

LUCHOWSKA, Anna, SROCZYŃSKA, Monika & ŻACZEK, Aleksandra. Assessment of the Impact of Dental Amalgam on Human Health: A Literature Review. *Journal of Education, Health and Sport*. 2023;13(3):105-112. eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.12775/JEHS.2023.13.03.015> <https://apcz.umk.pl/JEHS/article/view/41660> <https://zenodo.org/record/7566547>

The journal has had 40 points in Ministry of Education and Science of Poland parametric evaluation. Annex to the announcement of the Minister of Education and Science of December 21, 2021. No. 32343. Has a Journal's Unique Identifier: 201159. Scientific disciplines assigned: Physical Culture Sciences (Field of Medical sciences and health sciences); Health Sciences (Field of Medical Sciences and Health Sciences). Punkty Ministerialne z 2019 - aktualny rok 40 punktów. Załącznik do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 21 grudnia 2021 r. Lp. 32343. Posiada Unikatowy Identyfikator Czasopisma: 201159. Przynależność dyscypliny naukowej: Nauki o kulturze fizycznej (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu); Nauki o zdrowiu (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu). © The Authors 2023; This article is published with open access at License Open Journal Systems of Nicolaus Copernicus University in Torun, Poland Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author (s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non commercial license Share alike. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited. The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper. Received: 02.01.2022. Revised: 17.01.2023. Accepted: 24.01.2023.

Assessment of the Impact of Dental Amalgam on Human Health: A Literature Review Ocena wpływu amalgamatu dentystycznego na zdrowie człowieka - przegląd literatury

Anna Luchowska

Studenckie Koło Naukowe Ortopedii Szczękowej i Ortodontyki, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

ORCID 0000-0002-5207-3936

<https://orcid.org/0000-0002-5207-3936>

E-mail: aswatowska@gmail.com

Monika Sroczyńska

Uniwersytecki Szpital Kliniczny im. Wojskowej Akademii Medycznej – Centralny Szpital Weteranów, ul. Żeromskiego 113, 90-549 Łódź

ORCID 0000-0002-8888-9056

<https://orcid.org/0000-0002-8888-9056>

E-mail: monika.sroczyńska@gmail.com

Aleksandra Żaczek

Wojewódzki Szpital Specjalistyczny im. Kardynała Stefana Wyszyńskiego SPZOZ w Lublinie, Aleja Kraśnicka 100, 20-718 Lublin

ORCID 0000-0002-7104-1454

<https://orcid.org/0000-0002-7104-1454>

E-mail: zaczekaleksandra1@gmail.com

Abstract

Introduction: Dental amalgam is a dental material that has been used to fill carious cavities for more than 150 years. Amalgam fillings contain about 50% mercury and a mixture of other metals. The mercury it contains is controversial and debated by many researchers, as there is evidence of its negative effects on the human body. The constant release of mercury vapor from amalgam fillings is causing more and more countries to discontinue its use in treating patients' teeth.

Aim of the study: The purpose of this study is to focus on evaluating the local and systemic effects of dental amalgam contained in dental fillings on human health.

Materials and methods: PubMed and Google Scholar medical databases were analyzed, operating with the following keywords: dental amalgam, mercury, health effects, dentistry in as many configurations as needed. Thirty-four related articles published during the last five years (2017-2022) were selected.

Results: Dental amalgam is a potential factor in many health problems among patients. Mercury's ease of penetration across the blood-brain barrier and the placenta means that it can cause adverse health effects from the prenatal period onward.

Conclusions: Research on the effects of mercury from dental amalgams should continue in order to explore cause-and-effect sequences and deepen our understanding of the health implications. The search for an ideal restorative material for tooth tissue after dental treatment should be accelerated.

Key words: dental amalgam; mercury; health implications; dentistry.

Abstrakt

Wprowadzenie: Amalgamat dentystyczny to materiał stomatologiczny stosowany do wypełniania ubytków próchnicowych od ponad 150 lat. Wypełnienie amalgamatowe zawiera około 50% rtęci oraz mieszaninę innych metali. Rtęć w nim zawarta wzbudza kontrowersje i jest przedmiotem dyskusji wielu badaczy, ponieważ istnieją dowody potwierdzające jej negatywny wpływ na organizm ludzki. Stale uwalniane opary rtęci z wypełnień amalgamatowych sprawiają, że coraz więcej krajów zaprzestaje jej stosowania w leczeniu uzębienia pacjentów.

Cel pracy: Celem pracy jest skupienie się na ocenie miejscowego i ogólnoustrojowego wpływu amalgamatu dentystycznego zawartego w wypełnieniach stomatologicznych na zdrowie człowieka.

Materiały i metodyka: Przeanalizowano bazy medyczne PubMed oraz Google Scholar operując hasłami: amalgamat dentystyczny, rtęć, skutki zdrowotne, stomatologia w tak wielu konfiguracjach, ilu było to potrzebne. Wybrano 34 artykuły powiązane z tematem opublikowane w czasie ostatnich pięciu lat (2017-2022).

Wyniki: Amalgamat dentystyczny jest potencjalnym czynnikiem wielu problemów zdrowotnych wśród pacjentów. Łatwość przenikania rtęci przez barierę krew-mózg oraz łożysko sprawia, że może ona wywoływać negatywne skutki zdrowotne już od okresu prenatalnego.

