



Małgorzata Łysiak-Majchrzak^a, Sylwia Jagła^b

Witamina D i fluor w stomatologii – historia i terażniejszość

Vitamin D and fluoride in dentistry – historical background and current state

Katedra Ortopedii Szczękowej i Ortodoncji, Collegium Medicum w Bydgoszczy,
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
*Department of Maxillofacial Orthopaedics and Orthodontics, Collegium Medicum in Bydgoszcz,
Nicolaus Copernicus University in Toruń*

^a <https://orcid.org/0009-0003-0611-173X>

^b <https://orcid.org/0000-0002-6709-334X>

DOI: <http://dx.doi.org/10.20883/df.2025.7>

STRESZCZENIE

Witamina D i fluor odgrywają kluczową rolę w profilaktyce chorób jamy ustnej, a ich znaczenie w stomatologii ewoluowało na przestrzeni lat. Historia badań nad witaminą D sięga początków XX wieku, kiedy odkryto jej wpływ na mineralizację kości i zębów oraz zapobieganie krzywicy. Z czasem udowodniono, że odpowiedni poziom witaminy D jest niezbędny dla prawidłowego rozwoju i utrzymania struktury szkliwa oraz kości szczęki. Fluor natomiast został wprowadzony do praktyki stomatologicznej w latach 30. XX wieku po zaobserwowaniu jego zdolności do wzmacniania szkliwa i ograniczania rozwoju próchnicy. Obecnie fluor stosowany jest w pastach do zębów, lakierach i preparatach profilaktycznych, natomiast witamina D zyskała znaczenie również w kontekście działania immunomodulacyjnego i wpływu na zdrowie przyzębia. Integracja wiedzy o obu tych składnikach stanowi podstawę nowoczesnej profilaktyki stomatologicznej w trosce o zdrowie jamy ustnej.

Słowa kluczowe: witamina D, fluor, profilaktyka, suplementacja.

ABSTRACT

Vitamin D and fluoride play an important role in preventing oral diseases, and their importance in dentistry has evolved over the years. The history of vitamin D research dates back to the early 20th century, when its effects on bone and tooth mineralization and the prevention of rickets were discovered. Over time, it was proven that adequate levels of vitamin D are essential for the proper development of enamel and jawbone structure. Fluoride was introduced into dental practice in the 1930s after its ability to strengthen enamel and reduce the development of caries was observed. Today, fluoride is used in toothpastes, varnishes, and preventative products, while vitamin D has also gained importance for its immunomodulatory effects and periodontal health. Integrating knowledge about both of these nutrients forms the basis of modern preventive dentistry for oral health.

Keywords: vitamin D, fluoride, dental prevention, supplementation.

Wstęp

Witamina D i fluor jako ważne czynniki wpływające na stan zdrowia ogólnego są uznawane od dawna. Znaczenie tych substancji dla kondycji tkanek jamy ustnej zostało odnotowane szczególnie u dzieci. Historyczne obserwacje dotyczące roli witaminy D w rozwoju układu kostnego i zębów sięgają początku XX wieku, kiedy to jej niedobór powiązano z występowaniem krzywicy oraz hipoplazji szkliwa. Kolejne badania wykazały, że odpo-

wiednie stężenie witaminy D umożliwia właściwą mineralizację kości i zębów. Znaczenie fluoru zostało odkryte w latach 30. XX wieku. Zaobserwowano odwrotną zależność między naturalnym stężeniem fluoru w wodzie pitnej a częstością występowania próchnicy. Zawartość fluoru w zmineralizowanych tkankach zębów istotnie wpływa na odporność przeciwpróchnicową. Wprowadzenie preparatów fluorowych stało się przełomem w profilaktyce stomatologicznej na całym świecie.

