

OPINIA EKSPERCKA NA TEMAT POCHODZENIA, WCHŁANIANIA ŹRÓDEŁ I MOŻLIWOŚCI ZAKAŻENIA RTĘCIĄ ZE SPOŻYCIEM WYBRANYCH PRODUKTÓW SPOŻYWCZYCH, W TYM W SUPLEMNTÓW DIETY

Rtęć występuje w grupie pierwiastków śladowych niespełniających żadnych funkcji fizjologicznych w organizmie człowieka. W środowisku znajduje się w wielu formach, dlatego jej bezpieczna dawka jest trudna do określenia. Formy nieorganiczne rtęci są mniej szkodliwe niż organiczne. Jej toksyczność zależy od wielu czynników takich, jak: formy pierwiastka, podatności osoby, drogi podania oraz czasu narażenia. Głównym źródłem rtęci dla człowieka jest spożywanie ryb oraz owoców morza, stosowanie amalgamatów stomatologicznych, szczepionek zawierających rtęć oraz praca w przemyśle ciężkim (Boszke i Śliwińska 2012, Piontek i wsp. 2014, Kot i wsp. 2016, Mirowski i Jachnis 2018).

Rtęć utlenia się do rtęci dwuwartościowej czego skutkiem jest tworzenie związków metylo- i dimetylortęciowych. Proces metylacji powoduje zwiększenie możliwości pokonywania barier biologicznych, co skutkuje większym gromadzeniem się tego pierwiastka w rybach i owocach morza (Mania i wsp. 2012, Piontek i wsp. 2014, Mirowski i Jachnis 2018).

ŹRÓDŁA ZANIECZYSZCZENIA RTĘCIĄ

Rtęć dostaje się do środowiska poprzez przemysł chemiczny, papierniczy, farmaceutyczny, palenie odpadów oraz wydobywania złota. Hg stosowana jest przy produkcji świetlówek, termometrów, barometrów, manometrów, baterii alkalicznych, produkcji chloru, farby, pestycydów oraz produktów farmaceutycznych i stomatologicznych. Poprzez wyżej wymienione źródła, rocznie do środowiska dostaje się 4400-7500 ton Hg. Naturalne procesy takie, jak: emisja wulkaniczna, wietrzenie skał, odparowanie z powierzchni oceanów i lądów, wyziewy podwodne, procesy geotermiczne i spalanie biomasy również powodują uwalnianie rtęci do środowiska. Nazywana jest ona trwałym zanieczyszczeniem, gdyż nie przekształca się do form nieszkodliwych (Seńczuk 2005, Leśniewska i wsp. 2009, Boszke i Śliwińska, Orzeł i Biernat 2012, Kot i wsp. 2016).

Głównym źródłem Hg dostarczanej do organizmu człowieka jest żywność pochodzenia słodkowodnego oraz morskiego, gdyż ryby i owoce morza pobierają rtęć w postaci metylortęci, która gromadzi się w ich organizmach. Najwięcej tego związku znajduje się u tuńczyka, rekina, szczupaka, miecznika oraz ośmiornicy i kraba. Wpływ na stężenie MeHg ma wiek, sposób odżywiania oraz miejsce bytowania. Zwiększenie temperatury wody o 1°C zwiększa absorpcję metylortęci o 3-5%. Obieranie ze skóry i obróbka termiczna nie obniża wartości rtęci w mięsie ryby (Leśniewska i wsp. 2009, Boszke i Śliwińska 2012, Wilk i wsp. 2013, Kot i wsp. 2016, Mania i wsp., Mirowski i Jachnis, Zygmuntowicz 2018).

AKUMULACJA I WYDALANIE RTĘCI Z ORGANIZMU

W zależności od formy chemicznej rtęci, zdolność jej akumulacji w organizmie jest różna. Do narządów docelowych zalicza się mózg, nerki i rozwijający się płód, a poziom narażenia zwykle ocenia się poprzez pomiar poziomu rtęci we włosach, krwi i moczu. Rtęć, ze względu na elektrofilowy charakter, po wchłonięciu do organizmu wiąże grupy nukleofilowe, takie jak tiole (SH) i selenole (SeH), odpowiednio w cysteinie (Cys) i selenocysteinie (Sec). W konsekwencji peptydy i białka zawierające te ugrupowania są docelowymi cząsteczkami, do których rtęć przyłącza się. Ponadto, rtęć jest w dużym stopniu wydalana przez organizm ludzki.

Procesem związanym z gromadzeniem metylortęci jest biomagnifikacja, czyli coraz większa kumulacja tego związku w organizmach reprezentujących kolejne ogniwa łańcucha pokarmowego.



