

Zaopatrzenie w jod w Polsce – niemowlęta do szóstego miesiąca życia

Iodine supply in Poland – infants up to 6 months old

Krzysztof Mariusz Halczuk, Bolesław T. Karwowski

Zakład Bromatologii Uniwersytetu Medycznego w Łodzi

Department of Bromatology, Medical University of Łódź

Słowa kluczowe

mleko matki, niedobór jodu, populacja w Polsce, mleko zastępcze, tarczyca

Key words

breast milk, iodine deficiency, population in Poland, substitute milk, thyroid

Streszczenie

Tło. Jod jest składnikiem odżywczym niezbędnym w życiu płodowym i w pierwszych latach życia dziecka. Jego niedobór u kobiety ciężarnej lub niemowlęcia może prowadzić do dysfunkcji układu nerwowego, w tym upośledzenia umysłowego dziecka. **Metody i źródła danych.** Do analizy wykorzystano dane z metaanalizy badań klinicznych dotyczących mleka matki, badań przeprowadzonych w Polsce oraz informacje dotyczące składów mlek zastępczych dostępnych dla konsumentów. Dane dotyczące zapotrzebowania na jod uzyskano z materiałów opublikowanych przez WHO, EFSA, Polskie Towarzystwo Gastroenterologii, Hepatologii i Żywienia Dzieci oraz Instytut Żywności i Żywienia. Publikacje zawierające informacje dodatkowe wyszukano w bazie Pubmed przy użyciu „infant demand for iodine” jako słów kluczowych. **Wyniki.** Zakładając, że Polska jest krajem z niedoborem jodu; obliczone dzienne spożycie jodu przez niemowlę karmione mlekiem matki może wynosić poniżej 10% dziennego zapotrzebowania – w najgorszym rozpatrywanym przypadku. Pełne zaspokojenie zapotrzebowania na jod wystąpiło tylko w jednym scenariuszu – pierwszych dwóch miesiącach życia dziecka. W kolejnych miesiącach spada do 77%. Przy stosowaniu mleka zastępczego zapotrzebowanie na jod u niemowląt jest w przybliżeniu zaspokojone. **Wnioski.** Aby zapewnić dziecku odpowiednią podaż jodu, matka karmiąca piersią powinna przyjmować jod z dodatkowych źródeł (np. suplementów diety). Konieczne jest również przepro-

Abstract

Background. Iodine is a nutrient necessary in fetal life and in the first years of a child's life. Its deficiency in an infant may lead to dysfunctions of the nervous system, including mental retardation. **Methods and data sources.** For the analysis, data from a meta-analysis of clinical trials on breast milk, trials carried out in Poland and data on the composition of substitute milk obtained were used. Data regarding the need for infants for iodine was obtained from materials published by WHO, EFSA, Polish Society of Gastroenterology, Hepatology and Nutrition of Children and Institute of Food and Nutrition. Publications containing additional information were found in the Pubmed database using „infant demand for iodine as keywords. **Results.** Based on the EFSA reference values (90 mcg iodine per day) and the value developed in Madrid (15 mcg iodine/day/kg) and assuming that Poland is an iodine deficient country, the calculated daily intake of iodine with mother's milk by an infant is below 10% of daily demand in the worst case. Only in one case the demand for iodine is fully satisfied. Full satisfaction of the need for iodine occurred only in the first two months of the child's life. In the following months it dropped to 77%. When using milk substitute, the need for iodine is approximately satisfied. **Conclusion.** To ensure the right amount of iodine for a child, a breastfeeding mother should take iodine from additional sources (eg dietary supplements). It is also necessary to conduct research to determine the actual iodine content in breast milk in

wadzenie badań w celu określenia rzeczywistej zawartości jodu w mleku matki w Polsce i opracowanie zaleceń dotyczących suplementacji jodu przez matki karmiące piersią.

Endokrynol. Ped. 2019.18.2.67.61-70.
© Copyright by PTEiDD 2019

Wprowadzenie – tło pracy

Jod w organizmie człowieka

Jod jest składnikiem niezbędnym do produkcji hormonów tarczycy i jednym z czynników limitujących szybkości ich syntezy [1]. Głównymi hormonami tarczycy są 3,5,3'-trijodo-L-tyronina (T3) i 3,5,3,5'-tetrajodo-L-tyronina (T4). Są one bardzo ważne dla rozwoju ośrodkowego układu nerwowego, zwłaszcza podczas życia płodowego, niemowlęctwa i dzieciństwa [1]. W tym czasie istnieje także największe ryzyko narażenia na niedobór jodu. Ponieważ pierwiastek ma tak silny wpływ na wydajność i rozwój człowieka w okresie uzależnienia od rodziców, bardzo ważne jest, aby najpierw matka podczas ciąży i karmienia piersią, a następnie dziecko, uzyskali ją w wystarczających ilościach [2]. Odpowiednie spożycie jodu przez kobietę ciężarną, karmiącą matkę, a następnie dziecko zmniejsza prawdopodobieństwo wrodzonego zespołu niedoboru jodu i dysfunkcji mózgu; zmniejsza śmiertelność niemowląt i poprawia funkcje poznawcze [3].

Dane Głównego Urzędu Statystycznego wskazują na stopniowy wzrost liczby kobiet w Polsce cierpiących na przewlekłe choroby tarczycy [4-6], które mogą być spowodowane także niedoborem jodu [1].

Niedobór jodu podczas ciąży

Niewystarczająca ilość jodu może powodować niedoczynność tarczycy. Jeśli kobieta w ciąży cierpi na niedoczynność tarczycy, choroba jest szczególnie niebezpieczna dla płodu. Takie powikłania mogą powodować znaczące upośledzenie funkcji poznawczych u dziecka, zwane wrodzonym zespołem niedoboru jodu [1,7].

