

URSZULA KACZMAREK¹, WOJCIECH KOWALCZYK², DARIUSZ GOZDOWSKI³, *DOROTA OLCZAK-KOWALCZYK⁴

Wiedza stomatologów w zakresie kariostatycznego działania fluoru

¹Katedra i Zakład Stomatologii Zachowawczej i Dziecięcej, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu
Kierownik Katedry i Zakładu: prof. dr hab. n. med. Urszula Kaczmarek

²Praktyka Prywatna w Warszawie

Kierownik Praktyki: dr n. med. Wojciech Kowalczyk

³Katedra Doświadczalnictwa i Bioinformatyki, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Kierownik Katedry: prof. dr hab. n. inż. Krzysztof Pawłowski

⁴Zakład Stomatologii Dziecięcej, Warszawski Uniwersytet Medyczny

Kierownik Zakładu: prof. dr hab. n. med. Dorota Olczak-Kowalczyk

SŁOWA KLUCZOWE

stomatolodzy, wiedza,
kariostatyczne działanie fluoru

STRESZCZENIE

Wstęp. Aktualna wiedza odnośnie kariostatycznego działania fluoru, metod i bezpieczeństwa profilaktyki fluorkowej jest niezbędna do zastosowania u danego pacjenta adekwatnej do wieku i poziomu ryzyka metody profilaktycznej.

Cel pracy. Ocena wiedzy lekarzy dentystów dotyczącej bezpieczeństwa i mechanizmu działania fluoru w zapobieganiu próchnicy zębów.

Materiał i metody. Przeprowadzono anonimowe badanie kwestionariuszowe wśród 212 stomatologów uczestniczących w szkoleniach stomatologicznych. Pytania zawarte w ankiecie dotyczyły wiedzy odnośnie fluorkowania wody, mechanizmów kariostatycznego działania fluoru i bezpieczeństwa profilaktyki fluorkowej. W analizie statystycznej danych zastosowano test chi-kwadrat, współczynnik korelacji rang Spearmana, za istotny przyjmując poziom $p \leq 0,05$.

Wyniki. Nieprawidłową wiedzę o fluorkowaniu wody w kraju wykazało 26,9% badanych, a w Europie 16,0%. Większość stomatologów (80,7%) uznała przewagę skuteczności metod egzogennych nad endogennymi w zapobieganiu próchnicy, a ponad połowa (59,0%) wpływ na przebieg procesów remineralizacji i demineralizacji za najistotniejsze przeciwpróchnicowe działanie. Niemal wszyscy respondenci (95,7%) przyznali, iż stosowanie fluoru w celu zapobiegania próchnicy jest kontrowersyjne, głównie z powodu uzależnienia od dawki działania terapeutycznego lub toksycznego (85,4%). Około 20% badanych uważało, że kariostatyczne dawki fluoru wpływają niekorzystnie na ogólny stan zdrowia, powodując głównie łamliwość kości (10,4%).

Wnioski. Brak prawidłowej wiedzy o dominującym kariostatycznym działaniu fluoru może skutkować wyborem niewłaściwej metody zapobiegania lub brakiem miejscowej aplikacji preparatów fluorkowych w obawie przed niepożądanym działaniem systemowym, co w konsekwencji może prowadzić do wzrostu próchnicy w populacji.

WSTĘP

Aktualna wiedza w zakresie kariostatycznego działania fluoru, metod i bezpieczeństwa profilaktyki fluorkowej przekazywana jest zarówno podczas kształcenia przeddyplomowego, jak i podyplomowego (kursy doskonalące i specjalistyczne, konferencje, panele tematyczne) oraz w formie publikacji w czasopiśmie profesjonalnych i dostępnych internetowo. W roku 2012 Niezależny Panel Ekspertów sporządził dane dotyczące aktualnego stanu wiedzy na temat indywidualnej

profilaktyki fluorkowej choroby próchnicowej u dzieci i młodzieży, a w roku 2015 dokonano aktualizacji, przygotowując opracowanie pt.: „Stanowisko polskich Ekspertów dotyczące indywidualnej profilaktyki fluorkowej choroby próchnicowej u dzieci i młodzieży”. Obydwa opracowania zostały opublikowane w czasopiśmie profesjonalnych i są dostępne internetowo (1-5). Zatem można by oczekiwać aktualnej i prawidłowej wiedzy stomatologów praktyków w zakresie mechanizmów kariostatycznego działania fluoru.

CEL PRACY

Ocena wiedzy lekarzy dentystów dotyczącej bezpieczeństwa i mechanizmu działania fluoru w zapobieganiu próchnicy zębów.

MATERIAŁ I METODY

Badaniem kwestionariuszowym objęto 212 stomatologów uczestniczących w sympozjach w zakresie stomatologii dziecięcej. Staż pracy zawodowej ponad 1/3 badanych (37,3%) wynosił do 5 lat, 1/4 powyżej 20 lat, a następnie 6-10 lat – 17,9%, 11-15 lat – 9,9% i 16-20 lat – 9,0%. Ponad połowa stomatologów (59,0%) nie posiadała żadnej specjalizacji, a pozostali specjalizację w zakresie stomatologii dziecięcej (12,8%) oraz stomatologii zachowawczej z endodoncją albo inną specjalizację (po 14,1%). Przeważająca większość deklarowała leczenie stomatologiczne pacjentów niezależnie od wieku (93,4%), a pozostali tylko dzieci i młodzież (4,7%) lub wyłącznie dorosłych (1,9%).