Rtęć elementarna jest słabo wchłaniana z przewodu pokarmowego - wchłania się głównie poprzez wdychanie ulatniających się oparów, ulega dystrybucji do większości tkanek, z największym stężeniem w nerkach. Po wchłonięciu rtęć elementarna ulega utlenieniu w tkankach do postaci nieorganicznych. Stężenie we krwi początkowo spada z krótkim okresem półtrwania wynoszącym około 1-3 dni, a następnie wolniejszym okresem półtrwania wynoszącym około 1-3 tygodni. Po ekspozycji na rtęć elementarną, wydalanie rtęci odbywa się głównie przez nerki.

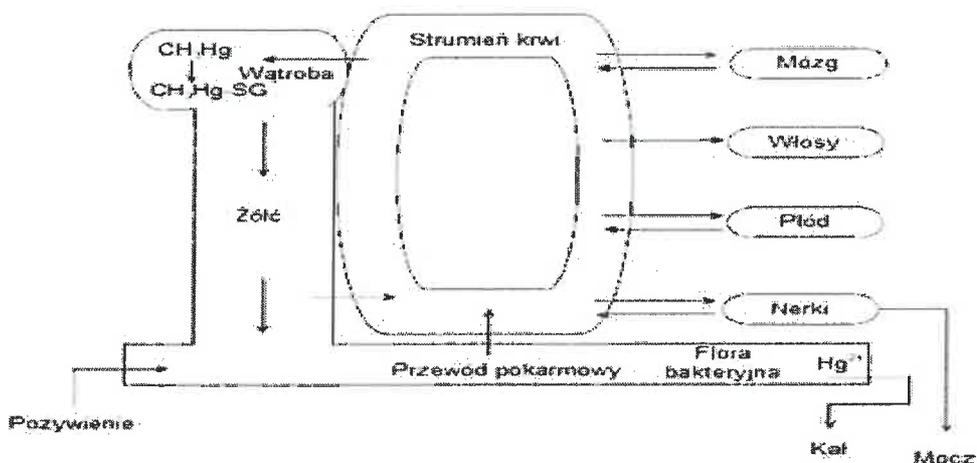
Rtęć nieorganiczna jest wchłaniana z przewodu pokarmowego w mniej niż 15 %. Przenika ona przez barierę krew-mózg w mniejszym stopniu niż rtęć elementarna lub metylowa. Okres półtrwania rtęci nieorganicznej we krwi jest podobny do okresu półtrwania rtęci elementarnej. Wydalanie następuje wraz z kałem oraz przez nerki.

Z kolei najwyższą zdolność bioakumulacji w tkankach posiada metylortęć (MeHg) - jest ona wchłaniana z przewodu pokarmowego w około 95 %. MeHg jest cząsteczką hydrofobową i lipofilną, co ułatwia przenikanie przez bariery biologiczne (krew-mózg, łożysko). Z tego powodu metylortęć jest najbardziej toksyczną formą tego pierwiastka. Badania farmakokinetyczne wskazują, że poziom MeHg zmniejsza się we krwi i całym organizmie z okresem półtrwania wynoszącym około 50 dni, a usuwana jest przeważnie z kałem. [https://www.cdc.gov/biomonitoring/Mercury_Biomonitoring_Summary.html], [Branco V i in., *Biomarkers of mercury toxicity: Past, present, and future trends. J Toxicol Environ Health B Crit Rev.* 2017].

Rtęć dostaje się do organizmu trzema drogami: przez układ pokarmowy, oddechowy oraz skórę. Około 99 % związków organicznych Hg jest pobierana z żywnością. Około 95 % związków organicznych rtęci przyswajają się poprzez przewód pokarmowy, natomiast nieorganicznych tylko około 7 %. Jej szkodliwość zależy od ilości pobrania oraz formy chemicznej. Rozmieszczenie Hg w organizmie człowieka jest zależne od jej rodzaju oraz czasu ekspozycji na ten pierwiastek. Związki rtęci zakłócają reakcje enzymatyczne, gdyż powodują reakcje z białkami, które posiadają grupę sulfydrylowe. MeHg posiada łatwość przenikania poprzez barierę krew-mózg oraz łożysko, również może przejść do mleka matki. Okres półtrwania metylortęci w organizmie wynosi około 70 dni (Seńczuk 2005, Albińska i wsp. 2011, Boszke i Śliwińska 2012, Cynar, Wilk i wsp. 2013, Piontek i wsp. 2014, Kot i wsp. 2016).