Dowody naukowe wskazują, że nawet niewielki niedobór jodu u kobiet w ciąży ma negatywny wpływ na rozwój dziecka. Badania sugerują, że dzieci kobiet, które podczas ciąży miały stosunek jodu do kreatyniny w moczu (UI/Cr) < 150 mcg/g, wykazują niższe wskaźniki w testach rozwojowych, takich jak IQ lub czytanie ze zrozumieniem

Poland and to develop recommendations for iodine supplementation by breast-feeding mothers.

Pediatr. Endocrinol. 2019.18.2.67.61-70.
© Copyright by PTEiDD 2019

w wieku 8 lat [7]. Można zatem stwierdzić, że podaż jodu w okresach płodowych i rozrodczych wpływa na całe życie ludzkie, a jego niedobory mogą mieć nieodwracalne, negatywne konsekwencje.

Ogólne konsekwencje niedoboru jodu określono w latach 60. XX wieku. Oprócz wyżej wymienionych dysfunkcji, obejmują one również zwiększone ryzyko poronienia i urodzenia martwego dziecka, wyższą śmiertelność okołoporodową i upośledzony rozwój somatyczny, a także wole, podwyższoną wrażliwość na promieniowanie, niższą wydajność w pracy i wyższe ryzyko raka tarczycy w wieku dorosłym – badania te przeprowadzono w Papui Nowej Gwinei. Wole jest najbardziej charakterystyczną konsekwencją niedoboru jodu. Jeśli występuje ono u ponad 5% dzieci w wieku szkolnym, należy mówić o występowaniu endemii – wolu endemicznym [8].

Regulacje prawne – suplementacja jodu w Polsce

W Polsce jako jeden ze sposobów zapobiegania niedoborowi jodu i wolu endemicznemu, wprowadzono regulacje dotyczące suplementacji jodu w populacji polskiej. Pierwsze rozporządzenie, wprowadzone w 1996 r., określa minimalne stężenie 30 (+/- 10) mg jodku potasu (KI) na kg soli przeznaczonej do spożycia przez ludzi, przy czym jod mógł być dodawany tylko do soli w postaci KI [9]. Możliwości zostały rozszerzone w 2000 r., kiedy dozwolone było dodawanie do soli jodanu potasu (KIO₃) w ilości 39 (+/- 13) mg/kg [10]. Obecnie obowiązujące rozporządzenie Ministra Zdrowia z 2010 r. nie zmieniło wymagań dotyczących zawartości jodu w soli – przy minimalnej zawartości jodu wynoszącej 2,3 (+/- 0,77) mg na 1 kg soli [11].

Polski ustawodawca wprowadził również przepisy dotyczące minimalnej i maksymalnej zawartości jodu w produktach specjalnego przeznaczenia medycznego, takich jak preparaty odżywcze przeznaczone dla niemowląt. Wymagania dotyczące ilości jodu w preparatach początkowych i następnych muszą spełniać takie same wymagania.

W przypadku produktów zarejestrowanych jako dietetyczne środki spożywcze specjalnego przeznaczenia medycznego minimalna zawartość jodu wynosi 5 mcg/100 kcal. Maksymalna wartość nie została ustalona. Dla pozostałych produktów minimalna zawartość jodu wynosi 10 mcg/100 kcal, a maksymalna 50 mcg/100 kcal. Zalecane dzienne spożycie jodu w Polsce przez osobę dorosłą wynosi 150 mcg [12].

Polskie Towarzystwo Gastroenterologii, Hepatologii i Żywienia Dzieci w 2014 r. wprowadziło zalecenia dotyczące żywienia niemowląt, które obejmowały również podaż jodu w zależności od wieku dziecka. Wartości te zostały zaczerpnięte z zaleceń Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) z 2013 r. Dla niemowląt w wieku do sześciu miesięcy dzienne spożycie jodu powinno wynosić 90 mcg dziennie zarówno dla chłopców, jak i dla dziewczynek [12,13].

Dodatkowo w 2017 r. Polski Instytut Żywności i Żywienia zaktualizował wartości odpowiedniego spożycia jodu przez niemowlęta. Nowa wartość wynosi 110 mcg/dzień dla niemowląt do sześciu miesięcy, czyli ponad 22% więcej niż wartość zalecana przez EFSA. Wartość ta jest jednak rzadka w literaturze i dlatego nie będzie analizowana [14].

Epidemiologia chorób tarczycy w Polsce

Główny Urząd Statystyczny w Polsce bada stan zdrowia obywateli polskich co kilka lat i badał także częstość występowania chorób tarczycy w latach 2014, 2009 i 2004. W tej pracy szczególną uwagę zwraca się na kobiety w wieku rozrodczym (15-49 lat) [15].

Badania wykazały również rosnącą liczbę przypadków chorób tarczycy wśród kobiet w wieku 20-29 lat (wzrost od 1,4 do 3,2 procent), 30-39 (wzrost od 5,3 do 9,2 procent) i 40-49 (7,0 do 12 procent) między 2004 a 2014 rokiem. Interesujący jest fakt, że w grupie wiekowej 15-19 lat wśród kobiet w okresie 2004 i 2014 zapadalność spadła o 1,4 punktu procentowego.

Największy wzrost zachorowalności na choroby tarczycy zaobserwowano w latach 2009-2014 wśród kobiet w wieku 30-39 lat (wzrost od 5,0 do 9,2 procent) [4-6].

