

Bioindykacja kadmu u dzieci narażonych na wpływ biernego palenia papierosów, za pomocą migdałków gardłowych, w zależności od wieku, płci i miejsca zamieszkania

*Bioindikation cadmium in children exposed to the effect of passive smoking,
with help pharyngeal tonsil depending on age, gender and place of residence*

Streszczenie:

Przedmiotem badań były migdałki gardłowe, które ze względu na swoje położenie anatomiczne, stanowią pierwszą tkankę, mającą styczność z zawartymi we wdychanym powietrzu substancjami.

Migdałki gardłowe pochodziły od dzieci zamieszkujących województwo śląskie, zostały podzielone ze względu na wiek, płeć, narażenie na bierne palenie oraz miejsce zamieszkania. Zawartość kadmu w migdałkach gardłowych oznaczono metodą z indukcyjnie sprzężoną plazmą (ICP-AES) za pomocą aparatu Solar 2000.

Przeciętna zawartość kadmu w poszczególnych przedziałach wiekowych była największa u dzieci najmłodszych w wieku od 0 do 4 lat. Średnia geometryczna zawartość kadmu w migdałkach gardłowych dziewczynek – 0,48 µg/g była nieznacznie wyższa w porównaniu do chłopców – 0,40 µg/g. Podobnie sytuacja przedstawia się u dziewczynek (0,09 µg/g) i chłopców (0,07 µg/g) narażonych na bierne palenie, gdzie średnie geometryczne stężenie kadmu było wyższe w porównaniu do dzieci nienarażonych.

W pracy analizowano także tendencje zmian zawartości kadmu w migdałkach gardłowych chłopców i dziewczynek zamieszkałych w różnych rejonach województwa śląskiego. Można dostrzec, że dzieci zamieszkujące obszary pozostające pod bezpośrednim wpływem emisji pyłów elektrownianych, posiadały większe ilości kadmu w migdałkach gardłowych w porównaniu do dzieci z terenów rekreacyjnych.

Wyniki badań potwierdziły, że płeć, wiek, narażenie na bierne palenie i miejsce zamieszkania odgrywają istotną rolę w kumulacji kadmu w migdałkach gardłowych dzieci.

Abstract:

Subject of this research was pharyngeal tonsils which his anatomic location it is an interesting tissue. They are first tissue which has contact content in air inhalation substances in selective way.

Pharyngeal tonsils came from children who lived in the Silesia province, samples of tonsils were divided with regard to children's age, sex, exposure to tobacco smoke and the place of residence. Contains cadmium in pharyngeal tonsils was marked by the method of Inductively Coupled Plasma (ICP-AES) which helped apparatus Solar 2000.

The environmental level of cadmium in partitions aged was the maximum in children's age from 0-4. Geometrical mean of contents of cadmium in pharyngeal tonsils on girls – 0,48 µg/g was high in comparison to boys – 0,40 µg/g. This situation was present in girls (0,09 µg/g) and boys (0,07 µg/g) exposed to tobacco smoke, where averaged concentration of cadmium has been high compared to children's unexposed.

In the present study we analyzed the influence of living in the Silesian Region with concentration of cadmium in analyzed samples. Here was perceive clearly, that for the children living in areas near power-station the larger concentration of cadmium was observed in pharyngeal tonsils in comparison to children living in recreational region.

The results have verified that sex, living place and exposure to tobacco smoke matter in accumulation cadmium in pharyngeal tonsils from to children.

Słowa kluczowe: kadm, dzieci, migdałki gardłowe

Keywords: cadmium, children, pharyngeal tonsils

Nałóg palenia papierosów rodzi się niepostrzeżenie w pełnym majestacie prawa, gdyż papierosy są legalnie sprzedawanym środkiem uzależniającym. Wraz z upływem czasu pojawia się postępujące przyzwyczajanie i chemiczne uzależnienie od wybranych składników np. nikotyny.

Nikotyna zawarta w dymie papierosowym, podobnie jak wiele innych środków uzależniających, oddziałuje na nasz system nerwowy i wówczas odczuwana jest przyjemność, poprzez zwiększenie ilości dopaminy, dzięki której palacze odczuwają przyjemność i jednocześnie nasila ona uzależnienie. Papierosy poprzez silne oddziaływanie na narządy zmysłów m.in. wzroku, słuchu czy węchu, powodują reakcje odruchowe, co wyzwala potrzebę środka uzależniającego tzw. „głód nikotynowy” [1,2].

Powszechność palenia tytoniu doprowadziła do gwałtownego zwiększenia liczby zachorowań na nowotwory złośliwe, przede wszystkim raka płuc, co z kolei przyczynia się do przedwczesnej umieralności [3,4].

Dym tytoniowy zawiera ponad 4000 szkodliwych związków chemicznych, z czego ponad 400 ma udokumentowane działanie rakotwórcze. Zróznicowanie struktury chemicznej tak licznych związków sprawia, że wywierają one wielokierunkowe i złożone działanie na organizm człowieka. Podczas zaciągania się dymem wszystkie zawarte w nim substancje chemiczne dostają się nie tylko do płuc, ale również do krwi, z którą docierają do wszystkich tkanek i narządów. Składniki dymu tytoniowego dostają się również do organizmów osób, które przebywają w bezpośrednim otoczeniu palacza, narażeni są na tzw. bierne palenie [3,5,6].

Toksyczne składniki dymu tytoniowego: azot, dwutlenek węgla, tlenek węgla, amoniak, cyjanowodor, siarkowodor, metan, acetylen, toluen, formaldehyd, aceton, metanol, acetonitryl, nikotyna, naftalen i fenol. Działanie rakotwórcze wykazują wielopierścieniowe węglowodory i terpeny, także aminy aromatyczne, niektóre składniki dymu tytoniowego o udowodnionym silnym działaniu rakotwórczym: wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, N-nitrozaminy, aminy aromatyczne, benzen, akrylonitryl, chlorek winylu, arsen, chrom, kadm [3].

