



Czy konsumenci dostępnych na rynku odżywek białkowych są narażeni na metale toksyczne?

Are consumers of protein supplements available on the Polish market exposed to toxic metals?

Karolina Chwaszcz^{1,A-C,E}, Grzegorz Dziubanek^{2,A,C-E}, Danuta Rogala^{2,C-D,F}

¹ Koło Naukowe przy Katedrze Zdrowia Środowiskowego, Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, Polska

² Katedra Zdrowia Środowiskowego, Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, Polska

A – Koncepcja i projekt badania, B – Gromadzenie i/lub zestawianie danych, C – Analiza i interpretacja danych, D – Napisanie artykułu, E – Krytyczne recenzowanie artykułu, F – Zatwierdzenie ostatecznej wersji artykułu

Chwaszcz K, Dziubanek G, Rogala D. Czy konsumenci dostępnych na rynku odżywek białkowych są narażeni na metale toksyczne? Med Og Nauk Zdr. 2020; 26(1): 54–59. DOI: 10.26444/monz/117755

■ Streszczenie

Wstęp. Odżywki białkowe są suplementami diety powszechnie stosowanymi przez osoby uprawiające sporty siłowe. W związku z ich przewlekłym zażywaniem istnieje potencjalne zagrożenie zdrowia konsumentów związane z możliwym narażeniem na niektóre składniki stanowiące mikrozanieczyszczenie odżywek, np. metale toksyczne.

Cel pracy. Celem pracy była ocena narażenia osób uprawiających sporty siłowe na metale toksyczne zawarte w dostępnych na polskim rynku odżywkach białkowych.

Materiał i metody. Badaniom poddano 52 odżywki, pochodzące od różnych producentów. W badanym materiale oznaczono stężenia kadmu i ołowiu metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej z atomizacją elektrotermiczną. Zawartość rtęci oznaczono techniką generacji zimnych par metodą fluorescencyjnej spektrometrii atomowej.

Wyniki. Narażenie osób uprawiających sporty siłowe na kadm i ołów jest znikome. Koncentracja rtęci w każdej z badanych próbek przekraczała najwyższe dopuszczalne stężenie. Przeprowadzona ocena ryzyka zdrowotnego nie wykazała istotnego zagrożenia zdrowia kulturystów zażywających standardowe porcje analizowanych odżywek białkowych. Nie wykazano statystycznie istotnego zróżnicowania narażenia na rtęć osób spożywających odżywki białkowe różniące się smakiem oraz ceną.

Wnioski. W celu zwiększenia bezpieczeństwa zdrowotnego osób uprawiających sporty siłowe a jednocześnie zażywających odżywki białkowe zalecane jest dokładne kontrolowanie składu chemicznego tych produktów oraz zwiększenie świadomości kulturystów w zakresie potencjalnego zagrożenia ze strony stosowanych suplementów białkowych.

■ Słowa kluczowe

narażenie, ryzyko zdrowotne, metale toksyczne, odżywki białkowe

■ Abstract

Introduction. Protein supplements are commonly used by an increasing group of people practicing bodybuilding. The chronic use of supplements may constitute a potential health risk for consumers because of possible exposure to certain micro-contaminations, e.g. toxic metals.

Objectives. The aim of the study was to assess the exposure of strength sports practitioners to toxic metals from protein supplements available on the Polish market.

Materials and method. 52 protein supplements from different manufacturers' brands were examined. In the samples, the concentrations of cadmium, lead and mercury were determined. In order to analyze cadmium and lead content the atomic absorption spectrometry with electrothermal atomization method was used. The mercury content was determined by the technique of cold vapour generation by the method of fluorescent atomic spectrometry.

Results. The study showed that the exposure of strength sports practitioners to cadmium and lead is negligible. The mercury content in each sample was higher than the maximum permissible concentration. The health risk assessment did not show a significant threat to the health of bodybuilders using standard portions of the analyzed protein nutrients. There were no statistically significant differences in exposure to mercury between consumers depending on taste and price of protein supplements.

Conclusions. In order to improve health safety of strength sports practitioners who consume protein supplements it is recommended to conduct a detailed control of the chemical ingredients of these supplements. It is important to increase the awareness of people practicing bodybuilding on the potential health hazard associated with the use of protein supplements.