Mleko matki jako modelowy pokarm dla niemowląt

Zakładając, że matka jest zdrowa i dobrze odżywiona, jej mleko powinno zawierać wszystkie składniki odżywcze niezbędne do prawidłowego

rozwoju niemowlęcia. Dlatego według WHO matka powinna karmić piersią swoje dziecko do szóstego miesiąca życia. Od piątego miesiąca życia dietę niemowlęcia można uzupełniać posiłkami w postaci przecierów lub kaszek [12]. Istnieją jednak pewne przeciwwskazania do karmienia piersią. Chociaż są rzadkie i tylko tymczasowe, odnotowano pewne trwałe przeciwwskazania, takie jak galaktoza niemowlęca (1:60 000 urodzeń) lub wrodzony niedobór laktazy (również bardzo rzadki). Przeciwwskazania ze strony matki obejmują zakażenie HIV lub wirusowym HLTV-1 lub HLTV-2, zażywanie narkotyków i chorobę ebola. Ponadto przyjmowanie niektórych leków, diagnostyka radiofarmaceutyczna, nieleczona bruceloza, wirus opryszczki HSV atakujący piersi (w tym przypadku dziecko można karmić zdrową piersią), nielezione i aktywne zakażenie gruźlicą i ospą wietrzną przy porodzie są wskazaniami do czasowego zaprzestania karmienia piersią [12,16].

Mleko matki to modelowy pokarm dla niemowląt. Oprócz odpowiedniego składu mikro- i makroelementów zawiera on również wiele cząstek bioaktywnych, takich jak przeciwciała, hormony lub komórki macierzyste. Udowodniono również, że karmienie niemowląt mlekiem ludzkim zmniejsza prawdopodobieństwo rozwoju infekcji i chorób przewlekłych u dziecka. Częściowo zapobiega także wystąpieniu cukrzycy typu II u dziecka i otyłości w późniejszym życiu [16]. Polskie badanie antropometryczne i odżywcze w grupie kobiet karmiących piersią w 2018 r. wykazało, że wszystkie kobiety są zagrożone między innymi niedoborem jodu i niedoborem energii [17]. Wyniki te mogą oznaczać, że niemowlęta karmione wyłącznie takim mlekiem matki byłyby również zagrożone niedoborem składników odżywczych, co może negatywnie wpływać na ich rozwój.

Położenie geograficzne niektórych krajów europejskich, w tym Polski, charakteryzuje się łagodnym i umiarkowanym niedoborem jodu. Niestety, podczas gdy badania nad zawartością jodu w mleku matki przeprowadzono w innych krajach Europy, w żadnych nie zbadano zawartości jodu w mleku matki w Polsce. W większości badanych populacji zidentyfikowano zagrożone niedoborem jodu [8,18].

Materiał i metody

Metaanaliza opublikowana w 2018 r. badań opublikowanych w latach 1986–2016 weryfikuje

jących zawartość jodu w mleku matki wskazała kraje z wystarczającą ilością jodu oraz kraje z niedoborem jodu. Stwierdzono, że w krajach o odpowiedniej ilości jodu średnia zawartość jodu wynosiła 71,5 mcg/L (przedział ufności: 51,0-92,0 mcg/L) w dojrzałym mleku; jednak w krajach ubogich w jod wartości te wynosiły 28,0 mcg/L (przedział ufności: 13,8–69,9 mcg/L) [18]. Są to jednak dane z bardzo długiego okresu i z różnych regionów, co nie pozwala na wyciąganie wniosków dla określonych krajów. Chociaż nie przeprowadzono odpowiednich badań – Polskę sklasyfikowano jako region geograficzny o umiarkowanym niedoborze jodu i będzie traktowana jako kraj z deficytem jodu.

W oparciu o zawartość kaloryczną dojrzałego mleka w Polsce (najszerszy zakres w badaniu: 470-737 kcal/L) [17] obliczono największą i najmniejszą objętość wymaganą przez niemowlę do zaspokojenia potrzeb energetycznych. Następnie obliczono procent zapotrzebowania na jod, który może zostać zaspokojony w kraju z deficytem jodu, przyjmując CI 13,8-69,9 mcg/L [18]. Aktualne wytyczne EFSA zostały uznane za wartości referencyjne.

Jest wiele preparatów dostępnych na polskim rynku, które można stosować jako alternatywę dla mleka matki. W niniejszej analizie zbadano pięć dostępnych na rynku preparatów przeznaczonych do stosowania u zdrowych niemowląt. Każdy z nich był analizowany pod względem zadeklarowanej zawartości kalorii i zawartości jodu (tabela II).

Wyniki

Zgodnie z danymi matka nie może zapewnić dziecku odpowiedniej ilości jodu poprzez karmienie piersią bez przekarmiania. Nawet w skrajnie pozytywnych przypadkach, gdy zawartość kalorii jest minimalna i występuje maksymalna zawartość jodu; mleko matki może dostarczać jod na poziomie powyżej 90% wartości referencyjnych tylko w 4-5 miesiącu życia chłopców i 5-6 miesiącu życia dziewcząt (tabela Ia). Ponieważ jednak w żadnym badaniu nie analizowano zawartości jodu w mleku matki w Polsce, wniosek ten należy podjąć z dużą niepewnością. Takie badania są wyraźnie potrzebne do zrozumienia wartości odżywczej mleka matki w Polsce.

Na podstawie informacji dostarczonych przez dystrybutora oraz wytycznych żywieniowych

EFSA, procent zapotrzebowania na jod obliczono w momencie zaspokojenia zapotrzebowania na energię (tabela Ib).

Mleko zastępcze wydaje się lepiej zabezpieczać podaż jodu niż mleko matki. Jednak stosowanie tylko jednego wybranego mleka zastępczego przez pierwsze sześć miesięcy życia dziecka spowodowało wahania ilości przyjmowanego jodu, co sugeruje, że żadne mleko nie jest właściwie zbilansowane. Należy również pamiętać, że mleko matki zawiera składniki nieobecne w mleku zastępczym, takie jak hormony i przeciwciała przez co jest znacznie lepszym jakościowo pokarmem dla niemowlęcia [17].

