

Anna Rudnicka, Kamil Konrad Hozyasz

Received: 17.07.2017

Accepted: 23.10.2017

Published: 30.03.2018

Praktyczne aspekty wyboru wody w żywieniu zdrowych niemowląt i młodszych dzieci

Choice of water in healthy baby nutrition – practical aspects

Klinika Pediatrii, Instytut Matki i Dziecka, Warszawa, Polska

Adres do korespondencji: Lic. dietetyk Anna Rudnicka, Klinika Pediatrii Instytutu Matki i Dziecka, ul. Kasprzaka 17A, 01-211 Warszawa, tel.: +48 22 327 72 37, e-mail: anna.rudnicka@imid.med.pl

Department of Paediatrics, Institute of Mother and Child, Warsaw, Poland

Correspondence: Anna Rudnicka, Department of Paediatrics, Institute of Mother and Child, Kasprzaka 17A, 01-211 Warsaw, Poland, tel.: +48 22 327 72 37, e-mail: anna.rudnicka@imid.med.pl

Streszczenie

Woda stanowi podstawowy składnik organizmu człowieka na wszystkich etapach jego rozwoju. W przeliczeniu na masę ciała zapotrzebowanie na wodę jest czterokrotnie większe u niemowląt niż u osób dorosłych. W pierwszych miesiącach życia jedynym źródłem wody jest pokarm matki i/lub zastępujące go mieszanki. Podstawowymi wyznacznikami wyboru wody przeznaczonej do żywienia niemowląt i dzieci są: ogólna suma, rodzaj i zawartość rozpuszczonych składników mineralnych – głównie sodu, siarczanów, azotanów i azotynów, stopień mineralizacji wody, a także dobra praktyka produkcyjna oraz wdrożone i ewaluowane systemy bezpieczeństwa jakości żywności. W przypadku niemowląt oraz dzieci do 3. roku życia rekomenduje się wodę źródłaną lub naturalną wodę o niskiej mineralizacji, powyżej 1. roku życia dopuszcza się zaś spożycie wody średnizmineralizowanej. Wykorzystywana woda nie może – nawet potencjalnie – oddziaływać niekorzystnie na organizm dziecka. Główne zagrożenia zdrowotne związane ze spożywaniem wody (również wykorzystywanej do przygotowywania mieszanek mlecznych) stanowią zanieczyszczenia mikrobiologiczne oraz pochodzące z rolnictwa i przemysłu. W niniejszej pracy przedstawiono najważniejsze informacje na temat wody wodociągowej oraz wody butelkowanej, które wykorzystuje się do żywienia najmłodszych dzieci. Omówiono również badania dotyczące wody studziennej, rozważając zasadność i bezpieczeństwo jej spożycia przez niemowlęta. Przedstawiono schemat postępowania z wodą przeznaczoną do przygotowywania mieszanek dla niemowląt, a także potencjalne zagrożenia dla zdrowia wynikające ze spożywania wody pitnej nadmiernie zmineralizowanej, z zanieczyszczeniami chemicznymi lub dystrybuowanej w opakowaniach z tworzyw sztucznych.

Słowa kluczowe: żywienie niemowląt, woda butelkowana, woda wodociągowa, mieszanki dla niemowląt, woda studzienna

Abstract

Water is the basic component of the human body at all development stages. The water requirement per body weight is four times higher in infants compared to adults. The only source of water in the first months of life is human milk and/or formula. The main factors determining the choice of water for infants and children are: the total amount, type and content of dissolved minerals (mainly sodium, sulphates, nitrates and nitrites), concentration of minerals and good manufacturing practice as well as implemented and evaluated safety systems for food quality. In the case of infants and children younger than 3 years of age, spring water or low-mineralised natural water is recommended, while moderately mineralised water is allowed in children older than 1 year of age. Water cannot have any, even potential, negative effects on the child's organism. The main health-related threat associated with water consumption (also water used for formula preparation) is microbiological, agricultural or industrial water contamination. This review presents the most important information about tap and bottled water used to feed infants and toddlers. Studies on well water have also been discussed, raising questions about the legitimacy and safety of its consumption by infants. The review presents a management scheme for water used for the preparation of infant formula as well as potential health-related risks of consuming overmineralised drinking water, water with chemical contamination or water distributed in plastic containers.

Keywords: infant nutrition, bottled water, tap water, infant formula, well water

WSTĘP

Woda stanowi podstawowy składnik organizmu człowieka na wszystkich etapach jego rozwoju. Tworzy środowisko dla procesów biochemicznych, będąc w nich zarówno substratem, jak i produktem. Między innymi bierze udział w utrzymaniu homeostazy na drodze termoregulacji oraz jako przenośnik substancji odżywczych, jonów, witamin lub hormonów⁽¹⁾.

Zawartość wody w organizmie zmienia się w ciągu życia od około 75% u niemowląt do 55–60% u osób w starszym wieku⁽²⁾. W przeliczeniu na masę ciała zapotrzebowanie na wodę jest czterokrotnie większe w przypadku niemowląt niż osób dorosłych⁽³⁾ i wynosi: w pierwszym półroczu życia 100–190 ml/kg m.c./dobę, w drugim półroczu życia 800–1000 ml, a pomiędzy 1. a 3. rokiem życia zaleca się spożywanie około 1250 ml^(4,5). Światowa Organizacja Zdrowia (World Health Organization, WHO) w przypadku dzieci od 6. do 24. miesiąca życia karmionych mlekiem modyfikowanym rekomenduje podawanie odpowiednio w umiarkowanym i gorącym klimacie: minimum 400–600 ml i 800–1200 ml dodatkowych płynów na dobę. WHO dopuszcza podaż płynów w postaci wody, soków, zup oraz kaszek i kleików, przy czym płynem z wyboru w żywieniu dzieci pozostaje czysta, przegotowana woda. Nie zaleca się natomiast pojenia dzieci herbatą i słodzonymi napojami, w tym gazowanymi, oraz ogranicza spożycie soków do mniej niż 250 ml/dobę⁽⁶⁾. Dla porównania, schemat żywienia niemowląt polskich w wieku 6–12 miesięcy przewiduje codzienne spożycie nie więcej niż 150 ml 100-procentowych soków przecierowych, pasteryzowanych, bez dodatku cukru (objętość ta dotyczy dobowej podaży soków włącznie ze spożytymi owocami)⁽⁷⁾.

Dzieci są bardziej niż osoby dorosłe narażone na odwodnienie. Wynika to z większego stosunku powierzchni ciała do masy ciała oraz mniejszej tolerancji nadmiaru ciepła⁽⁸⁾. Niedobory wody w diecie prowadzą m.in. do zaburzeń koncentracji, pamięci krótkotrwałej czy zdolności motorycznych; mogą również zwiększać agresję i niepokój⁽⁹⁾. Ponadto dehydratacja na poziomie 2–3% zaburza termoregulację organizmu, przyczynia się do osłabienia apetytu, odczuwania zmęczenia, znużenia czy bólów głowy. Przy wysokiej temperaturze otoczenia odwodnienie na poziomie ponad 10% stanowi bezpośrednie zagrożenie życia⁽⁵⁾.

DOPAJANIE NIEMOWLĄT MŁODSZYCH – TAK CZY NIE?

Zdrowe niemowlęta, karmione przez pierwsze 6 miesięcy życia wyłącznie pokarmem kobiecym, nie wymagają podaży dodatkowych płynów⁽⁷⁾. Brakuje natomiast w krajowym piśmiennictwie jednoznacznych wytycznych w sprawie dopajania wodą niemowląt karmionych mlekiem modyfikowanym przed wprowadzeniem posiłków uzupełniających. Amerykańskie Towarzystwo Pediatryczne (American Academy of Pediatrics, AAP) rekomenduje wyłączne karmienie piersią przez pierwsze

INTRODUCTION

Water is the basic component of the human body at all development stages. It creates an environment for biochemical processes, in which it is both a substrate and a product. For instance, it participates in homeostasis maintenance by thermoregulation and by carrying nutrients, ions, vitamins and hormones⁽¹⁾. The water content in the human organism changes during lifetime from approximately 75% in infants to 55–60% in the elderly⁽²⁾. Based on body weight, water requirement is four times higher in infants than in adults⁽³⁾ and amounts to: 100–190 mL/kg body weight daily in the first 6 months of life, 800–1,000 mL in the second six months of life and 1,250 mL between the age of 1 and 3^(4,5). The World Health Organization (WHO) recommends giving additional fluids to formula-fed infants from the age of 6 months to the age of 24 months in the following amounts: at least 400–600 mL per day in a temperate climate and at least 800–1,200 mL per day in a hot climate. According to the WHO, this can be provided as water, juice, soup or baby cereal and rice, but plain boiled water should be a preferred fluid. However, giving children tea and sugary drinks, including carbonated ones, is not recommended, while the intake of juices should be limited to less than 250 mL per day⁽⁶⁾. For comparison, the model of feeding Polish infants aged 6–12 months recommends daily intake of not more than 150 mL of pasteurised 100% smoothies with no added sugar (this amount refers to daily intake of juices including fruit)⁽⁷⁾.

Children are more susceptible to dehydration than adults. This is a consequence of a greater body surface to mass ratio and lower heat tolerance⁽⁸⁾. Dietary water deficiency may lead to concentration, short-term memory or motor function disorders, and increase aggressiveness and anxiety⁽⁹⁾. Furthermore, dehydration at the level of 2–3% impairs thermoregulation and contributes to lower appetite, fatigue, drowsiness or headaches. With high external temperatures, dehydration of over 10% is a directly life-threatening situation⁽⁵⁾.

ADDITIONAL FLUIDS IN YOUNGER INFANTS – YES OR NO?

Healthy infants who are breast-fed only in the first 6 months of life do not require any additional fluids⁽⁷⁾. However, the Polish literature is lacking unambiguous guidelines concerning additional fluids in formula-fed infants before the introduction of complementary feeding. The American Academy of Pediatrics (AAP) recommends breast-feeding as the only type of feeding for the first 4–6 months of life. If human milk cannot be fed to the child, the AAP recommends only formula at this age^(10,11).

The Regulation of the European Parliament and of the Council No 609/2013 of 12 June 2013 on food intended for infants and young children (...), which has been in force since 20 June 2016, defines infant formula as “food intended

4–6 miesięcy życia. W razie niemożności karmienia pokarmem kobiecym AAP zaleca dla niemowląt w tym wieku wyłącznie spożycie mleka modyfikowanego^(10,11).