■ Key words

exposure, toxic metals, health risk, protein supplements

Adres do korespondencji: Danuta Rogala, Katedra Zdrowia Środowiskowego, Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, ul. Piekarska 18, 41-902, Bytom, Polska
E-mail: drogala@sum.edu.pl

Nadesłano: 30.10.2019; zaakceptowano do publikacji: 03.02.2020; publikacja online: 28.02.2020

WSTĘP

W ostatnich latach obserwuje się szybki rozwój rynku klubów fitness w Polsce, a co za tym idzie wzrasta liczba osób uprawiających profesjonalnie oraz amatorsko kulturystykę. Właściwa dieta oraz odpowiednio ułożony plan treningowy stanowią podstawę sukcesu osób dążących do osiągnięcia określonego celu sportowego. Jednym z istotnych składników diety sportowców są suplementy uzupełniające składniki pokarmowe, ze względu na duże zapotrzebowanie w tym zakresie organizmów poddawanych treningowi. Zażywanie suplementów diety jest aktualnie zjawiskiem powszechnym również u osób uprawiających sport rekreacyjnie [1]. Rolą suplementów diety jest m.in. stymulacja przyrostu tkanki mięśniowej, wzrost siły mięśni, zwiększenie wytrzymałości organizmu oraz skrócenie czasu regeneracji organizmu po ciężkim wysiłku. Kulturyści stanowią grupę sportowców, którzy przyjmują szczególnie duże ilości suplementów diety [2]. Do najczęściej zażywanych produktów należą odżywki białkowe, aminokwasowe oraz węglowodanowo-białkowe. Efektywność takich preparatów zależy od ich składu chemicznego i dawkowania [3, 4]. Na rynku dostępne są zarówno odżywki w postaci płynnej, jak i w formie saszetek do rozpuszczenia w wodzie, batonów, tabletek, drażetek oraz ampułek [5, 6].

Wzrost spożycia białkowych suplementów diety w Polsce sprawił, że z punktu widzenia bezpieczeństwa zdrowotnego konsumentów istotnego znaczenia nabiera obecność potencjalnych mikrozanieczyszczeń, które w warunkach narażenia przewlekłego mogą stanowić czynnik ryzyka zdrowia. Do najczęściej występujących zanieczyszczeń żywności zalicza się takie metale toksyczne jak: kadm, ołów czy rtęć. Obecność tych pierwiastków w odżywkach białkowych może wynikać z ich skażenia na etapie: produkcji, składowania, pakowania, transportu, przechowywania oraz przygotowania do konsumpcji czy też z zanieczyszczenia surowców użytych do ich produkcji [7].

Generalnie najważniejszym źródłem narażenia człowieka na omawiane metale toksyczne jest żywność pochodzenia roślinnego, w szczególności warzywa oraz produkty zbożowe [8], a w przypadku narażenia na organiczne związki rtęci istotne znaczenie mają ryby oraz owoce morza [9]. Poza składnikami diety, które dostarczają do organizmu największe ilości metali toksycznych, duże znaczenie mają również produkty znacznie mniej skażone, aczkolwiek stosowane w sposób przewlekły. Przykładem tego typu środków mogą być suplementy diety, w których odnotowuje się obecność metali ciężkich [10, 11]. Na problem zagrożeń zdrowia powodowanych narażeniem na metale toksyczne występujące w suplementach diety zwraca uwagę m.in. Komisja Europejska (KE), która ustanowiła najwyższe dopuszczalne stężenia ołowiu, kadmu i rtęci w suplementach diety. W opinii KE suplementy diety mogą mieć znamienny udział w narażeniu konsumentów na metale, a ustanowione maksymalne dopuszczalne stężenia metali toksycznych są w suplementach wyższe niż w innych grupach produktów spożywczych [12].

CEL PRACY

Jak dotąd w literaturze naukowej brak doniesień poświęconych problematyce narażenia osób uprawiających sporty siłowe na metale ciężkie występujące w suplementach

białkowych. W związku z powyższym celem podjętych badań była ocena narażenia na kadm, ołów i rtęć konsumentów dostępnych na polskim rynku odżywek białkowych przeznaczonych dla osób uprawiających amatorsko lub profesjonalnie kulturystykę w aspekcie oceny ryzyka zdrowotnego.

MATERIAŁ I METODY

Badaniem objęto 52 odżywki białkowe dostępne na polskim rynku, różniące się marką producenta, smakiem oraz ceną. W sumie na materiał badawczy składały się odżywki sprzedawane w postaci sproszkowanej wprowadzane na rynek przez 14 producentów. Analizowany materiał badawczy dobrano w taki sposób, aby za każdym razem 13 produktów reprezentowało określony smak: czekoladowy, waniliowy, truskawkowy lub bananowy. Odżywki kupowano zarówno w sklepach internetowych, jak i stacjonarnych. Na potrzeby pracy badane odżywki zaklasyfikowano do dwóch grup cenowych: do 80 zł i powyżej 80 zł, a do każdej grupy należały preparaty wprowadzone do obrotu przez siedmiu producentów (tab. 1).