Badani wypełnili dobrowolnie i anonimowo ankietę zawierającą 13 pytań jedno- lub wielokrotnego wyboru. Pytania sformułowano w następujący sposób: 1) czy w jakimś rejonie Polski woda pitna jest nadal fluorkowana, 2) czy fluorkowanie wody wodociągowej jest zabronione w Europie, 3) czy fluor zawarty w pokarmach działa przeciwpróchnicowo, 4) czy fluor wdychany z zanieczyszczonym powietrzem działa przeciwpróchnicowo, 5) czy fluor w ogóle zapobiega próchnicy zębów, skoro pacjenci stosują pasty fluorkowe, a mają próchnicę, 6) fluor najefektywniej zapobiega próchnicy, gdyż stosowany jest miejscowo – egzogenicznie, 7) fluor najefektywniej zapobiega próchnicy, gdyż stosowany jest systemowo – endogenicznie, 8) najistotniejszym przeciwpróchnicowym działaniem fluoru jest: a) wpływ na przebieg procesów remineralizacji i demineralizacji, b) wpływ na wzrost i liczbę bakterii płytki, c) wpływ na bakteryjny metabolizm węglowodanów, 9) stosowanie fluoru w celu zapobiegania próchnicy jest tak kontrowersyjne, bo: a) w zależności od dawki działa zarówno terapeutycznie, jak i toksycznie, b) może działać szkodliwie na zęby, powodując fluorozę, c) może działać szkodliwie na cały organizm, 10) czy prowadzono badania oceniające wpływ kariostatycznych dawek fluoru na efekt zdrowotny u ludzi, 11) jeśli prowadzono takie badania, to czy wykazały one wzrost zachorowań na różne schorzenia ogólne, 12) czy udowodniono związek kariostatycznych dawek fluoru z rozwojem: a) zespołu Downa, b) zaburzeń neurologicznych, c) choroby Alzheimera, d) chorób serca, e) chorób nowotworowych, f) chorób nerek, g) chorób tarczycy, h) zwiększonej łamliwości kości, i) reakcji alergicznych, j) obniżeniem ilorazu inteligencji (IQ), k) obniżeniem reakcji odpornościowych, 13) czy jesteś w pełni przekonana(-ny), że preparaty fluorkowe obniżają częstość i intensywność próchnicy.

Uzyskane dane analizowano za pomocą statystyki opisowej oraz testu χ^2 i korelacji Spearmana, za istotny przyjmując poziom $p < 0,05$.

WYNIKI

Ponad 1/4 badanych (26,9%) mylnie sądziła, że nadal w niektórych rejonach kraju stosowane jest fluorkowanie wody wodociągowej, przy czym odsetek ten zmniejszał się wraz ze wzrostem lat pracy i był najniższy u osób posiadających specjalizację ze stomatologii dziecięcej lub zachowawczej. Zależność tę potwierdziły istotne negatywne wartości współczynników korelacji (tab. 1 i 2). Spośród ogółu respondentów 16,0% wyraziło przekonanie, że fluorkowanie wody jest zabronione w krajach europejskich. Częstość posiadania tego fałszywego przeświadczenia była istotnie skorelowana ze wzrostem lat pracy, przy czym tylko 3,8% stomatologów pracujących do 5 lat odpowiedziało nieprawidłowo i 1/3 pracujących powyżej 20 lat oraz istotnie mniej osób ze specjalizacją w zakresie stomatologii dziecięcej i bez specjalizacji niż posiadający specjalizację ze stomatologii zachowawczej lub inną (tab. 2 i 3). Większość stomatologów (66,27%) potwierdziła, że fluor zawarty w pożywieniu działa przeciwpróchnicowo i odpowiedzi te nie były związane ani ze stażem pracy, ani z posiadaną specjalizacją. Niewielki odsetek badanych (16,5%) fałszywie uważał, że fluor wdychany z zanieczyszczonym powietrzem wywiera działanie kariostatyczne.

Za najefektywniejszy sposób stosowania fluoru w zapobieganiu próchnicy przeważająca większość respondentów (80,7%) uznała, prawidłowo, miejscową aplikację preparatów fluorkowych, natomiast 16,0% stwierdziło, iż konieczna jest zarówno endogenna, jak egzogenna podaż tego pierwiastka, a 3,3%, że tylko endogenna (ryc. 1). Przekonanie o konieczności stosowania zarówno endogennych, jak i egzogennych metod profilaktyki fluorkowej było istotnie pozytywnie skorelowane ze wzrostem lat pracy, przy czym najczęściej wyrazili je stomatolodzy pracujący ponad 20 lat (24,1%) oraz posiadający inne specjalizacje niż stomatologia dziecięca i stomatologia zachowawcza (30,0%) (tab. 1-3).

Ponad połowa respondentów (59,0%) udzieliła prawidłowej odpowiedzi na pytanie dotyczące najistotniejszego przeciwpróchnicowego działania fluoru (tj. wpływu na przebieg procesów remineralizacji i demineralizacji), a pozostali podali, że jest nim jednocześnie oddziaływanie na procesy remineralizacji i demineralizacji, wzrost i liczbę bakterii płytki oraz bakteryjny metabolizm węglowodanów (25,0%) albo wpływ na procesy remineralizacji i demineralizacji połączony z oddziaływaniem na wzrost i liczbę bakterii płytki (3,3%) lub bakteryjny metabolizm węglowodanów (11,8%) albo jedynie na bakteryjny metabolizm węglowodanów (3,3%) (ryc. 2). Częstość udzielania prawidłowych odpowiedzi była istotnie pozytywnie związana ze stażem pracy i posiadaniem specjalizacji w zakresie stomatologii dziecięcej i stomatologii zachowawczej (tab. 1).