Wnioski: Badania nad wpływem rtęci z amalgamatów dentystycznych powinny być kontynuowane w celu zbadania ciągów przyczynowo-skutkowych oraz pogłębienia wiedzy na temat implikacji zdrowotnych. Poszukiwania idealnego materiału uzupełniającego tkanki zęba po leczeniu stomatologicznym powinny zostać przyspieszone.

Słowa kluczowe: amalgamat dentystyczny; rtęć; skutki zdrowotne; stomatologia.

Wprowadzenie

Współczesny dostęp do produktów bogatych w cukry oraz brak higieny jamy ustnej wśród pacjentów sprawia, że wielu pacjentów boryka się z problemami stomatologicznymi. Leczenie stomatologiczne próchnicy, chorób tkanek okołowierzchołkowych, chorób przyzębia, braków zębowych oraz leczenie ortodontyczne jest związane ze stosowaniem wielu starszych, jak i nowoczesnych materiałów stomatologicznych (amalgamaty, żywice kompozytowe, cementy szkło-jonomerowe, stopy metali, przeszczepy kostne, masy wyciskowe). Wszystkie stosowane materiały niosą ryzyko działań niepożądanych wykorzystując potencjał biologiczny, alergiczny i toksyczny u pacjentów ze względu na ich właściwości fizyczne i chemiczne. Dlatego wraz z rozwojem nauki konieczne jest również uświadamianie zagrożeń biologicznych wynikających ze stosowania tych biomateriałów. Leczenie stomatologiczne skupia się na uzyskaniu skutecznych oraz długotrwałych wyników. Materiały stomatologiczne przechodzą wiele analiz przed ich ostatecznym zaakceptowaniem i udostępnieniem na rynku [1]. Niniejsza praca ma na celu skupienie się na analizie wpływu miejscowego i ogólnoustrojowego zastosowania amalgamatu dentystycznego w wypełnieniach stomatologicznych. Rtęć zawarta w amalgamacie od wielu lat budzi kontrowersje w środowisku medycznym, jest ona uważana za najbardziej toksyczny nieradioaktywny pierwiastek na świecie. Amalgamat dentystyczny jest jednym ze źródeł zanieczyszczenia rtęcią środowiska. Pozostałe źródła to małopowierzchniowe wydobywanie złota, emisja z krematoriów, spalanie paliw kopalnych, przemysł rybny, termometry, konserwaty na bazie rtęci szczepionkach oraz osady ściekowe sprzedane rolnikom. Rtęć pochodząca z tych źródeł powoduje znaczące skażenie wody, powietrza oraz żywności, co w konsekwencji przyczynia się do negatywnego wpływu na zdrowie jednostek. Rtęć w środowisku i w wodach gruntowych jest biotransformowana przez mikroorganizmy do metylortęci [2-7]. W 2017 roku została przyjęta Konwencja Minamata, która powzięła za cel ochronę środowiska oraz zdrowia ludzi przed niekorzystnym wpływem rtęci i jest międzynarodowym traktatem środowiskowym. Norwegia jako pierwsza wprowadziła zakaz stosowania rtęci w produktach, dotyczyło to również wycofywania stosowania amalgamatów dentystycznych, w jej ślady następnie poszły Szwecja i Dania. Z dniem 1 lipca 2018 roku UE wydała zakaz stosowania amalgamatów u kobiet w ciąży oraz karmiących piersią, jak i u dzieci poniżej 15 roku życia. Niezwykle zasmuca fakt, iż mimo podpisania konwencji przez 128 krajów większość z nich nie wprowadziła w życie żadnych zmian w tym zakresie. Światowa Organizacja Zdrowia twierdzi, iż nie istnieje bezpieczny poziom rtęci, a sukcesywne wycofywanie amalgamatu dentystycznego może stanowić duże wyzwanie w krajach słabo rozwiniętych ze względu na niskie dochody, brak wykwalifikowanego personelu dentystycznego oraz wysoki wskaźnik próchnicy [1-3,6,8-14]. Agencja Ochrony Środowiska Stanów Zjednoczonych wysnuła, że akceptowalną dzienną dawką metylortęci jest 0,1 µg/kg dziennie [15]. Środowisko stomatologiczne jednoznacznie popiera fakt, że profilaktyka próchnicy poprzez zastosowania fluoryzacji wody, lakowanie zębów, zwiększenie świadomości w społeczeństwie jest skuteczniejsze oraz znacząco mniej kosztowne aniżeli chirurgiczne leczenie próchnicy [9]. Rtęć kumuluje się i ulega addycji przez wiele tysięcy lat, a najwyższe stężenie osiąga w organizmach na końcu łańcucha pokarmowego, jakimi są ludzie i ryby drapieżne [2,3]. Badania donoszą, że rtęć powoduje wiele zaburzeń fizjologicznych i niesie za sobą niekorzystne skutki medyczne, rozpoczynając od bioakumulacji w

ośrodkowym układzie nerwowym, nerkach i wątrobie, przyczyniając się do uszkodzenia nerek, immunotoksyczności, genotoksyczności, spadku płodności oraz zmiany funkcjonowania osi endokrynologicznych [4,5,7,16-20]. Amalgamaty stosowane do wypełniania ubytków w stomatologii stanowią główne i przewlekłe źródło narażenia pacjentów na nieorganiczną rtęć [6,14].