Spośród metali ciężkich obecnych w dymie tytoniowym szczególną uwagę zwraca kadm, którego stężenie we krwi u osób palących jest kilkakrotnie wyższe niż u osób niepalących [7]. Istotne znaczenie dla prawidłowego rozwoju płodu ma także ekspozycja środowiskowa kobiet ciężarnych na ołów, pierwiastek neurotoksyczny, który z łatwością przenika przez błony biologiczne, w tym także błony płodowe [8,9]. Ołów wywiera bezpośrednie działanie toksyczne na przebieg ciąży poprzez ingerencję w strukturę łożyska i jego funkcje metaboliczne. Wyższa niż we krwi żyłnej zawartość ołowiu w tkance łożyskowej wynika z nagromadzenia się tego materiału w postaci trwałych powiązań z metalotioneiną łożyskową. Badania potwier-

dzają zwiększone stężenie ołowiu w tkance łożyskowej pochodzącej od kobiet palących. Różnice w poziomie ołowiu wynikające z palenia tytoniu nie dotyczą matek, natomiast są wyraźne we krwi pępowinowej [10].

W płodach palących kobiet, w wyniku przewlekłego niedotlenienia, dochodzi do uszkodzenia naczyń łożyska, którego skutkiem jest odkładanie się złogów wapnia [11].

Zarówno palenie w czasie ciąży jak i narażanie dzieci na bierne palenie może wywoływać poważne konsekwencje w przyszłości. Ocenia się, że około 45% osób w wieku do 15. roku życia jest narażonych na działanie dymu tytoniowego w środowisku domowym [11,12]. Powoduje to częstsze występowanie nieswoistych objawów ze strony układu oddechowego takich jak – kaszel, katar, chrypka. Coraz częściej obserwuje się także przerost migdałków podniebiennych i gardłowych. Ekspozycja na dym tytoniowy zarówno w życiu płodowym jak i pozamacicznym powoduje zaburzenia układu odpornościowego i większą podatność na infekcje [12].

Narażenie na dym tytoniowy zarówno u palących jak i biernie narażonych, powoduje odkładanie się kadmu i ołowiu w stawie biodrowym, co przyczynia się do spadku gęstości kości, zmniejsza się tworzenie kolagenu i osteoblastów, oraz powoduje zmniejszenie absorpcji wapnia [7].

Bierne palenie, czyli wdychanie dymu tytoniowego przez osoby z otoczenia palacza, wywołuje choroby układu oddechowego, zapalenie ucha środkowego, alergię u niemowląt i małych dzieci oraz raka płuc i choroby serca u dorosłych [13]. Podkreślić należy, że dym z palącego się papierosa, wdychany przez osobę lub osoby z otoczenia palacza, zawiera najwięcej substancji toksycznych – więcej nikotyny, ciał smolistych i tlenku węgla, niż dym wdychany przez palacza [3].

Dla zrozumienia przez czytelnika słuszności wyboru migdałka gardłowego jako potencjalnego biomarkera, zasadne jest podanie charakterystyki fizjologiczno-anatomicznej migdałka gardłowego.

Migdałek gardłowy (łac. *tonsilla pharyngea*) lub wyrosła adenoidalne (łac. *vegetationes adenoidales*), migdałek trzeci – jest to skupisko tkanki chłonnej w gardle. Położony jest on w obrębie jamy nosowo-gardłowej w miejscu przejścia stropu w ścianę tylną, tworząc niewielkie uwypuklenie [14]. U małych dzieci w jego tylnej części znajduje się kaletka gardłowa, która sięga nawet do części podstawnej kości potylicznej, a także przysadka gardłowa pochodząca z embrionalnej kieszonki Rathkego. Jest ona nieparzystym pasmem komórkowym, zawiera takie same składniki jak gruczołowa część przysadki mózgowej. Migdałek gardłowy zaliczany jest do śluzówkowego układu limfatycznego (MALT), ponieważ jest on częścią tkanki limfatycznej związanej z błoną śluzową nosa. Dzięki

takiemu położeniu migdałek ma ciągły kontakt z substancjami zawartymi we wdychanym powietrzu [14-17].

W błonie śluzowej przedniej granicy gardła, już w połowie życia płodowego zapoczątkowany jest rozwój narządów chłonnych zwanych migdałkami. Jednocześnie z powstawaniem migdałka podniebiennego na tylnej ścianie gardła zawiązuje się w okolicach 3 tyg. życia płodowego migdałek gardłowy. Migdałek gardłowy zazwyczaj ma kształt czworoboku z zaokrąglonymi kątami. Jego wielkość w przekroju to około 20-25 mm, jednak jest on zmienny pod względem kształtu i wielkości. U noworodków migdałek gardłowy osiąga znaczne rozmiary, po urodzeniu nadal ulega rozwojowi, jednak tempo wzrostu maleje wraz z wiekiem, największy rozwój osiąga między 3-7 rokiem życia i stopniowo zaczyna zanikać po osiągnięciu dojrzałości płciowej. Jego resztki są niekiedy zachowane u dorosłego człowieka [15,17].