Przeważająca większość ankietowanych (95,7%) uważała, że stosowanie fluoru w celu zapobiegania próchnicy jest kontrowersyjne, przy czym jako przyczynę podała uzależnienie od dawki działanie terapeutyczne lub toksyczne (85,4%),

Tab. 1. Korelacja odpowiedzi badanych z latami pracy i posiadaniem specjalizacji w zakresie stomatologii dziecięcej i stomatologii zachowawczej

Pytania	Lata pracy	Specjalizacja ze stomatologii dziecięcej lub stomatologii zachowawczej z endodoncją
Czy w jakimś rejonie Polski woda jest nadal fluorkowana?	$r = -0,245; p < 0,05^*$	$r = -0,153; p < 0,05^*$
Czy fluorkowanie wody wodociągowej jest zabronione w Europie?	$r = 0,318; p < 0,05^*$	$r = 0,093; p > 0,05$
Czy fluor zawarty w pokarmach działa przeciwpróchnicowo?	$r = 0,096; p > 0,05$	$r = -0,039; p > 0,05$
Czy fluor wdychany z zanieczyszczonym powietrzem działa przeciwpróchnicowo?	$r = -0,005; p > 0,05$	$r = -0,008; p > 0,05$
Fluor najefektywniej zapobiega próchnicy, gdyż stosowany jest miejscowo – egzogennie	$r = -0,165; p < 0,05^*$	$r = -0,014; p > 0,05$
Fluor najefektywniej zapobiega próchnicy, gdy stosowany jest systemowo – endogennie	$r = -0,011; p > 0,05$	$r = -0,029; p > 0,05$
Fluor najefektywniej zapobiega próchnicy, gdyż stosowany jest endo- i egzogennie	$r = 0,215; p < 0,05^*$	$r = 0,017; p > 0,05$
– wpływ na przebieg procesów re- i demineralizacji	$r = 0,146; p < 0,05^*$	$r = 0,162; p < 0,05^*$
– wpływ na wzrost i liczbę bakterii płytki	$r = -0,113; p > 0,05$	$r = -0,115; p > 0,05$
– wpływ na węglowodanowy metabolizm bakterii płytki	$r = -0,115; p > 0,05$	$r = -0,168; p < 0,05^*$
– wszystkie 3 mechanizmy	$r = -0,125; p < 0,05$	$r = -0,127; p > 0,05$
Stosowanie fluoru w celu zapobiegania próchnicy jest kontrowersyjne	$r = 0,021; p > 0,05$	$r = 0,108; p > 0,05$
– gdyż w zależności od dawki działa zarówno terapeutyczne, jak i toksyczne	$r = 0,028; p > 0,05$	$r = 0,102; p > 0,05$
– gdyż może działać szkodliwie na zęby, powodując fluorozę	$r = 0,046; p > 0,05$	$r = -0,031; p > 0,05$
– gdyż może działać szkodliwie na cały organizm	$r = 0,074; p > 0,05$	$r = 0,048; p > 0,05$
Czy prowadzono badania oceniające wpływ kariostatycznych dawek fluoru na efekt zdrowotny u ludzi?	$r = -0,126; p > 0,05$	$r = -0,031; p > 0,05$
Jeśli prowadzono takie badania, to czy wykazały one wzrost zachorowań na różne schorzenia ogólne?	$r = 0,160; p < 0,05^*$	$r = 0,057; p > 0,05$
Czy udowodniono związek kariostatycznych dawek fluoru z rozwojem chorób systemowych	$r = 0,068; p > 0,05$	$r = -0,071; p > 0,05$
– zespół Downa	$r = 0,015; p > 0,05$	$r = 0,015; p > 0,05$
– zaburzenia neurologiczne	$r = 0,122; p > 0,05$	$r = 0,063; p > 0,05$
– choroba Alzheimera	$r = 0,082; p > 0,05$	$r = 0,090; p > 0,05$
– choroby serca	$r = 0,010; p > 0,05$	$r = -0,080; p > 0,05$
– choroby nowotworowe	$r = 0,080; p > 0,05$	$r = -0,004; p > 0,05$
– choroby nerek	$r = 0,073; p > 0,05$	$r = 0,063; p > 0,05$
– choroby tarczycy	$r = -0,010; p > 0,05$	$r = -0,015; p > 0,05$
– zwiększona łamliwość kości	$r = 0,182; p < 0,05^*$	$r = 0,008; p > 0,05$
– reakcje alergiczne	$r = 0,035; p > 0,05$	$r = 0,074; p > 0,05$
– obniżenie ilorazu inteligencji (IQ)	$r = 0,048; p > 0,05$	$r = -0,017; p > 0,05$
– obniżenie reakcji odpornościowych	$r = 0,030; p > 0,05$	$r = 0,053; p > 0,05$
Czy fluor w ogóle zapobiega próchnicy zębów, skoro pacjenci stosują pasty fluorkowe, a mają próchnicę?	$r = 0,034; p > 0,05$	$r = 0,042; p > 0,05$
Czy jesteś w pełni przekonana(-ny), że preparaty fluorkowe obniżają częstość i intensywność próchnicy?	$r = -0,006; p > 0,05$	$r = 0,034; p > 0,05$

*istotne statystycznie

Tab. 2. Częstość odpowiedzi na pytanie kwestionariuszowe różniące się istotnie w podgrupach stażu pracy badanych