Inne wytyczne

Powyższa analiza zakłada, że zapotrzebowanie na jod niemowlęcia przez pierwsze sześć miesięcy życia jest stałe. Nie można jednak pominąć faktu, że masa dziecka podwaja się w tym okresie [19]. Dlatego też podczas karmienia dziecka rozsądne wydaje się stosowanie wytycznych opartych na składnikach odżywczych obliczanych na kilogram masy ciała. Zakładając, że zapotrzebowanie na jod na kilogram masy ciała dziecka wynosi 15 mcg/kg/dzień [20] i na podstawie wykresów wzrostu dziecka opracowanych przez WHO [19] możliwe jest oszacowanie zapotrzebowania na jod znacznie dokładniej.

Zaspokojenie zapotrzebowania na jod przy założeniu, że jedynym pokarmem niemowlęcia jest mleko matki, zweryfikowano za pomocą wartości z rysunków 1a-1d. Analiza obejmowała 6 przypadków ustalonych na podstawie wartości kalorycznych mleka znanych z poprzedniej analizy (minimum i maksimum) oraz zawartości jodu w mleku matki (minimum, średnia i maksimum). Wyniki przedstawiono na rysunkach 1a i 1c dla dziewcząt oraz na rysunkach 1b i 1d dla chłopców.

Najlepszy wynik uzyskuje się w przypadku mleka o bardzo niskiej wartości kalorycznej i wysokiej zawartości jodu.

Analizując kompozycje produktów zastępujących mleko matki i stosując dane z wykresów wzrostu WHO dla dzieci, zapotrzebowanie na jod wydaje się być zaspokojone znacznie lepiej, niż gdy stosowane jest mleko kobiece (ryc. 1e i 1f).

Wyniki te pokazują nie tylko całkowite zaspokojenie zapotrzebowania dziecka na jod, ale także jego nadmierną podaż w pierwszym kwartale życia dziecka.

Tabela Ia. Zaspokojenie zapotrzebowania na jod w procentach w momencie zaspokojenia zapotrzebowania kalorycznego (mleko matki)

Table Ia. Percentage satisfaction of iodine demand at the moment of meeting caloric demand (breast milk)

Miesiąc życia	Chłopcy		Dziewczynki	
	min	max	min	max
0-1	7,46%	59,24%	6,96%	55,29%
1-2	10,44%	82,94%	9,45%	75,04%
2-3	10,94%	86,89%	9,94%	78,99%
3-4	10,44%	82,94%	9,45%	75,04%
4-5	11,44%	90,84%	10,44%	82,94%
5-6	11,93%	94,79%	11,44%	90,84%

Tabela Ib. Zaspokojenie zapotrzebowania na jod w procentach w momencie zaspokojenia zapotrzebowania kalorycznego (mleko zastępcze)

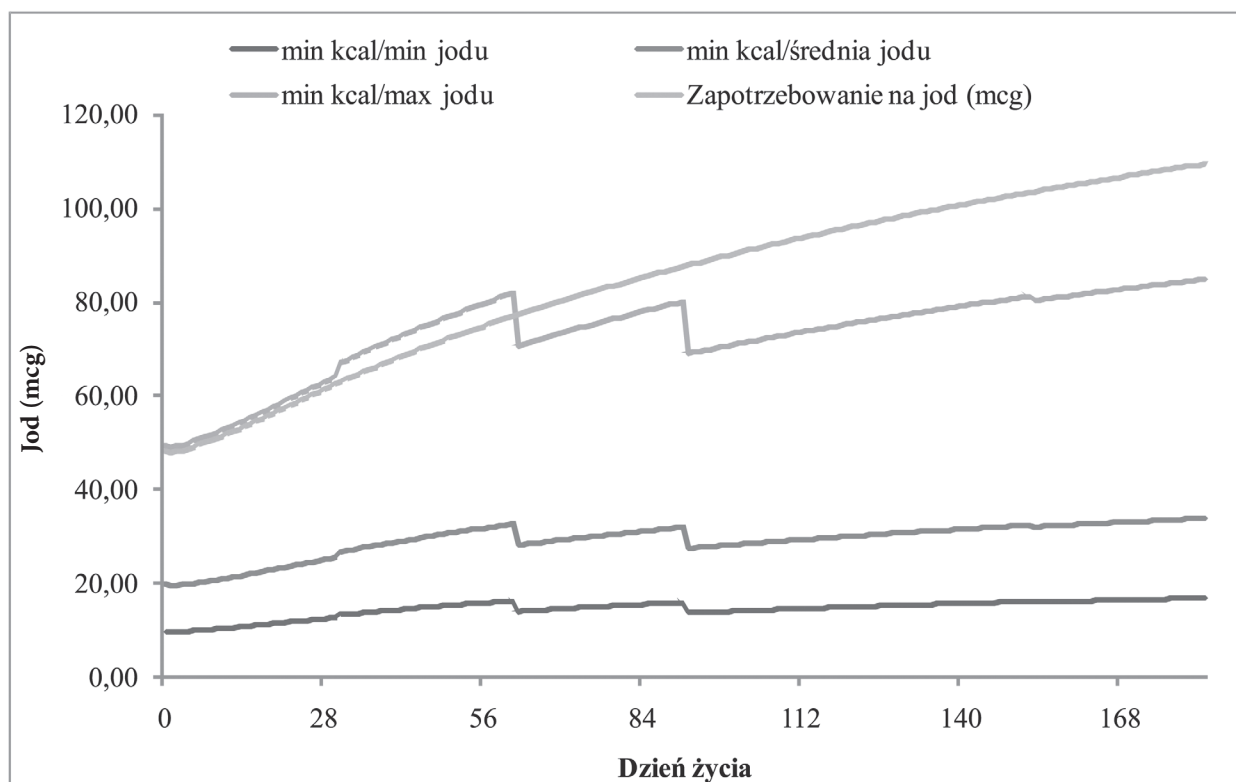
Table Ib. Percentage satisfaction of iodine demand at the moment of meeting caloric demand (substitution milk)