Obowiązujące od 20 lipca 2016 roku Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 609/2013 z 12 czerwca 2013 r. w sprawie żywności przeznaczonej dla niemowląt i małych dzieci (...) podaje następującą definicję preparatu do początkowego żywienia niemowląt: „środek spożywczy przeznaczony dla niemowląt w ciągu pierwszych miesięcy życia, sam w sobie wystarczający, aby zostały spełnione potrzeby pokarmowe takich niemowląt do momentu wprowadzenia odpowiedniego żywienia uzupełniającego”. Tym samym podawanie mleka początkowego w pierwszym półroczu życia zaspokaja potrzeby żywieniowe zdrowych niemowląt, nie implikując potrzeby dodatkowej podaży płynów, w tym wody. Obserwowany brak konsensusu wśród praktyków medycznych oraz ugruntowanej wiedzy rodziców co do zasadności lub braku wskazań do dopajania niemowląt karmionych mlekiem modyfikowanym przed wprowadzeniem posiłków uzupełniających wskazuje na potrzebę zajęcia jednolitego stanowiska przez krajowe grupy ekspertów z dziedziny żywienia dzieci.

JAKOŚĆ WODY PITNEJ – REGULACJE PRAWNE

Najważniejszym aktem normatywnym w Unii Europejskiej dotyczącym jakości wody pitnej dostarczanej przez przedsiębiorstwa wodociągowe jest Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej. Jakość sanitarną wody pitnej reguluje Dyrektywa Rady 98/83/WE z 3 listopada 1998 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. W dokumencie tym określono parametry fizykochemiczne oraz mikrobiologiczne, które musi spełniać woda wodociągowa, aby była zdatna do spożycia przez ludzi⁽¹²⁾.

Na szczeblu krajowym nadzór nad jakością wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi sprawuje Państwowa Inspekcja Sanitarna⁽¹³⁾, najważniejszymi aktami prawnymi związanymi z gospodarką wodną (w tym jakością wody pitnej) są zaś:

- Ustawa z 7 czerwca 2001 r. o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków;
- Ustawa z 18 lipca 2001 r. Prawo wodne z późniejszymi zmianami (Dz.U. nr 239, poz. 2019; Dz.U. z 2012 r., poz. 145; Dz.U. z 2015 r., poz. 469);
- Ustawa z 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia;
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 31 marca 2011 r. w sprawie naturalnych wód mineralnych, wód źródlanych i wód stołowych;
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 13 listopada 2015 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi⁽¹²⁾.

WODA BUTELKOWANA

Na terenie Polski działa blisko 150 rozlewni wód butelkowanych. Wyróżnia się naturalne wody mineralne, wody

for use by infants during the first months of life and satisfying by itself the nutritional requirements of such infants until the introduction of appropriate complementary feeding.” Thus, infant formula satisfies nutritional needs of healthy infants in the first six months of life without the need to provide additional fluids, including water.

The observed lack of consensus among medical practitioners and no established knowledge among parents concerning the justness or no indications for providing additional fluids to formula-fed infants before the introduction of complementary feeding indicates that national experts on nutrition in children ought to make a uniform statement.

DRINKING WATER QUALITY – LEGAL REGULATIONS

In the European Union, the most significant normative act on the quality of drinking water supplied by water companies is the Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. The sanitary quality of drinking water is regulated in the Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption. This document specifies physicochemical and microbiological parameters that must be met by tap water for it to be suitable for human consumption⁽¹²⁾.

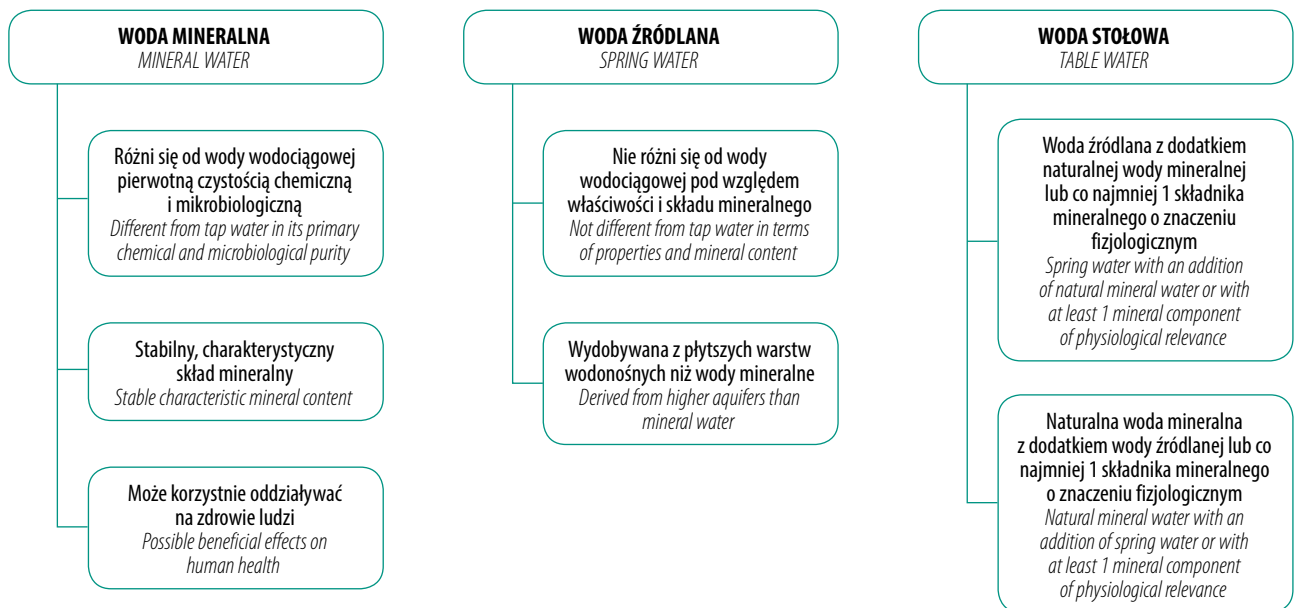
The Polish national surveillance over the quality of water intended for human consumption is carried out by the State Sanitary Inspectorate⁽¹³⁾, whereas the most important legal acts associated with water management (including drinking water quality) are:

- Act on the Collective Water Supply and Collective Wastewater Disposal of 7 June 2001;
- Water Law Act of 18 July 2001 [as amended; Dz.U. (Polish Journal of Laws) No 239, Item 2019; Dz.U. of 2012, Item 145; Dz.U. of 2015, Item 469];
- Act on Food and Nutrition Safety of 25 August 2006;
- Regulation of the Minister of Health of 31 March 2011 on natural mineral water, spring water and table water;
- Regulation of the Minister of Health of 13 November 2015 on the quality of water intended for human consumption⁽¹²⁾.

BOTTLED WATER

In Poland, there are approximately 150 water bottling plants. Water is generally divided into natural mineral water, spring water and table water (Fig. 1). Also, based on clinical trials, bottled natural therapeutic water has been distinguished as water with specific properties used for prophylactic or therapeutic purposes. This type of water is characterised by high mineral content and the presence of rare or radioactive elements. It is not intended for feeding infants⁽¹⁴⁾.

Natural water intended for human consumption is classified based on the content of dissolved minerals as well



Ryc. 1. Charakterystyka podziemnych wód naturalnych (na podstawie Ustawy z 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia)
Fig. 1. Characteristics of natural groundwater (based on the Act on Food and Nutrition Safety of 25 August 2006)

źródlane oraz stołowe (ryc. 1). Wyodrębniono również, na podstawie badań klinicznych, butelkowane naturalne wody lecznicze, które dzięki specyficznym właściwościom są stosowane w celach profilaktyczno-leczniczych. Charakteryzują się wysokim stopniem mineralizacji, zawartością pierwiastków rzadkich lub promieniotwórczych i nie są stosowane w żywieniu niemowląt⁽¹⁴⁾.

Wody naturalne przeznaczone do spożycia klasyfikuje się ze względu na zawartość rozpuszczonych składników mineralnych oraz pochodzenie i stopień nasycenia dwutlenkiem węgla⁽¹⁵⁾. Blisko 90–99% rozpuszczonych w wodach naturalnych składników mineralnych stanowią jony: wodorowęglanowy (HCO_3^-), siarczanowy (SO_4^{2-}), chlorkowy (Cl^-), sodowy (Na^+), potasowy (K^+), wapniowy (Ca^{2+}) oraz magnezowy (Mg^{2+}). Składnikami mineralnymi podrzędnymi są nieorganiczne związki azotu, żelazo, krzemiany oraz substancje organiczne. Procentowy udział mikroelementów (F, I, B, Br, As, Cu, Zn, Li, Cr, Mn, Co, Mo) na ogół nie przekracza 1% mineralizacji wód naturalnych⁽¹⁶⁾.

Zgodnie z Ustawą z 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia naturalna woda mineralna to woda wydobywana ze źródeł podziemnych, która od wody z instalacji wodociągowych odróżnia się pierwotną czystością chemiczno-mikrobiologiczną. Charakterystyczny, stały skład mineralny, a niekiedy również właściwości o znaczeniu fizjologicznym mogą korzystnie oddziaływać na zdrowie ludzi. W zależności od ilości rozpuszczonych substancji mineralnych (mg/l) wyróżnia się naturalne wody mineralne: bardzo niskozmineralizowane (≤ 50 mg/l), niskozmineralizowane (50–500 mg/l), średnierzmineralizowane (500–1500 mg/l) oraz wysokozmineralizowane (> 1500 mg/l)⁽¹⁵⁾. W 2015 roku Główny Inspektor Sanitarny ogłosił wykaz 113 wód

as its origin and saturation with carbon dioxide⁽¹⁵⁾. Nearly 90–99% of minerals dissolved in natural water are the following ions: bicarbonate (HCO_3^-), sulphate (SO_4^{2-}), chloride (Cl^-), sodium (Na^+), potassium (K^+), calcium (Ca^{2+}) and magnesium (Mg^{2+}). Secondary minerals are non-organic nitrogen compounds, iron, silicates and organic matter. The content of microelements (F, I, B, Br, As, Cu, Zn, Li, Cr, Mn, Co, Mo) does not exceed 1% of natural water mineralisation⁽¹⁶⁾.