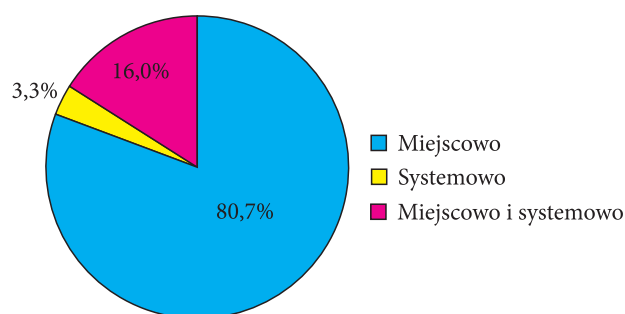
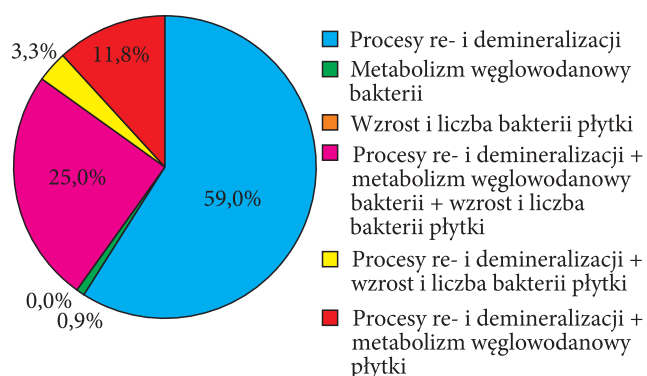
Staż pracy (lata)	do 5	6-10	11-20	> 20	Wartość p
Czy w jakimś rejonie Polski woda jest nadal fluorkowana?	38,0%	34,2%	18,9%	11,1%	0,003*
Czy fluorkowanie wody wodociągowej jest zabronione w Europie?	3,8%	13,2%	18,9%	33,3%	0,000*
Fluor najefektywniej zapobiega próchnicy, gdy stosowany jest endo- i egzogennie	5,1%	5,3%	5,4%	24,1%	0,001*
Czy prowadzono badania oceniające wpływ kariostatycznych dawek fluoru na efekt zdrowotny u ludzi?	83,5%	94,7%	59,5%	75,9%	0,001*
Udowodniono związek kariostatycznych dawek fluoru z rozwojem chorób nowotworowych	5,1%	0,0%	0,0%	11,1%	0,036*
Udowodniono związek kariostatycznych dawek fluoru ze zwiększoną łamliwością kości	7,6%	5,3%	5,4%	24,1%	0,005*

*istotne statystycznie

Tab. 3. Częstość odpowiedzi na pytanie kwestionariuszowe różniące się istotnie w podgrupach badanych z różną specjalizacją lub jej brakiem

Pytania	Specjalizacja				Wartość p
	Stomatologia dziecięca	Stomatologia zachowawcza z endodoncją	Inna specjalizacja	Brak specjalizacji	
Czy w jakimś rejonie Polski woda jest nadal fluorkowana?	18,5%	10,3%	23,3%	33,3%	0,049*
Czy fluorkowanie wody wodociągowej jest zabronione w Europie?	11,1%	31,0%	26,7%	11,1%	0,017*
Fluor najefektywniej zapobiega próchnicy, gdy stosowany jest endo- i egzogennie	7,4%	10,3%	30,0%	6,3%	0,002*
Udowodniono związek kariostatycznych dawek fluoru z rozwojem					
zaburzeń neurologicznych	3,7%	13,8%	20,0%	4,8%	0,021*
chorób nowotworowych	3,7%	3,4%	16,7%	2,4%	0,010*
zwiększonej łamliwości kości	3,7%	13,8%	26,7%	7,9%	0,014*

*istotne statystycznie

**Ryc. 1.** Odsetki odpowiedzi dotyczących najefektywniejszej kariostatycznie metody stosowania fluoru**Ryc. 2.** Odsetki odpowiedzi odnośnie najistotniejszego przeciwpróchniczowego działania fluoru

powodowanie fluorozę zębów (72,6%) i szkodliwe oddziaływanie na cały organizm (67,9%) (ryc. 3).

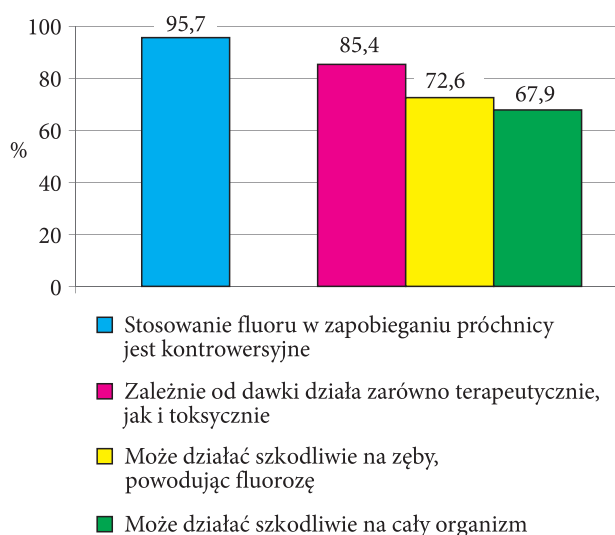
W większości ankietowani (78,8%) potwierdzili przeprowadzanie badań nad wpływem kariostatycznych dawek fluoru na ogólny stan zdrowia; 21,7% było przekonanych, iż badania te wykazały wzrost zachorowań na pewne schorzenia ogólne. Spośród wymienionych chorób najczęściej identyfikowano związek profilaktyki fluorkowej z występowaniem zwiększonej łamliwości kości (10,4%) i reakcji alergicznych (9,4%), a najrzadziej z zespołem Downa (1,4%) (ryc. 4). Wraz ze wzrostem lat pracy zwiększała się liczba stomatologów przekonanych o związku kariostatycznych dawek fluoru z łamliwością kości (tab. 1), przy czym taki pogląd wyraziło