Etap życia	Chłopcy						Średnia	Rozrzut w punktach procentowych
	0-1 Miesiąc	1-2 Miesiąc	2-3 Miesiąc	3-4 Miesiąc	4-5 Miesiąc	5-6 Miesiąc		
Produkt 1	76,75%	107,45%	112,57%	107,45%	117,69%	122,81%	107,45%	46,05
Produkt 2	84,42%	118,19%	123,82%	118,19%	129,45%	135,08%	118,19%	50,65
Produkt 3	72,42%	101,39%	106,22%	101,39%	111,05%	115,88%	101,39%	43,45
Produkt 4	72,42%	101,39%	106,22%	101,39%	111,05%	115,88%	101,39%	43,45
Produkt 5	84,49%	118,29%	123,93%	118,29%	129,56%	135,19%	118,29%	50,70
Etap życia	Dziewczynki						Średnia	Rozrzut w punktach procentowych
	0-1 Miesiąc	1-2 Miesiąc	2-3 Miesiąc	3-4 Miesiąc	4-5 Miesiąc	5-6 Miesiąc		
Produkt 1	73,56%	97,22%	102,34%	97,22%	107,45%	117,69%	99,25%	44,13
Produkt 2	80,91%	106,94%	112,56%	106,94%	118,19%	129,45%	109,16%	48,53
Produkt 3	69,41%	91,74%	96,57%	91,74%	101,39%	111,05%	93,65%	41,64
Produkt 4	69,41%	91,74%	96,57%	91,74%	101,39%	111,05%	93,65%	41,64
Produkt 5	80,98%	107,03%	112,66%	107,03%	118,29%	129,56%	109,26%	48,58

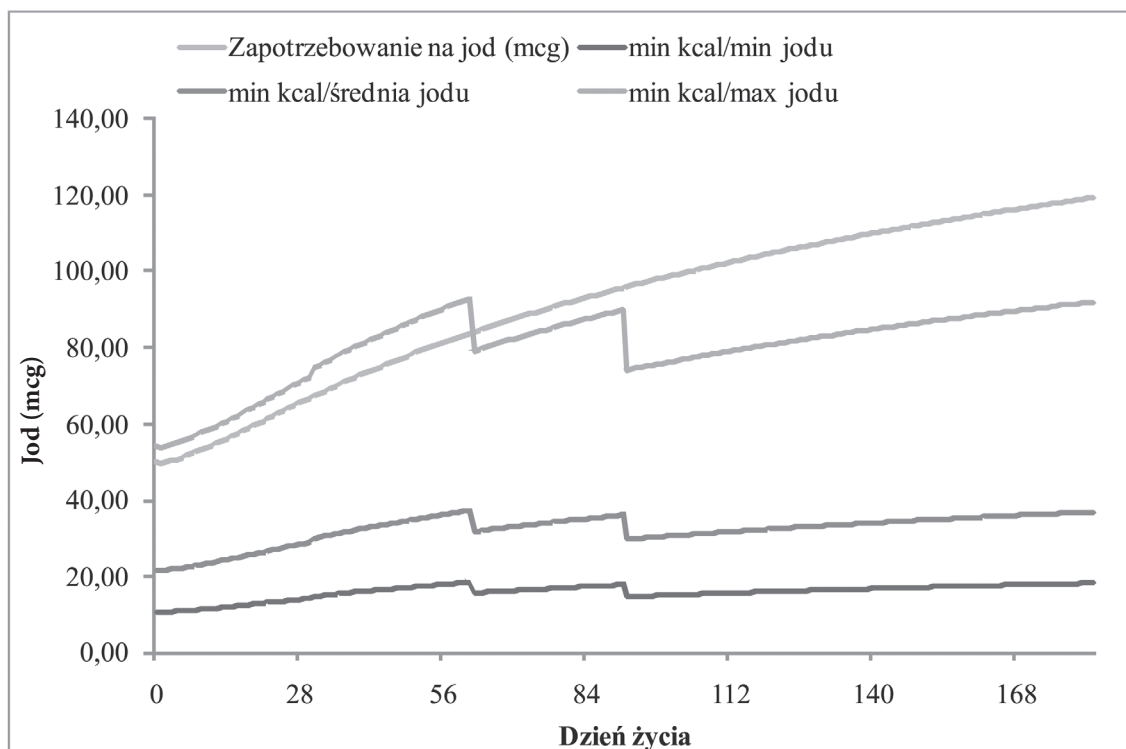
Tabela II. Deklarowana przez wytwórców zawartość jodu i energii w wybranych produktach żywienia początkowego dla niemowląt

Table II. Producer's declared content of iodine and energy in selected infant nutrition products

	Zawartość jodu na 100 ml gotowego produktu (mcg)	Energia na 100 ml gotowego produktu (kcal)
Produkt 1	12,91	67,00
Produkt 2	14,20	67,00
Produkt 3	12,00	66,00
Produkt 4	12,00	66,00
Produkt 5	14,00	66,00