Pod względem budowy migdałek gardłowy różni się od migdałków podniebiennych i migdałka językowego tym, że pokrywająca go błona śluzowa powiększa swą powierzchnię wytwarzając fałdy w kształcie małych listewek poprzedzielanych małymi bruzdami, nie wytwarzając głębokich wpukleń w postaci zatok migdałkowych. Sprawia to, że powierzchnia immunologicznie czynna jest znacznie większa niż wynika to z jej faktycznych rozmiarów. Migdałek gardłowy pokryty jest nabłonkiem wielorzędowym migawkowym, tak samo jak nosowa część gardła. Pod nabłonkiem migawkowym znajduje się cienka warstwa tkanki limfatycznej, która ma postać owalnych grudek chłonnych i strefa międzygrudkowa. W grudkach chłonnych znajduje się strefa zawierająca ośrodki rozmnażania oraz strefa mieszcząca limfocyty B, zwana płaszczową. W międzygrudkowej przestrzeni znajdują się skupione w okolicy pozawłosowatych naczyń żylnych limfocyty T. Część grzbietowa nabłonka jest obficie nacieczona limfocytami w porównaniu do innych części nabłonka. Odpowiednie oddzielenie od podłoża zapewnia migdałkowi cienka torebka, którą tworzą liczne włókna sprężyste [15,16, 19,20].

Na powierzchni migdałka gardłowego miejscami znajdują się wysepki nabłonka wielowarstwowego płaskiego, natomiast tkanka składa się z licznych jednostek nabłonkowo chłonnych. W ubiegłych latach kryptolimfon został określony jako jednostka czynnościowa migdałka. Składa się on z antygenów zawartych w kryptach, drugorzędowej grudki limfatycznej, międzygrudkowej tkanki limfoidalnej.

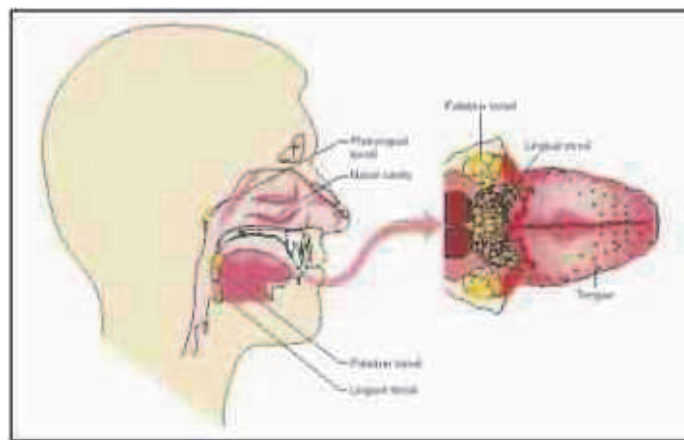
Migdałki stanowią integralną część układu chłonnego. Odgrywają one ważną funkcję w zwalczaniu drobnoustrojów, które wnikają do organizmu górnymi drogami oddechowymi. Ich główna rola polega na rozpoznaniu otaczających antygenów, uruchomieniu miejscowej i ogólnej linii obrony oraz neutralizacji i niszczeniu antygenów w wyniku rozwoju odpowiedzi komórkowej i humoralnej [21,22].

Migdałek gardłowy uważany jako obwodowy narząd limfatyczny, kontroluje wnikające wraz z wdychanym powietrzem antygeny, poprzez wytworzenie limfocytów i komórek pamięci immunologicznej. Pobudza swoiste limfocyty B, dzięki czemu możliwe jest rozpoczęcie wytwarzania odpowiednich przeciwciał [23].

Jednocześnie migdałek gardłowy znajdując się w głównym strumieniu wdychanego powietrza, może dzięki obecnej w warstwie śluzowej nabłonka kumulować rozpuszczalne związki wybranych metali obecnych w drobnodyspersyjnym pyłe zawieszonym.

Coraz częściej obserwuje się także przerost migdałków podniebiennych i gardłowych. Ekspozycja na dym tytoniowy zarówno w życiu płodowym jak i pozamacicznym powoduje zaburzenia układu odpornościowego i większą podatność na infekcje.

W związku z powyższym przedmiotem badań były migdałki gardłowe pochodzące od dzieci zamieszkujących różne tereny województwa śląskiego. Posiadają one dwie istotne cechy: specyficzne położenie anatomiczne wpływa na kontakt z substancjami zawartymi we wdychanym powietrzu, a jednocześnie mniejszy kontakt z przyjmowanym pokarmem, co istotnie wpływa na pochodzenie substancji w nim zawartych – ryc. 1.



Ryc. 1. Położenie anatomiczne migdałka gardłowego [18]

Proces uzyskania materiału do badań jest ułatwiony, ponieważ zabieg adenotomii jest wykonywany powszechnie. Powyższe cechy pozwalają sądzić, iż migdałek gardłowy może być istotnym niezawodnym biomarkerem ekspozycji na kadm zawarty w powietrzu.

Materiały i metody

Materiałem do badań były migdałki gardłowe dzieci. Zawartość kadmu oznaczono w 126 próbach, w tym 52 pochodzących od dziewczynek i 74 od chłopców. Wszystkie dzieci zostały zakwalifikowane z powodów zdrowotnych

do usunięcia migdałka gardłowego poprzez wykonanie zabiegu adenotomii. Dla poszczególnych przypadków posiadano także informacje dotyczące pacjentów: ich wieku, płci, miejsca zamieszkania – 9 rejonów, oraz narażenia na bierne palenie w najbliższym ich otoczeniu. Informacje o wpływie biernego palenia uzyskano od 126 dzieci. Narażoną populację stanowiło 44 dzieci w tym 15 dziewczynek i 29 chłopców, natomiast grupa dzieci nienarażonych stanowiła 82 dzieci w tym 37 dziewczynek i 45 chłopców. Grupa badanych pochodziła z województwa śląskiego z 9 rejonów pozostających w zasięgu oddziaływania przemysłu. Obszar odniesienia stanowiły miejscowości – Żabnica i Bielsko-Biała, które należą do terenów rekreacyjnych.