Materiały i metodyka

W niniejszej pracy przeprowadzono selekcję piśmiennictwa wykorzystującą elektroniczne bazy danych, aby wyodrębnić artykuły związane ze stosowaniem amalgamatu dentystycznego i jego ogólnoustrojowym wpływem na organizm ludzki, ze znanym zwróceniem uwagi na aktualny stan wiedzy. Artykuły opublikowane w latach 2017-2022 zostały przeszukane w bazach medycznych PubMed oraz Google Scholar. Selekcji dokonano opierając się o badania kliniczne, randomizowane badania kontrolne, opisy przypadków, badania z udziałem ludzi i na zwierzętach oraz wolne artykuły pełnotekstowe. Wyszukiwanie prac naukowych wykorzystywało słowa kluczowe takie jak: amalgamat dentystyczny, rtęć, skutki zdrowotne, stomatologia, które zostały połączone przy użyciu spójników. Uwzględniono piśmiennictwo w języku angielskim, lecz nie wykluczano literatury ze względu na kraj pochodzenia.

Amalgamat dentystyczny

Amalgamat dentystyczny jest stosowany do obudowy zębów od ponad półtora wieku, ponieważ posiada wiele mechanicznych zalet, takich jak łatwość umieszczenia, wytrzymałość, niski koszt oraz wysoka trwałość. Jego właściwości przyczyniają się do tego, że chętnie jest wykorzystywany przez stomatologów do odbudowy zębów bocznych. Wypełnienie amalgamatowe zawiera około 50% rtęci oraz mieszaninę innych metali takich jak srebro, cyna, miedź i inne [1-4,6-11,13,14,17-26]. Amalgamaty niskomiedziowe wykazują mniejszą rozpuszczalność w kwasach niż amalgamaty wysokomiedziowe oraz niższą szybkość korozji, co sprawia że emisja par rtęci z wypełnień jest znacząco niższa [18]. Według WHO głównym źródłem narażenia człowieka na działanie rtęci są amalgamaty dentystyczne [2,8]. Kontrowersje i niepokój budzi fakt, że podczas umieszczania oraz usuwania wypełnień amalgamatowych dochodzi do uwalniania rtęci, co doprowadziło do światowych dyskusji na temat dalszego jego stosowania. Dodatkowo amalgamat permanentnie uwalnia pary rtęci, których wielkość zależy od rodzaju użytego amalgamatu, nawyków żucia, liczby i wielkości wypełnień oraz sposobu szczotkowania. Opary te są wdychane i wchłaniane przez płuca, skąd trafiają do krwioobiegu, gdzie stamtąd łatwo przekraczają barierę krew-mózg i łożysko. Zawarta w amalgamacie rtęć może wywoływać opóźnioną reakcję nadwrażliwości, stałe narażenie na nią może przyczyniać się do zmian lichenoidalnych w jamie ustnej [1,7,10,13,17,18,20-22,27]. Podczas pracy z amalgamatem należy stosować się do ogólnych wytycznych mówiących o tym, jak należy z nim postępować w celu zachowania odpowiedniej ostrożności. Należy wykorzystywać kapsułkowane stopy amalgamatu, przechowywać w szczelnie zamkniętych pojemnikach po ich wykorzystaniu, unikać bezpośredniego kontaktu skóry z rtęcią, stosować koferdam oraz usuwać w postaci większych porcji zamiast wiercenia do postaci proszku [1,13,14]. Zasadniczy problem stanowi utylizacja odpadów amalgamatowych, które zwykle trafiają do kanalizacji, następnie po śmierci są wypłukiwane ze zwłok do środowiska, by kolejnym etapie mikroorganizmy je biotransformujące mogły przekształcić rtęć do rtęci metylowanej, która trafia ponownie do obiegu [8,9,14]. Zaskakujący jest fakt, iż obrazowanie rezonansem magnetycznym, impulsy lasera Nd:YAG, promieniowanie z routerów Wi-Fi, smartfony, lampy UV, a także promieniowanie rentgenowskie mogą wpływać na przyspieszenie tempa odparowywania rtęci z wypełnień amalgamatowych i przyspieszenie powstawania mikroprzecieków [16]. Personel stomatologiczny jest najbardziej narażony na działanie rtęci w ich codziennej praktyce z powodu wykorzystywania amalgamatu dentystycznego do uzupełnień, jego polerowania oraz jego usuwania, a wiele badań wykazało, że dentyści oraz asystentki stomatologiczne mają znacznie podwyższone średnie poziomy rtęci we krwi w porównaniu z osobami nienarażonymi [6,7,10,12,14,28]. Powyższe doniesienia przyczyniają się do tego, iż stosowanie amalgamatu dentystycznego powinno być wycofywane do 2030 roku [14]. Obecnie stosowanie amalgamatu do wypełniania ubytków znacząco się zmniejszyło, ale musimy mieć na uwadze fakt, że jego skutki będą widoczne jeszcze przez najbliższe dziesięciolecie, ponieważ dobrze umieszczone wypełnienia amalgamatowe są bardzo trwałe [19].