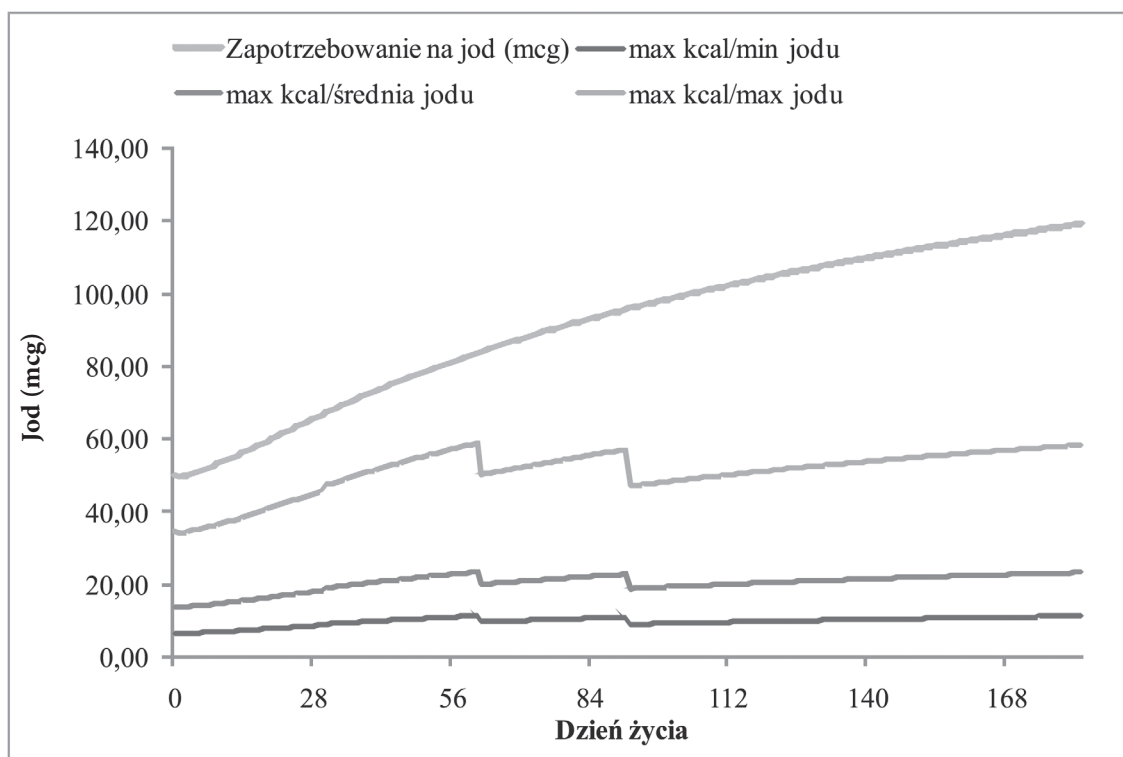
Ryc. 1a. Zaspokojenie zapotrzebowania na jod dla dziewczynek – mleko matki, niska kaloryczność mleka
Fig. 1a. Satisfying the demand for iodine for girls – mother's milk, low caloric content of milk



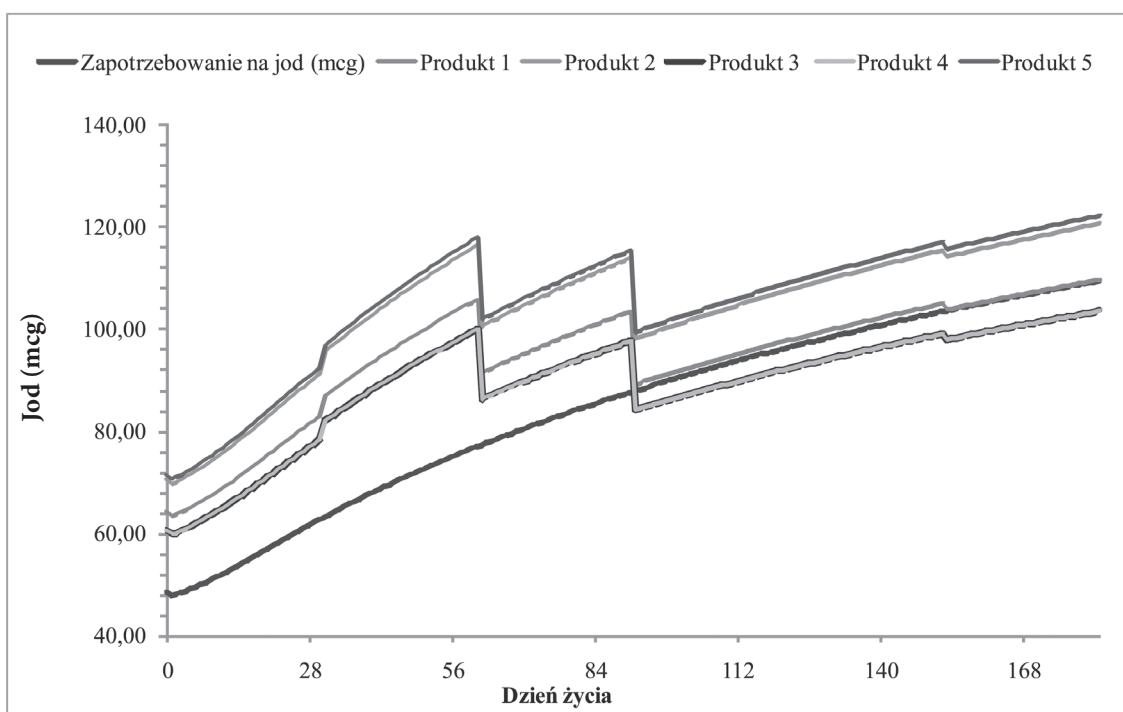
Ryc. 1b. Zaspokojenie zapotrzebowania na jod dla chłopców – mleko matki, niska kaloryczność mleka
Fig. 1b. Satisfying the demand for iodine for boys – mother's milk, low caloric content of milk