Tabela 1. Charakterystyka badanych odżywek białkowych

Marka producenta	N*	Cena produktu [zł]	Smak badanych produktów białkowych
I	4	70	wanilia, truskawka, banan, czekolada
II	4	78	wanilia, truskawka, banan, czekolada
III	1	82	wanilia
IV	4	63	wanilia, truskawka, banan, czekolada
V	4	107	wanilia, truskawka, banan, czekolada
VI	4	74	wanilia, truskawka, banan, czekolada
VII	4	63	wanilia, truskawka, banan, czekolada
VIII	4	65	wanilia, truskawka, banan, czekolada
IX	3	82	truskawka, banan, czekolada
X	4	90	wanilia, truskawka, banan, czekolada
XI	4	87	wanilia, truskawka, banan, czekolada
XII	4	95	wanilia, truskawka, banan, czekolada
XIII	4	85	wanilia, truskawka, banan, czekolada
XIV	4	55	wanilia, truskawka, banan, czekolada

* liczba próbek
Źródło: Badania własne.

Z każdej badanej próbki sporządzono naważkę o masie 0,5 g, którą następnie poddano procesowi mineralizacji mikrofalowej ma mokro w stężonym, spektralnie czystym 65-proc. kwasie azotowym (Merck) przy użyciu mineralizatorów mikrofalowych Magnum II Ertec (Polska). Stężenie kadmu i ołowiu w odżywkach białkowych oznaczono metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej z atomizacją elektrotermiczną (ETAAS – *electrothermal atomic absorption spectrometry*) z wykorzystaniem spektrometru SavantAA Σ firmy GBC (Australia). Natomiast stężenie rtęci całkowitej oznaczono techniką generacji zimnych par metodą fluorescencyjnej spektrometrii atomowej (CV-AFS – *cold vapor atomic absorption spectrometry*) przy użyciu spektrometru Millennium Merlin 10.025 firmy PSAnalytical (Wielka Brytania). Pomiar każdej próbki przeprowadzany był trzykrotnie.

Na podstawie oznaczonych stężeń metali ciężkich w badanych odżywkach białkowych oszacowano wielkość ryzyka

zdrowotnego osób uprawiających sporty siłowe związane z przewlekłym zażywaniem tego typu preparatów, wykorzystując metodę rekomendowaną przez Amerykańską Agencję Ochrony Środowiska (US EPA – *The United States Environmental Protection Agency*). W tym celu obliczono dobową dawkę kadmu, ołowiu oraz rtęci pobraną wraz z badanymi odżywkami, zakładając dwa scenariusze narażenia. W pierwszym scenariuszu założono narażenie dorosłego mężczyzny o masie ciała 80 kg, który rekreacyjnie wykonuje trening siłowy, a w drugim scenariuszu narażenie profesjonalnego kulturysty, wykonującego trening siłowy od wielu lat, o masie ciała wynoszącej 110 kg. Przyjęto również, że osoba trenująca rekreacyjnie żyje w dniu treningowym jedną typową porcją odżywki białkowej (30 g). Natomiast osoby o dużej muskulaturze trenujące profesjonalnie stosują trzy standardowe porcje odżywki w ciągu doby (90 g). Wielkość dobowego narażenia oszacowano, wykorzystując następujący wzór:

$$\text{dawka pobrana} = C \times K / MC,$$

gdzie:

C – stężenie metalu w odżywce białkowej (mg/kg),

K – masa spożywanej odżywki (0,03 lub 0,09 kg/dobę),

MC – masa ciała osoby narażonej (80 kg lub 110 kg).

Ryzyko zdrowotne mężczyzn wykonujących trening siłowy oceniono, obliczając iloraz zagrożenia (HQ – ang. *hazard quotient*) zgodnie ze wzorem:

$$\text{HQ} = \text{dawka pobrana} / \text{RfD}.$$

W sytuacji gdy iloraz zagrożenia jest mniejszy od 1, uznaje się, że narażenie nie stanowi istotnego zagrożenia zdrowia. Natomiast gdy HQ jest wyższe od 1, przyjmuje się, że istnieje istotne ryzyko wystąpienia nierakotwórczych skutków zdrowotnych. W przeprowadzonych szacunkach uwzględniono, że dawka referencyjna (RfD) dla kadmu wynosi 1 µg/kg masy ciała/dobę [13]. US EPA nie ustanowiła dawki referencyjnej dla ołowiu [14], dlatego też na potrzeby badań przyjęto RfD wynoszącą 3,5 µg/kg masy ciała/dobę, którą oszacowano na podstawie wartości tymczasowego tygodniowego tolerowanego pobrania ołowiu (25 µg/kg masy ciała/tydzień), rekomendowanej przez FAO/WHO (*Food and Agriculture Organization of the World Health Organization*) [15]. Z kolei do obliczenia ryzyka zdrowotnego związanego z narażeniem na rtęć zastosowano RfD ustanowioną dla metylortęci, która wynosi 0,1 µg/kg masy ciała/dobę [16]. Takiego doboru dokonano, ponieważ aktualnie nie ustanowiono dawki referencyjnej dla narażenia rtęcią nieorganiczną przyjętą przez organizm drogą pokarmową.

W ramach przeprowadzonych szacunków obliczono narażenie oraz ryzyko zdrowotne konsumentów na podstawie wszystkich uzyskanych wyników z osobna. W dalszej kolejności wyniki uśredniono dla odżywek białkowych o określonym smaku, jak również należących do danego przedziału cenowego.

W celu sprawdzenia różnicowania zawartości rtęci w odżywkach białkowych w zależności od ich ceny i smaku w pierwszej kolejności sprawdzono normalność rozkładu zmiennej liczbowej testem Shapiro-Wilka. Uzyskany wynik był mniejszy od 0,05, co świadczy o tym, iż rozkład zmiennych nie jest zbliżony do rozkładu normalnego. W związku z powyższym przeprowadzono nieparametryczny test

porównań wielokrotnych – test Kruskala-Wallisa. Analizy statystycznej wyników dokonano przy użyciu programu Statistica 10.

WYNIKI

Zrealizowane badania wykazały niskie stężenia kadmu i ołowiu w analizowanych odżywkach białkowych. Zawartość kadmu niższą od poziomu detekcji aparatury pomiarowej (< 0,002 mg/kg) odnotowano w 43 spośród 52 odżywek. Średnie stężenie kadmu w pozostałych próbkach wynosiło 0,037 mg/kg i stanowiło 3,7% maksymalnego dopuszczalnego stężenia tego metalu w suplementach diety. Najbardziej zanieczyszczona kadmem (0,184 mg Cd/kg) była odżywka o smaku waniliowym (producent nr VII). We wszystkich analizowanych odżywkach białkowych stężenie ołowiu było < 0,002 mg Pb/kg (tab. 2). Natomiast w przypadku rtęci stężenia niższe od progu detekcji (< 0,002 mg/kg) stwierdzono tylko w trzech analizowanych odżywkach. Średnia zawartość tego metalu wynosiła 0,77 mg Hg/kg i była prawie ośmiokrotnie wyższa od najwyższego dopuszczalnego stężenia. Zakres wykazanych stężeń rtęci mieścił się w przedziale od 0,05 do 11,98 mg Hg/kg. Przekroczenie maksymalnego dopuszczalnego stężenia rtęci (od 3 do 14,5 razy) wykazano w aż 48 badanych odżywkach białkowych. Najbardziej zanieczyszczona była odżywka o smaku truskawkowym (producent nr VII), która zawierała rtęć w stężeniu aż 120-krotnie wyższym od maksymalnego dopuszczalnego stężenia (tab. 2).

Tabela 2. Zawartość kadmu, ołowiu i rtęci w badanych odżywkach białkowych (mg/kg)

	Kadm	Ołów	Rtęć
N	52	52	52
Min.	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Max.	0,184	< 0,002	11,98
Średnia ± odchylenie standardowe	0,037 ± 0,058	–	0,77 ± 1,66
Najwyższe dopuszczalne stężenie*	1	3	0,1

* Zgodnie z Rozporządzeniem Komisji (WE) nr 629/2008 z dnia 2 lipca 2008 r. ustalającym najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych [12]. Źródło: Badania własne.

Nie wykazano statystycznie istotnego wpływu takich czynników jak smak ($p = 0,123$) i cena ($p = 0,904$) odżywek białkowych na poziom stężenia rtęci. Ze względu na niewielką liczbę próbek, w których zawartość ołowiu i kadmu przekraczała próg detekcji, w przypadkach obu metali niemożliwe było przeprowadzenie tego typu obliczeń statystycznych.