Miejscowe i ogólnoustrojowe skutki rtęci zawartej w amalgamatach dentystycznych

Rtęć została uznana przez WHO za jeden z najbardziej niebezpiecznych pierwiastków o bardzo istotnym znaczeniu dla zdrowia publicznego, ponieważ stale ulega akumulacji w środowisku. Jej toksyczność zależy od formy chemicznej, czasu i dawki ekspozycji. Metylortęć oraz pary rtęci to dwie główne formy, które mogą zostać wchłonięte przez organizm. Głównym źródłem oparów rtęci jest amalgamat stosowany w stomatologii do wypełnień ubytków próchnicowych, stwierdzono że osoby z amalgamatem mają od 2 do 12 razy wyższy poziom rtęci w tkankach niż osoby bez niego. Amalgamat dentystyczny jest uważany za poważne zagrożenie dla zdrowia człowieka ze względu na stałe narażenie na jego opary [3,8,29]. Narażenie na rtęć związane jest z ponad

250 objawami, w wyniku czego jest bardzo trudno określić przyczynę dolegliwości oraz postawić prawidłową diagnozę. Odnotowywane są poważne skutki zdrowotne wśród społeczeństw narażonych na najwyższe poziomy tego metalu. Inhalacja oparami rtęci wywołuje pobudliwość, zapalenie dziąseł, wywiera ona również działanie toksyczne na układ odpornościowy, nerwowy, moczowy, krążenia, pokarmowy, oddechowy oraz mięśniowy. Zarejestrowano również wpływ rtęci na liczbę komórek krwi. Wypełnienia amalgamatowe nie powinny być stosowane u osób z ciężkimi chorobami nerek ze względu na utrudnione jej usuwanie z organizmu tą drogą. Rtcę i jej opary są wysoce rozpuszczalne w tłuszczach i z łatwością przenika barierę krew-mózg, jak również przez łożysko wywierając wpływ na płód, gdzie koncentruje się w mózgu i nerkach. Badając poziom rtęci we krwi kobiet ciężarnych oszacowano, że utrzymuje się on na zmiennych poziomach. Ta zmienność jest przypisywana amalgamatom dentystycznym oraz spożyciu owoców morza. Średnia zawartość rtęci w moczu u ciężarnych rosła wraz z liczbą wypełnień amalgamatowych w jamie ustnej, lecz w dalszym ciągu wartości te były znacznie niższe od wartości uznanych za bezpieczne. Analizy sugerują, że usuwanie oraz wymiana amalgamatu na żywice kompozytowe może wiązać się ze zwiększoną prenatalną ekspozycją na rtęć w porównaniu z umieszczeniem kolejnego wypełnienia amalgamatowego w jamie ustnej. Neurotoksyczne skutki rtęci mogą trwać jeszcze bardzo długo po zakończeniu narażenia, co najprawdopodobniej wynika z tego że rtęć pozostaje w organizmie i nadal wywołuje niekorzystne skutki [2-4,6,7,10,13,20,29-31]. Jedno z badań naukowych donosi, że narażenie płodu na rtęć z wypełnień amalgamatowych znajdujących się w jamie ustnej matki nie powoduje negatywnych neurorozwojowych konsekwencji u dzieci, szczególnie gdy minął dłuższy czas od ostatniego wypełnienia [13]. Badania sugerują, że związki rtęci mogą zmieniać ekspresję genów homeostazy glukozy, co prowadzi do insulinooporności i hiperglikemii [8]. Choroby neurodegeneracyjne charakteryzują się przewlekłym i selektywnym procesem śmierci komórek nerwowych, a wśród nich wyróżniamy chorobę Alzheimera, chorobę Parkinsona, stwardnienie zanikowe boczne i stwardnienie rozsiane. Ich przyczyny nie są do końca poznane, wśród czynników wyróżnia się czynniki genetyczne, endogenne i środowiskowe. Wielu badaczy podkreśla związek pomiędzy gromadzeniem się toksycznej rtęci w komórkach w mózgu, a uszkodzeniami ośrodkowego układu nerwowego. Potwierdzeniem tej tezy może być fakt, że odnotowano wysoki poziom rtęci w mózgach zmarłych pacjentów z chorobami neurodegeneracyjnymi w porównaniu ze zdrowymi pacjentami z grupy kontrolnej. Metal ten może wiązać się z grupami tiolowymi α -tubuliny i β -tubuliny jednocześnie blokując proces neuroprzekaznictwa [3,4,7,12,15,24,29]. Stosowanie amalgamatu dentystycznego u dzieci jest kwestią sporną, w jednym z przeglądów odnotowano znacznie wyższy poziom rtęci w moczu u dzieci z wypełnieniami amalgamatowymi w porównaniu z dziećmi z wypełnieniami z żywic kompozytowych, ale żaden z wyników nie zbliżył się do toksycznego poziomu rtęci. Część pacjentów zgłasza, że złe samopoczucie skłania ich do szukania przyczyny tego stanu. Wielu z nich przypisuje swój stan uzupełnieniom amalgamatowym. Grupa pacjentów, która przypisywała swoje objawy somatyczne, niepołączone z żadnymi innymi medycznymi przyczynami (MUPS/MUS), amalgamatom dentystycznym odczuwała ulgę w dolegliwościach po usunięciu tych wypełnień. Na uwagę zasługuje fakt, że grupa kontrolna z objawami MUPS, lecz niełącząca ich z obecnością wypełnień amalgamatowych nie odnotowała żadnych pozytywnych efektów po wymianie wypełnień amalgamatowych, co sugeruje że pacjenci w grupie badawczej mogli opisywać korzyści wynikające z efektu placebo [19,21,24,32]. Badania analizujące wpływ amalgamatu dentystycznego na występowanie nadciśnienia w ciąży nie potwierdzają statystycznie istotnych związków, pomimo że stężenie rtęci we krwi odnotowywało wyższe wartości wraz ze wzrostem liczby wypełnień amalgamatowych lub wymianą amalgamatów. Na uwagę zasługuje fakt, że wymiana amalgamatu przed ciążą lub w jej trakcie wiązała się z obniżeniem ciśnienia skurczowego. Przyczyną tego zjawiska jest najprawdopodobniej zwiększenie objętości osocza w ciąży, co skutkuje uzyskiwaniem niższych wartości rtęci we krwi z powodu jej powinowactwa do hemoglobiny [30]. Bezpośredni kontakt błony śluzowej jamy ustnej z amalgamatem dentystycznym u pacjentów z nadwrażliwością może skutkować powstawaniem zmian lichenoidalnych w jamie ustnej (OLL) lub zapaleniem dziąseł. W diagnostyce zmian lichenoidalnych w jamie ustnej kluczowe znaczenie ma ocena kliniczna wraz z oceną okluzji, badanie histopatologiczne, alergiczne testy płatkowe oraz usunięcie wypełnienia amalgamatowego, w wyniku czego następuje remisja zmiany. Jedną z przyczyn tych zmian podaje się źle wypolerowane, niedostosowane i stare wypełnienia amalgamatowe, które stale drażnią śluzówkę jamy ustnej. Takie wypełnienia przyczyniają się do gromadzenia płytki nazębnej, która dodatkowo podrażnia błonę śluzową jamy ustnej [9,22,27]. Dodatkowo stałe drażniące działanie amalgamatów na powierzchnię dziąseł przyczynia się do zapaleń przyzębia, ponieważ bakterie beztlenowe wytwarzają siarkowodor oraz merkaptan metylu, które zawierają siarkę wchodzącą w interakcję z rtęcią. W wyniku tego procesu powstaje siarczek rtęci, dochodzi do zaciemnienia śluzówki jamy ustnej i powstaje tzw. „tataż amalgamatowy” [7]. Toksyczna rtęć może niekorzystnie wpływać na zmiany w liczbie krwinek powodując anemię, rzadziej eozynofilię, leukopenię, trombocytopenię lub pancytopenię, w wyniku czego zaobserwowano w grupie badawczej ciężkie krwawienia, zespół dysfunkcji wielonarządowej oraz posocznicę [5]. Zespół niespokojnych nóg (RLS) to wyniszczająca choroba znacznie obniżająca jakość życia osób nią dotkniętych, a badacze podkreślają jej związek z poziomem rtęci w organizmie. Neurotoksyczna rtęć z wypełnień amalgamatowych w postaci oparów jest uznawana za jedno z głównych źródeł rtęci w organizmie, ponieważ wszystkie czynności związane z jamą ustną przyczyniają się do zwiększenia jej ulatniania. Inne źródła, które