In accordance with the Act on Food and Nutrition Safety of 25 August 2006, natural mineral water is water acquired from underground springs. It differs from tap water in its primary chemical and microbiological purity. Its typical stable mineral composition, and sometimes also physiologically-relevant properties, may have positive effects on human health. Depending on the content of dissolved mineral substances (mg/L), the following are distinguished: very low-mineralised water (≤ 50 mg/L), low-mineralised water (50–500 mg/L), moderately mineralised water (500–1,500 mg/L) and highly-mineralised water ($> 1,500$ mg/L)⁽¹⁵⁾. In 2015, the Polish Chief Sanitary Inspectorate issued a list of 113 kinds of water considered mineral water. Spring water is classified as primarily chemically and microbiologically pure groundwater which is not different from tap water in terms of mineral content and properties. Finally, table water is spring water with strictly specified addition of natural mineral water (at least 1 physiologically-relevant mineral component) or natural mineral water with the addition of spring water/mineral salts (at least 1 physiologically-relevant mineral component)⁽¹⁷⁾. The chemical classification of natural water is presented in Tab. 1.

Kryterium podziału <i>Division criterion</i>	Oznakowanie <i>Labelling</i>	Stężenie <i>Concentration</i>
Stopień mineralizacji <i>Grade of mineralisation</i>	Bardzo nisko zmineralizowana <i>Very low-mineralised</i>	≤50 mg/l
	Niskozmineralizowana <i>Low-mineralised</i>	50–500 mg/l
	Średniozmineralizowana <i>Moderately mineralised</i>	500–1500 mg/l
	Wysokozmineralizowana <i>High-mineralised</i>	>1500 mg/l
Zawartość wybranych składników <i>Content of selected components</i>	Zawiera wodorowęglany <i>Contains bicarbonates</i>	>600 mg/l
	Zawiera siarczany <i>Contains sulphates</i>	>200 mg/l
	Zawiera chlorki <i>Contains chlorides</i>	>200 mg/l
	Zawiera wapń <i>Contains calcium</i>	>150 mg/l
	Zawiera magnez <i>Contains magnesium</i>	>50 mg/l
	Zawiera fluorki <i>Contains fluorides</i>	>1 mg/l
	Zawiera żelazo <i>Contains iron</i>	>1 mg/l Fe(II)
	Zawiera sód <i>Contains sodium</i>	>200 mg/l
	Kwasowęglowa <i>Carbonated water</i>	>250 mg/l naturalnego CO ₂ przy ujęciu >250 mg/L of natural CO ₂ at primary intake
	Odpowiednia do przygotowania żywności dla niemowląt o zawartości: <i>Adequate for preparing baby meals, containing:</i>	
	• sodu lub chlorków <i>sodium or chlorides</i>	≤20 mg/l
	• fluorków <i>fluorides</i>	≤0,7 mg/l
	• azotynów <i>nitrites</i>	≤0,02 mg/l
	• azotanów <i>nitrites</i>	≤10 mg/l

Tab. 1. Klasyfikacja podziemnych wód naturalnych ze względu na zawartość rozpuszczonych składników mineralnych (na podstawie Rozporządzenia Ministra Zdrowia z 31 marca 2011 r. w sprawie naturalnych wód mineralnych, wód źródłanych i wód stołowych)

Tab. 1. Classification of natural groundwater based on the content of dissolved minerals (based on the Regulation of the Minister of Health of 31 March 2011 on natural mineral water, spring water and table water)

uznanych za naturalne wody mineralne. Woda źródłana jest klasyfikowana jako pierwotnie czysta chemicznie i mikrobiologicznie woda podziemna, która pod względem właściwości i składu mineralnego nie różni się od wody z instalacji wodociągowych. Wodą stołową nazywa się wodę źródłaną ze ściśle określonym dodatkiem naturalnej wody mineralnej (co najmniej 1 składnika mineralnego o znaczeniu fizjologicznym) lub naturalną wodę mineralną z dodatkiem wody źródłanej/soli mineralnych (co najmniej 1 składnika mineralnego o znaczeniu fizjologicznym)⁽¹⁷⁾. Klasyfikację chemiczną wód naturalnych przedstawia tab. 1.

WODA BUTELKOWANA W ŻYWIENIU NIEMOWLĄT I MŁODSZYCH DZIECI

Podstawowymi wyznacznikami wyboru wody przeznaczonej do żywienia niemowląt i dzieci, pochodzącej z opakowań jednostkowych, są: ogólna suma, rodzaj oraz zawartość

BOTTLED WATER IN NUTRITION OF INFANTS AND YOUNG CHILDREN

The main factors determining the choice of water available in unit packages for infants and children are: the total amount, type and content of dissolved minerals (mainly sodium, sulphates, nitrates and nitrites), good manufacturing practice as well as implemented and evaluated safety systems for food quality⁽¹⁸⁾.

According to the statement of the Expert Group on intake of drinking water and other beverages by infants, children and adolescents⁽¹⁹⁾, spring water or natural low-mineralised water (≤500 mg of dissolved minerals/L, sodium ≤20 mg Na/L) are recommended for infants and children under 3 years of age. For children older than 1 year of age, moderately mineralised water with 500–1,500 mg/L of dissolved minerals is acceptable. These recommendations are dictated by physiological differences of infants, for instance

rozpuszczonych składników mineralnych – głównie sodu, siarczanów, azotanów i azotynów, dobra praktyka produkcyjna oraz wdrożone i ewaluowane systemy bezpieczeństwa i jakości żywności⁽¹⁸⁾.

Zgodnie ze stanowiskiem Grupy Ekspertów w sprawie założeń dotyczących spożycia wody i innych napojów przez niemowlęta, dzieci i młodzież⁽¹⁹⁾ niemowlętom oraz dzieciom do 3. roku życia rekomenduje się wodę źródłaną lub naturalną wodę o niskiej mineralizacji (≤ 500 mg rozpuszczonych składników mineralnych/l, zawartość sodu ≤ 20 mg Na/l). Dla dzieci powyżej 1. roku życia dopuszcza się spożycie wody średniozmineralizowanej o zawartości rozpuszczonych składników mineralnych w przedziale 500–1500 mg/l. Zalecenia te są podyktowane odrębnościami fizjologicznymi organizmów niemowląt – m.in. mniejszą zdolnością wydalania rozpuszczonych składników mineralnych z moczem⁽⁸⁾. Stężenie składników mineralnych deklarowane przez producenta na etykiecie wody butelkowanej określa jej przydatność w żywieniu dzieci⁽¹⁹⁾. Prawidłowe oznakowanie dostępnych w sprzedaży wód butelkowanych obejmuje: dane o ujęciu i zakładzie rozlewniczym, nazwę rodzajową (naturalna woda mineralna, naturalna woda źródłana lub woda stołowa) i handlową wody, a także charakterystykę składu mineralnego – zawartość podstawowych jonów: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- oraz zawartość i sumę rozpuszczonych składników mineralnych⁽¹⁶⁾. Dokonując wyborów konsumenckich, rodzice i opiekunowie dzieci powinni się dokładnie zapoznawać z informacjami umieszczonymi na etykiecie produktu⁽¹⁹⁾.

WODA JAKO BAZA DO PRZYGOTOWANIA MIESZANEK MLECZNYCH

Do przygotowywania mieszanek mlecznych dopuszcza się zarówno wodę wodociągową, jak i sprzedawaną w opakowaniach jednostkowych. Wykorzystywana woda nie może, nawet potencjalnie, niekorzystnie oddziaływać na organizm dziecka⁽²⁰⁾. Mieszanki mleczne powinny być przygotowywane na bazie wody przegotowanej i ostudzonej⁽²¹⁾. Należy jednak pamiętać, że przegotowana woda wciąż nie spełnia warunków sterylności. Sterylizacji dokonuje się przez doprowadzenie zimnej wody do wrzenia, pozostawienie w fazie wrzenia przez 1–2 minuty, a następnie odstawienie do ostygnięcia. Nie należy gotować wody dłużej niż przez 5 minut, ze względu na potencjalne zwiększanie stężeń ołowiu lub azotanów. W przypadku stosowania wody wodociągowej należy upuścić strumień zimnej wody przez 2 minuty, po tym czasie zebrać potrzebną objętość i przeprowadzić proces sterylizacji. Wstępne upuszczanie wody wodociągowej pozwala na zredukowanie ewentualnego zanieczyszczenia ołowiem, jeśli stanowi on składnik instalacji wodociągowej⁽²²⁾.

Zalecenia australijskie rekomendują wykorzystanie przegotowanej wody wodociągowej jako wody pierwszego wyboru do przygotowania mieszanek mlekozastępczych. Dopuszczają również użycie wody butelkowanej, o ile jest

lower ability to excrete dissolved minerals with urine⁽⁸⁾. The concentration of minerals declared by the manufacturer on the label of bottled water determines its usability in children⁽¹⁹⁾. Proper labelling of bottled water available on the market involves information about the source and bottling plant, type of water (natural mineral water, natural spring water or table water) and trade name as well as characteristics of the mineral content, i.e. the content of basic ions: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} and HCO_3^- as well as the content and total amount of dissolved mineral substances⁽¹⁶⁾. When selecting water on the consumer level, parents and guardians of children should read labels carefully⁽¹⁹⁾.

WATER AS THE BASIS FOR PREPARING FORMULA

Both tap water and water available in unit packages is acceptable as the basis for preparing formula. Water cannot have any, even potential, negative effects on the child's organism⁽²⁰⁾. Formula should be prepared from boiled and cooled water⁽²¹⁾. It must be remembered, however, that boiled water still does not meet the sterility conditions. Sterilisation is achieved by boiling cold water to 100°C, keeping it in the boiling phase for 1–2 minutes, and leaving it to cool. It should not be boiled for more than 5 minutes as this potentially increases the concentration of lead and nitrates. Tap water should be left flowing for 2 minutes and discarded; only then should the required volume be collected and sterilised. Prior tap water discarding helps reduce possible lead contamination if lead constitutes a component of the water supply system⁽²²⁾.

Australian guidelines recommend using boiled tap water as the preferred water to prepare formula. Also, bottled water is accepted provided that it is mineral, non-carbonated and comes from unopened bottles⁽²¹⁾. Moreover, tap water is the preferred source of water in infant feeding in Britain. In 2012, the United Kingdom prepared an official government report⁽²³⁾ which states that tap water constituted 81% of all fluids administered to infants (excluding human milk), of which 49% of children aged 0–11 months were given non-boiled water. This report emphasised the position of tap water in feeding; tap water was the main source of dietary water for nearly 80% of children aged 0–15 years, while bottled water was given to merely 44% of children. The report did not include the type of water used for formula preparation.