Tab. 1. Podział na obszary ze względu na miejsce zamieszkania

Obszar (rejon)	Miejscowość
R = 1	Zabrze
R = 2	Gliwice Ornontowice Paniówki
R = 3	Katowice Chorzów
R = 4	Bytom Piekary Śląskie Tarnowskie Góry Radzionków Świętochłowice Hanusek
R = 5	Tychy Mikołów Żory
R = 6	Rybnik Czerwionka-Leszczyny Knurów Jastrzębie Orzesze Jejkowice
R = 7	Zagłębie Dąbrowa Górnicza Jaworzno Szczakowa Sosnowiec
R = 8 (tereny rekreacyjne)	Żabnica Bielsko-Biała
R = 9	Częstochowa Lubliniec Kleszczów Kamieńskie Młyny

Dane dotyczące zawartości kadmu w glebie i w powietrzu uzyskano z Wojewódzkiej Stacji Sanitarno-Epidemiologicznej w Katowicach oraz z „Atlasu Geochemicznego Górnego Śląska” [24,25].

Na przeprowadzenie badań mających na celu oznaczenie Cd w migdałku gardłowym, uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej Śląskiej Akademii Medycznej w Katowicach. Numer zezwolenia: NN- 6501-130/06.

Oznaczanie metali w uprzednio przygotowanych próbkach zostało przeprowadzone w Głównym Instytucie Górnictwa w Katowicach, z dokładnością 0,005µg/g, metodą ICP-AES.

Do wyznaczenia masy wszystkich uzyskanych próbek została użyta waga ZMP WA-32 o dokładności $1,0 \cdot 10^{-5}$ g. W pierwszej kolejności określona została masa mokra migdałka. Następnie badane próbki suszono pod lampami promiennikowymi, aż do całkowitego ich wyschnięcia. Kolejnym etapem było zważenie badanych prób po uprzednim ich wysuszeniu i została ustalona ich ostateczna masa sucha.

Po oznaczeniu różnicy mas mokrej i suchej próbki, potraktowano 5 cm³ kwasu azotowego HNO₃ (V), spektralnie czystego. Następnie próbki umieszczono na łaźni piaskowej, aż do momentu rozpuszczenia materii organicznej i jej odparowania. Po zakończeniu pierwszego etapu dodana została kolejna porcja 5 cm³ kwasu azotowego V, próbki pozostały w łaźni piaskowej, aż do momentu wyklarowania się roztworu. W przypadku próbek, których roztwór nie stał się w pełni klarowny dodano kilka kropel nadtlenu wodoru (H₂O₂). Po rozpuszczeniu materii organicznej, każda próbka została przeniesiona do wykalibrowanej kolbki 10 cm³ i uzupełniona wodą redestylowaną do kreski.

Do oznaczenia metali we wszystkich badanych próbkach została wykorzystana metoda indukcyjnie sprzężonej plazmy (ICP-AES) za pomocą aparatu firmy Solar 2000. W spektrometrii emisyjnej powstające widmo analizowane jest przy emisji fotonu przez badane atomy. Każdy atom może występować zarówno w stanie spoczynku jak i wzbudzenia. W metodzie tej w celu wzbudzenia powstałych atomów do wyższych stanów energetycznych, stosuje się plazmę generowaną indukcyjnie za pomocą zmiennego pola elektromagnetycznego.

W stanie spoczynku elektrony znajdujące się wokół jądra zachowują najniższy stan energetyczny. W przypadku kiedy do elektronów zostanie dostarczona energia zewnętrzna to umożliwi ona przejście w stan wzbudzenia, czyli wyższy poziom energetyczny. Każdy elektron przy przejściu ze stanu wzbudzenia do spoczynkowego emituje energię w formie fotonu, który jest mierzony przez aparaturę badawczą. Dla każdego atomu powstaje odrębne widmo, poprzez zjawisko emisji fotonów przez wzbudzone elektrony, co umożliwia precyzyjną identyfikację badanego związku. Technika ta pozwala na oznaczenie większości pierwiastków z układu okresowego, jednak rutynowo oznacza się około 35–70 pierwiastków na poziomie śladowym. Dzięki metodzie ICP-AES możliwe jest uzyskanie dokładnych wyników oznaczeń pierwiastków, które są trudne do oznaczenia innymi metodami. Metoda ta charakteryzuje się dużą odtwarzalnością i dokładnością. Ważną właściwością jest możliwość oznaczania prawie wszystkich pierwiastków podczas jednego wzbudzenia.

Po wprowadzeniu badanego roztworu, precyzyjna ilość płynu zostaje przeniesiona do nebulizatora, który rozdziela go na drobinki o rozmiarze w granicach 1-10 μm . Następnie badane drobinki wprowadzane są do płomienia palnika. W emisyjnej spektrometrii plazmowej płomień jest wytwarzany przy użyciu argonu, który pod wpływem prądu o wysokim natężeniu zostaje zjonizowany, w wyniku czego powstaje plazma. Temperatura argonu wykorzystywanego w ICP-AES sięga 7000°C, co skutecznie wprowadza oznaczane cząsteczki w stan wzbudzenia. Do płomienia zostaje wprowadzony zatomizowany roztwór badany, który dostarcza energii, niezbędnej do wzbudzenia elektronów w atomach badanej substancji. Emisja fotonów i pomiar długości emitowanych fal za pomocą spektrofotometru, zachodzi wówczas, kiedy elektrony powracają ze stanu wzbudzenia do stanu spoczynku.

Kadm został wykryty z dokładnością 0,01 $\mu\text{g/g}$. Zastosowana metoda była walidowana w oparciu o wzorce Cd firmy Wzormat we współpracy Instytutu Chemii Nieorganicznej Politechniki Śląskiej. Odzyskiwanie Cd między 97%–102%. Wyniki analiz walidacyjnych różniły się od ilości testowanych od 2,0–4,0%. Walidacja obejmowała obserwowany w migdałkach zakres stężeń badanych pierwiastków.

Opracowanie statystyczne wyników zostało wykonane przy pomocy programów: Microsoft Excel oraz Statistica for Windows ver 7.1.