przyczyniają się do wzrostu jej poziomu to spożycie owoców morza, narażeni zawodowe oraz przemysł. Osoby starsze cierpiące na RLS wykazywały istotnie większą ilość wypełnień amalgamatowych w porównaniu z osobami zdrowymi [17]. Niedawne doniesienia sugerują związek pomiędzy wczesną ekspozycją dzieci na rtęć a ryzykiem autyzmu i ADHD [17]. Inne natomiast nie potwierdzają tej tezy [25]. Badania wykazały, że rtęć istotnie wpływa na upośledzenie funkcji rozrodczych, utrudnia zajście w ciążę oraz przyczynia się do poronień. U kobiet stwierdzono zmianę stosunku progesteronu i estrogenu, ze zwiększeniem poziomu estrogenów. Estrogeny hamują uwalnianie hormonu luteinizującego. Toksyczny metal jest jedną z przyczyn zespołu policystycznych jajników, bolesnych miesiączek, zaburzeń cyklu miesiączkowania, przyspieszonej menopauzy, endometriozы czy zaburzeń dotyczących piersi. Te dolegliwości są często przyczyną niepłodności kobiet. Narażenie na rtęć wśród mężczyzn wpływa na zmniejszenie ilości plemników, ogólne obniżenie parametrów jakości nasienia oraz erekcji [6]. Amalgamat dentystyczny i uwalniające się z niego opary mogą zostać przypisane wywoływaniu pierwotnego zespołu Sjögrena będącego chorobą autoimmunologiczną z naciekami zapalnymi w gruczołach ślinowych. Dysfunkcja gruczołów ślinowych przyczynia się do kserostomii, brak śliny zwiększa podatność na próchnicę, a amalgamat dentystyczny jest doskonałym materiałem stomatologicznym z wyboru u takich osób. Jednakże badanie kliniczno-kontrolne wstępnie nie potwierdziło związku pomiędzy wypełnieniami z amalgamatu a pierwotnym zespołem Sjögrena [33]. Drogi oddechowe są istotnie ważnymi wrotami wnikania par rtęci zawartych w amalgamatach dentystycznych. Astma będąca przewlekłą chorobą zapalną dróg oddechowych w ostatnich badaniach epidemiologicznych została wyróżniona jako jeden z potencjalnych skutków ekspozycji na rtęć zawartą w amalgamatach stomatologicznych [26].