QUALITY OF CONSUMED WATER AND THREATS TO INFANT HEALTH

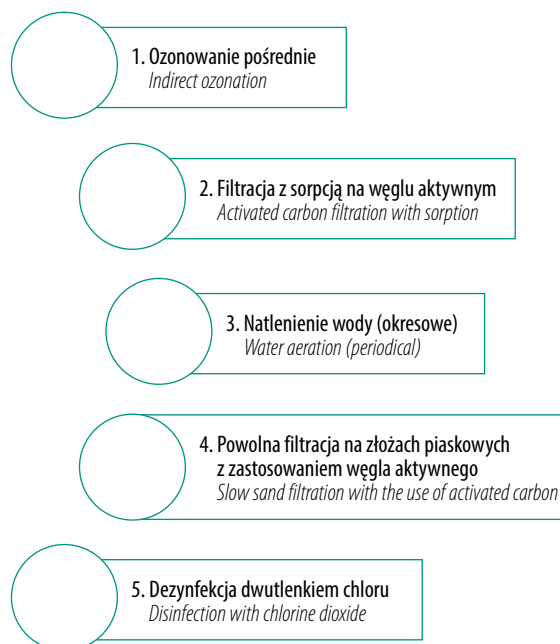
The major threat to infant health linked with water consumption, also when used for formula preparation, is associated with contamination with microbes⁽²⁰⁾ and various industrial or agricultural chemical substances (chlorine, nitrogen and phosphorus compounds, magnesium, potassium ions or metals: boron, arsenic, lead and mercury).

to woda mineralna niegazowana i pochodzi z butelek zamkniętych fabrycznie⁽²¹⁾. Woda wodociągowa jest preferowanym źródłem wody w żywieniu dzieci brytyjskich. W 2012 roku w Zjednoczonym Królestwie opracowano rządowy raport⁽²³⁾, z którego wynika, że w diecie niemowląt 81% wszystkich przyjmowanych płynów (wykluczając pokarm kobiecy) stanowiła woda wodociągowa, z czego 49% dzieci w wieku 0–11 miesięcy było dopajanych wodą nieprzegotowaną. Powyższe opracowanie podkreśliło rangę wody wodociągowej w żywieniu – dla blisko 80% dzieci w wieku 0–15 lat głównym źródłem wody w diecie była woda pochodząca z instalacji wodociągowej, wodę butelkowaną zaś spożywało zaledwie 44% dzieci. Zestawienie nie uwzględniało rodzaju wody używanej do przygotowywania mieszanek.

JAKOŚĆ SPOŻYWANEJ WODY A ZAGROŻENIA DLA ZDROWIA NIEMOWLĄT

Główne zagrożenia dla zdrowia niemowląt wynikające ze spożywania wody, również wykorzystywanej do przygotowywania mleka modyfikowanego, stanowią zanieczyszczenia drobnoustrojami⁽²⁰⁾ oraz różnymi substancjami chemicznymi pochodzącymi m.in. z rolnictwa i przemysłu (związki chloru, azotu i fosforu, jony magnezu, potasu czy metale – bor, arsen, ołów, rtęć). Intensywne nawożenie upraw oraz przenikanie chemikaliów do wód gruntowych predysponuje do sezonowych zmian w stężeniu zanieczyszczeń agrochemicznych w wodzie⁽²⁴⁾.

Woda pobierana z wód powierzchniowych, zanim zostanie dostarczona do mieszkań, przechodzi proces oczyszczania i uzdatniania (ryc. 2). Dezynfekcję wody przeprowadza się metodami fizycznymi i chemicznymi, które pozwalają zniszczyć żywe mikroorganizmy oraz ich formy przetrwalnikowe. Metody fizyczne obejmują promieniowanie UV, techniki termiczne, zastosowanie ultradźwięków czy membran. Najpowszechniej stosowany model uzdatniania wody opiera się na metodach chemicznych (wykorzystujących chlor, chloraminy, dwutlenek chloru, nadmanganian potasu czy ozon), ze względu na niskie koszty oraz wysoką skuteczność bakteriobójczą. Chemiczna dezynfekcja wody wiąże się z ryzykiem powstawania ubocznych produktów chlorowania i ozonowania, które w nadmiernej ilości mogą oddziaływać niekorzystnie na zdrowie, głównie za sprawą trihalometanów (THM) i innych organicznych pochodnych chloru oraz bromianów⁽²⁵⁾. Istotnym czynnikiem obniżającym jakość wody wodociągowej jest wtórne zanieczyszczenie metalami i substancjami towarzyszącymi w wyniku ich ługowania z sieci i armatury wodociągowej. W wodzie surowej nie obserwuje się przekroczenia dopuszczalnych dla wody pitnej stężeń metali, poza manganem i żelazem. Właściwości korozyjne wody, czas przebywania wody w sieci wodociągowej, zwłaszcza wykonanej z mosiężnych i stalowych elementów ocynkowanych, nasilają proces ługowania metali. W konsekwencji do wody transportowanej instalacją wodociągową mogą migrować metale i metaloidy



Ryc. 2. Procesy technologiczne wykorzystywane podczas uzdatniania wody na przykładzie warszawskiej Stacji Uzdatniania Wody „Filtry” (na podstawie danych z Miejskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji w m.st. Warszawie Spółka Akcyjna, www.mpwik.com.pl)

Fig. 2. Technological processes employed during water treatment based on the Water Treatment Station “Filtry” in Warsaw (data from the Municipal Water and Sewerage Company in the city of Warsaw www.mpwik.com.pl)

Intensive soil fertilisation and permeability of chemicals to groundwater predisposes to seasonal variability of agrochemical water contamination⁽²⁴⁾.

Water derived from surface waters undergoes purification and treatment before it is delivered to households (Fig. 2). Water disinfection is conducted with physical and chemical methods that destroy living microorganisms and their endospores. Physical methods include UV radiation, thermal techniques, ultrasonic methods or membrane usage. The most common water treatment model is based on chemical methods (using chlorine, chloramines, chlorine dioxide, potassium permanganate or ozone) due to lower costs and high bactericidal efficacy. Chemical disinfection carries a risk of adverse products of chlorination and ozonation. In excessive amounts, they may have adverse effects on health, mainly due to trihalomethanes (THM) and other organic derivatives of chlorine and bromates⁽²⁵⁾. A significant factor that lowers tap water quality is secondary contamination with metals and other substances due to their leaching from water piping and systems. In raw water, metals are not observed to exceed the concentrations accepted for drinking water with the exception of iron and manganese. Water corrosive properties and time for which it stays in the water supply system, particularly made with brass and steel galvanised elements, enhance metal

niebezpieczne dla zdrowia człowieka: ołów, nikiel, kadm, glin, arsen, ale również nadmierne ilości żelaza, manganu, miedzi czy cynku⁽²⁶⁾.

W przypadku wody butelkowanej potencjalne niebezpieczeństwo stanowią znaczne ilości rozpuszczonych składników, głównie sodu, fluoru, azotanów i azotynów, siarczanów czy fluorków (tab. 2)⁽²⁷⁾, których zawartość w wodzie dopuszczonej do przygotowywania żywności dla niemowląt określa Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 31 marca 2011 r.⁽¹⁵⁾.

Mieszanki zastępujące zdrowym niemowlętom mleko kobiece wytwarza się z mleka krowiego lub koziego. Ze względu m.in. na wysoką zawartość składników mineralnych w mleku przeżuwaczy (sodu, potasu, chloru czy wapnia) skład różnych rodzajów mleka modyfikowanego jest zmieniany tak, by jak najwierniej odtworzyć wartość odżywczą pokarmu kobiecego⁽²⁸⁾. Jeśli wziąć pod uwagę różną zawartość składników mineralnych w zależności od rodzaju wody wykorzystanej do przygotowania mieszanki, wybór odpowiedniej wody pozostaje nie bez znaczenia. Przygotowanie mieszanki z użyciem wody z niektórych wodociągów może zwiększyć podaż sodu nawet o ponad 50%, a wapnia o 20% w porównaniu z mlekiem na bazie niskozmineralizowanych wód butelkowanych rekomendowanych dla niemowląt (tab. 3).

Z powodu fizjologicznej niedojrzałości układu moczowego u niemowląt i niskiego ładunku osmotycznego moczu nadmierna ilość sodu nie może zostać usunięta z organizmu w takim stopniu jak u dorosłych. U niemowląt z zaburzoną czynnością przewodu pokarmowego (na przykład w przebiegu biegunki) w krótkim czasie może wystąpić odwodnienie z powodu utraty płynów. Przygotowywanie mleka modyfikowanego na bazie wody o wysokiej zawartości sodu wzmacnia efekt hipernatremiczny⁽²⁷⁾. Zalecenia WHO dotyczące jakości wody pitnej⁽²⁹⁾ nie określają maksymalnej zawartości sodu w wodzie pitnej, szacując średnią zawartość sodu na 200 mg/l wody pitnej. Wysokie stężenia siarczanów w wodzie pitnej mogą działać drażniaco na przewód pokarmowy (przeczyszczająco). Za bezpieczne dla niemowląt uważa się stężenie siarczanów maksymalnie na poziomie 20 mg/l naturalnych wód mineralnych⁽¹⁵⁾.

Innymi składnikami mineralnymi o udokumentowanym niekorzystnym wpływie na zdrowie są kadm, nikiel i ołów, które poprzez mechanizm oksydacyjnego uszkodzenia DNA bądź zaburzenia replikacji czy naprawy kwasów nukleinowych wykazują działanie genotoksyczne. Wysoka podaż arsenu z wodą pitną może z kolei skutkować rozwojem zaburzeń neurologicznych i układu rozrodczego lub predysponować do nowotworzenia⁽³⁰⁾.