ok. 1/4 badanych pracujących ponad 20 lat (24,1%) oraz posiadający specjalizację inną niż stomatologia dziecięca i stomatologia zachowawcza (26,7%) (tab. 2 i 3). Z kolei zależność między dawkami fluoru zapobiegającymi próchnicy a wzrostem zachorowalności na nowotwory najczęściej podawali ankietowani ze stażem pracy ponad 20 lat (11,1%) oraz posiadający inną specjalizację niż stomatologia dziecięca i stomatologia zachowawcza (16,7%) (tab. 2 i 3). Natomiast związek przyczynowy kariostatycznego podawania fluoru z zaburzeniami neurologicznymi najczęściej potwierdzali stomatolodzy posiadający inną specjalizację niż stomatologia dziecięca i stomatologia zachowawcza (20,0%) (tab. 3).

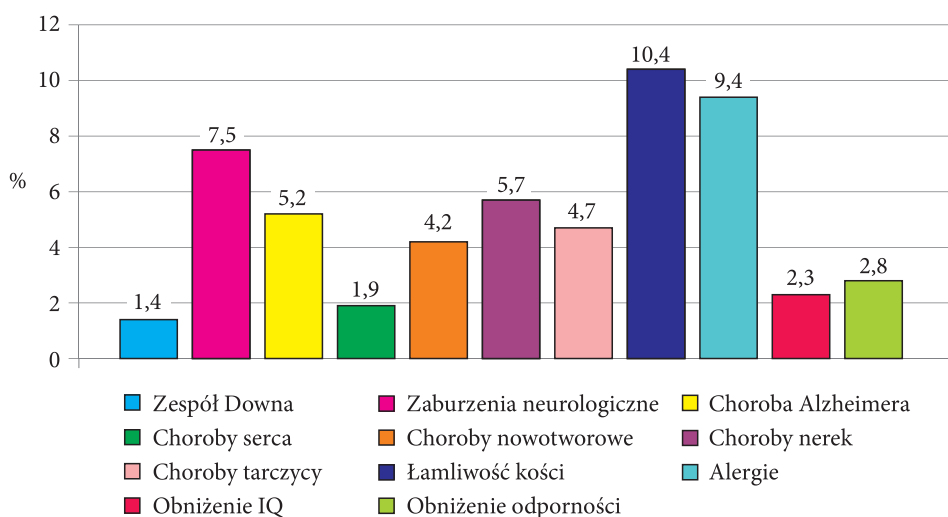
Na pytania dotyczące przekonania, że stosowanie preparatów i past fluorkowych zapobiega próchnicy, taki sam odsetek (93,4%) respondentów udzielił odpowiedzi twierdzącej.

DYSKUSJA

Od ponad 70 lat fluor stosowany jest w celu zapobiegania próchnicy. Za datę jego wprowadzenia do profilaktyki uznaje się rozpoczęcie sztucznego fluorkowania wody pitnej (25.01.1945 r., Grand Rapids, USA). W Polsce fluorkowanie wody wodociągowej zostało wprowadzone w 1967 roku (Wrocław). Około 2,5 miliona mieszkańców korzystało z tej masowej formy profilaktyki, ale w 1996 roku zaprzestano dodawania fluoru do wody (6). Zatem obecnie w kraju nie fluorkuje się wody, ale w niektórych miejscowościach stwierdza się naturalną zawartość fluoru w przedziale 0,3-1,0 ppm lub ponad 1-3 ppm (7-9). Natomiast ponad 1/4 ankietowanych odpowiedziała twierdząco na pytanie dotyczące aktualnego fluorkowania wody. Brakiem wiedzy w tym zakresie cechowali się również stomatolodzy z Teksasu, USA, gdyż 2,4% z nich nie wiedziało, czy większość pacjentów pije wodę fluorkowaną, a w tym stanie z takiej wody korzystało w czasie badania 78,1% mieszkańców (10).



Ryc. 3. Odsetki odpowiedzi odnośnie kontrowersyjności stosowania fluoru w celu zapobiegania próchnicy



Ryc. 4. Odsetki odpowiedzi twierdzących odnośnie udowodnionego związku kariostatycznych dawek fluoru z rozwojem wymienionych chorób

Spośród badanych 16,0% błędnie uważało, że fluorkowanie wody jest zabronione w krajach europejskich. Aktualnie ze sztucznie wzbogacanej we fluor wody korzysta ok. 2% populacji europejskiej w krajach takich, jak Wielka Brytania (10%), Irlandia (71%), Hiszpania (10%) i Serbia (3%) (11). Zatem, fluorkowanie wody nie jest zabronione w Europie, jednakże jego wdrożenie wymaga spełnienia określonych dla danego kraju warunków legislacyjnych, tj. decyzji ministra zdrowia i/lub zgody danej społeczności (12).