Alternatywy dla uzupełnień amalgamatowych

Kontrowersje związane z amalgamatem dentystycznym i zawartą w nim rtęcią przyczyniły się do poszukiwania innych materiałów stomatologicznych mających na celu ich zastąpienie. Materiały dentystyczne niezawierające rtęci są chętnie stosowane od wielu dziesięcioleci. W Tanzanii atraumatyczne leczenie ubytków (ART) zastąpiło stosowanie amalgamatów ze względu na częsty brak dostępu do prądu, wody i specjalistycznego sprzętu stomatologicznego. Ręczne opracowywanie ubytku przez medyka i umieszczenie materiału szkło-jonomerowego chemoutwardzalnego przynosi efekty lecznicze porównywalne do stosowania amalgamatów dentystycznych [2]. Srebrny kolor wypełnień amalgamatowych skłonił naukowców do poszukiwania materiałów odtwórczych w kolorze naturalnych zębów pacjenta, aby zapewnić lepszą estetykę. Wśród nich wyróżniamy bezrtęciowe: materiały kompozytowe, cementy szkło-jonomerowe, cementy z tlenkiem cynku i eugenolem, kompozytary oraz cementy szkło-jonomerowe modyfikowane żywicą [2,8,10,21,27]. Stanowią one dobrą alternatywę dla amalgamatu w większości krajów. Jedną z wad jest to, iż ich koszt jest znacznie wyższy w porównaniu z amalgamatem dentystycznym, dlatego w krajach o niskich dochodach są znacznie rzadziej stosowane, co nie zmienia faktu że lekarze dentyści powinni być świadomi ich szkodliwego wpływu na zdrowie pacjenta i środowisko. Wybór materiału odtwórczego zależy od lekarza i sytuacji klinicznej, między innymi od wielkości i lokalizacji ubytku, zamożności pacjenta oraz jego preferencji. Nowoczesne materiały kompozytowe nie zawsze mają uzasadnione zastosowanie, ponieważ są wrażliwe na wilgoć oraz łatwo się odkruszają, co wymaga częstych wizyt u stomatologa. Wymagają skrupulatnego umieszczenia w warstwach do 2 mm oraz lamp UV niezbędnych do ich utwardzenia. Jednocześnie nie są tak skuteczne jak amalgamaty w hamowaniu rozwoju próchnicy wtórnej. Kontrowersje dodatkowo wzbudza obecność w kompozytach bisfenolu A (BPA), który może przyczyniać się do podrażnień miazgi [8,9,11,13,23]. Mając na uwadze fakt, że całkowity zakaz stosowania amalgamatu dentystycznego obecnie nie jest możliwy, ważne jest, aby personel stomatologiczny informował pacjentów o innych możliwościach wypełnień oraz potencjalnych skutkach uzupełnień amalgamatowych i jednocześnie wiedział, jak należy utylizować pozostające odpady amalgamatowe [8]. Opracowanie nowych materiałów do zastosowań klinicznych wymaga czasu [9]. Żaden materiał stomatologiczny do wypełnień dotychczas nie został sklasyfikowany jako idealny [27].

Dyskusja

Rtęć zastosowana w amalgamatach dentystycznych jest bardzo silną trucizną. Unia Europejska zakazała stosowania amalgamatu dentystycznego u dzieci poniżej 15 roku życia, kobiet w ciąży oraz karmiących piersią od 1 lipca 2018 roku. Światowa Organizacja Zdrowia potwierdza, iż stosowanie amalgamatu dentystycznego powinno zostać ograniczone do minimum, ponieważ jest on istotnym źródłem rtęci uwalnianej do środowiska, gdzie ulega bioakumulacji w glebie, roślinności i wodach powierzchniowych. Innymi źródłami rtęci w środowisku są ryby oraz konserwaty zawarte w szczepionkach. Norwegia, Dania i Szwecja jako pierwsze dowiodły, że jest możliwe całkowite wyeliminowanie amalgamatu w stomatologii. Należy przede wszystkim mieć na uwadze zdrowie pacjentów i potencjalne ryzyko wynikające z ciągłego wdychania par rtęci z amalgamatu, których ilość zwiększa się wraz z żuciem (w tym gumy do żucia) czy szczotkowaniem. Stwierdzono również, że liczba wypełnień amalgamatowych i ich wielkość ściśle korelują z ilością rtęci w mózgu i nerkach. Lekarze dentyści w wielu przypadkach nie przestrzegają zaleceń odnoszących się do

bezpiecznego usuwania i utylizacji amalgamatów dentystycznych z wypełnień, stąd bardzo wysokie poziomy rtęci są odnotowywane w oczyszczalniach ścieków [2-4,11,18]. Wielu autorów poddaje w wątpliwość potencjalne skutki zdrowotne amalgamatów dentystycznych, podczas gdy inni widzą silną korelację pomiędzy stężeniem rtęci w organizmie, a problemami medycznymi. Szczególną grupę stanowią kobiety w ciąży, dzieci oraz osoby nadwrażliwe, u których zakładanie wypełnień amalgamatowych nie powinno mieć miejsca [16,20]. Należy zwrócić uwagę na fakt, że zęby odbudowane amalgamatem dentystycznym mogą zaburzać rozkład dawki fotonów w radioterapii raka głowy i szyi, dlatego w planowaniu leczenia należy je uwzględnić w celu obliczenia odpowiednich dawek promieniowania [34]. Aby lepiej ocenić bezpieczeństwo rtęci zawartej w amalgamacie dentystycznym na zdrowie ludzi potrzebne są długoterminowe, randomizowane i ściśle kontrolowane badania [20]. W celu opracowania idealnych i alternatywnych do amalgamatu materiałów stomatologicznych istnieje potrzeba dużych nakładów finansowych oraz czasu. Zasadne jest skupienie się wszystkich krajów na profilaktyce oraz wprowadzeniu innowacyjnych działań mających na celu ograniczenie rozwoju próchnicy oraz zmniejszenie konieczności stosowania materiałów odtwórczych [9].