Historia odkrycia witaminy D

Krzywica u dzieci spowodowana niedoborem witaminy D obserwowana była już od czasów starożytnych. Soranus z Efezu, rzymski lekarz żyjący na przełomie I i II wieku n.e., pozostawił niezwykle obszerny traktat medyczny dotyczący ginekologii, położnictwa i opieki nad noworodkami, w którym zawarł szczegółowy opis zmian krzywicznych: „Kiedy niemowlę próbuje siadać i wstawać, należy wspomagać jego ruchy. Jeśli zbyt wcześnie i zbyt długo próbuje siedzieć, zwykle staje się garbate (kręgosłup wygina się). Gdy małe ciało nie ma jeszcze wystarczającej siły, a dziecko próbuje wstawać i chodzić, nogi mogą się wykrzywić w okolicach ud. Zaobserwowano, że dzieje się to szczególnie w Rzymie, jak niektórzy sądzą, z powodu zimnych wód płynących pod miastem. W związku z tym, że cały ciężar ciała spoczywa na nogach, kończyny ulegają deformacji, jeśli nikt nie kontroluje ruchów dziecka. ... wtedy z konieczności kończyny się poddają, ponieważ kości nie są jeszcze wystarczająco mocne” [1]. Wspomniana publikacja dostarcza dowodów wskazujących na fakt, że krzywica stanowiła powszechny problem zdrowotny w populacji dzieci w starożytnym Rzymie [2].

Większość badaczy przyjmuje, że początki medycznego rozumienia krzywicy sięgają roku 1645, kiedy to Daniel Whistler w swojej dysertacji doktorskiej „De Morbo Puerili Anglorum, quem patrio idiomate indigenae vocant The Rickets” (O chorobie dziecięcej Anglików, którą tubylcy w swoim języku nazywają krzywicą) przedstawił szczegółowy opis schorzenia [3]. Pierwszą osobą, która powiązała niedobór światła słonecznego z etiologią krzywicy i zasugerowała jego zastosowanie jako metody leczenia, był prawdopodobnie polski lekarz i chemik Jędrzej Śniadecki (1768–1838). Jak podaje Mozolowski, w tomie 1 „Dzieł”, napisanym w 1822 roku, lecz opublikowanym w 1840 roku, Śniadecki stwierdził: „Jeśli pozwala na to sytuacja finansowa rodziców, najlepiej jest zabierać dzieci na wieś i trzymać je jak najwięcej na suchym, otwartym i czystym powietrzu. Jeśli nie, to przynajmniej powinny być wyprowadzane na świeże powietrze, szczególnie na słońce, którego bezpośrednie działanie na nasze ciało należy uznać za jedną z najskuteczniejszych metod zapobiegania i leczenia tej choroby. Tak silny i oczywisty jest wpływ słońca na leczenie angielskiej choroby oraz częste występowanie tej choroby w gęsto zaludnionych miastach, gdzie ulice są wąskie, a mieszkania ludzi pracujących niskie i bardzo słabo oświetlone.” Mozolowski podsumował: „Z przytoczonych fragmentów jasno wynika, że Śniadecki w pełni zda-

wał sobie sprawę ze znaczenia słońca zarówno w zapobieganiu, jak i leczeniu krzywicy” [4]. W 1824 r. zaczęto stosować tran, obserwując jego pozytywny wpływ w przypadkach krzywicy. W roku 1922 McCollum i współautorzy uznali, że działanie ciepła i tlenu dezaktywuje rozpuszczalną w tłuszczach witaminę A obecną w tranie, lecz nie wpływa na rozpuszczalną w tłuszczach „witaminę odkładającą wapń”, co dowiodło, że to nie witamina A była odpowiedzialna za korzystne działanie tranu. Autorzy nazwali ten składnik „witaminą D”, ponieważ była to czwarta zidentyfikowana witamina [5].

Historia zastosowania fluoru w stomatologii

Historia zastosowania fluoru w stomatologii zaczyna się od tajemniczych przebarwień zębów, które po raz pierwszy opisał dentysta McKay z Kolorado w 1901 roku oraz niezależnie od niego amerykański dentysta Eager, stacjonujący w Neapolu, w 1902 roku. W kolejnych latach McKay zauważył, że w wielu przypadkach przyczyną przebarwień mogła być woda pitna. Zauważył również, że w miejscach, gdzie występowało to zjawisko, wskaźnik próchnicy był znacznie niższy niż w sąsiednich regionach. W Wielkiej Brytanii dentysta z Essex, Ainsworth, odkrył podobne przebarwienia zębów, jak te opisane przez McKaya jako „Rocky Mountain Mottled Teeth” („plamiste zęby z Gór Skalistych”). W ramach badań dla Medical Research Council w 1925 roku Ainsworth zbadał ponad 4000 dzieci, przeprowadzając po raz pierwszy statystyczne porównanie wskaźników próchnicy między populacjami z przebarwieniami a bez nich. Wyniki wykazały, że dzieci mieszkające w rejonach, gdzie „plamiste zęby” występowały najczęściej, miały znacznie mniej próchnicy [6]. W 1931 roku w badania zaangażował się chemik z firmy ALCOA (Aluminium Company of America), Churchill. Churchill przeanalizował próbki wody z kilku miejsc, w których występowało to zjawisko, i odkrył, że jedynym wspólnym czynnikiem były wysokie stężenia fluoru. Woda w Bauxite zawierała aż 13,7 części na milion (ppm) fluoru [7]. Ainsworth, znając wyniki Churchilla, postanowił porównać wodę z rejonu Maldon w Essex (gdzie występowały przebarwienia) z wodą z pobliskiego miasta Witham. Woda z Witham zawierała 0,5 ppm fluoru, natomiast próbki z okolic Maldon – od 4,5 do 5,5 ppm. Uznano, że poziom fluoru w wodzie jest związany zarówno z przebarwieniami zębów, jak i z niższym poziomem próchnicy. Amerykański Wydział Zdrowia Publicznego chciał dokładnie zbadać tę zależność, dlatego powierzył zadanie dentyście Deano-

