba zostanie rozpoznana, tym zazwyczaj potrzeba mniej inwazyjnego leczenia, aby przywrócić zdrowie jamy ustnej i jej prawidłowe funkcje.
- Obszar 2: Profilaktyka i kontrola choroby. Drugi obszar obejmuje współpracę z pacjentem w celu wspierania zmiany zachowań i zapobiegania rozwojowi choroby lub jej dalszemu postępowi.
- Obszar 3: Stomatologia zabiegowa o minimalnej inwazyjności. Jeśli pacjent zgłasza się z bardziej zaawansowaną, objawową chorobą zębów, podejście MIOC zakłada priorytetowe stosowanie metod minimalnie inwazyjnych, takich jak przyżyciowe leczenie miazgi (vital pulp therapy).
- Obszar 4: Wizyty kontrolne i podtrzymanie efektów leczenia. Zdaniem prof. Banerjee jest to najważniejszy dział. Zamiast ograniczać się do biernej obserwacji,

profesor stawia na aktywny nadzór nad stanem zdrowia jamy ustnej i dalsze postępowanie terapeutyczne, obejmujące regularne wizyty kontrolne.

Jaką rolę odgrywa Biodentine™ w tym modelu?

Na etapie trzeciego obszaru jakość życia pacjenta związana ze zdrowiem jamy ustnej może być już znacząco obniżona z powodu dyskomfortu, bólu, trudności w codziennym funkcjonowaniu i/lub problemów estetycznych. Wybór materiału stosowanego w leczeniu minimalnie inwazyjnym ma istotny wpływ zarówno na powodzenie terapii, jak i na stopień, w jakim udaje się przywrócić pacjentowi jakość życia związaną ze zdrowiem jamy ustnej.

Idealny materiał powinien charakteryzować się następującymi właściwościami, które - zdaniem prof. Banerjee - wyróżniają Biodentine™.

1. Właściwości bioaktywne wspierające gojenie i regenerację tkanek

Prof. Banerjee opisuje Biodentine™ jako „bardzo zaawansowany materiał bioaktywny", który wykorzystuje naturalne zdolności naprawcze zęba. Jak wyjaśnia:

„Biodentine™ nie tylko wypełnia ubytek - aktywnie wspiera procesy biologiczne zachodzące w zębie, pomagając nam dłużej zachować zęby i poprawiać jakość życia pacjentów".

Biodentine™, łącząc właściwości materiału do leczenia miazgi i materiału odtwórczego w jednym produkcie, stymuluje angiogenezę oraz uwalnianie czynników wzrostu, wspierając biologiczne gojenie i zachowanie żywotności miazgi.[7,8] W kontakcie ze zmienioną chorobowo zębiną sprzyja jej remineralizacji[7–10] poprzez tworzenie zębiny reakcyjnej i mostów zębinowych.[11] Pomaga to przywrócić integralność strukturalną zęba i jego prawidłową funkcję.

W leczeniu głębokich ubytków próchnicowych wykazano, że Biodentine™ może wspierać remineralizację nie tylko zębiny objętej zmianami próchnicowymi. Badania *in vitro*[9] wskazują również na jego zdolność do indukowania odkładania minerałów w zębinie zakażonej próchnicą. Daje to lekarzom możliwość zachowania naturalnych tkanek zęba i poprawy jakości życia związanej ze zdrowiem jamy ustnej (OHQoL), nawet w bardziej zaawansowanych przypadkach próchnicy.

2. Biokompatybilność z tkankami, ograniczająca ryzyko stanu zapalnego, bólu i cytotoksyczności

Biodentine™, wytwarzany z wykorzystaniem opatentowanej technologii Active Biosilicate (ABS) Technology™, jest całkowicie wolny od metali ciężkich i innych zanieczyszczeń.[9,10,12,13] Ten czysty chemicznie materiał nie wykazuje działania cytotoksycznego, mutagennego, uczulającego, drażniącego ani prozapalnego w stosunku do miazgi[7], dzięki czemu może być stosowany również w przypadku jej obnażenia.[7]

Dane z badań klinicznych wskazują, że Biodentine™ może przyczyniać się do łagodzenia bólu w przypadkach zapalenia miazgi przebiegającego zarówno bezobjawowo, jak i z objawami klinicznymi. [14] Przekłada się to na większy komfort pacjenta, szybszy powrót do zdrowia i poprawę ogólnej jakości życia związanej ze zdrowiem jamy ustnej (OHQoL).