Pożywienie zawiera na ogół niską koncentrację fluoru, zatem przyjmowane są na ogół niewielkie jego ilości (0,02-0,29 ppm), np. owoce, mleko i produkty mleczne, chleb, płatki zbożowe. Większe ilości są zawarte np. w herbach, rybach morskich, skorupiakach, puszkowanych owocach, a bardzo wysokie w mące rybnej, którą karmione są niektóre zwierzęta hodowlane (21-761 ppm) (13). Ponadto zawartość fluoru w pożywieniu zależy od materiału naczynia, w którym jest przygotowane, np. teflon jest znaczącym źródłem fluoru (14, 15). Szacuje się, że codzienne przyjęcie fluoru ze wszystkich źródeł (pożywienia, wody, past fluorkowych) przy niskiej i optymalnej kariostatycznie zawartości fluoru w wodzie we wszystkich grupach wiekowych nie przekracza dopuszczalnego górnego poziomu spożycia (15). Ponieważ w rejonach wody niefluorkowanej przyjęcie fluoru z pożywieniem jest niewielkie, to nie wywiera znaczącego działania kariostatycznego. Natomiast większość respondentów (62,7%) była przekonana o takim działaniu.

Zawarte w powietrzu fluorki pochodzą głównie z gazowych zanieczyszczeń przemysłowych, ogrzewania mieszkań piecami węglowymi oraz gazów emitowanych w rejonach aktywności wulkanicznej (12). W wysoko uprzemysłowionym rejonie przyjęcie fluoru z inhalacją może wynosić 10-40 µg/dziennie (15, 16). Jednakże nie ma dowodów, iż inhalacja fluoru powoduje znaczne zagrożenie dla ogółu populacji lub działa przeciwróchnicowo (15), natomiast taką opinię wyraziło 16,5% badanych.

Od czasu odkrycia związku między fluorem a redukcją próchnicy w populacji powstała kwestia, czy przeciwróchnicowe działanie fluoru występuje przed wyrżnięciem czy po wyrżnięciu zęba, czy też polega na obu tych działaniach. Początkowo rekomendowano głównie endogenne metody (woda fluorkowana, tabletki/krople fluorkowe, sól fluorkowana, mleko fluorkowane), uznając za dominujące przederypcyjne działanie fluoru. Oddziaływanie przed wyrżnięciem zębów wyjaśniano w następujący sposób: optymalny dawkę fluoru podczas odontogenezy zwiększa zawartość fluoru w szkliwie, który jest inkorporowany do hydroksyapatytu (powstaje fluoroapatyt) i stąd wzrasta jego odporność na rozpuszczanie w kwasach (pH krytyczne fluoroapatytu niższe niż hydroksyapatytu, 4,5 vs 5,5). Ponadto zwiększa się stabilność sieci krystalicznej apatytu i powstają korzystne zmiany morfologiczne zębów (bardziej zaokrąglone guzki i płytsze bruzdy na powierzchni żującej). Pogląd ten podtrzymywały wyniki badań klinicznych

wskazujące na niższą redukcję próchnicy (o 20-30%) po miejscowym stosowaniu związków fluoru w odniesieniu do wody fluorkowanej (50%). Jednakże w następnych latach dokonano reinterpretacji danych dotyczących redukcji próchnicy w rejonie wody fluorkowanej (17-22). Stwierdzono m.in. brak wyraźnej zależności między zawartością fluoru w powierzchniowym szkliwie a próchnicą zębów, w badaniach *in vitro* podobny rozwój próchnicy w zębach pochodzących z rejonów z niską i optymalną zawartością fluoru w wodzie, zmniejszenie efektu kariostatycznego po zaprzestaniu przyjmowania wody fluorkowanej, poerupcyjny efekt systemowej podaży fluoru (tj. redukcję próchnicy u dzieci, u których rozwój i mineralizacja zębów nastąpiły przed zamieszkaniem w rejonie wody fluorkowanej) oraz w modelu badania *in situ* powstanie zmian próchnicowych w szkliwie zbudowanym wyłącznie z fluoroapatytu (zęby rekina) (17, 20-22). W latach 80. ustalono, że fluorki kontrolują próchnicę, głównie przez działanie miejscowe (23). Przy stałej ich obecności w niskim stężeniu w płynach jamy ustnej podczas ataku kwasu absorbują się na powierzchni kryształów apatytu, hamując demineralizację. Kiedy następuje powrót pH do obojętnego, śladowe ilości fluorku powodują przesylenie jonów mineralnych w odniesieniu do fluorohydroksyapatytu, co przyspiesza proces remineralizacji. Do minerału utworzonego w następstwie nukleacji częściowo rozpuszczonych kryształów preferencyjnie wbudowuje się fluor, a wykluczony zostaje węglan, co powoduje powstanie szkliwa bardziej odpornego na kolejne działanie kwasu. Wykazano również, że po aplikacji na szkliwo preparatów z wyższą koncentracją fluoru (> 100 ppm) powstaje fluorek wapnia w formie granulek, które są chronione przed szybkim rozpuszczaniem pokrywą białko-fosforanową pochodzenia ślinowego. Fluorek wapnia stanowi rezerwar jonów fluorkowych, które są uwalniane podczas kolejnych ataków kwasu, a zatem wtedy, kiedy są najbardziej potrzebne (17, 23-25). Badania laboratoryjne wykazały, że fluorki hamują metabolizm węglowodanowy bakterii *Streptococcus* spp. i *Lactobacilli* spp. zwłaszcza przy niskim pH, przy którym fluor w postaci fluorowodoru (HF) jest transportowany do komórki bakteryjnej. Po nagromadzeniu się w komórce fluor hamuje dwa enzymy – enolazę i adenylozotryjfosfatazę, uwalniającą protony oraz hamuje transport glukozy do komórki. Działanie to wykazano na kulturach komórkowych, ale prawdopodobnie nie występuje przy niskich stężeniach fluoru stwierdzanych w jamie ustnej (17, 25). Innym możliwym mechanizmem miejscowego działania fluoru jest zakłócanie adhezji bakterii do powierzchni zęba, wpływ na liczbę bakterii *Streptococcus mutans* w płytce i ich kwasotwórczość. Jednakże, jak dotąd, nie wyjaśniono w pełni antybakteryjnego działania fluoru w warunkach *in vivo*, jak również nie określono udziału takiego oddziaływania w zapobieganiu próchnicy (17, 25, 26). Zatem obecna koncepcja hamującego próchnicę działania fluoru jest oparta na jego oddziaływaniu poerupcyjnym, tj. obecności niskich stężeń