wi. W serii klasycznych badań epidemiologicznych, zwanych później „badaniem 21 miast”, Dean ustalił, że plamistość zębów jest niezwykle rzadka przy stężeniach fluoru 1 ppm lub niższych, a największy efekt ochronny przed próchnicą występuje właśnie przy tym poziomie. Wyniki swoich badań opublikował w 1942 roku [6]. Podczas II wojny światowej dzieci z przemysłowego miasta South Shields (nad rzeką Tyne w północno-wschodniej Anglii) zostały ewakuowane do Lake District. Szkolny dentysta hrabstwa Westmoreland zauważył, że ewakuowane dzieci mają znacznie zdrowsze zęby niż lokalne. Weaver z Ministerstwa Edukacji, znający prace prowadzone w USA, zlecił analizę zawartości fluoru w wodzie z South Shields – wynosiła około 1,4 ppm, czyli znacznie więcej niż w większości sieci wodociągowych. Dla porównania woda z North Shields (po drugiej stronie rzeki Tyne) miała tylko 0,25 ppm. W 1944 roku Weaver zbadał 1000 dzieci po obu stronach rzeki i odkrył, że dzieci z South Shields mają znacznie mniej próchnicy zarówno w zębach mlecznych, jak i stałych. Było to pierwsze badanie, które opisało wpływ fluoru na uzębienie mleczne. Woda zawierająca około 1 ppm fluoru okazała się korzystna dla zdrowia jamy ustnej. Po badaniach Deana władze Stanów Zjednoczonych postanowiły odtworzyć ten efekt w regionach o niskim poziomie fluoru, dodając go do wody pitnej. Nie zaobserwowano żadnych negatywnych skutków zdrowotnych u populacji pijących naturalnie fluoryzowaną wodę. Aby sprawdzić skuteczność tej metody, rozpoczęto eksperymentalne programy fluoryzacji. 25 stycznia 1945 roku miasto Grand Rapids w stanie Michigan stało się pierwszym na świecie miejscem, gdzie wprowadzono sztuczną fluoryzację wody. W kolejnych latach wprowadzano fluoryzację wody wodociągowej w kolejnych miastach USA, Kanady, Wielkiej Brytanii, Holandii i Nowej Zelandii [6].

Witamina D a zdrowie jamy ustnej – doniesienia współczesne

W kontekście jamy ustnej, witamina D wpływa na wiele aspektów zdrowia. Jej niedobór jest powiązany z większym ryzykiem występowania próchnicy, zapalenia dziąseł, a nawet chorób przyzębia [8]. Witamina D wspomaga mineralizację szkliwa i zębiny, reguluje odpowiedź immunologiczną w tkankach przyzębia, a także może modulować mikrobiotę jamy ustnej [9]. Dopiero w XX wieku odkryto, że witamina D może być syntetyzowana w skórze pod wpływem promieniowania UVB, a jej aktywna forma – kalcytriol ($1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$) – powstaje w nerkach i działa poprzez receptor witaminy D (VDR), regulując wchłanianie wapnia i fosforu oraz wpły-