Na podstawie przedstawionych powyżej wyników oszacowano narażenie mężczyzn uprawiających trening siłowy na metale toksyczne (kadm i rtęć) zawarte w spożywanych odżywkach białkowych. Z racji uzyskania wyników niższych od progu detekcji niemożliwe było oszacowanie narażenia osób uprawiających sporty siłowe na ołów. Przeprowadzone obliczenia wykazały, że dobową dawkę kadmu pobieraną przez mężczyzn o masie ciała wynoszącą 80 kg, uwzględnianych w pierwszym scenariuszu narażenia, średnio wynosiła 0,014 µg Cd/kg masy ciała. Najsilniej narażone na kadm (0,070 µg Cd/kg masy ciała/dobę) były osoby stosujące odżywkę nr 15 o smaku waniliowym, wprowadzaną do obrotu przez producenta nr VII. W drugim scenariuszu uwzględniającym narażenie kulturystów o masie ciała

110 kg, zażywających trzykrotnie większą porcję odżywek, wykazano znacznie wyższe narażenie na kadm, które średnio wynosiło 0,03 µg Cd/kg masy ciała/dobę. Najbardziej narażeni są sportowcy spożywający odżywkę nr 15, którzy pobierają dawkę 0,15 µg Cd/kg masy ciała/dobę. W ramach dokonanej oceny ryzyka zdrowotnego stwierdzono, że średnie narażenie kulturystów o masie ciała 110 i 80 kg stanowi odpowiednio 3% oraz 1,4% dawki referencyjnej, przekroczenie której wiąże się z wystąpieniem istotnego ryzyka zdrowotnego. Wartość ilorazu zagrożenia (HQ) w obu scenariuszach był niższa od 1. Najwyższy iloraz zagrożenia obliczono dla kulturystów stosujących odżywkę białkową nr 15. W przypadku pierwszego i drugiego scenariusza narażenia HQ wynosił odpowiednio 0,07 oraz 0,15, co wskazuje, że długotrwałe spożywanie nawet najbardziej zanieczyszczonych kadmem odżywek białkowych nie stanowi istotnego zagrożenia zdrowia (tab. 3).

Tabela 3. Narażenie mężczyzn uprawiających sporty siłowe na kadm zawarty w spożywanych odżywkach białkowych oraz związane z nim ryzyko zdrowotne

N	Scenariusz 1		Scenariusz 2	
	80 kg		110 kg	
	Dawka pobrana (µg Cd/kg/m.c.)	HQ	Dawka pobrana (µg Cd/kg/m.c.)	HQ
9	0,001–0,069	0,001–0,069	0,003–0,150	0,003–0,150
Średnia ± odchylenie standardowe	0,014 ± 0,022		0,030 ± 0,047	

Źródło: Badania własne.

Wyniki uzyskane w pierwszym scenariuszu wykazały, że średnie narażenie na rtęć mężczyzn o masie ciała 80 kg wynosiło 0,29 ng Hg/kg m.c./dobę. Efektem stosowania najbardziej zanieczyszczonej rtęcią odżywki (producent nr VII – smak truskawkowy) może być narażenie sięgające 4,49 ng Hg/kg masy ciała/dobę. Spożywanie pozostałych odżywek skutkuje pobraniem dawki rtęci nie większej niż 0,54 ng Hg/kg masy ciała/dobę. Średnia wartość ilorazu zagrożenia (HQ) w pierwszym scenariuszu stanowi 0,3% dawki referencyjnej. Wśród mężczyzn spożywających najsilniej zanieczyszczone odżywkę HQ wynosiło 0,045. Uzyskane wyniki wskazują, że długotrwałe stosowanie odżywek białkowych nie powoduje znamienego zagrożenia zdrowia powodowanego narażeniem na rtęć. Silniejsze narażenie na rtęć oraz wyższe ryzyko zdrowotne oszacowano natomiast w drugim scenariuszu. Średnia dawka przyjmowana przez kulturystów o masie ciała 110 kg wynosiła 0,63 ng Hg/kg m.c./dobę. Natomiast

Tabela 4. Narażenie mężczyzn uprawiających sporty siłowe na rtęć zawartą w spożywanych odżywkach białkowych oraz związane z nim ryzyko zdrowotne

N	Scenariusz 1		Scenariusz 2	
	80 kg		110 kg	
	Dawka pobrana (ng Hg/kg/m.c.)	HQ	Dawka pobrana (ng Hg/kg/m.c.)	HQ
49	0,02–4,49	0,0002–0,0449	0,04–9,8	0,004–0,098
Średnia ± odchylenie standardowe	0,29 ± 0,62	0,0029 ± 0,0062	0,63 ± 1,36	0,0063 ± 0,0136

Źródło: Badania własne.

wśród mężczyzn spożywających najsilniej zanieczyszczone odżywkę dobową dawka rtęci sięgała 9,8 ng Hg/kg m.c./dobę. Zażywanie pozostałych odżywek skutkuje narażeniem na rtęć nie większym niż 1,19 ng Hg/kg m.c./dobę. Oszacowany HQ w tej grupie sportowców wynosi średnio 0,0063, natomiast wśród kulturystów stosujących odżywkę zawierającą najwyższe stężenie rtęci stanowi prawie 10% dawki referencyjnej (HQ = 0,098) (tab. 4).