Osoby pracujące w przemyśle wchłaniają opary rtęci oraz rtęć elementarną poprzez układ oddechowy. Taka inhalacja może spowodować ostre zatrucia ze skutkiem niewydolności układu oddechowego. Objawami tego jest drżenie ciała, stan depresyjny, nadpobudliwość, stany lękowe oraz problemy z pamięcią. Przy zaburzeniach żołądkowo-jelitowych odkłada się na dziąsłach niebiesko-fioletowy złóg siarczku rtęciowego. Śmiertelna doustna dawka chlorku rtęci wynosi od 0,2 do 1 g. Natomiast objawy ostrego zatrucia to wymioty, biegunki oraz ostra niewydolność nerek. Przy stężeniu 0,2 µg/ml występują pierwsze objawy zatrucia. Toksyczny wpływ Hg na układ nerwowy powoduje utratę pamięci, trudności ze skupieniem, zaburzenia mowy, słuchu oraz wzroku, zmęczenie, drętwienie języka. Zaburzenie układu naczyniowo-sercowego także jest negatywnym skutkiem wpływu tego pierwiastka. Rtęć w niskich dawkach powoduje również opóźnienie chodzenia u dzieci, a u dorosłych obniżoną siłę mięśni. Zwiększony poziom kreatyniny w osoczu krwi może świadczyć o toksycznym wpływie rtęci na organizm człowieka. Obniżona odporność, stwardnienie rozsiane autoimmunologiczne zapalenie tarczycy, obniżona płodność u obu płci to również skutki szkodliwego wpływu Hg na człowieka (Seńczuk 2005, Leśniewska i wsp. 2009, Boszke i Śliwińska, Mania i wsp. 2012, Cynar, Wilk i wsp. 2013, Piontek i wsp. 2014, Kot i wsp. 2016).

Na rycinie przedstawiono schemat wchłaniania metylortęci poprzez przewód pokarmowy i dalsze jej przemieszczania się (opracowanie własne na podstawie Seńczuk 2005):



BEZPIECZNY POZIOM RTĘCI

Ze względu na szkodliwość organicznych związków rtęci, postępującą globalizację i nowe dane na temat zanieczyszczeń środowiska tym pierwiastkiem, Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) opublikował opinię naukową, która określa maksymalne dopuszczalne poziomy rtęci w rybach i owocach morza: 0,3-1,0 mg/kg świeżej masy. EFSA ustalił tymczasowe tolerowane tygodniowe spożycie metylortęci (tzw. PTWI) na poziomie 1,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ masy ciała (m.c.) i wynoszący 4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ masy ciała dla rtęci nieorganicznej. Opinia wskazuje, iż żywność inna niż ryby i owoce morza nie wzbudzą niepokoju i stanowi ona znacząco mniejsze niebezpieczeństwo w stosunku do zawartości rtęci. Opinia Amerykańskiej Agencji Żywności i Leków jest zbieżna z EFSA - wskazuje jednoznacznie, iż żywnością, która jest największym zagrożeniem są ryby i owoce morza. [Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food, EFSA Journal, vol.10, issue 12, 2012].

Na podstawie opinii EFSA, Komisja Unii Europejskiej narzuca producentom żywności dopuszczalne poziomy zanieczyszczeń metalami ciężkimi – mowa tu o Rozporządzeniu Komisji (UE) 2023/915, w którym ograniczeniom objęte zostały zarówno ryby i owoce morza, a także suplementy diety. Dozwolony poziom rtęci w suplementach diety to 0,1 mg/kg. Norma ta została wprowadzona Rozporządzeniem Komisji (WE) nr 629/2008 z dnia 2 lipca 2008 roku, zgodnie z zasadą, że poziomy metali ciężkich w suplementach diety muszą być bezpieczne i najniższe z rozsądnie osiągalnych zgodnie z dobrymi praktykami produkcyjnymi.

Według więc tego rozporządzenia stężenie w suplementie diety SFD Creatine 200 cap było przekroczone. Niemniej jednak biorąc pod uwagę zalecane dawkowanie wspomnianego suplementu narażenie na rtęć związanego z jego przyjmowaniem należy uznać za niskie, co poniżej zostanie opisane.

PROFLAKTYCZNE DZIAŁANIA NATURALNYMI SKŁADNIKAMI POKAMWOYMI

Poważne zatrucia wymagają oczywiście specjalistycznej pomocy medycznej. Jednak zawsze warto pamiętać o profilaktyce z wykorzystaniem odpowiedniej diety. Glony, takie jak chlorella czy spirulina, są zdolne do absorpcji toksycznych związków ze środowiska i zwiększenia ich wydalania. Skuteczność spiruliny potwierdzona została w licznych badaniach przedklinicznych. Stosowanie środków naturalnych nie należy jednak do najskuteczniejszych sposobów i odbywać powinno się raczej krótkookresowo w kontekście prewencyjnym.