3. Właściwości przeciwbakteryjne[14]–[18] pomagające zapobiegać zakażeniom*

W leczeniu głębokich ubytków próchnicowych pozostałe bakterie mogą stanowić istotne ryzyko ponownego zakażenia, niepowodzenia leczenia i wystąpienia bólu po zabiegu. Jest to szczególnie ważne w przypadku selektywnego usuwania próchnicy, podczas którego celowo pozostawia się niewielką ilość zębiny objętej zmianami próchnicowymi, aby uniknąć obnażenia miazgi.

Dzięki wysokiej wartości współczynnika pH Biodentine™ tworzy środowisko zasadowe, które hamuje wzrost bakterii[14,15], chroniąc miazgę przed dalszym zakażeniem i zmniejszając ryzyko rozwoju stanu zapalnego.

4. Wytrzymałość pozwalająca przywrócić funkcję naturalnego zęba

Biodentine™ to pierwszy i jedyny materiał, który może zastępować zębinę na całej długości zęba - od miazgi aż po koronę - a jego wytrzymałość na ściskanie i twardość są porównywalne z właściwościami naturalnej zębiny. [7,15] Zęby leczone z użyciem Biodentine™ wykazują doskonałą długoterminową odporność na złamania. W niektórych przypadkach pozostawały nieuszkodzone, z zachowaną żywą miazgą, nawet przez 8–12 lat po leczeniu. [19]

Dzięki właściwościom mechanicznym zbliżonym do naturalnych tkanek zęba Biodentine™ może pomóc w pełnym przywróceniu jego funkcji oraz odporności na siły okluzyjne, a także przyczynić się do poprawy wskaźników jakości życia związanej ze zdrowiem jamy ustnej (OHQoL). Trwałość materiału sprzyja ponadto długoterminowemu zachowaniu naturalnego uzębienia pacjenta.

5. Trwałość i stabilność pozwalające utrzymać długoterminowe efekty leczenia

Wytrzymałość to nie jedyny czynnik wpływający na trwałość odbudowy. Kluczowe znaczenie dla długoterminowego powodzenia leczenia mają również szczelność oraz stabilność wymiarowa materiału. Biodentine™ łączy się trwale z powierzchnią zębiny dzięki mikromechanicznej retencji, tworząc szczelne połączenie, bardzo odporne na mikroprzeciek bakteryjny.[7,15,20,21]

Jak zmaksymalizować skuteczność modelu MIOC?

Biodentine™ jest ważnym wsparciem w realizacji założeń modelu opieki stomatologicznej opartej na zasadzie minimalnej interwencji (MIOC). W przypadku stosowania do pośredniego pokrycia miazgi w głębokich ubytkach próchnicowych materiał ten wykazuje bardzo wysoką skuteczność zarówno w zębach mlecznych, jak i stałych. W badaniach odnotowano skuteczność sięgającą 99,24% w zębach

mlecznych po 3–12 miesiącach obserwacji[22] oraz 95,83% w zębach trzonowych stałych u młodych pacjentów po sześciu miesiącach obserwacji. [23]

„Biodentine™ doskonale wspiera biologiczne procesy regeneracyjne oraz przywracanie zębom prawidłowego kształtu, funkcji i estetyki. Nie oznacza to jednak, że sam materiał wykona całą pracę. Jest niezwykle ważnym elementem leczenia, ale najlepsze efekty przynosi w połączeniu z profilaktyką, zmianą zachowań pacjentów i innymi działaniami wspierającymi poprawę jakości życia związanej ze zdrowiem jamy ustnej".

Poniżej przedstawiono wskazówki prof. Banerjee dotyczące tego, jak maksymalizować skuteczność modelu MIOC.