DYSKUSJA

Przeprowadzone badania wykazały bardzo niską, nie przekraczającą progu detekcji, zawartość ołowiu we wszystkich analizowanych odżywkach, a zatem zagrożenie zdrowia powodowane narażeniem osób spożywających preparaty białkowe na ołów jest znikome. Konsumenci odżywek proteinowych mogą natomiast być silniej narażeni na kadm, ponieważ w dziewięciu badanych próbkach odnotowano stężenia przekraczające próg detekcji, a najwyższa stwierdzona zawartość tego metalu stanowiła 18,4% maksymalnego dopuszczalnego stężenia [12]. Przeprowadzona na podstawie tych wyników ocena ryzyka zdrowotnego wykazała, że dawka kadmu pobierana przez kulturystów stanowi maksymalnie kilka procent dawki referencyjnej, której przekroczenie wiąże się z ryzykiem wystąpienia negatywnych efektów zdrowotnych. Metalem, którego zawartość w analizowanych środkach była najwyższa, jest rtęć. W większości badanych próbek odnotowano ponadnormatywne stężenia rtęci. W najbardziej skażonej próbce maksymalne dopuszczalne stężenie [12] przekroczone było aż 120-krotnie. W USA przeprowadzono badania, w ramach których dokonano analizy zawartości takich metali jak: ołów, kadm oraz arsen w 81 najlepiej sprzedających się na amerykańskim rynku suplementach białkowych. W żadnym z preparatów nie wykazano stężenia przekraczającego 1 mg/kg [17]. W związku z powyższym stwierdzona w niniejszej pracy podwyższona zawartość rtęci w dostępnych na polskim rynku odżywkach proteinowych może niepokoić.

Przeprowadzona szacunkowa ocena narażenia konsumentów odżywek białkowych uprawiających sporty siłowe na kadm i rtęć nie wykazała znamienego zagrożenia zdrowia. Oszacowane ryzyko zdrowotne nie jest istotne nawet pomimo wysokich stężeń rtęci odnotowanych w większości produktów objętych badaniem. Stosowanie przez mężczyzn o masie 80 kg najsilniej zanieczyszczonej rtęcią odżywki skutkuje narażeniem stanowiącym ok. 4,5% dawki referencyjnej. Zbliżone wnioski wyciągnięto z badań wykonanych na zlecenie magazynu „Consumer Reports” w lipcu 2010 roku w Nowym Jorku, w których przeanalizowano 15 odżywek białkowych pod kątem zawartości arsenu, kadmu, ołowiu i rtęci. Wykazano wówczas, że w większości produktów stężenie metali nie stwarzało zagrożenia zdrowia dla konsumentów. Jedynie w trzech produktach koncentracja metali była na tyle wysoka, że spożywanie trzech porcji dziennie przekracza dopuszczalną dawkę narażenia na niektóre z badanych metali toksycznych, ustanowioną przez Farmakopeę Stanów Zjednoczonych (USP – *United States Pharmacopeia*) [18].

Pomimo że przeprowadzone badania wykazały niewielkie ryzyko zdrowotne mężczyzn uprawiających sporty siłowe związane z narażeniem na metale ciężkie zawarte w odżywkach białkowych, nie można jednoznacznie stwierdzić, że

produkty te są całkowicie bezpieczne dla zdrowia. W pracy analizowano zawartość jedynie trzech metali toksycznych, podczas gdy nie można wykluczyć występowania w odżywkach również innych związków chemicznych wykazujących szkodliwy wpływ na ludzki organizm. Odżywki są spożywane przez kulturystów regularnie przez wiele lat, co może wiązać się z przewlekłym narażeniem konsumentów prowadzącym do kumulacji zanieczyszczeń w organizmie i występowaniem negatywnych skutków zdrowotnych dopiero po długim czasie ich zażywania. Świadomość ewentualnego zagrożenia spowodowanego zanieczyszczeniami obecnymi w stosowanych odżywkach jest wśród sportowców niewielka. Jak wskazują badania przeprowadzone w populacji młodych niemieckich sportowców, tylko 36% z nich jest świadomych, że suplementy mogą zawierać szkodliwe zanieczyszczenia [19]. Mając na celu zapewnienie bezpieczeństwa zdrowotnego żołnierzy Siły Zbrojne Stanów Zjednoczonych (U.S. Army Forces) uznały, że najlepszym źródłem białka dla personelu wojskowego jest żywność, a nie suplementy białkowe. Stosowanie suplementów białkowych powinno być ograniczone wyłącznie do okresu wytężonej aktywności, np. szkoleń wojskowych czy patroli bojowych. Stwierdza się również, że chociaż suplementy białkowe wydają się być bezpieczne dla zdrowych osób dorosłych, to żołnierze powinni być przeszkoleni pod kątem wiedzy na temat odżywek białkowych, m.in. w zakresie obaw, jakie niesie ich potencjalne zanieczyszczenie [20].