W okresie rozwoju szkliwa nadmierna ekspozycja zębów na fluor i jego związki prowadzi do zmian określanych jako fluoroza zębów. Fluoroza charakteryzuje się występowaniem opalizujących ognisk na szkliwie, jego ubytków, a nawet deformacji zębów. Powierzchnia szkliwa staje się chropowata, matowa i nieprzezroczysta. Poziom zaawansowania choroby zależy od stężenia fluoru w wodzie spożywanej

Związek chemiczny <i>Chemical compound</i>	Najważniejsze potencjalne skutki zdrowotne <i>The most important potential health consequences</i>
Sód <i>Sodium</i>	Uszkodzenie nerek, odwodnienie hipernatremiczne <i>Renal injury, hypernatraemic dehydration</i>
Siarczany <i>Sulphates</i>	Biegunki, odwodnienie <i>Diarrhoea, dehydration</i>
Fluor <i>Fluorine</i>	Fluoroza <i>Fluorosis</i>
Azotany (V) i (III) <i>Nitrates (V) and (III)</i>	Methemoglobinemia <i>Methaemoglobinaemia</i>
Metale ciężkie <i>Heavy metals</i>	Działanie genotoksyczne, neurotoksyczne itd. <i>Genotoxicity, neurotoxicity etc.</i>
Ksenoestrogeny z butelek z tworzyw sztucznych <i>Xenoestrogens from plastic bottles</i>	Zaburzenia męskiego układu płciowego <i>Male reproductive system disorders</i>

Tab. 2. Potencjalne zagrożenia dla zdrowia niemowląt wynikające ze spożywania wody

Tab. 2. Potential threats to infant health linked with consumed water

leaching. As a result, metal and metalloids harmful for human health may migrate to water transported via the water supply system. They include: lead, nickel, cadmium, aluminium, arsenic and excessive amounts of iron, manganese, copper or zinc⁽²⁶⁾.

In the case of bottled water, a potential threat is caused by significant amounts of dissolved components, mainly sodium, fluorine, nitrates and nitrites, sulphates or fluorides (Tab. 2)⁽²⁷⁾, the content of which in water used for preparing meals for infants is specified in the Regulation of the Minister of Health of 31 March 2011⁽¹⁵⁾.

Human milk replacement formula is produced from cow or goat milk. Due to, for instance, high content of minerals in ruminant's milk (sodium, potassium, chlorine or calcium), the composition of various types of formulas is modified so that they resemble the nutritional value of human milk as much as possible⁽²⁸⁾. Taking into account different content of minerals in different types of water used to prepare formulas, the choice of an appropriate type seems relevant. Preparation of baby formula using water from certain water supply systems may increase sodium intake by over 50% and calcium intake by 20% compared with formula prepared from low-mineralised bottled water recommended for infants (Tab. 3).

Because of physiological immaturity of the urinary system in infants and low osmotic load of urine, excessive sodium cannot be excreted from the organism as it is in adults. In infants with impaired gastrointestinal tract function (e.g. during diarrhoea), dehydration due to fluid loss proceeds fast. Preparation of baby formula from water with high sodium content enhances the hypernatraemic effect⁽²⁷⁾. The WHO guidelines on the quality of drinking water⁽²⁹⁾ do not provide information on the maximum sodium content in drinking water and estimate average sodium at 200 mg/L of drinking water. High sulphate

Składnik mineralny <i>Mineral</i>	RTF*	Zawartość składników mineralnych w uśrednionej mieszance [mg/100 ml]** [90 ml wody + 3 łyżeczki (3 × 4,5 g) mleka modyfikowanego w proszku = 100 ml gotowego produktu] <i>Mineral content in an average amount of formula [mg/100 mL]** [90 mL of water + 3 scoops (3 × 4.5 g) of powdered formula = 100 mL of the ready product]</i>		
	Średnia (zakres) <i>Average (scope)</i>	Woda z wodociągu*** (dane z 11 województw) Średnia (zakres) <i>Tap water*** (data from 11 provinces) Average (scope)</i>	Woda dla niemowląt**** Średnia (zakres) <i>Infant water**** Average (scope)</i>	Woda nieniskozmineralizowana***** Średnia (zakres) <i>Non-low-mineralised water***** Average (scope)</i>
Na [mg/100 ml]	18,16 (16–20)	22,48 (16,79–30,53)	19,93 (16,18–21,00)	29,79 (22,30–33,30)
K [mg/100 ml]	70,15 (67,77–74)	70,47 (67,89–74,45)	70,33 (67,86–74,24)	76,40 (68,47–78,89)
Ca [mg/100 ml]	52,12 (42,6–53)	61,69 (43,28–64,37)	58,61 (46,77–64,42)	73,56 (60,68–83,10)
F [µg/100 ml]	<4,96 <(3–7,75)	<4,13 <(3,01–7,85)	<4,18 <(3,01–7,76)	<4,99 <(3,01–7,80)

* Mieszanki w postaci płynu gotowego do spożycia (RTF): Bebilon 1, Bebiko 1, Enfamil 1, Humana 1, Nan 1.
Ready-to-feed (RTF) formulas: Bebilon 1, Bebiko 1, Enfamil 1, Humana 1, Nan 1.

** Wyliczenia dla 100 ml mieszanki przygotowanej zgodnie z zaleceniami producenta z mleka modyfikowanego w proszku (średnia ilość składników mineralnych wyliczona na podstawie etykiet produktów, uwzględniających ilość tych składników na 100 g proszku) oraz wody z różnych źródeł. Informacje na etykiecie ograniczone tylko do zawartości składników mineralnych w 100 ml mleka, bez podania specyfikacji wody, uniemożliwiają szczegółowe porównanie.
Calculated per 100 mL of formula prepared in accordance with the manufacturer's instructions from a powdered product (average content of minerals calculated on the basis of the product label per 100 g of powder) and water from different sources. Label information restricted only to the content of minerals in 100 mL of formula and not including the specification of water prevents a detailed comparison.

*** Wyliczono wartość średnią, uwzględniając najwyższe parametry stężenia danego składnika mineralnego podane do informacji publicznej na stronach internetowych miejskich zakładów wodociągowych następujących miast wojewódzkich: Wrocław, Warszawa, Kielce, Lublin, Bydgoszcz, Kraków, Gdańsk, Białystok, Rzeszów, Łódź, Szczecin.
Average value was calculated including the highest concentrations of given minerals provided on Internet websites of municipal water supply companies of the following cities: Wrocław, Warsaw, Kielce, Lublin, Bydgoszcz, Kraków, Gdańsk, Białystok, Rzeszów, Łódź and Szczecin.

**** Średnia zawartość składników mineralnych w wybranych krajowych wodach polecanych dla niemowląt przez Instytut Matki i Dziecka i Instytut „Pomnik – Centrum Zdrowia Dziecka” (Żywiec Zdrój, Nałęczówianka, Jurajska, Primavera, Dobrawa) na podstawie deklaracji producentów wynosiła: 0,74 mg Na, 0,21 mg K, 6,62 mg Ca oraz 0,09 mg F na 100 ml.
Average content of minerals in selected Polish waters intended for infants and approved by the Institute of the Mother and Child and Children's Memorial Health Institute (Żywiec Zdrój, Nałęczówianka, Jurajska, Primavera, Dobrawa) based on the manufacturers' declarations: 0.74 mg of Na, 0.21 mg of K, 6.62 mg of Ca and 0.09 mg of F per 100 mL.

***** Średnia zawartość składników mineralnych w wybranych wodach nieniskozmineralizowanych (Muszynianka, Piwniczanka, Staropolanka 2000) na podstawie deklaracji producenta wynosiła: 11,63 mg Na, 2,39 mg K, 23,23 mg Ca, 0,03 mg F oraz 1,83 mg SO₄²⁻ na 100 ml.
Average mineral content in selected non-low-mineralised waters (Muszynianka, Piwniczanka, Staropolanka 2000) based on the manufacturers' declarations: 11.63 mg of Na, 2.39 mg of K, 23.23 mg of Ca, 0.03 mg of F and 1.83 mg of SO₄²⁻ per 100 mL.

Tab. 3. Zawartość wybranych składników mineralnych w gotowej porcji mleka początkowego do żywienia niemowląt z uwzględnieniem różnych źródeł wody

Tab. 3. Content of selected minerals in a ready portion of infant formula by different types of water

przez ludzi, czasu ekspozycji, stopnia rozwoju szkliwa podczas ekspozycji oraz wrażliwości osobniczej. Źródłami fluoru są woda pitna, żywność (w tym napoje i mleko modyfikowane), pasty do zębów z dodatkiem fluoru, a także suplementy diety⁽³¹⁾.

Grupę podwyższonego ryzyka rozwoju fluorozu stanowią niemowlęta karmione mieszankami mlecznymi w postaci proszku do sporządzenia roztworu. Pomimo stałego składu mleka początkowego i następnego podaż fluoru zależy w znacznym stopniu od ilości tego pierwiastka w wodzie wykorzystywanej do przygotowania mieszanki. Szacuje się, że woda jest źródłem 58–70% całkowitej zawartości fluoru w diecie niemowląt⁽³²⁾. Optymalne stężenie fluoru w wodzie pitnej szacuje się na 1 mg/l. Jeżeli zawartość fluorków w naturalnych wodach mineralnych wynosi więcej niż 1,5 mg/l, producent powinien na etykiecie produktu zamieścić następującą informację: „woda nie powinna być regularnie spożywana przez niemowlęta i dzieci poniżej 7. roku życia”⁽³³⁾. W Polsce ryzyko fluorozu jest małe, ale stwierdzono ją m.in. w populacji młodych dorosłych zamieszkających w Malborku,

concentrations in drinking water may irritate the gastrointestinal tract (purgative effect). The sulphate concentration of 20 mg/L in natural mineral water is deemed safe for infants⁽¹⁵⁾.

Other mineral components with documented adverse effects on health are cadmium, nickel and lead. Via the mechanisms of oxidative DNA damage or disruption of replication or nucleic acid repair, they exert genotoxic effects. Moreover, high arsenic intake in drinking water may result in neurological and reproductive defects or predispose to carcinogenesis⁽³⁰⁾.

Furthermore, high exposure of teeth to fluorine and its compounds during enamel formation leads to abnormalities referred to as dental fluorosis. It is characterised by iridescent changes on the enamel, enamel defects and even tooth deformities. The enamel surface becomes coarse and opaque. The severity of the disease depends on the fluorine concentration in consumed water, exposure time, grade of enamel formation during exposure and individual susceptibility. Fluorine can be found in drinking water, food

Nysie, Błaskach czy Lublińcu⁽³⁴⁾. Uwzględniając zjawisko sezonowej lub trwałej migracji ludności, w tym rodzin z małymi dziećmi, warto zwrócić uwagę na potencjalne ryzyko fluorozy w nowym miejscu zamieszkania.