Dostosuj leczenie do indywidualnych potrzeb pacjenta

Prof. Banerjee zachęca lekarzy do wyjścia poza schematy postępowania i standardowe procedury operacyjne (SOP). Jak podkreśla:

„Opieka musi być spersonalizowana. Kiedy po prostu realizujemy kolejne punkty protokołu, zapominamy, że każdy człowiek jest inny. Można postępować zgodnie z określoną procedurą, ale każdy jej etap trzeba dostosować do konkretnego pacjenta - jego oczekiwań, możliwości, sytuacji rodzinnej i uwarunkowań kulturowych…"

Takie podejście pozwala zadbać o to, by leczenie nie tylko przywracało funkcję zęba, lecz także odpowiadało na praktyczne i estetyczne potrzeby pacjenta, poprawiając te aspekty jakości życia związanej ze zdrowiem jamy ustnej (OHQoL), które mają dla niego największe znaczenie.

Wzmacniaj zaangażowanie pacjenta

Zdaniem prof. Banerjee, aby trwale poprawiać jakość życia związaną ze zdrowiem jamy ustnej (OHQoL), lekarze muszą wspierać pacjentów w przejmowaniu odpowiedzialności za własne zdrowie jamy ustnej. Jak podkreśla:

„Pacjent musi doceniać znaczenie zdrowia jamy ustnej. Jeśli tak nie jest, zespół stomatologiczny niewiele może zrobić. Pacjenci często oczekują, że dentysta rozwiąże ich problem, ale w dziewięciu przypadkach na dziesięć odpowiedzialność spoczywa na nich samych. Możemy przeprowadzić leczenie, ale o jego ostatecznym wyniku zdecyduje to, co pacjent zrobi po powrocie do domu — jak konsekwentnie będzie przestrzegał codziennych nawyków higienicznych przez całe życie".

Prof. Banerjee wykorzystuje model wspólnego podejmowania decyzji, aby zachęcać pacjentów do przyjmowania odpowiedzialności za własne zdrowie. Wspomina:

„Kiedy wiele lat temu przygotowywałem się do zawodu dentysty, po prostu informowaliśmy pacjentów, na czym polega problem i co powinni zrobić. W zasadzie wygłaszaliśmy im pouczenia, a dziś wiemy już, że nie jest to właściwe podejście".

Zamiast tego profesor zaleca prowadzenie dialogu z pacjentem, przedstawianie dostępnych możliwości leczenia, omawianie ich zalet i wad oraz uwzględnianie preferencji i obaw pacjenta. Włączając go aktywnie w proces podejmowania decyzji, lekarz może pomóc mu poczuć się współodpowiedzialnym za leczenie, a tym samym zwiększyć jego motywację do codziennej troski o zdrowie jamy ustnej.

Wspieraj zmianę zachowań

Prof. Banerjee podkreśla, że u podłoża próchnicy leżą przede wszystkim czynniki behawioralne. Dlatego zapobieganie próchnicy i jej kontrolowanie w dużej mierze wiążą się ze zmianą nawyków. Pierwszym krokiem jest analiza motywacji pacjenta, która pozwala zrozumieć, co wpływa na jego zachowania, decyzje i podejście do zdrowia jamy ustnej. Jak wyjaśnia prof. Banerjee:

„Chodzi o poznanie wartości, priorytetów i motywacji pacjenta, a także barier, które napotyka, aby znaleźć odpowiednie czynniki uruchamiające zmianę. Rozumiejąc, dlaczego pacjent zachowuje się w określony sposób, możemy lepiej określić, co rzeczywiście zmobilizuje go do wprowadzenia zdrowszych nawyków. A jeśli nam się to uda, możemy pomóc mu dbać o zdrowie jamy ustnej przez całe życie".

To podstawa do stosowania technik dialogu motywującego, takich jak zadawanie pytań otwartych, aktywne słuchanie z odzwierciedlaniem wypowiedzi pacjenta oraz wspólne wyznaczanie celów.

„*Jeśli chcemy zmienić czyjeś zachowanie, samo powiedzenie mu, żeby z czegoś zrezygnował, nie wystarczy. Ludzkie przyzwyczajenia nie zmieniają się w ten sposób. Trzeba wyznaczać małe, osiągalne cele. Jeśli ktoś wypija trzy litry Coca-Coli dziennie, celem może być zastąpienie co trzeciej szklanki wody. Po trzech tygodniach można przejść do zastępowania co drugiej szklanki. W ten sposób stopniowo zachęcamy do zmiany nawyków, nie przytłaczając pacjenta".*

Zdaniem profesora skuteczność tego podejścia nie budzi wątpliwości. Przyznaje jednak, że ta tak zwana „umiejętność miękka" należy do najtrudniejszych do opanowania.