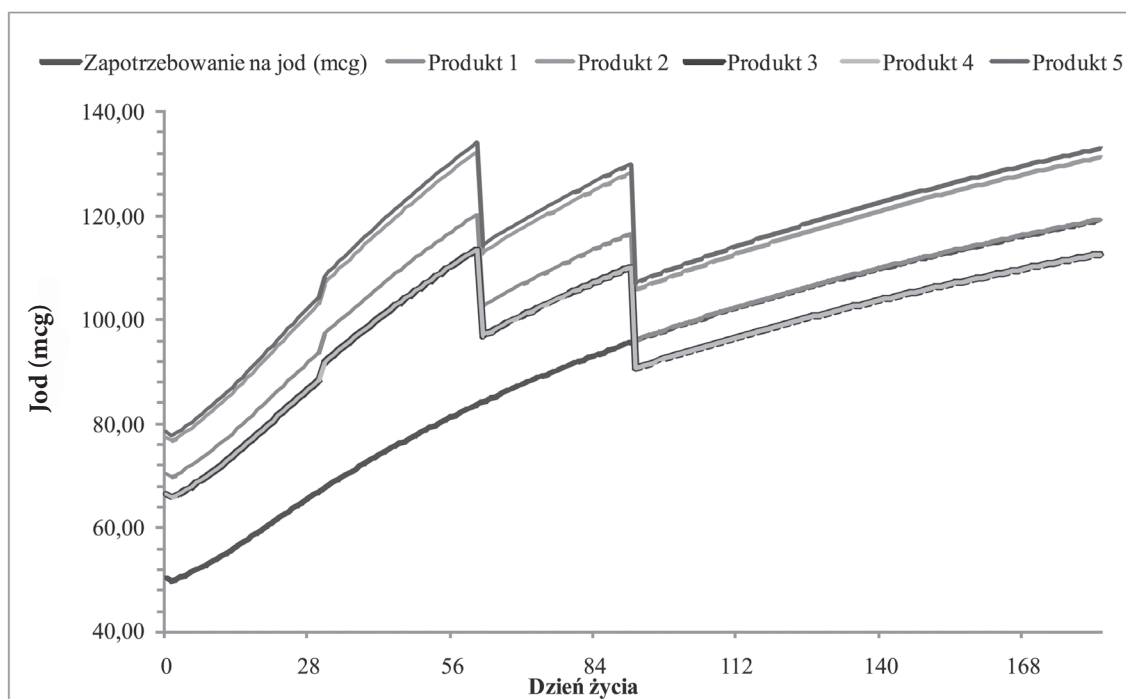
Ryc. 1c. Zaspokojenie zapotrzebowania na jod dla dziewczynek – mleko matki, wysoka kaloryczność mleka
Fig. 1c. Satisfying the demand for iodine for girls – mother's milk, high caloric content of milk



Ryc. 1d. Zaspokojenie zapotrzebowania na jod dla chłopców – mleko matki, wysoka kaloryczność mleka
Fig. 1d. Satisfying the demand for iodine for boys – mother's milk, high caloric content of milk



Ryc. 1e. Zaspokojenie zapotrzebowania na jod dla dziewczynek – mleka zastępcze
Fig. 1e. Satisfying the demand for iodine for girls – milk substitute



Ryc. 1f. Zaspokojenie zapotrzebowania na jod dla chłopców – mleka zastępcze
 Fig. 1f. Satisfying the demand for iodine for boys – milk substitute

Podsumowanie i wnioski

Badanie analizuje dwa scenariusze: całkowite karmienie piersią i całkowite zastąpienie mleka matki preparatami odżywczymi zalecanymi do stosowania od pierwszych dni życia. Dane dotyczące składu mleka matki w Polsce zebrano z literatury opisującej badania kliniczne przeprowadzone w 2018 r. w Warszawie oraz z metaanalizy badań przeprowadzonych w ciągu kilku dziesięcioleci w różnych krajach [17,18].

Na podstawie dostępnych danych uznano Polskę za obszar geograficznego niedoboru jodu – to założenie jest kluczowe dla całej analizy [18].

Wytyczne EFSA określają zalecane spożycie jodu przez niemowlęta do szóstego miesiąca życia jako 90 mcg/dzień (stała wartość w całym analizowanym okresie). Inną wartością zalecanego dziennego spożycia jodu dla tej grupy wiekowej jest 15 mcg/kg/dzień (wartość zmienna w czasie) – określona na podstawie badań przeprowadzonych w Madrycie. Wytyczne Polskiego Instytutu Żywności i Żywienia są jeszcze wyższe – 110 mcg/dzień (stała w całym analizowanym okresie) [13,14,20].

Ponieważ masa ciała dziecka w pierwszym półroczu życia wzrasta ponad dwukrotnie, wydaje się,

że zalecane dzienne spożycie jodu i innych składników odżywczych powinno być obliczane na kilogram masy ciała.

Dostępne dane oparte na wytycznych EFSA i obliczeniach zapotrzebowania na jod na kilogram masy ciała dziecka wskazują, że nie jest możliwe zapewnienie odpowiedniej podaży jodu w analizowanym okresie przez karmienie piersią. Te braki mogą być krytyczne, gdyż tylko 10% wymaganego jodu jest dostarczane (tabela Ia, ryc. 1a-1d) – najgorszy przypadek, kiedy podawane jest mleko o najwyższej zawartości kalorii i najniższej zawartości jodu. W najbardziej optymistycznym scenariuszu (minimalna wartość energetyczna mleka matki i najwyższa zawartość jodu) podaż jodu waha się od 94% do 111% wymaganej ilości w pierwszym kwartale, ale spada do 77% w drugim kwartale, co oznacza prawdopodobnie znaczny niedobór (tabela Ia, ryc. 1a-1d), który może prowadzić do wielu negatywnych skutków związanych z rozwojem układu nerwowego u dzieci.

W przypadkach, w których mleko matki jest całkowicie zastąpione mlekiem zastępczym, wartości te są znacznie bardziej optymistyczne. W przypadku preparatów zastępczych zapotrzebowanie na jod jest zaspokajane przez cały wskazany okres, z nadwyżką podaży obserwowaną w pierw-

szym kwartale życia dziecka (tabela Ib, ryc. 1e-1f). Nadpodaż jodu nie jest jednak niebezpieczna, ponieważ w warunkach fizjologicznych wchłanianie jodu jest kontrolowane dzięki efektowi Wolffa-Chaikoffa. Tylko w przypadku autoimmunologicznej choroby tarczycy długotrwała nadmierna podaż jodu może spowodować zapalenie tarczycy [21].