Analiza statystyczna uzyskanych wyników zawartości badanych metali w migdałkach gardłowych polegała na wyznaczeniu:

- średniej arytmetycznej,
- przedziału ufności (najbardziej prawdopodobny zakres zmian),
- średniej geometrycznej,
- zakresu zmian (min-max),
- zawartości odpowiadającej 10, 50 i 95 percentylowi,
- odchylenia standardowego,
- współczynników rozkładu (skośność i kurtoza).

Do oceny normalności rozkładu stosowano testy W. Shapiro-Wilka i Kołgomorowa-Smirnowa. Ze względu na brak normalnego rozkładu, do oceny różnic pomiędzy badanymi grupami zastosowano test U Manna-Whitney'a (w przypadku dwóch porównywanych grup). W przypadku większej ilości grup zastosowano analizę wariancji i test ANOVA Kruskala-Wallis'a. Istotnie statystycznie były hipotezy o 95% prawdopodobieństwie, co odpowiada prawdopodobieństwu mniejszemu od 0,05.

Współwystępowanie wybranych metali w migdałku gardłowym podlegało analizie za pomocą współczynnika Pearsona (rozkład nie spełniający warunku normalności).

Z uwagi na to, że częstość występowania poszczególnych zawartości kadmu w migdałkach gardłowych spełniała rozkład prawostronnie lub lewostronnie rozwinięty (brak

rozkładu normalnego), na co wskazują odpowiednie wartości współczynnika skośności. Do porównań wykorzystano zawartości odpowiadające średniej geometrycznej oraz zawartości odpowiadające 10 i 95 percentylowi w miejsce zastosowania średniej arytmetycznej, która nie oddaje bardzo dużego losowego rozrzutu poszczególnych wyników. Zawartość odpowiadająca 10 percentylowi interpretuje się jako minimalny poziom fizjologiczny lub minimalne narażenie środowiskowe. Z kolei wartości odpowiadające 95 percentylowi interpretuje się jako najwyższe, incydentalne statystycznie występowania zawartości danego pierwiastka w tkance. Te dwie wartości są powszechnie wykorzystywane do interpretacji wyników badań środowiskowych.

Wyniki i ich omówienie

Dotychczas w roli biomarkera ekspozycji wykorzystywane są różne tkanki, ponieważ kumulują one dostające się wraz z krwią substancje egzogenne, które odzwierciedlają właściwe narażenie i stanowią o szeroko rozpowszechnionej biokumulacji [26]. Uzyskane wyniki dotyczą zróżnicowanej populacji migdałków gardłowych, które wykazują się zmiennością statystyczną badanego pierwiastka u chłopców i dziewczynek ($p \leq 0,05$) [27].

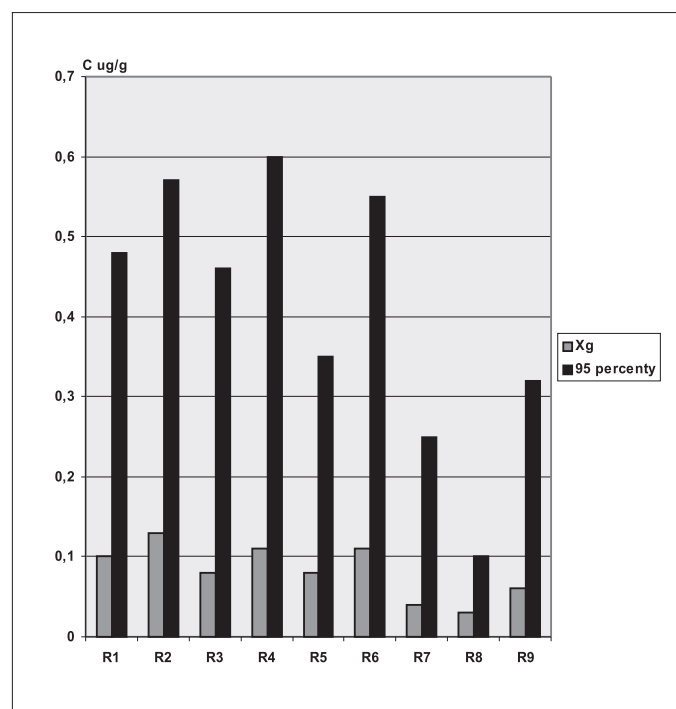
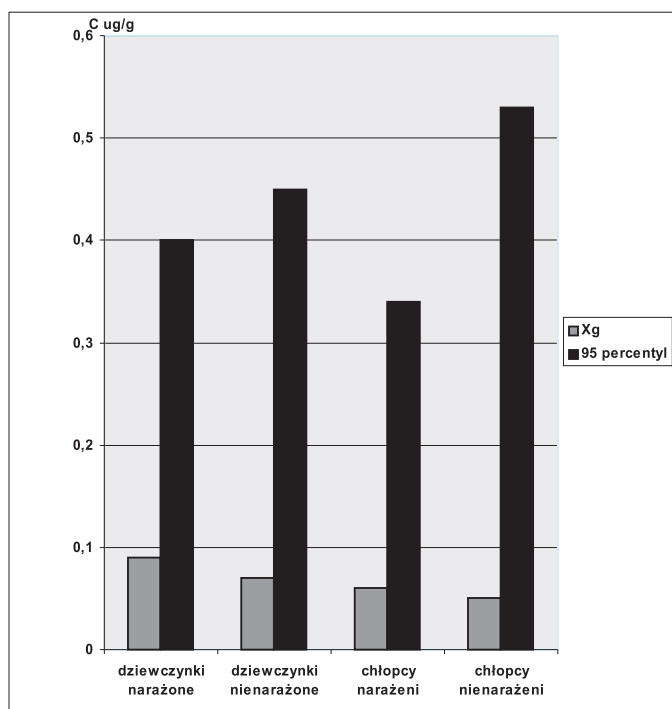
Porównując wyniki stężenia kadmu dla obu płci (tab. 2), można zauważyć, że średnie geometryczne stężenie kadmu w migdałku gardłowym dziewczynek (0,08 $\mu\text{gCd/g}$), było nieznacznie wyższe niż jego średnie stężenie u chłopców (0,06 $\mu\text{gCd/g}$) ($p \geq 0,05$). Maksymalna zawartość kadmu w migdałkach gardłowych chłopców jest rzędu 0,48 $\mu\text{g/g}$, u dziewczynek 0,40 $\mu\text{g/g}$ ($p \geq 0,05$). Natomiast większy jest współczynnik zmienności występowania kadmu w migdałkach gardłowych pochodzących od chłopców 116,19, w porównaniu do dziewczynek, gdzie wynosi on 98,45. Jest to jeden z przykładów, że płęć odgrywa znaczącą rolę w kumulacji wybranych pierwiastków.