„Nie można się tego nauczyć, po prostu sięgając po książkę. To umiejętność, którą zdobywa się w praktyce — poprzez pracę z ludźmi i rozmowę z nimi. Najlepiej rozwijać ją, gromadząc cały zespół, odgrywając scenki i ćwicząc różne sytuacje. Następnie warto wypróbować te metody w rozmowach z pacjentami, a później ponownie spotkać się w zespole i podzielić zdobytymi doświadczeniami. To najtrudniejsze zadanie, z jakim przyjdzie się zmierzyć klinicyście, ale moim zdaniem również to, które daje najwięcej satysfakcji".

Zaangażuj cały zespół

Prof. Banerjee uważa, że tradycyjny model opieki stomatologicznej skoncentrowany na dentyście nie jest zgodny z założeniami MIOC. Jak podkreśla:

„Aby skutecznie realizować model MIOC, należy zaangażować cały zespół zajmujący się opieką nad zdrowiem jamy ustnej. Każdy ma w nim do odegrania ważną rolę”.

Zachęca lekarzy dentystów do delegowania zadań wykwalifikowanym członkom zespołu. Wyjaśnia:

„Higienistki i asystentki stomatologiczne mogą wykonywać znacznie więcej zadań, niż zazwyczaj się od nich oczekuje w wielu miejscach. Na przykład w Wielkiej Brytanii asystentki stomatologiczne są również szkolone w zakresie wykonywania zabiegów z zakresu stomatologii zachowawczej. Wykorzystanie potencjału całego zespołu pozwala odciążyć lekarza dentystę i przeznaczyć więcej czasu na wysoce specjalistyczne procedury, takie jak wykonywanie koron, implantów czy mostów czyli leczenie, które może znacząco poprawić jakość życia pacjenta związaną ze zdrowiem jamy ustnej”.

Nadaj nowy sens wizytom kontrolnym

Zdaniem prof. Banerjee określenie „check-up” (rutynowa kontrola) jest dość kontrowersyjne. Jak wyjaśnia:

„W Wielkiej Brytanii często używamy tego terminu, ale uważam, że całkowicie umniejsza on znaczenie niezwykle ważnego elementu opieki. Brzmi potocznie, sugeruje bierne podejście, a nawet trywializuje tę wizytę”.

Jak tłumaczy profesor, określenie „check-up” utrwala przekonanie, że opieka nad zdrowiem jamy ustnej polega na reagowaniu na problemy, a nie na zapobieganiu im. Jeśli pacjent nie odczuwa żadnych dolegliwości, może uznać, że nie ma czego kontrolować. Takie podejście podważa znaczenie badań przesiewowych i oceny ryzyka, przedstawiając wizytę jako opcjonalną formalność, zamiast traktować ją jako kluczowy pierwszy krok w utrzymaniu jakości życia związanej ze zdrowiem jamy ustnej (OHQoL).

Zamiast tego prof. Banerjee opowiada się za aktywnym, długofalowym monitorowaniem stanu zdrowia jamy ustnej. Obejmuje ono:

- Regularne wizyty kontrolne – zapraszanie pacjenta na wizyty w ustalonych odstępach czasu.
- Monitorowanie diety i nawyków higienicznych – a także ocena efektów wcześniej wdrożonych działań ukierunkowanych na zmianę nawyków.
- Systematyczną ocenę ryzyka i podatności na choroby – pozwalającą śledzić zmiany czynników ryzyka.

Takie podejście podkreśla, że opieka nad zdrowiem jamy ustnej jest procesem ciągłym, aktywnym i niezbędnym, opartym na współodpowiedzialności lekarza i pacjenta.

Poprawa jakości życia związanej ze zdrowiem jamy ustnej dzięki modelowi MIOC i Biodentine™

Jakość życia związana ze zdrowiem jamy ustnej (OHQoL) to wielowymiarowe pojęcie, które ewoluuje wraz z rozwojem wiedzy i praktyki klinicznej. Włączone do modelu MIOC może przynosić pacjentom długofalowe korzyści, wpływając na różne aspekty ich zdrowia i dobrostanu przez całe życie. W miarę jak granica między opieką stomatologiczną a ogólną opieką zdrowotną staje się coraz mniej wyraźna, prof. Banerjee z entuzjazmem obserwuje rozwój spersonalizowanej stomatologii opartej na procesach biologicznych, w której profilaktyka, zmiana zachowań i zaawansowane biomateriały wzajemnie się uzupełniają.