jonów fluorkowych w interfacie szkliwo/płytki, które zmieniają bezpośrednio dynamikę procesów rozpuszczania i reprecypitacji minerału zęba, natomiast inne mechanizmy oddziaływania mają drugorzędne znaczenie.

W badaniu własnym 80,7% stomatologów stwierdziło, że poerupcyjne oddziaływanie fluoru przewyższa jego działanie przederupcyjne, przy czym częstość prawidłowych odpowiedzi była negatywnie skorelowana ze wzrostem lat pracy, ale niezależna od posiadania specjalizacji w zakresie stomatologii dziecięcej lub stomatologii zachowawczej. Natomiast jedynie 5% stomatologów z Teksasu udzieliło prawidłowej odpowiedzi na to pytanie, przy czym odpowiedzi te nie były związane z typem praktyki (stomatologia ogólna, stomatologia publiczna, stomatologia dziecięca) (10). W badaniu własnym tylko 59,0% ankietowanych uznało za najistotniejsze przeciwpróchnicowe działanie poprzez wpływ na przebieg procesów remineralizacji i demineralizacji. Yoder i wsp. (27) wykazali znacznie niższy odsetek prawidłowych odpowiedzi na takie samo pytanie udzielonych przez stomatologów z Indiany, USA (25%), pomimo dostępnych od kilku lat zaleceń dotyczących profilaktyki fluorkowej. Z kolei 82,9% stomatologów z Tajwanu stwierdziło, że najważniejszym mechanizmem działania fluoru jest remineralizacja początkowej zmiany próchnicowej (28). Natomiast 49,0% stomatologów z Kuwejtu wierzyło, że najbardziej skuteczną metodą zapobiegania próchnicy u dzieci jest fluorkowanie wody, co wskazywało na uznawanie za główny mechanizm działania fluoru w okresie przederupcyjnym (29).

Pomimo braku dowodów naukowych na związek stosowanych kariostatycznie dawek fluoru ze wzrostem zachorowalności na pewne choroby (12, 13, 15), 21,7% respondentów było przekonanych, że powodują wzrost pewnych schorzeń, a zwłaszcza łamliwości kości (10,4%), reakcji alergicznych (9,4%) i zaburzeń neurologicznych (7,5%). Pomimo tych błędnych opinii, 93,4% stomatologów było przekonanych o redukującym częstość i intensywność próchnicy działaniu preparatów fluorkowych. Wcześniej przeprowadzone badania wykazały podobny odsetek stomatologów (94,6%) przekonanych o skuteczności profilaktyki fluorkowej (30).

PODSUMOWANIE

W podsumowaniu można stwierdzić, że pomimo dostępnych od kilku lat zaleceń dotyczących profilaktyki fluorkowej wiedza stomatologów praktyków w tym zakresie nie jest w pełni zadowalająca. Brak prawidłowej wiedzy odnośnie dominującego kariostatycznego działania fluoru może skutkować niewłaściwym wyborem metody zapobiegania lub brakiem miejscowej aplikacji preparatów fluorkowych w obawie przed niepożądanym działaniem systemowym. W dalszej konsekwencji może to prowadzić do wzrostu próchnicy w populacji.

PODZIĘKOWANIA

Podziękowanie dla firmy Exactus Sp.j. za wydruk i dystrybucję kwestionariuszy badań wśród uczestników Kongresu Unii Stomatologii Polskiej.

KONFLIKT INTERESÓW

Brak konfliktu interesów

ADRES DO KORESPONDENCJI

*Dorota Olczak-Kowalczyk
Zakład Stomatologii Dziecięcej
Warszawski Uniwersytet Medyczny
ul. Miodowa 18, 05-077 Warszawa
tel.: +48 (22) 502-20-31
pedodoncja@wum.edu.pl