wając na różnicowanie komórek [2]. U dzieci, u których występuje krzywica, obserwuje się opóźnione wyrzynanie zębów, deformacje szczęki oraz zwiększoną podatność na infekcje jamy ustnej [10]. Aktualne doniesienia potwierdzają związek pomiędzy niedoborem witaminy D a chorobami przyzębia, obniżony poziom $25(\text{OH})\text{D}$ koreluje ze zwiększonym nasileniem stanu zapalnego dziąseł, głębokością kieszonek oraz ryzykiem rozwoju periodontitis. Nieprawidłowy poziom tej witaminy może zaburzać procesy mineralizacji szkliwa i sprzyjać demineralizacji, co zwiększa podatność na wystąpienie zmian próchnicowych. Dodatkowo zwraca się uwagę na związek między deficytem witaminy D a zaburzeniami mineralizacji zębów, potwierdzając jej kluczową rolę w prawidłowej budowie tkanek twardych [11]. Badania Shivakumar z 2025 ukazały złożony związek pomiędzy poziomem witaminy D w surowicy a różnymi parametrami zdrowia jamy ustnej, obejmującymi peptydy antymikrobiologiczne (AMPs) oraz ogólny stan zdrowia jamy ustnej. Witamina D wyłania się jako kluczowy czynnik w funkcjonowaniu układu odpornościowego i utrzymaniu zdrowia jamy ustnej [12].

Zastosowanie fluoru w profilaktyce stomatologicznej – doniesienia współczesne

Pierwsze badania wykazały, że fluoryzacja wody powodowała spadek próchnicy o 50% lub więcej. Miało to miejsce w czasie, gdy fluoryzowana woda była jedynym znaczącym źródłem fluoru. Wprowadzenie pasty do zębów z fluorem na początku lat 70. XX wieku zapewniło bardzo ważne, dodatkowe źródło fluoru. Uważa się, że to właśnie ten czynnik w dużym stopniu przyczynił się do spadku wskaźników próchnicy w wielu rozwiniętych krajach w ostatnich dekadach. W rezultacie względna skuteczność fluoryzacji wody spadła w ostatnich latach, ponieważ poziom próchnicy w regionach bez fluoryzacji również uległ obniżeniu [6]. Korzyści wynikające z fluoryzacji wody są obecnie znacznie mniejsze niż w czasie, gdy metoda ta została wprowadzona, głównie ze względu na zwiększoną ekspozycję na fluor z innych źródeł. Należy więc stwierdzić, że fluoryzacja wody powinna być ukierunkowana na obszary o wysokim poziomie próchnicy, które zazwyczaj są również obszarami ubóstwa społecznego i materialnego [7]. Problem nadal jest bardzo dyskusyjny, ostatnie doniesienia sugerują, że ogólnoustrojowe narażenie na fluor wiąże się z negatywnym wpływem na funkcje mózgu [13, 14]. Nadmierne narażenie na fluor jest szczególnie niebezpieczne dla małych dzieci ze względu na podatność rozwijającego się mózgu [15].

Doniesienia z 2025 roku wskazują, że fluor wykazuje wysoką efektywność profilaktyczną i terapeutyczną w różnych formach aplikowania – od past do zębów, płukanek i lakierów fluorkowych, przez suplementację, po innowacyjne preparaty takie jak silver diamine fluoride (SDF). Podkreśla się szczególne korzyści u grup wysokiego ryzyka, w tym u dzieci, pacjentów ortodontycznych oraz osób starszych. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że zróżnicowanie protokołów terapeutycznych, zmienność jakości badań oraz obawy dotyczące bezpieczeństwa, zwłaszcza w kontekście fluorozy i potencjalnych, choć nadal wymagającego potwierdzenia efektu toksycznego na rozwijający się układ nerwowy podkreślają konieczność ostrożnej interpretacji wyników [16].

Podsumowanie

Obecnie podkreśla się, że badanie jamy ustnej, aplikacja lakieru fluorkowego oraz edukacja zdrowotna, jak i programy profilaktyczne okazują się skuteczne w redukcji próchnicy i poprawie nawyków zdrowotnych wśród uczniów szkół podstawowych [17].

Jednakże ze względu na brak doniesień, w których byłaby opisana zarówno witamina D i fluor w nieorganicznej czy organicznej postaci fluoroamin nadal należałoby kontynuować badania. Wspólne działanie witaminy D i fluoru wykracza poza wzmacnianie szkliwa. Oba składniki wpływają na utrzymanie homeostazy w jamie ustnej oraz odporność. Istnieje potrzeba przeprowadzenia badań analizujących ich wspólne oddziaływanie na regulację odpowiedzi immunologicznej i równowagę mikrobioty jamy ustnej. Zrozumienie kontekstu historycznego i aktualnych danych naukowych dotyczących tych mikroskładników, pozwoli na opracowanie skuteczniejszych strategii profilaktyki i poprawy zdrowia jamy ustnej u dzieci.