Biodentine™ doskonale wpisuje się w filozofię MIOC. Jako materiał bioaktywny i biokompatybilny pomaga zachować naturalne tkanki zęba, wspiera procesy regeneracyjne i przyczynia się do długoterminowej poprawy jakości życia związanej ze zdrowiem jamy ustnej. W ramach holistycznego podejścia, skoncentrowanego na pacjencie, umożliwia lekarzom zapewnianie opieki, która realnie poprawia jakość życia. Prof. Banerjee podsumowuje:
„Bezpośredni wpływ biologiczny Biodentine™ w jamie ustnej jest oczywiście ogromną korzyścią. Jeśli jednak przyjrzymy się jego oddziaływaniu na zdrowie ogólne, zdrowie psychiczne i dobrostan psychiczny, długofalowe korzyści wynikające z połączenia tego materiału z takim podejściem mogą być naprawdę znaczące”.

Niniejszy materiał ma charakter edukacyjny i przedstawia interpretację przywołanej literatury naukowej. Wypowiedzi ujęte w cudzysłów odzwierciedlają osobiste poglądy i doświadczenie kliniczne dr. Banerjee. Materiał nie zastępuje instrukcji używania produktu.

Autor oświadcza, że nie łączą go z firmą Septodont żadne relacje finansowe ani zawodowe związane z niniejszym artykułem.

Biodentine™ jest wyrobem medycznym podlegającym odpowiednim wymogom regulacyjnym w Stanach Zjednoczonych (FDA), Unii Europejskiej (rozporządzenie MDR 2017/745) oraz na innych rynkach międzynarodowych.

Przed użyciem należy dokładnie zapoznać się z instrukcją używania, zwracając szczególną uwagę na środki ostrożności i przeciwwskazania. Wyrób ten jest regulowanym produktem medycznym.

Komunikacja wyłącznie do pracowników ochrony zdrowia.

Data opracowania: [sierpień 2026 r.]

Referencje

1 D'Aiuto, F., Suvan, J., Siripaiboonpong, N. *et al.* (2025) 'The root of the matter: Linking oral health to chronic diseases prevention', International Journal of Cardiology Congenital Heart Disease, 19, 100574. Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666668525000102

2 Natarajan, P., Madanian, S. & Marshall, S. (2025) 'Investigating the link between oral health conditions and systemic diseases: A cross-sectional analysis', *Scientific Reports,* 15, 10476. Available at: https://www.nature.com/articles/s41598-025-92523-6

3 European Federation of Periodontology. (2025) 'Study links poor oral health to chronic diseases'. Available at: https://www.efp.org/press-media/study-links-poor-oral-health-to-chronic-diseases/

4 Watt, S., Dyer, T. A., Marshman, Z. *et al.* (2024) 'Does poor oral health impact on young children's development? A rapid review', *British Dental Journal,* 237, pp 255-260. Available at: https://www.nature.com/articles/s41415-024-7738-4

5 National Institute of Dental and Craniofacial Research (US). (2021) *Oral Health in America: Advances and Challenges*. Effect of Oral Health on the Community, Overall Well-Being, and the Economy. Bethesda (MD): National Institute of Dental and Craniofacial Research; 2021 Dec. Available at: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK578297/

6 Jevdjevic, M., Listl, S. (2024) 'Global, Regional, and Country-Level Economic Impacts of Oral Conditions in 2019', *Journal of Dental Research,* 104(1), pp 17-21. Available at: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11662506/

7 Internal data: Biodentine™ XP Scientific file (2022).

8 Hashem, D., Mannocci, F., Patel, S. *et al.* (2015) 'Clinical and radiographic assessment of the efficacy of calcium silicate indirect pulp capping: a randomized controlled clinical trial', *Journal of Dental Research,* 94(4), pp 562-568. Available at: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4485218/