PIŚMIENNICTWO

1. Adamowicz-Klepalska B, Borysewicz-Lewicka M, Dobrzańska A et al.: Aktualny stan wiedzy na temat indywidualnej profilaktyki fluorkowej choroby próchnicowej u dzieci i młodzieży. Niezależny Panel Ekspertów, Warszawa 2012; <http://acff.pl/wp-content/uploads/2015/04/Ulotka-Fluor-A4.pdf>.
2. Adamowicz-Klepalska B, Borysewicz-Lewicka M, Dobrzańska A et al.: Aktualny stan wiedzy na temat indywidualnej profilaktyki fluorkowej choroby próchnicowej u dzieci i młodzieży. Niezależny Panel Ekspertów. J Stoma 2013; 66(4): 428-453.
3. Olczak-Kowalczyk D, Kaczmarek U (red.): Stanowisko polskich ekspertów dotyczące indywidualnej profilaktyki fluorkowej u dzieci i młodzieży. Warszawa 2015; http://ptsd.net.pl/wp-content/uploads/2016/01/PTSD_Wytyczne_na_temat_indywidualnej_profilaktyki_fluorkowej.pdf.
4. Olczak-Kowalczyk D, Kaczmarek U (red.): Stanowisko polskich ekspertów dotyczące indywidualnej profilaktyki fluorkowej u dzieci i młodzieży, Warszawa 2015; <http://acff.pl/tag/profilaktyka-fluorkowa/?letter=f>.
5. Olczak-Kowalczyk D, Borysewicz-Lewicka M, Adamowicz-Klepalska B et al.: Stanowisko polskich Ekspertów dotyczące indywidualnej profilaktyki fluorkowej choroby próchnicowej u dzieci i młodzieży. Nowa Stomat 2016; 1: 47-73.
6. Kaczmarek U: Polskie doświadczenia z fluorkowaniem wody. Czas Stomatol 1999; 9: 630-634.
7. Borysewicz-Lewicka M, Opydo-Szymaczek J: Fluoride in Polish drinking water and the possible risk of dental fluorosis. Pol J Environ Stud 2016; 24(1): 404-413.
8. Czarnowski W, Wrześniowska K, Krechniak J: Fluoride in drinking water and human urine in northern and central Poland. Sci Total Environ 1996; 191(1-2): 177-184.

9. Polkowska Ż, Diduch M, Namieśnik J: Oznaczanie stężeń jonów fluorkowych w próbkach wody pitnej z terenu miasta Malbork. *Ecol Chem Engin* 2010; 15(3): 393-417.
10. Bansal R, Bolin KA, Abdellatif HM, Shulman JD: Knowledge, attitude and use of fluorides among dentists in Texas. *J Contemp Dent Pract* 2012; 13(3): 371-375.
11. Fluoridation by country: https://en.wikipedia.org/wiki/Fluoridation_by_country (dostęp z dnia: 30.07.2018).
12. Fluorides and oral health: WHO technical report series 846. Report of Who Expert Committee on oral health status and fluoride use. World Health Organization, Geneva 1994.
13. O'Mullane DM, Baez RJ, Jones S et al.: Fluoride and oral health. *Community Dent Health* 2016; 33: 69-99.
14. Kanduti D, Sterbenk P, Artnik B: Fluoride: a review of use and effects on health. *Mater Sociomed* 2016; 28(2): 133-137.
15. SCHER – Scientific Committee on Health and Environmental Risks. Critical review of any new evidence on the hazard profile, health effects, and human exposure to fluoride and the fluoridating agents of drinking water. European Commission 2010; http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/environmental_risks/docs/scher_o_122.pdf (dostęp z dnia: 26.07.2018).
16. Air quality guidelines for Europe. 2nd ed. World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen 2000: 143-145.
17. Kaczmarek U: Mechanizmy kariostatyczne fluoru. *Czas Stomatol* 2005; 58: 404-413.
18. Backer Dirks O, Houwink B, Kwant GW: The results of 6 ½ years of artificial drinking water in the Netherlands: The Tiel-Culemborg experiment. *Archs Oral Biol* 1961; 5(12): 284-300.
19. Groeneveld A: Longitudinal study of prevalence of enamel lesions in a fluoridated and non-fluoridated areas. *Community Dent Oral Epidemiol* 1985; 13(3): 159-163.
20. Fejerskov O, Thylstrup A, Larsen MJ: Rational use of fluoride in caries prevention: A concept based on possible cariostatic mechanism. *Acta Odontol Scand* 1981; 39(4): 241-249.
21. Fejerskov O: Changing paradigms in concept on dental caries: consequences for oral health care. *Caries Res* 2004; 38(3): 182-191.
22. Groeneveld A, Backer Dirks O: Fluoridation of drinking water, past, present and future. [In:] Ekstrand J, Fejerskov O, Silverstone LM (eds.): *Fluoride in dentistry*. Munksgaard, Copenhagen 1988: 229-251.
23. Buzalaf MAR, Pessan JP, Honório HM, ten Cate JM: Mechanisms of Action of Fluoride for Caries Control. [In:] Buzalaf MAR (ed.): *Fluoride and the Oral Environment*. Monogr Oral Sci, Basel, Karger 2011; 22: 97-114.
24. ten Cate JM: Contemporary perspective on the use of fluoride products in caries prevention. *Brit Dent J* 2013; 214(4): 161-167.
25. Lussi A, Hellwig E, Klimek J: Fluoride – mode action and recommendations for use. *Schweiz Mantasschr Zahnmed* 2012; 122(11): 1030-1042.
26. Van Loveren C: Antimicrobial activity of fluoride and its *in vivo* importance: identification of research questions. *Caries Res* 2001; 35(suppl. 1): 65-70.
27. Yoder KM, Maupome G, Ofner S, Swigonski NL: Knowledge and use of fluoride among Indiana dental professionals. *J Publ Health Dent* 2007; 67(3): 140-147.
28. Lin T-H, Hsieh T-Y, Horowitz AM et al.: Knowledge and practices of caries prevention among Taiwanese dentists attending a national conference. *J Dent Sci* 2010; 5(4): 228-236.
29. Akbar AA, Al-Sumait N, Al-Yahya H et al.: Knowledge, attitude, and barriers to fluoride application as a preventive measure among oral health care providers. *Int J Dent* 2018; 2018: 8908924.
30. Kaczmarek U, Majewska L, Olczak-Kowalczyk L: Postawa i wiedza stomatologów w zakresie profilaktyki fluorkowej. *Nowa Stomat* 2015; 1: 23-28.

nadesłano:

4.07.2018

zaakceptowano do druku:

25.07.2018