Chociaż formuły zastępujące mleko matki mogą zaspokoić zapotrzebowanie na jod, należy pamiętać, że takie preparaty nie zastępują mleka matki. Nie zawierają wielu składników potrzebnych do rozwoju i służą jedynie jako źródło składników odżywczych. Składniki mleka kobiecego takie jak przeciwciała, hormony lub komórki macierzyste są wymagane do prawidłowego rozwoju, a odżywkę syntetyczną są ich pozbawione [17].

Ponieważ mleko matki jest uważane za złoty standard w żywieniu niemowląt, ważne jest, aby przyszłe i karmiące matki stosowały odpowiednią dietę, aby zapewnić dziecku optymalne poziomy wszystkich składników odżywczych. Niestety, w żadnych badaniach nie sprawdzono zawartości jodu w mleku matki w Polsce, a zatem wszelkie badania na ten temat muszą opierać się na niedokładnych danych z krajów o podobnym stanie geograficznym i/lub gospodarczym. Niewątpliwie potrzebne są dalsze badania, aby zweryfikować zarówno założenia obecnej pracy, jak i skuteczność obowiązkowego wzbogacania w jod soli kuchennej.

Piśmiennictwo / References

1. Choudhry H., Nasrullah M.: Iodine consumption and cognitive performance: Confirmation of adequate consumption. *Food Science & Nutrition*, 2018 vol. 6, no. 6, pp. 1341-1351, DOI: doi:10.1002/fsn3.694.
2. Velasco I., Bath S.C., Rayman M.P.: Iodine as Essential Nutrient during the First 1000 Days of Life, (in eng). *Nutrients*, 2018:vol. 10, no. 3, Mar 1, DOI: 10.3390/nu10030290.
3. Zimmermann M.B.: Iodine deficiency, (in eng). *Endocr Rev*, Jun 2009:vol. 30, no. 4, pp. 376-408, DOI: 10.1210/er.2009-0011.
4. Stan Zdrowia Ludności Polski w 2004 R., Główny Urząd Statystyczny, 2006.
5. Stan Zdrowia Ludności Polski w 2009 R., Główny Urząd Statystyczny, 2011.
6. Stan Zdrowia Ludności Polski w 2014 R., Główny Urząd Statystyczny, 2016.
7. Dahl L. et al.: Iodine Deficiency in a Study Population of Norwegian Pregnant Women – Results from the Little in Norway Study (LiN), (in eng). *Nutrients*, Apr 20 2018:vol. 10, no. 4, DOI: 10.3390/nu10040513.
8. Gietka-Czernel M.: Profilaktyka niedoboru jodu. *Postępy Nauk Medycznych*, 2015:vol. XXVIII, 15 pp. 839-845.
9. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 30 czerwca 2000 r. w sprawie zakazu produkcji i wprowadzania do obrotu w celach spożywczych niektórych rodzajów soli. *M. Zdrowia Dz.U.* 2000 nr 56 poz. 676, 2000.
10. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 16 września 2010 r. w sprawie substancji wzbogacających dodawanych do żywności. *Dz.U.* 2010 nr 174 poz. 1184, 2010.
11. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 16 września 2010 r. w sprawie środków spożywczych specjalnego przeznaczenia żywieniowego (tekst jednolity: *Dz.U.* 2015 poz. 1026). *M. Zdrowia Dz. U.* 2015 poz. 1026, 2015.
12. Zasady żywienia zdrowych niemowląt. Zalecenia Polskiego Towarzystwa Gastroenterologii, Hepatologii i Żywienia Dzieci. H. i Ż. D. Polskie Towarzystwo Gastroenterologii, 2014.
13. Scientific Opinion on nutrient requirements and dietary intakes of infants and young children in the European Union. *EFSA Journal*, 2013:vol. 11, no. 10, DOI: 10.2903/j.efsa.2013.3408.
14. Jarosz M.: Normy żywienia dla populacji Polski, 2017.
15. <https://www.who.int/reproductivehealth/topics/infertility/definitions/en/>. (accessed 2019-01-02).
16. Davanzo R.: Controversies in Breastfeeding, (in eng). *Front Pediatr*, 2018:vol. 6, p. 278, DOI: 10.3389/fped.2018.00278.
17. Bzikowska-Jura A., Czerwonogrodzka-Senczyzna A., Oledzka G., Szostak-Wegierek D., Weker H., Wesolowska A.: Maternal Nutrition and Body Composition During Breastfeeding: Association with Human Milk Composition, (in eng). *Nutrients*, Sep 27 2018:vol. 10, no. 10, DOI: 10.3390/nu10101379.
18. Nazeri P., Kabir A., Dalili H., Mirmiran P., Azizi F.: Breast-Milk Iodine Concentrations and Iodine Levels of Infants According to the Iodine Status of the Country of Residence: A Systematic Review and Meta-Analysis, (in eng). *Thyroid*, Jan 2018:vol. 28, no. 1, pp. 124-138, DOI: 10.1089/thy.2017.0403.
19. The WHO Child Growth Standards. https://www.who.int/childgrowth/standards/weight_for_age/en/ (accessed 2019-01-02).
20. Ares S., Quero J., Morreale de Escobar G.: Neonatal iodine deficiency: clinical aspects, (in eng). *J Pediatr Endocrinol Metab*, Dec 2005:vol. 18 Suppl 1, pp. 1257-64.
21. Higgs M., Hull E., Lujan E.: A Case Report of Post-Operative Jod-Basedow Phenomenon Following Oral and IV Iodine Contrast Administration, (in eng). *Case Rep Endocrinol*, vol. 2014, p. 980283, 2014, DOI: 10.1155/2014/980283.