Kolejnym zagadnieniem było określenie wpływu wieku dziecka na statystyczne występowanie kadmu w migdałkach gardłowych (tab. 3). W pierwszej kolejności zwraca uwagę fakt, iż zawartość kadmu w badanych próbach w poszczególnych przedziałach wiekowych była największa u dzieci najmłodszych w wieku od 0 do 4 lat. Wartości odpowiadające 95 percentylowi malały wraz z wiekiem. Kolejno dla dzieci najmłodszych wartość ta wynosiła 0,53; dzieci 5–6 letnich 0,34; 7–10 letnich 0,19 ($p \leq 0,05$). Również w przypadku porównania współczynnika zmienności sytuacja przedstawia się tak samo jak w przypadku 95 percentyla.

Badania dotyczące biernego narażenia dzieci na dym tytoniowy, na który miał wpływ udział palących rodziców ukazuje tabela 4. O roli biernego palenia świadczy większa zawartość kadmu u dzieci narażonych na bierne palenie tytoniu. Porównując średnie geometryczne zawartości

kadm u chłopców i dziewczynki narażonych i nienarażonych, zauważalna jest różnica w zawartości badanego metalu u dziewczynek i chłopców narażonych na bierne palenie, wartości są większe u dzieci narażonych w stosunku do nienarażonych. Zawartość kadmu u dziewczynek narażonych na bierne palenia (0,09 $\mu\text{g/g}$) i nienarażonych (0,07 $\mu\text{g/g}$). Natomiast wartości badanego pierwiastka u chłopców narażonych (0,06 $\mu\text{g/g}$) i nienarażonych (0,05 $\mu\text{g/g}$) na bierne palenie. Porównując maksymalną zawartość kadmu odpowiadającą 95百分ylowi, zauważalna jest zwiększona zawartość badanego pierwiastka u dzieci nienarażonych, wynosi ona u: chłopców 0,53 $\mu\text{g/g}$, u dziewczynek 0,45 $\mu\text{g/g}$. Analizując wyniki tabeli 4 można dostrzec wiele przykładów, które przekonują o negatywnej roli biernego palenia na obecność w organizmie dziecka toksycznych pierwiastków.

Analizę zmian zawartości kadmu w migdałkach gardłowych chłopców i dziewczynek zamieszkałych w różnych rejonach województwa śląskiego przedstawia tabela 5. Przeciętna zawartość kadmu odpowiadająca średniej geometrycznej u chłopców wynosi 0,06 $\mu\text{g/g}$, a u dziewczynek 0,08 $\mu\text{g/g}$. Porównując stopień ekspozycji na obecność kadmu w odniesieniu do 95 percentyla można dostrzec, że dzieci zamieszkujące obszary znajdujące się pod wpływem emisji pyłów elektrowniowych, posiadały większe ilości kadmu w migdałkach gardłowych. Największe stężenie kadmu (0,60 $\mu\text{g/g}$) występuje w pobliżu Bytomia, Piekar Śląskich i Rudy Śląskiej, Gliwic (0,57 $\mu\text{g/g}$), Zabrza (0,48 $\mu\text{g/g}$) i Katowic (0,46 $\mu\text{g/g}$). Porównanie średniej geometrycznej również wskazuje na większe stężenie kadmu w terenach przemysłowych w porównaniu do rekreacyjnych (ryc. 3).



Ryc. 2. Rola płci w narażeniu dzieci na bierne palenie (Xg, 95 percentyl) ($\mu\text{g/g}$) ($p \leq 0,05$) Xg – średnia geometryczna

Ryc. 3. Porównanie zawartości kadmu w migdałkach gardłowych w zależności od miejsca zamieszkania dzieci (Xg, 95 percentyl) ($\mu\text{g/g}$) ($p \leq 0,05$) Xg – średnia geometryczna

Tab. 2. Charakterystyka statystyczna występowania kadmu w migdałku gardłowym u dzieci w zależności od płci [$\mu\text{g/g}$]

Metale	Średnia arytmetyczna \pm odchylenia standardowe	Zakres zmian najbardziej prawdopodobny statystycznie	Średnia geometryczna	Zawartości odpowiadające percentylom			Współczynniki rozkładu		Współczynnik zmienności
				10	50	95	Skośność	Kurtoza	
Dziewczynki									
Cd	0,12 \pm 0,12	0,01 – 0,62	0,08	0,02	0,08	0,40	1,96	4,37	98,45
Chłopcy									
Cd	0,11 \pm 0,13	0,01 – 0,57	0,06	0,01	0,06	0,48	1,96	3,72	116,19

Tab. 3. Charakterystyka statystyczna występowania kadmu w migdałku gardłowym u dzieci w zależności od wieku [$\mu\text{g/g}$]