Amerykańskie Towarzystwo Stomatologiczne (American Dental Association, ADA) opracowało w 2011 roku rekomendacje dotyczące spożycia fluoru przez dzieci karmione mlekiem modyfikowanym. ADA zaleca kontynuację karmienia mieszkankami przygotowywanymi na bazie wody o optymalnej zawartości fluoru (0,7–1,2 mg/l); w przypadku podwyższonego ryzyka rozwoju fluorozy sugeruje karmienie niemowląt mieszkankami w postaci płynu gotowego do spożycia (*ready-to-feed*, RTF) lub proszku, pod warunkiem przygotowania przy użyciu wody wolnej od związków fluoru bądź o jego zawartości nie wyższej od 1,2 mg/l⁽³¹⁾.

Wodą niezalecaną przez pediatrów i dietetyków w żywieniu dzieci jest woda studzienna, ze względu na ryzyko zanieczyszczenia azotanami i azotynami⁽³⁾. Związki te zalicza się do potencjalnie toksycznych składników naturalnego pochodzenia. Maksymalne stężenia azotanów i azotynów w wodach butelkowanych, których przekroczenie może być szkodliwe dla dzieci, oszacowano na 10 mg/l dla azotanów z wód wydobywanych na terytorium Polski, 50 mg/l dla azotanów pochodzących z pozostałych wód oraz 10 mg/l w przypadku azotynów⁽¹⁵⁾. Zamieszczanie na etykiecie produktu informacji na temat zawartości azotanów jest rzadko praktykowanym zwyczajem wśród producentów; dane te można znaleźć tylko na nielicznych etykietach, np. wybranych słoweńskich wód źródłanych czy słoweńskich i włoskich wód mineralnych⁽³³⁾.

Do skażenia wody azotanami dochodzi wskutek ich przenikania z pól uprawnych oraz ścieków komunalnych do wód powierzchniowych i gruntowych⁽³⁵⁾. W Polsce w 2015 roku blisko 36 milionów ludzi było zaopatrywanych w wodę do konsumpcji ze zbiorowego systemu zaopatrzenia, natomiast pozostała część populacji (2,4 mln) pozyskiwała wodę z ujęć prywatnych, w tym z przydomowych studni⁽³⁶⁾. Indywidualne ujęcia wody nie stanowią przedmiotu nadzoru organów Państwowej Inspekcji Sanitarnej, stąd w przypadku przekroczenia maksymalnych stężeń toksycznych składników stwarzają poważne ryzyko zdrowotne⁽³⁷⁾. Azotany należą do groźniejszych czynników toksycznych, zwłaszcza dla najmłodszych dzieci. Blisko ¼ przyjętych z żywnością i wodą azotanów, w wyniku działania mikroflory jamy ustnej, zostaje przekształcony do równie niebezpiecznych azotynów. Azotyny, utleniając obecne w hemoglobinie jony Fe^{2+} do Fe^{3+} , inicjują powstawanie methemoglobiny, która nie wykazuje zdolności do wiązania tlenu, co prowadzi do niedotlenienia organizmu i jest szczególnie niebezpieczne dla ośrodkowego układu nerwowego i mięśnia sercowego. Objawami methemoglobinemii są m.in.: sine zabarwienie skóry, duszność, zawroty głowy, zaczerwienienie twarzy i skóry, bóle brzucha czy spadek ciśnienia tętniczego⁽³⁸⁾.

Niemowlęta w pierwszym półroczu życia są szczególnie narażone na szkodliwe skutki ekspozycji na azotany.

(including beverages and formula), fluoride toothpaste and dietary supplements⁽³¹⁾.

Infants fed formulas in the form of powder for making a solution are at increased risk of dental fluorosis. Despite stable composition of infant formula and follow-on milk, fluorine intake largely depends on the content of this element in water used for preparing formula. It is estimated that water is a source of 58–70% of total fluorine intake in infants⁽³²⁾. Optimal fluorine concentration in drinking water is estimated at 1 mg/L. If fluoride content in natural mineral water exceeds 1.5 mg/L, the manufacturer should inform on the label that water should not be regularly consumed by infants and children under the age of 7 years⁽³³⁾. The risk of dental fluorosis is low in Poland, but the disease has been detected in young adults from Malbork, Nysa, Błaski or Lubliniec⁽³⁴⁾. Considering the phenomenon of seasonal or constant migration of people, including families with young children, attention should be paid to the potential risk of fluorosis in a new place of residence.

In 2011, the American Dental Association (ADA) issued recommendations on fluoride intake by formula-fed children. The ADA recommends that formulas should be prepared with water of optimal fluoride content (0.7–1.2 mg/L). If the risk of fluorosis is higher, it is suggested to feed infants with ready-to-feed (RTF) formulas (i.e. formulas in the form of fluid ready to feed) or powder provided that water for its preparation is free from fluoride compounds or their content is not higher than 1.2 mg/L⁽³¹⁾.

Water that is not recommended by paediatricians and dieticians in infant feeding is well water due to the risk of nitrate and nitrite contamination⁽³⁾. These compounds belong the group of potentially toxic natural components. The maximum concentration of nitrates and nitrites in bottled water has been estimated at 10 mg/L for nitrates in water drawn in Poland, 50 mg/L for nitrates in other waters and 10 mg/L for nitrites; exceeding these levels can affect health of children⁽¹⁵⁾. Providing information about the nitrate content on the label is a rare practice of water manufacturers; this information can be found only on few labels, for example on some Slovenian spring waters or Slovenian or Italian mineral waters⁽³³⁾.

Water becomes contaminated with nitrates as they enter surface or groundwater from cultivated fields and urban wastewater⁽³⁵⁾. In 2015, nearly 36 million Poles obtained drinking water from the communal water supply system, whereas the remaining population (2.4 million people) drew it from private intakes, including household wells⁽³⁶⁾. Individual water intakes are not supervised by the State Sanitary Inspectorate, hence they constitute a serious health-related threat if maximum concentrations of toxic compounds are exceeded⁽³⁷⁾. Nitrates are ones of more dangerous toxic factors, particularly for the youngest children. Nearly ¼ of nitrates consumed with food and water is converted to equally dangerous nitrites by the oral microflora. By oxidising Fe^{2+} to Fe^{3+} in haemoglobin, nitrites trigger the formation of methaemoglobin which is incapable

Predysponują do tego: obecność we krwi hemoglobiny płodowej o zwiększonej podatności na utlenianie, niewykształcony system enzymów oksydoredukcyjnych umożliwiających redukcję methemoglobiny do hemoglobiny, znaczące spożycie wody wykorzystywanej do przygotowywania mieszanek mlecznych (w przeliczeniu na kg m.c.), a także bardziej alkaliczny odczyn pH soku żołądkowego⁽³⁹⁾. Zgodnie z zaleceniami amerykańskiej Agencji Ochrony Środowiska (Environmental Protection Agency, EPA) dzienna dawka azotanów dla niemowląt do 3. miesiąca życia nie powinna przekraczać (przy narażeniu ciągłym) 1,6 mg/kg m.c. Analiza zawartości azotanów i azotynów w 14 próbkach wody studziennej pobranej w 2014 roku z wybranych indywidualnych ujęć wodnych na terenie Podkarpacia nie wykazała obecności azotynów, natomiast w 10 przypadkach odnotowano przekroczenie norm dla zawartości azotanów w wodzie pitnej⁽⁴⁰⁾.

Coraz częściej dyskutuje się problem migracji organicznych związków chemicznych, takich jak bisfenol A (BPA) czy estry kwasu ftalowego (ftalany), z opakowań plastikowych do wody w aspekcie bezpieczeństwa spożywania wody butelkowanej, również przez niemowlęta. Bisfenol A, ftalan dibutylo (DBP), ftalan butylobenzylu (BBP) czy ftalan di(2-etyloheksylu) (DEHP) są syntetycznymi związkami organicznymi, mającymi szerokie zastosowanie w produkcji tworzyw sztucznych, m.in. butelek. Związki te mogą migrować z opakowań do produktów spożywczych. Zalicza się je do ksenoestrogenów (*endocrine disrupting chemicals*, EDCs) – związków chemicznych o aktywności biologicznej estrogenów. Po przedostaniu się do organizmu niekorzystnie wpływają na metabolizm i wydzielanie testosteronu, insulinopodobnego czynnika wzrostu 3 oraz hormonu folikultropowego (*follicle-stimulating hormone*, FSH), predysponując do rozwoju zaburzeń męskiego układu płciowego już na etapie wczesnoniemowlęcym. Dodatkowo DEHP może wykazywać działanie karcynogenne⁽⁴¹⁾.

Niemowlęta karmione mlekiem modyfikowanym przygotowywanym na bazie wody butelkowanej są szczególnie narażone na działanie tych związków na drodze ich migracji z opakowań⁽⁴²⁾. Obecność ksenoestrogenów w wodzie butelkowanej zależy od warunków jej przechowywania. Stężenia BPA oraz ftalanów w wodach butelkowanych mogą wzrastać wraz z wydłużeniem czasu magazynowania, ekspozycji na światło słoneczne, a także przechowywania w wysokich temperaturach (40°C)⁽⁴¹⁾. W przypadku BPA największy wpływ na migrację tego związku do wody pakowanej w opakowania z tworzyw sztucznych wykazują zawartość rozpuszczonych składników mineralnych, w tym szczególnie jonów Na⁺, K⁺, Cl⁻, HCO₃⁻, oraz czas ekspozycji⁽⁴³⁾.

W rozważaniach dotyczących wody używanej w żywieniu ludzi, w szczególności dzieci w wieku niemowlęcym, warto uwzględnić jej alternatywne źródła. Jednym z rozwiązań jest wykorzystanie wody deszczowej, co wdrożono w Nowej Zelandii. Blisko 10% tamtejszej populacji w celu pozyskania wody pitnej stosuje system zagospodarowania wody

of binding oxygen. This leads to hypoxia and is particularly dangerous for the central nervous system and cardiac muscle. Methaemoglobinaemia may manifest with cyanosis, dyspnoea, dizziness, skin and face redness, abdominal pain or hypotension⁽³⁸⁾.

Infants are the most prone to adverse effects of nitrate exposure in the first six months of life. This greater predisposition is caused by: the presence of foetal haemoglobin of greater susceptibility to oxidation, immature oxidoreductive enzyme system that enables methaemoglobin reduction to haemoglobin, significant intake of water used for formula preparation (per kg body weight) and more alkaline pH of the gastric juice⁽³⁹⁾. According to the recommendations of the American Environmental Protection Agency (EPA), daily nitrate intake for infants younger than 3 months of age should not exceed 1.6 mg/kg body weight (with constant exposure). The analysis of nitrate and nitrite content in 14 well water samples collected from selected individual water intakes in the Podkarpacie Region in Poland in 2014 revealed the absence of nitrites but exceeded levels of nitrates were found in 10 samples⁽⁴⁰⁾.