Podsumowanie

Amalgamat dentystyczny to dobry materiał stosowany do wypełniania ubytków próchnicowych ze względu na swoje właściwości mechaniczne i niski koszt. Dyskusyjny jest fakt, że zawarta w nim rtęć może niekorzystnie oddziaływać na zdrowie ludzi. Autorzy opisali wiele powiązań toksycznej rtęci z chorobami układów: odpornościowego, nerwowego, moczowego, krążenia, pokarmowego, oddechowego oraz mięśniowego. Rtęć gromadząc się w organizmie może przez wiele lat oddziaływać na tkanki i komórki. Istnieje potrzeba dalszych, dokładnych badań oceniających bezpośredni wpływ rtęci na poszczególne narządy i jej udział w patofizjologii chorób.

Disclosures: no disclosures

Financial support: No financial support was received

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest

References:

1. Bapat RA, Parolia A, Chaubal T, Dharamadhikari S, Abdulla AM, Sakkir N, Arora S, Bapat P, Sindi AM, Kesharwani P. Recent update on potential cytotoxicity, biocompatibility and preventive measures of biomaterials used in dentistry. *Biomater Sci.* 2021 May 4;9(9):3244-3283. doi: 10.1039/d1bm00233c.
2. Tibau AV, Grube BD. Mercury Contamination from Dental Amalgam. *J Health Pollut.* 2019 Jun 4;9(22):190612. doi: 10.5696/2156-9614-9.22.190612.
3. Siblingud R, Mutter J, Moore E, Naumann J, Walach H. A Hypothesis and Evidence That Mercury May be an Etiological Factor in Alzheimer's Disease. *Int J Environ Res Public Health.* 2019 Dec 17;16(24):5152. doi: 10.3390/ijerph16245152.
4. Mikhailichenko N, Yagami K, Chiou JY, Huang JY, Wang YH, Wei JC, Lai TJ. Exposure to Dental Filling Materials and the Risk of Dementia: A Population-Based Nested Case Control Study in Taiwan. *Int J Environ Res Public Health.* 2019 Sep 6;16(18):3283. doi: 10.3390/ijerph16183283.
5. Vianna ADS, Matos EP, Jesus IM, Asmus CIRF, Câmara VM. Human exposure to mercury and its hematological effects: a systematic review. *Cad Saude Publica.* 2019 Feb 11;35(2):e00091618. doi: 10.1590/0102-311X00091618.
6. Björklund G, Chirumbolo S, Dadar M, Pivina L, Lindh U, Butnariu M, Aaseth J. Mercury exposure and its effects on fertility and pregnancy outcome. *Basic Clin Pharmacol Toxicol.* 2019 Oct;125(4):317-327. doi: 10.1111/bcpt.13264.
7. Jirau-Colón H, González-Parrilla L, Martínez-Jiménez J, Adam W, Jiménez-Velez B. Rethinking the Dental Amalgam Dilemma: An Integrated Toxicological Approach. *Int J Environ Res Public Health.* 2019 Mar 22;16(6):1036. doi: 10.3390/ijerph16061036.
8. Yousefi H. Replacing dental amalgam by mercury-free restorative materials; it's time to take action. *Daru.* 2018 Sep;26(1):1-3. doi: 10.1007/s40199-018-0212-6.
9. Araujo MWB, Lipman RD, Platt JA. Amalgam: Impact on oral health and the environment must be supported by science. *J Am Dent Assoc.* 2019 Oct;150(10):813-815. doi: 10.1016/j.adaj.2019.07.035.
10. Björkman L, Lygre GB, Haug K, Skjærven R. Perinatal death and exposure to dental amalgam fillings during pregnancy in the population-based MoBa cohort. *PLoS One.* 2018 Dec 7;13(12):e0208803. doi: 10.1371/journal.pone.0208803.
11. Al-Nahedh HN, El-Hejazi AA, Habib SR. Knowledge and Attitude of Dentists and Patients Toward Use and Health Safety of Dental Amalgam in Saudi Arabia. *Eur J Dent.* 2020 Mar;14(2):233-238. doi: 10.1055/s-0040-1709829.