Metale	Średnia arytmetyczna \pm odchylenia standardowe	Zakres zmian najbardziej prawdopodobny statystycznie	Średnia geometryczna	Zawartości odpowiadające percentylom			Współczynniki rozkładu		Współczynnik zmienności
				10	50	95	Skośność	Kurtoza	
Dzieci w wieku od 0 – 4 lat									
Cd	0,12 \pm 0,14	0,01 – 0,62	0,07	0,02	0,06	0,53	2,20	4,48	120
Dzieci w wieku od 5 – 6 lat									
Cd	0,12 \pm 0,12	0,01 – 0,57	0,07	0,02	0,07	0,34	1,55	2,54	101
Dzieci w wieku od 7 – 10 lat									
Cd	0,12 \pm 0,05	0,05 – 0,19	0,11	0,05	0,12	0,19	0,15	0,51	41

Tab. 4. Charakterystyka statystyczna występowania kadmu w migdałku gardłowym u dziewczynek i chłopców narażonych i nienarażonych na bierne działanie dymu tytoniowego [$\mu\text{g/g}$]

Metale	Średnia arytmetyczna \pm odchylenia standardowe	Zakres zmian najbardziej prawdopodobny statystycznie	Średnia geometryczna	Zawartości odpowiadające percentylom			Współczynniki rozkładu		Współczynnik zmienności
				10	50	95	Skośność	Kurtoza	
Dziewczynki narażone na dym tytoniowy									
Cd	0,14 \pm 0,13	0,02 – 0,40	0,09	0,02	0,12	0,40	0,75	0,84	88
Dziewczynki nienarażone na dym tytoniowy									
Cd	0,12 \pm 0,14	0,01 – 0,62	0,07	0,02	0,07	0,45	2,25	5,26	115
Chłopcy narażeni na dym tytoniowy									
Cd	0,10 \pm 0,12	0,01 – 0,48	0,06	0,02	0,05	0,34	1,80	2,88	115
Chłopcy nienarażeni na dym tytoniowy									
Cd	0,09 \pm 0,13	0,01 – 0,55	0,05	0,01	0,04	0,53	2,69	6,99	144

Tab. 5. Charakterystyka statystyczna występowania badanych metali w migdałku gardłowym dzieci w zależności od miejsca zamieszkania R 1, R 2, R 3 [$\mu\text{g/g}$]

Metale	Średnia arytmetyczna \pm odchylenia standardowe	Zakres zmian najbardziej prawdopodobny statystycznie	Średnia geometryczna	Zawartości odpowiadające percentylom			Współczynniki rozkładu		Współczynnik zmienności
				10	50	95	Skośność	Kurtoza	
Zabrze									
Cd	0,16 \pm 0,14	0,02 – 0,53	0,10	0,04	0,11	0,48	1,26	0,84	91
Gliwice									
Cd	0,18 \pm 0,16	0,01 – 0,62	0,13	0,07	0,13	0,57	1,96	3,30	91
Katowice									
Cd	0,14 \pm 0,14	0,02 – 0,46	0,08	0,02	0,08	0,46	1,37	0,70	103
Bytom, Piekary Śląskie, Tarnowskie Góry, Ruda Śląska, Radzionków									
Cd	0,16 \pm 0,14	0,02 – 0,60	0,11	0,02	0,14	0,60	1,97	5,33	87
Tychy, Żory, Mikołów									
Cd	0,14 \pm 0,13	0,01 – 0,35	0,08	0,01	0,13	0,35	0,93	0,09	89
Rybnik, Jastrzębie, Knurów, Orzesze, Łaziska									
Cd	0,17 \pm 0,16	0,02 – 0,55	0,11	0,03	0,13	0,55	1,60	1,91	97
Zagłębie									
Cd	0,07 \pm 0,08	0,01 – 0,25	0,04	0,01	0,03	0,25	1,74	3,17	106
Tereny rekreacyjne – Bielsko-Biała, Żabnica									
Cd	0,04 \pm 0,03	0,01 – 0,19	0,03	0,01	0,03	0,10	3,44	14,36	94
Częstochowa, Lubliniec									
Cd	0,10 \pm 0,10	0,01 – 0,32	0,06	0,01	0,08	0,32	2,10	5,05	101
Opole									
Cd	0,10 \pm 0,08	0,02 – 0,29	0,07	0,03	0,07	0,29	1,62	2,83	80

Wnioski

1. Zawartość kadmu w migdałkach gardłowych jest różna w zakresie jego obecności w pyłe zawieszonym w powietrzu.
2. Dostrzeżono wpływ biernego palenia, na większą zawartość kadmu w migdałku gardłowym badanych dzieci mieszkających na obszarze Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego.
3. Parametrami biologicznymi potencjalnie determinującymi proces kumulacji kadmu w migdałkach gardłowych mogą być płeć i wiek dziecka: u dziewczynek w stosunku do chłopców stwierdzono mniejsze jego występowanie.
4. Zasadne jest prowadzenie dalszych badań nad możliwością wykorzystywania migdałków gardłowych jako bioindykatorów kadmu obecnego w danym środowisku przyrodniczym.