Rozważając problem ryzyka zdrowotnego mężczyzn uprawiających sporty siłowe związanego z narażeniem na metale ciężkie, należy zwrócić uwagę na fakt, że spożywane przez nich odżywki białkowe stanowią tylko niewielką część ich całkowitej diety. Spożywanie niektórych spośród badanych odżywek białkowych dostarcza organizmowi dawki metali, które stanowią kilka procent dawki progowej. Oszacowane narażenie stanowi dodatkowe źródło pobrania metali toksycznych przez organizm, ponieważ inne grupy żywności, np. warzywa, zboża czy ryby, dostarczają do organizmu najwięcej tych związków. Dawki metali dostarczane do organizmu wraz ze spożyciem niektórych badanych preparatów białkowych mogą przyczynić się do podwyższonego ryzyka zdrowotnego kulturystów. Problem ten może dotyczyć przede wszystkim osób zamieszkujących środowisko skażone metalami ciężkimi, np. Górny Śląsk, gdzie wykazano silne zanieczyszczenie kadmem i ołowiem lokalnie uprawianych roślin jadalnych [21, 22].

Z punktu widzenia zarządzania ryzykiem zdrowotnym kluczowe jest eliminowanie potencjalnych źródeł narażenia na toksyczne metale. Biorąc pod uwagę bezpieczeństwo zdrowotne konsumentów suplementów białkowych, istotne jest prowadzenie dokładnych kontroli tych produktów przez ich producentów, jak również przez powołane do tego celu specjalne służby. Ważnym zadaniem jest też edukowanie samych konsumentów, którzy powinni wykazywać się ograniczonym zaufaniem wobec bezpieczeństwa tego typu produktów.

WNIOSKI

1. Zawartość ołowiu i kadmu w dostępnych na polskim rynku odżywkach białkowych jest niska, dlatego też spożywanie tych produktów nie stanowi istotnego źródła narażenia osób uprawiających sporty siłowe na wspomniane metale ciężkie.

2. Niemal w każdej z badanych próbek odżywek białkowych wykazano zawartość rtęci przekraczającą najwyższe dopuszczalne stężenie. Jednak przeprowadzona ocena ryzyka zdrowotnego nie wykazała istotnego zagrożenia zdrowia kulturystów zażywających standardowe porcje tych odżywek.
3. Nie dowiedziono statystycznie istotnego zróżnicowania narażenia na rtęć osób spożywających odżywki białkowe różniące się smakiem oraz ceną.
4. Pomimo, że ryzyko zdrowotne związane z narażeniem kulturystów na metale ciężkie obecne w odżywkach białkowych jest niskie, to z punktu widzenia zarządzania ryzykiem zdrowotnym nie może być ono ignorowanie, ponieważ narażenie to stanowi część pobieranej przez organizm całkowitej dawki metali ciężkich.
5. W celu zwiększenia bezpieczeństwa zdrowotnego osób uprawiających sporty siłowe i jednocześnie zażywających odżywki białkowe zalecane jest dokładne kontrolowanie składu chemicznego tych produktów oraz zwiększenie świadomości kulturystów w zakresie potencjalnego zagrożenia ze strony stosowanych suplementów białkowych.