9 Sajini, S., Atmeh, A., Banerjee, A. *et al.* (2022) 'Glass-ionomer and calcium silicate-based cements interactions with human dentine in health and disease: Two-photon fluorescence microscopy and Raman spectroscopy analysis', *Dental Materials*, 38(11), pp. 1710–1720. Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0109564122002536?via%3Dihub

10 Watson, T.F., Atmeh, A.R., Sajini, S. *et al.* (2014) 'Present and future of glass-ionomers and calcium-silicate cements as bioactive materials in dentistry: biophotonics-based interfacial analyses in health and disease', *Dental Materials*, 30(1), pp. 50–61. Available at: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3885799/

11 Nowicka, A., Lipski, M., Parafiniuk, M. *et al.* (2013) 'Response of human dental pulp capped with Biodentine and mineral trioxide aggregate', *Journal of Endodontics*, 39(6), pp. 743–747. Available at: https://www.jendodon.com/article/S0099-2399(13)00133-7/abstract

12 Camilleri, J. (2011) 'Characterization and hydration kinetics of tricalcium silicate cement for use as a dental biomaterial', *Dental Materials*, 27(8), pp. 836–844. Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0109564111001151

13 Camilleri, J. (n.d.) *Biodentine™: The dentine in a capsule or more*. Septodont Learning. Available at: https://www.septodontlearning.co.uk/sites/default/files/Biodentine-The-dentine-in-a-capsule-or-more-by-Josette-Camilleri-compressed.pdf

14 About, I. (2022) *Biodentine: Properties and Clinical Applications*. Switzerland: Springer.

15 Kaur, M., Singh, H., Dhillon, J.S. *et al.* (2017) 'MTA versus Biodentine™: Review of literature with a comparative analysis', *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 11(8), pp. ZG01–ZG05. Available at: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5620936/

16 Bhavana, Vankayala et al. "Evaluation of antibacterial and antifungal activity of new calcium-based cement (Biodentine) compared to MTA and glass ionomer cement." *Journal of conservative dentistry : JCD* vol. 18,1 (2015): 44-6. doi:10.4103/0972-0707.148892

17 Al-Ahmad, Ali et al. "Correction: Al-Ahmad et al. Biodentine Inhibits the Initial Microbial Adhesion of Oral Microbiota In Vivo. *Antibiotics* 2023, *12*, 4." *Antibiotics (Basel, Switzerland)* vol. 13,11 1069. 11 Nov. 2024, doi:10.3390/antibiotics13111069

18 Cruz Hondares, Taimy et al. "Antibacterial, biocompatible, and mineralization-inducing properties of calcium silicate-based cements." *International journal of paediatric dentistry* vol. 34,6 (2024): 843-852. doi:10.1111/ipd.13185

19 Dentistry.co.uk (2024) 'Deep caries management using bio-bulk procedure'. Available at: https://dentistry.co.uk/2024/04/08/deep-caries-management-using-bio-bulk-procedure/

20 Abdelmegid, F. Y., Salama, F. S., Al-Mutairi, W. M., *et al.* (2017) 'Effect of different intermediary bases on microleakage of a nanocomposite interface in Class II box cavities in primary teeth: An in vitro study', *International Journal of Artificial Organs,* 40(2), pp. 82-87. Available at: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28222209/

21 Niranjan, B., Shashikiran, N.D., Singla, S. *et al.* (2016) 'A comparative microleakage evaluation of three different base materials in Class I cavity in deciduous molars in sandwich technique using dye penetration and dentin surface interface by scanning electron microscope', *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 34(4), pp. 324–330. Available at: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27681395/

22 Bastos, M.C., Araujo Albuquerque, F. G., Cetira Felho, E. L. *et al.* (2024) 'Clinical and radiographic success of pulpotomy and pulpectomy in primary and permanent teeth: a systematic review and meta-analysis', *Journal of Clinical and Experimental Dentistry,* 16(9), pp. 1120-1128. Available at: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11470449/

23 Kaul, S., Kumar, A., Jasrotia, A. *et al.* (2021) 'Comparative Analysis of Biodentine™, Calcium Hydroxide, and 2% Chlorhexidine with Resin-modified Glass Ionomer Cement as Indirect Pulp Capping Materials in Young Permanent Molars', *Journal of Contemporary Dental Practice*, 22(5), pp. 511–516. Available at: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34318769/