LITERATURA

- [1] Piekoszewski W., Florek E.: Tytoń w liczbach na początku nowego stulecia. *Przegląd Lekarski* 2006; 63(10): 823-828.
- [2] Indulski J.: Zdrowie publiczne - wybrane zagadnienia. Medycyna Pracy, Łódź 2000.
- [3] Gromadzka-Ostrowska J., Włodarek D., Toeplitz Z.: Edukacja prozdrowotna. SGGW, Warszawa 2003.
- [4] Florek E., Piekoszowski W., Groszek B.: Ocena narażenia na dym tytoniowy. *Przegląd Lekarski* 2002; 59(4/5): 358-363.
- [5] Zatoński W.: Zdrowie dzieci a biernie palenie tytoniu. Wydawnictwo Centrum Onkologii Instytut, Warszawa 2002.
- [6] Sexton K., Adgate J.L., Fredrickson A.L., Ryan A. D., Needham L.L., Ashley D.L.: Using Biologic Markers in Blood to assess Exposure to Multiple Environmental Chemicals for Inner - City Children 3-6 years. *Environ. Health Persp.* 2006; 114(3): 453-459.
- [7] Bogunia M., Brodziak-Dopierała B., Kwapuliński J., Anherst B., Kowol J., Nogaj E.: Występowanie ołowiu, kadmu w stawie biodrowym w aspekcie narażenia na dym tytoniowy. *Przegląd Lekarski* 2008; 65(10).
- [8] Szyszko M., Czarnowski W.: Wpływ palenia tytoniu na stężenie kadmu, ołowiu, seleniu oraz cynku w łożysku kobiet rodzących z Gdańska. *Przegląd Lekarski* 2006; 63(10).
- [9] Nakonieczna-Rudnicka M., Bachanek, Grajewska I.: Palenie papierosów przez matki noworodków i dzieci młodszych z regionu lubelskiego – badania ankietowe. *Przegląd Lekarski* 2008; 65(10): 591-594.
- [10] Gomółka E., Piekoszewski W., Florek E., Morawska A., Kramer L.: Wpływ ołowiu na stężenie osoczowego białka ciężowego A (PAPP-A) u kobiet ciężarnych palących tytoń. *Przegląd Lekarski* 2006; 63(10).
- [11] Szymanowski K., Chmaj-Wierzchowska K., Florek E., Opala T.: Złogi wapnia w łożysku – czy świadczą wyłącznie o paleniu papierosów. *Przegląd Lekarski* 2007; 64(10).
- [12] Pirogowicz I., Joniec L., Guzikowski W., Gwiazda E.: Wpływ palenia tytoniu na rozwój dziecka i jego stan zdrowotny. *Przegląd Lekarski* 2008; 65(10): 427-431.
- [13] Woynarowska B.: Edukacja zdrowotna – podręcznik akademicki. PWN, Warszawa 2007.
- [14] Modrzyński M., Zawisza E., Samolińska-Zawisza U.: Układ chłonny gardła – ogólna charakterystyka. *Nowa Medycyna – Rynologologia* (1/1999).
- [15] Bochenek A., Reicher M.: Anatomia człowieka. PZWL, Warszawa 1992.
- [16] Zakrzewska A., Górski P.: Migdałek gardłowy jako część układu tkanki limfatycznej nosa i gardła – anatomia, fizjologia oraz zmiany towarzyszące chorobom alergicznym u dzieci. *Alergia i Astma Immun.* 2004; 9: 61-69.
- [17] Vilella B.S., Vilella O.V., Koch H.A.: Growth of the nasopharynx and adenoidal development in Brazilian subject. *Braz. Oral. Res.* 2006; 20(1): 70-75.
- [18] <http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/Tonsilitis>.
- [19] Hermanowski M., Kosek J.: Mechanizmy obronne układu chłonnego gardła. *Terapia* 2004; 4(150): 51-54.
- [20] Szczepański M., Sznaka B., Dzieciół J., Małyk J.: Ultrastruktura śród-błonka naczyń pozawłosowatych migdałka gardłowego. *Alergia Astma Immunologia* 2001; 6(3): 143-147.
- [21] Passali V., Passali G.C., Passali F.M., Boccuzzi A., Bellusi L.: Structural and Immunological Characteristics of Chronically Inflamed Adenotonsillar Tissue in Childhood. *Clin. Diag. Lab. Immun.* 2004; 11(6).
- [22] Quiding-Järbrink M., Granström G., Nordström I., Holmgren J., Czernikinsky C.: Induction of Compartmentalized B-Cell Responses in Human Tonsils. *Infection And Immunity* Mar. 1995; 853-857.
- [23] Gryczyńska D., Krawczyński M.: Obiektywizacja wskazań do adenotomii na podstawie badań endoskopowych. *Magazyn Otoryno-Laryngologiczny* 2005; VI, supl. IV.
- [24] Zanieczyszczenie Atmosfery w województwie śląskim w roku 2007. Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Katowicach, Katowice 2008.
- [25] Lis J., Pasieczna A.: Atlas Geochemiczny Górnego Śląska. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 1995.
- [26] Kwapuliński J., Nogaj E., Babula M., Suflita M.: Wpływ biernego palenia na zawartość niklu w migdałkach gardłowych dzieci. *Medycyna Środowiskowa* 2010; 13(3): 1-8.
- [27] Nogaj E., Kwapuliński J., Misiólek M., i in.: Wpływ biernego palenia na zawartość glinu w migdałkach gardłowych dzieci zamieszkujących rejony południowej Polski. *Przegląd Lekarski* 2007; 64(10): 713-716.

CZERWIEC

1-7 czerwca **Dni Lasu i Zadrzewień**

2 czerwca **Dzień Leśnika; Międzynarodowy Dzień Ochrony Środowiska Naturalnego**

5 czerwca **Światowy Dzień Ochrony Środowiska – World Environment Day**

6 czerwca **Dzień bez Samochodu – Car-Free Day**

8 czerwca **Światowy Dzień Oceanów**

14 czerwca **Światowy Dzień Krwiodawcy – World Blood Donor Day**

14 czerwca **Światowy Dzień Praw Osób Starszych – World Elder Abuse Awareness Day**

14-16 czerwca **Akcja Sprzątanie Świata**

17 czerwca **Światowy Dzień Walki z Pustynnieniem i Suszą**

18 czerwca **Dzień Europejskiego Protestu Przeciw GMO**

21 czerwca **Pierwszy Dzień Lata**

24 czerwca **Światowy Dzień Chorych na Osteoporozę**

27 czerwca **Światowy Dzień Rybołówstwa**

27 czerwca **Światowy Dzień Walki z Cukrzycą**

29 czerwca **Dzień Ratownika WOPR**