PIŚMIENNICTWO

1. Skop-Lewandowska A, Małek A, Gmur M, Kolarczyk E. Sposób żywienia oraz popularność stosowania suplementów diety i odżywek wśród młodych osób uczęszczających do klubów fitness. *Probl Hig Epidemiol.* 2013; 94(4): 786–793.
2. Frączek B, Gacek M, Grzelak A. Żywnościowe wspomaganie zdolności wysiłkowych w grupie sportowców wyczynowych. *Probl Hig Epidemiol.* 2012; 93(4): 817–823.
3. Kurylas A, Kwiatkowska-Pamuła A, Gniza D. Rodzaj suplementacji oraz motyw jej stosowania u mężczyzn podejmujących rekreacyjną aktywność fizyczną na siłowni *Journal of Education, Health and Sport.* 2017; 7(1): 84–97. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.231322>
4. Nastaj M, Sołowiej B, Glibowski P, Mleko S, Toczec K. Wpływ suplementacji diety odżywkami węglowodanowo-białkowymi na sprawność fizyczną mężczyzn uprawiających sporty siłowe. W: M Karwowska, W Gustaw (red.). *Trendy w żywieniu człowieka*, Kraków: Wydawnictwo Naukowe PTTŻ; 2015: 213–223.
5. Bowtell JL. Protein and amino acid requirements for athletes. W: D MacLaren (red.). *Nutrition and sport*. Churchill Livingstone Elsevier. Philadelphia; 2007: 93–118.
6. Szponar L, Ciok J. *Suplementacja a zdrowie człowieka*, Warszawa: IZZ; 2005.
7. Ciemiński A, Rajkowska M, Pokorska K. Środowiskowe zanieczyszczenia żywności. *Laboratorium.* 2011; 11–12: 50–53.
8. Liang G, Gong W, Li B, Zuo J, Pan L, Liu X. Analysis of Heavy Metals in Foodstuffs and an Assessment of the Health Risks to the General Public via Consumption in Beijing, China. *Int J Environ Res Public Health.* 2019; 13: 16(6). <https://doi.org/10.3390/ijerph16060909>
9. Wei J, Gao J, Cen K. Levels of eight heavy metals and health risk assessment considering food consumption by China's residents based on the 5th China total diet study. *Sci Total Environ.* 2019; 1(689): 1141–1148. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.502>
10. Brodziak-Dopierała B, Fischer A, Szczelina W, Stojko J. The Content of Mercury in Herbal Dietary Supplements. *Biol Trace Elem Res.* 2018; 185(1): 236–243. <https://doi.org/10.1007/s12011-018-1240-2>
11. Binns CW, Lee MK, Lee AH. Problems and Prospects: Public Health Regulation of Dietary Supplements. *Annu Rev Public Health.* 2018; 39: 403–420. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-040617-013638>
12. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 629/2008 z dnia 2 lipca 2008 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych.
13. Integrated Risk Information System (IRIS). U.S. Environmental Protection Agency. Chemical Assessment Summary. National Center for Environmental Assessment. Cadmium; CASRN 7440-43-9. Washington (DC): US EPA; 1989.
14. Integrated Risk Information System (IRIS). U.S. Environmental Protection Agency. Chemical Assessment Summary. National Center for

- Environmental Assessment. Lead and compounds (inorganic); CASRN 7439-92-1. Washington (DC): US EPA: 2004.
15. Food and Agriculture Organization of the World Health Organization (FAO/WHO), 2011. Joint FAO/WHO Food Standards Programme Codex Committee on Contaminants in Foods. Fifth Session CF/5INF/1, 21–25 March 2011. The Hague, The Netherlands.
 16. Integrated Risk Information System (IRIS). U.S. Environmental Protection Agency. Chemical Assessment Summary. National Center for Environmental Assessment. Methylmercury (MeHg); CASRN 22967-92-6. Washington (DC): US EPA: 2001.
 17. Labdoor. Top 10 protein supplements. Quality rankings. Product purity. <https://labdoor.com/rankings/protein/quality> (dostęp: 24.10.2019).
 18. Doheny K. Protein Drinks Have Unhealthy Metals. Consumer Reports Magazine; 2010, June 03. <http://www.consumerreports.org/cro/2012/04/protein-drinks/index.html> (dostęp: 24.10.2019).
 19. Braun H, Koehler K, Geyer H, Kleiner J, Mester J, Schanzer W. Dietary supplement use among elite young German athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2009; 19(1): 97–109. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.19.1.97>
 20. Pasiakos SM, Austin KG, Lieberman HR, Askew EW. Efficacy and safety of protein supplements for U.S. Armed Forces personnel: consensus statement. *J Nutr.* 2013; 143(11): 1811–1814. <https://doi.org/10.3945/jn.113.175968>
 21. Dziubanek G, Piekut A, Rusin M, Baranowska R, Hajok I. Contamination of food crops grown on soils with elevated heavy metals content. *Ecotox Environ Safe.* 2015; 118: 183–189. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2015.04.032>
 22. Dziubanek G, Baranowska R, Ćwieląg-Drabeka M, Spychała A, Piekut A, Rusin M et al. Cadmium in edible plants from Silesia, Poland, and its implications for health risk in populations. *Ecotox Environ Safe.* 2017; 142: 8–13. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.03.048>