Dr. hab. inż. Anna Kozłowska, Instytut Żywności i Żywienia, Państwowy Instytut Weterynaryjny - Puławy

Handwritten signature

Dodatkowo dieta bogata w błonnik, witaminy i związki biologicznie aktywne, np. polifenole, flawonoidy to naturalne składniki pożywienia, które mają działanie antyoksydacyjne i przeciwzapalne.

Selen jest naturalnym antagonistą rtęci. Badania potwierdziły, że dieta zapewniająca odpowiedni poziom selenu w organizmie powoduje zwiększone wydalanie rtęci z tkanek. Łączą się one tworząc neutralny selenek rtęci, który jest nieprzyswajalny przez organizm. Selen znacząco opóźnia występowanie objawów ze strony układu nerwowego przy długotrwałej ekspozycji na rtęć. Źródłem selenu są m.in. orzechy brazylijskie, ryż, jaja, mięso wołowe i indycze oraz niektóre ryby. [L. Castriotta i in., *The role of mercury, selenium and the Se-Hg antagonism on cognitive neurodevelopment: A 40-month follow-up of the Italian mother-child PHIME cohort, International Journal of Hygiene and Environmental Health, Volume 230, 2020*].

OŚWIADCZENIE FIRMY NA WYNIKI OZNACZEŃ ZAWARTOŚCI RTĘCI UZYSKANE W RAMACH URZĘDOWEJ KONTROLI ŻYWNOŚCI W WYBRANEJ PARTII SUPLEMENTU DIETY

Ze względu na biomagnifikację MeHg, największe stężenia organicznej postaci Hg opisano u gatunków ryb znajdujących się na szczycie łańcucha pokarmowego m.in. tuńczyka, miecznika, szczupaka i rekina. Stwierdzono, że obieranie ze skóry i gotowanie nie zmniejsza ilości MeHg w mięsie ryb.

Najwyższa dopuszczalna zawartość dla mięsa ryb na podstawie Rozporządzenia (UE) 2023/915 z dnia 25 kwietnia 2023 r. w sprawie najwyższych rozporządzenia poziomów niektórych zanieczyszczeń w żywności oraz uchylające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 takich jak tuńczyk (gatunki *Thunnus*, gatunki *Euthynnus*, *Katsuwonus pelamis*), halibut (gatunki *Hippoglossus*), miętus królewski (*Genypterus capensis*) czy szczupak (gatunki *Esox*) wynosi 1,0 mg/kg świeżej masy. W przypadku suplementów diety NDP wynoszą 0,1 mg/kg.

W suplementie diety SFD Creatine 200 cap w największym stwierdzonym przekroczeniu stężenie Hg wynosiło 1,353 mg/kg suplementu (inne przekroczenia odnotowano w zakresach 0,383-0,501 mg/kg). Oczywiście jako producenci powyższego suplementu diety ponosimy pełną odpowiedzialność i konsekwencje. Jednak w tym miejscu chcielibyśmy podkreślić, że dostarczony do produkcji surowiec posiadał niezbędny certyfikat.

Warto jednak podkreślić poruszając się przykładami, że:

Zakładając, że w 1 kg świeżej masy tuńczyka znajdują się maksymalne dopuszczalne przepisami prawa ilości rtęci, tj. 1,0 mg Hg/kg świeżej masy, to, aby ze spożycia zanieczyszczonej kreatyny dorównać do maksymalnego dopuszczalnego poziomu rtęci w tuńczyku, **należałoby skonsumować jako porcja jednorazowa 739 g suplementu, tj. 803 kapsułki, czyli 4 opakowania po 200 kapsułek.**

Konkludując: Zakładając założenie, że skażenie świeżej masy tuńczyka jest na poziomie ¼ dopuszczalnego poziomu rtęci, tj. 0,25 mg Hg/kg świeżej masy, to należałoby skonsumować jako porcja jednorazowa 185 g suplementu, tj. 200 kapsułek, czyli całe 1 opakowanie produktu na raz. Są to wciąż ilości tak wysokie, że osiągnięcie tego poziomu konsumpcji jest niemożliwe.

Biorąc pod uwagę zalecany sposób spożycia suplementu SFD Creatine 200 kap jako 4 kapsułki dziennie, co przekłada się na zawartość 0,004979 mg Hg, ryzyko szkodliwego wpływu rtęci z zanieczyszczonego suplementu, należy ocenić jako niskie.