Współcześnie istnieje potrzeba przeprowadzenia badań populacyjnych w celu ustalenia zależności między działaniem witaminy D i fluoru, przy ich różnych stężeniach. Oba te składniki wpływają na tkanki jamy ustnej, a szczegółowa zależność między nimi nie jest nadal otwarta i oczekuje na naukowo udowodnione konkluzje.

Oświadczenia

Oświadczenie dotyczące konfliktu interesów

Autorzy deklarują brak konfliktu interesów w autorstwie oraz publikacji pracy.

Źródła finansowania

Autorzy deklarują brak źródeł finansowania.

Piśmiennictwo

- [1] Soranus. Gynecology, Book II, 48. Translated by O. Temkin. The Johns Hopkins Press, Baltimore, 1956.

- [2] Miller WL, Imel EA. Rickets, Vitamin D, and Ca/P Metabolism. *Horm Res Paediatr*. 2022;95(6):579-592.
- [3] Whistler D. De Morbo Puerili anglorum, quem patrio idiomate indigenae vocant. The rickets. MD Thesis. Lugduni Batavorum, Netherlands: University of Leiden; 1645. p. 1-13.
- [4] Mozolowski W. Jędrzej Sniadecki on the cure of rickets. *Nature*. 1939;143(3612):121.
- [5] McCollum EV, Simmonds N, Becker JE, Shipley PG. Studies on experimental rickets XXI: an experimental demonstration of the existence of a vitamin which promotes calcium deposition. *J Biol Chem*. 1922;53(2):293-312.
- [6] Mullen J. History of Water Fluoridation. *Br Dent J* 199 (Suppl 7), 1-4 (2005).
- [7] Kargul B, Caglar E, Tanboga I. History of water fluoridation; *J Clin Pediatr Dent*. 2003;27(3):213-7.
- [8] Botelho J, Machado V, Proença L, Delgado AS, Mendes JJ. Vitamin D Deficiency and Oral Health: A Comprehensive Review. *Nutrients*. 2020;12(5):1471.
- [9] Olczak-Kowalczyk D, Kaczmarek U, Gozdowski D, Turska-Szybka A. Association of parental-reported vitamin D supplementation with dental caries of 3-year-old children in Poland: A cross-sectional study. *Clin. Oral Investig*. 2021;25:6147-6158.
- [10] Allam A, Cirio S, Elia F, Salerno C, Cagetti MG. Dental Manifestations in Children Affected by Hypophosphatemic Rickets: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Children (Basel)*. 2025;12(2):144.
- [11] Ziada S, Wishahe A, Mabrouk N, et al. Vitamin D deficiency and oral health: a systematic review of literature. *BMC Oral Health*. 2025;25:468.
- [12] Shivakumar AT. Elucidate role of Vitamin D in oral health. *Int Dent J*. 2024;74:17.
- [13] National Toxicology Program. NTP monograph on the state of the science concerning fluoride exposure and neurodevelopment and cognition: a systematic review. *NTP Monogr*. 2024;(8):NTP-MGRAPH-8.
- [14] Taylor KW, Eftim SE, Sibrizzi CA, Blain RB, Magnuson K, Hartman PA, Rooney AA, Bucher JR. Fluoride Exposure and Children's IQ Scores: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JAMA Pediatr*. 2025;179(3):282-292.
- [15] Lanphear BP. The impact of toxins on the developing brain. *Annu Rev Public Health*. 2015;36:211-30.
- [16] Yeh CH, Wang YL, Vo TTT, Lee YC, Lee IT. Fluoride in Dental Caries Prevention and Treatment: Mechanisms, Clinical Evidence, and Public Health Perspectives. *Healthcare (Basel)*. 2025;13(17):2246.
- [17] Ghasemi H, Alautry HF, Khoshnevisan MH, Namdari M. Effectiveness of a school-based oral health promotion program on dental caries among Iraqi school children: a cluster randomised controlled trial. *Int Dent J*. 2025;75(2):744-751.

Zaakceptowano do edycji: 24.11.2025
Zaakceptowano do publikacji: 15.12.2025

Adres do korespondencji:
malgoslys@gmail.com