12. Tseng CF, Chen KH, Yu HC, Huang FM, Chang YC. Dental Amalgam Fillings and Multiple Sclerosis: A Nationwide Population-Based Case-Control Study in Taiwan. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Apr 12;17(8):2637. doi: 10.3390/ijerph17082637.
13. Ajiboye AS, Mossey PA; IADR Science Information Committee, Fox CH. International Association for Dental Research Policy and Position Statements on the Safety of Dental Amalgam. *J Dent Res*. 2020 Jul;99(7):763-768. doi: 10.1177/0022034520915878.
14. Tuček M, Bušová M, Čejchanová M, Schlenker A, Kapitán M. Exposure to mercury from dental amalgam: actual contribution for risk assessment. *Cent Eur J Public Health*. 2020 Mar;28(1):40-43. doi: 10.21101/cejph.a5965.
15. Parkin Kullmann JA, Pamphlett R. A Comparison of Mercury Exposure from Seafood Consumption and Dental Amalgam Fillings in People with and without Amyotrophic Lateral Sclerosis (ALS): An International Online Case-Control Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2018 Dec 14;15(12):2874. doi: 10.3390/ijerph15122874.
16. Keshavarz M, Eslami J, Abedi-Firouzjah R, Mortazavi SA, Abbasi S, Mortazavi G. How Do Different Physical Stressors' Affect the Mercury Release from Dental Amalgam Fillings and Microleakage? A Systematic Review. *J Biomed Phys Eng*. 2022 Jun 1;12(3):227-236. doi: 10.31661/jbpe.v0i0.2009-1175.
17. Szklarek M, Kostka T. The impact of the use of amalgam in dental treatment on the prevalence of restless legs syndrome in older people. *Med Pr*. 2019 Feb 28;70(1):9-16. doi: 10.13075/mp.5893.00749.
18. Tseng CF, Chen KH, Yu HC, Chang YC. Association between Dental Amalgam Filling and Essential Tremor: A Nationwide Population-Based Case Control Study in Taiwan. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Jan 27;17(3):780. doi: 10.3390/ijerph17030780.
19. Björkman L, Musial F, Alraek T, Werner EL, Weidenhammer W, Hamre HJ. Removal of dental amalgam restorations in patients with health complaints attributed to amalgam: A prospective cohort study. *J Oral Rehabil*. 2020 Nov;47(11):1422-1434. doi: 10.1111/joor.13080.
20. Gallusi G, Libonati A, Piro M, Di Taranto V, Montemurro E, Campanella V. Is Dental Amalgam a Higher Risk Factor rather than Resin-Based Restorations for Systemic Conditions? A Systematic Review. *Materials (Basel)*. 2021 Apr 15;14(8):1980. doi: 10.3390/ma14081980.
21. CADTH Report / Project in Briefs [Internet]. Ottawa (ON): Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health; 2011-. Composite Resin Versus Amalgam for Dental Restorations. 2018 Mar. PMID: 30543387.
22. Klaisiri A, Iamaroon A, Neff A, Pitak-Arnnop P. Oral lichenoid lesion related to dental amalgam: A case report. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery* Volume 120, Issue 6, December 2019, Pages 591-594
23. Brian HC, Lam OL, Jagannathan N, Botelho MG. A Systematic Review of Amalgam Bonded Restorations: In vitro and Clinical Findings. *J Contemp Dent Pract*. 2018 Aug 1;19(8):1013-1024.
24. Lamu AN, Björkman L, Hamre HJ, Alraek T, Musial F, Robberstad B. Is amalgam removal in patients with medically unexplained physical symptoms cost-effective? A prospective cohort and decision modelling study in Norway. *PLoS One*. 2022 Apr 29;17(4):e0267236. doi: 10.1371/journal.pone.0267236.
25. Lygre GB, Aase H, Haug K, Lie SA, Björkman L. Prenatal exposure to dental amalgam and risk of symptoms of attention-deficit and hyperactivity disorder (ADHD). *Community Dent Oral Epidemiol*. 2018 Oct;46(5):472-481. doi: 10.1111/cdoe.12409.
26. Geier DA, Geier MR. Reported asthma and dental amalgam exposure among adults in the United States: An assessment of the National Health and Nutrition Examination Survey. *SAGE Open Med*. 2021 Oct 20;9:20503121211048677. doi: 10.1177/20503121211048677.
27. Karatasli B, Karatasli G, Mete O, Erdem MA, Cankaya AB. Healing of Oral Lichenoid Lesions following Replacement of Dental Amalgam Restorations with Feldspathic Ceramic Inlay-Onlay Restorations: Clinical Results of a Follow-Up Period Varied from Three Months up to Five Years. *Biomed Res Int*. 2018 Dec 3;2018:7918781. doi: 10.1155/2018/7918781.
28. Aaseth J, Hilt B, Bjørklund G. Mercury exposure and health impacts in dental personnel. *Environ Res*. 2018 Jul;164:65-69. doi: 10.1016/j.envres.2018.02.019.
29. Cariccio VL, Samà A, Bramanti P, Mazzon E. Mercury Involvement in Neuronal Damage and in Neurodegenerative Diseases. *Biol Trace Elem Res*. 2019 Feb;187(2):341-356. doi: 10.1007/s12011-018-018-
30. Louopou RC, Trottier H, Arbuckle TE, Fraser WD. Dental amalgams and risk of gestational hypertension in the MIREC study. *Pregnancy Hypertens*. 2020 Jul;21:84-89. doi: 10.1016/j.preghy.2020.04.015.
31. Mitchell M, Warren R, Bellinger D, Browne D. Is Dental Amalgam Toxic to Children of Color? *J Natl Med Assoc*. 2018 Aug;110(4):414-416. doi: 10.1016/j.jnma.2018.07.007.

32. Yin L, Lin S, Summers AO, Roper V, Campen MJ, Yu X. Children with Amalgam Dental Restorations Have Significantly Elevated Blood and Urine Mercury Levels. *Toxicol Sci.* 2021 Oct 27;184(1):104-126. doi: 10.1093/toxsci/kfab108.
33. Chen KH, Yu HC, Chang YC. Analysis of dental amalgam fillings on primary Sjögren's syndrome: A population-based case-control study in Taiwan. *Medicine (Baltimore).* 2021 Nov 24;100(47):e28031. doi: 10.1097/MD.0000000000028031.
34. Oktay EA, Zerener T, Dırıcan B, Yıldız S, Sager O, Karaoglanoglu S, Beyzadeoglu M. Dosimetric evaluation of the effect of dental restorative materials in head and neck radiotherapy. *Indian J Cancer.* 2022 Jul-Sep;59(3):402-407. doi: 10.4103/ijc.IJC_897_19.