Moreover, migration of organic chemical compounds, such as bisphenol A (BPA) or phthalic acid esters (phthalates), from plastic containers to water is a problem receiving more and more attention in the context of bottled water safety, also for infants. Bisphenol A, dibutyl phthalate (DBP), butyl benzyl phthalate (BBP) or bis(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) are synthetic organic compounds broadly used in plastic manufacturing, for instance in plastic bottles. These compounds may migrate from containers to food products. They belong to the group of xenoestrogens (endocrine disrupting chemicals, EDCs), i.e. chemical compounds of a biological activity of oestrogens. When they enter the organism, they exert negative effects on the metabolism and secretion of testosterone, insulin-like growth factor 3 and follicle-stimulating hormone (FSH), thereby predisposing to the development of male reproductive system disorders at an early infant stage. Additionally, DEHP may have carcinogenic properties⁽⁴¹⁾. Infants fed with formula prepared with bottled water are at higher risk of exposure to these compounds due to their migration to water from containers⁽⁴²⁾. Xenoestrogen content in bottled water depends on its storage conditions. BPA and phthalate concentrations in bottled water may increase with longer storage, sunlight exposure and storage in high temperature (40°C)⁽⁴¹⁾. As for BPA, migration of this compound to water packed in plastic bottles mostly depends on the content of dissolved minerals, including Na⁺, K⁺, Cl⁻ and HCO₃⁻, and duration of exposure⁽⁴³⁾.

Alternative sources of water are also worth considering in discussions about water used in human nutrition, and particularly in infants. One of the solutions is the usage of rainwater, which has been implemented in New Zealand. Nearly 10% of the New Zealand's population use rainwater management systems to obtain drinking water. Its usage in nutrition gives rise to numerous questions about its

1.	Źródłem wody w żywieniu zdrowych niemowląt przez pierwsze 6 miesięcy życia powinien być wyłącznie pokarm kobiecy <i>Human milk should be the only source of water for healthy infants in the first 6 months of life</i>
2.	Zdrowe niemowlęta karmione mlekiem modyfikowanym nie potrzebują dodatkowych źródeł płynów w diecie do czasu wprowadzenia posiłków uzupełniających <i>Healthy formula-fed infants do not need additional fluids until the implementation of complementary feeding</i>
3.	Mleko modyfikowane powinno być przygotowane na bazie wody przegotowanej (nie dłużej niż przez 5 minut) i ostudzonej <i>Formula should be prepared from boiled (for no longer than 5 minutes) and cooled water</i>
4.	Wodą zalecaną dla niemowląt jest woda niskomineralizowana i niskosodowa (składniki mineralne w ilościach podanych w tab. 1) <i>Water recommended for infants is low-mineralised and of low sodium content (minerals in amounts stated in Tab. 1)</i>
5.	Na rynku dostępne są wody butelkowane pozytywnie zaopiniowane do stosowania w żywieniu niemowląt przez Instytut Matki i Dziecka oraz Instytut „Pomnik – Centrum Zdrowia Dziecka” <i>The market offers bottled waters with a positive approval for infant feeding granted by the Institute of the Mother and Child and Children’s Memorial Health Institute</i>
6.	Woda wodociągowa spełniająca warunki z punktu 4 może być stosowana w żywieniu niemowląt pod warunkiem odpowiedniego przygotowania, obejmującego: <i>Tap water that meets the criteria stated in point 4 may be given to infants provided that it is adequately prepared, which involves:</i> • upuszczanie strumienia zimnej wody wodociągowej przez 2 minuty <i>leaving a stream of cold water to flow for 2 minutes</i> • zebranie potrzebnej objętości wody <i>collecting a required water amount</i> • doprowadzenie wody do wrzenia <i>boiling the water</i> • pozostawienie wody w fazie wrzenia przez 1–2 minuty <i>letting it boil for 1–2 minutes</i> • odstawienie do ostygnięcia <i>setting boiled water aside to cool</i> • ewentualne sporządzenie mleka modyfikowanego zgodnie z instrukcją na opakowaniu <i>possibly, making formula as instructed on the label</i>
7.	Wodę butelkowaną powinno się poddać zabiegowi sterylizacji poprzez: <i>Bottled water should be sterilised by:</i> • doprowadzenie do wrzenia <i>boiling</i> • pozostawienie w fazie wrzenia przez 1–2 minuty <i>letting it boil for 1–2 minutes</i> • odstawienie do ostygnięcia <i>setting boiled water aside to cool</i> • ewentualne sporządzenie mleka modyfikowanego zgodnie z instrukcją na opakowaniu <i>possibly, making formula as instructed on the label</i>
8.	Wodą niezalecaną do spożywania przez niemowlęta jest woda studzienna ze względu na podwyższone ryzyko jej zanieczyszczenia, m.in. azotanami (V) i (III) <i>Well water is not recommended in infant feeding due to increased risk of its contamination with, e.g. nitrates (V) and (III)</i>
9.	Nie należy podawać niemowlętom wody, która zawiera więcej niż 1,5 mg fluoru/l oraz na której etykiecie zamieszczono adnotację: „nie powinna być regularnie spożywana przez niemowlęta i dzieci poniżej 7. roku życia” <i>Infants should not be given water that contains more than 1.5 mg of fluorine/L and when the label states that it should not be regularly consumed by infants and children under 7 years of age</i>
10.	Ze względu na ryzyko migracji ksenoestrogenów do wody wodę butelkowaną przeznaczoną do wykorzystania w żywieniu niemowląt należy przechowywać: <i>Due to the risk of xenoestrogen migration to water, bottled water intended to be used in infant feeding should be adequately stored, i.e.:</i> • możliwie najkrócej <i>for as short period of time as possible</i> • w warunkach braku dostępu światła <i>with no light exposure</i> • w temperaturze nieprzekraczającej temperatury pokojowej <i>in temperature not higher than room temperature</i> • podczas dokonywania zakupu należy wybierać wodę z bieżących dostaw o najkrótszym czasie magazynowania (data produkcji na opakowaniu) <i>when purchasing water, one should choose one from the current supply with the shortest storage period (date of manufacturing on the label)</i>
11.	Warunkowo dopaja się zdrowe niemowlęta, opisane w punkcie 1 i 2, podczas upałów <i>Healthy infants, described in points 1 and 2, can be given additional fluids during heat waves</i>
12.	Stosuje się dopajanie w chorobie, zależnie od jej przebiegu i wskazań <i>Additional fluids should be given to ill infants, depending on the course of the illness and indications</i>

Tab. 4. Praktyczne wskazówki dotyczące wyboru i przygotowywania wody dla niemowląt

Tab. 4. Practical recommendations concerning the choice and preparation of water for infants

pozyskanej z opadów atmosferycznych. Udział wody deszczowej w żywieniu rodzi wiele pytań o jej bezpieczeństwo, głównie mikrobiologiczne (*Salmonella*, *Campylobacter*, *Cryptosporidium*, *Giardia*) oraz chemiczne. Zależnie od stopnia zanieczyszczenia środowiska oraz rodzaju materiałów zastosowanych do budowy instalacji zbierającej woda opadowa może zawierać azotany (V), kadm, miedź, ołów, nikiel, cynk, ale także związki organiczne: benzen, toluen, etylobenzen czy ksylene⁽⁴⁴⁾.

safety, mainly microbiological (*Salmonella*, *Campylobacter*, *Cryptosporidium* and *Giardia*) and chemical. Depending on the grade of environmental pollution and the type of materials used for rainwater collection systems, water may contain nitrates (V), cadmium, copper, lead, nickel, zinc as well as organic compounds, such as benzene, toluene, ethylbenzene or xylene⁽⁴⁴⁾. Finally, the last thing to be added to the considerations about the choice of water in infant nutrition is that the

Zamykając rozważania na temat wyboru wody w żywieniu niemowląt, warto zauważyć, że jakość wody stosowanej zewnętrznie do pielęgnacji skóry niemowląt również powinna wzbudzić zainteresowanie profesjonalistów medycznych zajmujących się dziećmi. Woda o wysokiej zawartości składników mineralnych, głównie węglanu wapnia, predysponuje do zaostrzenia zmian skórnych o podłożu atopowym⁽⁴⁵⁾. Badania duńskie z 2017 roku nie wykazały istotnych zależności między stopniem twardości wody używanej do pielęgnacji niemowląt a zwiększeniem ryzyka rozwoju atopowego zapalenia skóry⁽⁴⁶⁾.

PODSUMOWANIE

Wybór i sposób przygotowania wody przeznaczonej do żywienia niemowląt ze względu na specyficzne potrzeby oraz odrębności fizjologiczne na tym etapie rozwoju są czynnikami, które w szczególności sposób warunkują prawidłowy rozwój psychofizyczny. Do czasu wprowadzenia posiłków uzupełniających źródłem wody dla zdrowych niemowląt powinien być wyłącznie pokarm matki i/lub mleko modyfikowane. Wodą polecaną w żywieniu niemowląt jest woda niskozmineralizowana oraz źródłana, pozytywnie zaopiniowana przez krajowe ośrodki pediatryczne. Woda wodociągowa, pod warunkiem odpowiedniego przygotowania, może również stanowić składnik diety niemowląt. Nie zaleca się podawania najmłodszym dzieciom wody studziennej ze względu na wysokie ryzyko jej zanieczyszczenia nieorganicznymi związkami azotu. Rodzice i opiekunowie podający dzieciom posiłki na bazie wody butelkowanej powinni zwracać szczególną uwagę na rodzaj, skład mineralny i datę produkcji oraz odpowiedni sposób przechowywania wybieranej wody. Wskazania praktyczne pomocne w codziennych wyborach i w przygotowaniu wody w żywieniu niemowląt zebrano w tab. 4.

Konflikt interesów

Autorzy nie zgłaszają żadnych finansowych ani osobistych powiązań z innymi osobami lub organizacjami, które mogłyby negatywnie wpłynąć na treść publikacji oraz rościć sobie prawo do tej publikacji.

Piśmiennictwo / References

1. Jéquier E, Constant F: Water as an essential nutrient: the physiological basis of hydration. *Eur J Clin Nutr* 2010; 64: 115–123.
2. Popkin BM, D'Anci KE, Rosenberg IH: Water, hydration, and health. *Nutr Rev* 2010; 68: 439–458.
3. Szajewska H, Socha P, Horvath A et al.: Zasady żywienia zdrowych niemowląt. Zalecenia Polskiego Towarzystwa Gastroenterologii, Hepatologii i Żywienia Dzieci. *Stand Med Pediatr* 2014; 11: 321–338.
4. Jarosz M (ed.): Normy żywienia dla populacji polskiej – nowelizacja. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa 2012.
5. European Food Safety Authority (EFSA): Scientific Opinion on Dietary Reference Values for water. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). *EFSA J* 2010; 8: 1459.
6. Feeding the non-breastfed child 6–24 months of age. Meeting report (2004). Department of Child and Adolescent Health and Development, Department of Nutrition for Health and Development, World Health Organization, 2004.

quality of water used externally for skin care should also be of interest to medical professionals working with children. Water with high content of minerals, mainly calcium carbonate, predisposes to exacerbation of atopic skin conditions⁽⁴⁵⁾. A Danish research from 2017 revealed no significant relationships between the hardness grade of water used for skin care and increased risk of atopic dermatitis⁽⁴⁶⁾.

CONCLUSION

The selection of water and the manner of its preparation for infant nutrition are factors that in a special way determine normal psychophysical development due to specific needs and physiological differences of children at this age. Until complementary feeding is introduced, human milk and/or formula should be the only sources of water for healthy infants. Water that is recommended for infant nutrition is low-mineralised and spring water approved by national paediatric centres. Tap water can also be an element of the infant diet provided that it is prepared in an appropriate way. It is not recommended to give well water to the youngest children because of the risk of its contamination with non-organic nitrogen compounds. Parents and guardians who prepare bottled water-based food should pay particular attention to their type, mineral content, date of manufacturing and proper storage. Practical recommendations, helpful in daily choices and preparation of water for infants, are presented in Tab. 4.

Conflict of interest

The authors do not report any financial or personal connections with other persons or organizations, which might negatively affect the content of this publication and/or claim authorship rights to this publication.

7. Szajewska H, Horvath A, Rybak A et al.: Karmienie piersią. Stanowisko Polskiego Towarzystwa Gastroenterologii, Hepatologii i Żywienia Dzieci. *Stand Med Pediatr* 2016; 13: 9–24.
8. Benelam B, Wyness L: Hydration and health: a review. *Nutr Bull* 2010; 35: 3–25.
9. Gibson-Moore H: Improving hydration in children: a sensible guide. *Nutr Bull* 2013; 38: 236–242.
10. Bright Futures Tool and Resource Kit. Available from: <https://brightfutures.aap.org/materials-and-tools/tool-and-resource-kit/Pages/default.aspx> [cited: 20 March 2017].
11. Infant Food and Feeding. Available from: <https://www.aap.org/en-us/advocacy-and-policy/aap-health-initiatives/HALF-Implementation-Guide/Age-Specific-Content/pages/infant-food-and-feeding.aspx> [cited: 20 March 2017].
12. Kłos L: Jakość wody pitnej w Polsce. *Acta Universitatis Lodzensis. Folia Oeconomica* 2015; 2: 195–205.
13. Radzka E, Jankowska J: System zarządzania jakością wody pitnej w Polsce. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Seria: Administracja i Zarządzanie* 2015; 107: 221–230.
14. Salomon A, Regulska-Iłow B: Polskie butelkowane wody mineralne i lecznicze – charakterystyka i zastosowanie. *Bromat Chem Toksykol* 2013; 46: 53–65.

15. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 31 marca 2011 roku w sprawie naturalnych wód mineralnych, wód źródlanych i wód stołowych.
16. Derkowska-Sitarz M, Adamczyk-Lorenc A: Wpływ składników mineralnych rozpuszczonych w wodzie pitnej na organizm człowieka. *Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej* 2008; 123: 39–48.
17. Hoffmann M, Jędrzejczyk H: Rola wody w przetwórstwie żywności, żywieniu i zdrowiu człowieka. Część I. Naturalne wody mineralne i źródlane. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* 2004; 14: 13–17.
18. Weker H, Więch M: Woda w żywieniu najmłodszych dzieci – jej znaczenie i kryteria wyboru. *Probl Hig Epidemiol* 2013; 94: 766–768.
19. Woś H, Weker H, Jackowska T et al.: Stanowisko Grupy Ekspertów w sprawie zaleceń dotyczących spożycia wody i innych napojów przez niemowlęta, dzieci i młodzież. *Stand Med Interna* 2010; 1: 7–15.
20. Whitmer E, Dixon D: What you need to know about choosing and preparing infant formulas. *The University of Arizona Cooperative Extension* 2011: 1–2.
21. National Health and Medical Research Council: Infant Feeding Guidelines: Summary. National Health and Medical Research Council, Canberra 2012.
22. Water used to mix concentrated or powdered infant formula. In: *Feeding Infants: A Guide for Use in the Child Nutrition Programs*. United States Department of Agriculture, Food and Nutrition Service, 2002: 25.
23. Tap water drinking behaviour: a study of children aged 0–15. Report for Defra's Drinking Water Inspectorate (DWI). Ipsos MORI Social Research Institute, 2012.
24. Brainerd E, Menon N: Seasonal effects of water quality: the hidden costs of the Green Revolution to infant and child health in India. *J Dev Econ* 2014; 107: 49–64.
25. Produkty uboczne dezynfekcji wody pitnej. Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Krakowie. Available from: <https://wsse.krakow.pl/page/produkty-uboczne-dezynfekcji-wody-pitnej/> [cited: 27 April 2017].
26. Świetlik J, Raczyk-Stanisławiak U, Laskowski T et al.: Badania modelowe migracji wybranych pierwiastków z żeliwa i stali do wody na skutek korozji przewodów wodociągowych. *Ochrona Środowiska* 2011; 33: 71–76.
27. Osborn K, Lyons M: Is bottled water really unsafe for making up infant formula? *Community Pract* 2010; 83: 31–34.
28. Winiarska-Mieczan A, Tupaj M: Evaluation of the mineral composition of infant formulas. *J Elementol* 2009; 14: 583–591.
29. Guidelines for Drinking-water Quality. 4th ed., World Health Organization, 2011.
30. Hozyasz KK, Ruszczyńska A, Bulska E: Zanieczyszczające pierwiastki w butelkowanych niegazowanych wodach. *Nowa Pediatria* 2005; 9 (4): 128–130.
31. Berg J, Gerweck C, Hujoel PP et al.; American Dental Association Council on Scientific Affairs Expert Panel on Fluoride Intake From Infant Formula and Fluorosis: Evidence-based clinical recommendations regarding fluoride intake from reconstituted infant formula and enamel fluorosis: a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *J Am Dent Assoc* 2011; 142: 79–87.
32. Viswanathan G, Gopalakrishnan S, Siva Ilango S: Assessment of water contribution on total fluoride intake of various age groups of people in fluoride endemic and non-endemic areas of Dindigul District, Tamil Nadu, South India. *Water Res* 2010; 44: 6186–6200.
33. Pasternakiewicz A, Bilek M, Stawarczyk K: Badania zawartości wybranych anionów nieorganicznych w wodach mineralnych i źródlanych – pod kątem bezpieczeństwa zdrowotnego wody. *Probl Hig Epidemiol* 2014; 95: 788–793.
34. Tytż-Chojnowska A, Strużycka I, Szaniawska K: Ocena wiedzy mieszkańców Malborka na temat stosowania fluorkowanej wody pitnej. *Nowa Stomatol* 2010; 15 (4): 152–157.
35. Tomczyk K, Dziubanek G: Azotany (III, V) jako istotne czynniki ryzyka zdrowia. W: Kujawski J, Doskocz J (red.): *Innowacje w Polskiej Nauce: przegląd aktualnej tematyki badawczej branży chemicznej*. Wydawnictwo Naukowe Sophia, Katowice 2016: 109–116.
36. Jakość wody przeznaczonej do spożycia. In: *Stan sanitarny kraju w roku 2015*. Główny Inspektorat Sanitarny. Available from: https://stansanitarny.gis.gov.pl/stan_sanitarny_kraju_zarok_2015.pdf [cited: 23 March 2017].
37. Wójcik-Jackowski S, Bilek M: Woda z „prywatnych” ujęć wody pitnej jako czynnik ryzyka zdrowia człowieka, w świetle badań jej jakości na tle obowiązujących uregulowań prawnych. *Bromat Chem Toksykol* 2015; 48: 216–222.
38. Dżugan M, Pasternakiewicz A: Ryzyko zdrowotne związane z występowaniem azotanów w wodach pitnych. *Zdr Publ* 2007; 117: 364–368.
39. Sadeq M, Moe CL, Attarassi B et al.: Drinking water nitrate and prevalence of methemoglobinemia among infants and children aged 1–7 years in Moroccan areas. *Int J Hyg Environ Health* 2008; 211: 546–554.
40. Bilek M, Rybakowa M: Azotany (III) i (V) w wodzie pitnej studni kopanych i wierconych z terenu Podkarpacia jako czynniki ryzyka methemoglobinemii. *Przegl Lek* 2014; 71: 520–522.
41. Jeddi MZ, Rastkari N, Ahmadvani R et al.: Concentrations of phthalates in bottled water under common storage conditions: do they pose a health risk to children? *Food Res Int* 2015; 69: 256–265.
42. Rogala D, Kulik-Kupka K, Spychała A et al.: Bisfenol A – niebezpieczny związek ukryty w tworzywach sztucznych. *Probl Hig Epidemiol* 2016; 97: 213–219.
43. Grunwalska M, Dudziak M: Migracja bisfenolu A do wód przeznaczonych do spożycia z butelek plastikowych. In: Pikoń K, Stelmach S (eds.): *Współczesne problemy ochrony środowiska*. Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska, Gliwice 2013: 47–52.
44. Ministry of Health: Guidelines for Drinking-water Quality Management for New Zealand. 3rd ed., Ministry of Health, Wellington 2013.
45. Walters RM, Anim-Danso E, Amato SM et al.: Hard water softening effect of a baby cleanser. *Clin Cosmet Investig Dermatol* 2016; 9: 339–345.
46. Engebretsen KA, Bager P, Wohlfahrt J et al.: Prevalence of atopic dermatitis in infants by domestic water hardness and season of birth: cohort study. *J Allergy Clin Immunol* 2017; 139: 1568–1574.