

Received: 06.05.2016

Accepted: 29.08.2016

Published: 31.03.2017

Zygmunt Zdrojewicz¹, Marta Herman², Marta Sałamacha², Ewa Starostecka²

Ludzkie mleko – fakty i mity

Human milk – facts and myths

¹ Katedra i Klinika Endokrynologii, Diabetologii i Leczenia Izotopami, Wydział Lekarski Kształcenia Podyplomowego, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, Wrocław, Polska

² Wydział Lekarski, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, Wrocław, Polska

Adres do korespondencji: Prof. zw. dr hab. n. med. Zygmunt Zdrojewicz, Katedra i Klinika Endokrynologii, Diabetologii i Leczenia Izotopami, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, ul. Pasteura 4, 50-367 Wrocław, tel.: +48 71 784 25 54, faks: +48 71 327 09 57, e-mail: zygmunt@zdrojewicz.wroc.pl

¹ Department and Clinic of Endocrinology, Diabetology and Isotope Therapy, Faculty of Postgraduate Medical Training, Wrocław Medical University, Wrocław, Poland

² Faculty of Medicine, Wrocław Medical University, Wrocław, Poland

Correspondence: Professor Zygmunt Zdrojewicz, MD, PhD, Department and Clinic of Endocrinology, Diabetology and Isotope Therapy, Faculty of Postgraduate Medical Training, Wrocław Medical University, Pasteura 4, 50-367 Wrocław, Poland, tel.: +48 71 784 25 54, fax: +48 71 327 09 57, e-mail: zygmunt@zdrojewicz.wroc.pl

Streszczenie

Mleko matki to najważniejszy pokarm dla nowo narodzonego dziecka. Na początku gruczoły mlekowe produkują siarę, która jest bogata w białka (w tym przeciwciała), a wraz z czasem laktacji kobiece mleko stopniowo dojrzewa i zmienia swój skład. Ma to zapewnić młodemu organizmowi optymalne warunki do prawidłowego rozwoju. Mleko w swoim składzie obok tłuszczów, białek oraz węglowodanów zawiera również witaminy i minerały. Lipidy biorą udział w rozwoju całego układu nerwowego, proteiny zaś w odpowiednim funkcjonowaniu układu pokarmowego i immunologicznego. Węglowodany są odpowiedzialne za rozwój flory fizjologicznej jelit oraz odporność przeciwko drobnoustrojom. Pediatrzy rekomendują karmienie piersią do 12. miesiąca życia dziecka, jednak nie zawsze jest to możliwe. Zdarzają się stany, zarówno ze strony matki, jak i dziecka, w których jest to przeciwwskazane. W takiej sytuacji kobiety decydują się na zastosowanie mieszanek mlekozastępczych, opartych na mleku krowim. Jednak ze względu na różnice w składzie obu produktów nawet najlepsze mleko sztuczne nigdy nie będzie równie doskonałe dla niemowlęcia co pokarm naturalny. Artykuł podsumowuje aktualną wiedzę na temat składu mleka kobiecego i funkcji poszczególnych jego składników, a także porównuje właściwości mleka kobiecego oraz krowiego.

Słowa kluczowe: mleko kobiece, karmienie piersią, siara, mleko krowie

Abstract

Breast milk is the most suitable nourishment for a newborn. After birth, the mammary glands produce colostrum, which is rich in proteins (including immunoglobulins). At later stages of lactation, the breast milk matures and changes its composition. Such changes are crucial to provide a young child with optimal conditions for proper development. Human milk contains lipids, proteins and carbohydrates as well as vitamins and minerals. Lipids are involved in the development of the entire nervous system, while proteins are essential for normal gastrointestinal and immunological function. Carbohydrates are responsible for the growth of intestinal microbiota and ensure resistance to microorganisms. Paediatricians recommend breastfeeding until the child is one year old, but this is not always possible. There are some conditions, concerning both mother and her child, for which breastfeeding is contraindicated. Such mothers may decide to use milk replacers based on cow's milk. However, even the best milk replacer will never be as perfect for an infant as breast milk due to composition differences. This article summarises the current knowledge about the composition of breast milk and the role of its individual components as well as compares the properties of human and cow's milk.

Key words: breast milk, breastfeeding, colostrum, cow's milk

WSTĘP

Mleko matki jest pierwszym pożywieniem dla noworodka. Dzięki mnogości różnych składników odżywczych do 6. miesiąca życia zaspokaja ono niemalże wszystkie potrzeby dziecka związane z prawidłowym odżywieniem. Ludzkie mleko zawiera tysiące bioaktywnych molekuł, które chronią niemowlę przed zakażeniami, przyczyniają się do dojrzewania układu odpornościowego i rozwoju narządów oraz umożliwiają prawidłową kolonizację drobnoustrojami. Niektóre z tych cząsteczek, np. laktoferyna, są badane jako nowe, potencjalne środki terapeutyczne. Dynamiczny, bioaktywny płyn, jakim jest ludzkie mleko, ma różny skład w zależności od okresu karmienia – od początkowej siary, idealnej dla rozwoju noworodka, do mleka okresu końca laktacji. Ponadto różni się składem w zależności od pojedynczych karmień i dni, jest także niepowtarzalny u każdej matki⁽¹⁾. To pokarm idealnie dostosowany do potrzeb dziecka i zdecydowanie lepszy niż mieszanki mleczne oparte na mleku krowim, które mogą dodatkowo prowadzić do powstania alergii pokarmowej. Niestety zdarzają się sytuacje, gdy występujące przeciwwskazania uniemożliwiają naturalne karmienie i zmuszają kobietę do odstąpienia od karmienia piersią, jednak są to na szczęście przypadki nieczęste. Celem artykułu jest przedstawienie aktualnych informacji na temat składu i unikalnych właściwości mleka kobiecego, a także porównanie go z mlekiem krowim.

SIARA

Siara to substancja produkowana przez gruczoły mlekowe ssaków (w tym człowieka), która zaczyna się gromadzić w sutku już w trakcie ciąży i wydzielana jest przez pierwsze kilka dni po porodzie. Jej skład jest inny niż dojrzalego mleka kobiecego, zawiera bowiem więcej białek, szczególnie czynników wzrostu oraz przeciwciał, co czyni ją najlepszym znanym nauce stymulantem rozwoju układu immunologicznego noworodka. Oprócz tego bogata jest w witaminy, tłuszcze, węglowodany oraz składniki mineralne, z których część nie jest transportowana przez łożysko w czasie ciąży, przez co siara stanowi pierwsze źródło tych substancji dla dziecka.

Do zawartych w siarze czynników działających przeciwko drobnoustrojom należą: interferony, immunoglobuliny, białka wiążące żelazo (laktoferyna i transferyna), neutrofile, makrofagi oraz limfocyty. Ważną rolę odgrywa wydzielnicze IgA (sIgA), które w większości nie jest wchłaniane i pozostaje na powierzchni przewodu pokarmowego, tworząc ochronę przed przyleganiem drobnoustrojów do ścian jelita, a następnie przed przenikaniem ich do krwi. Uważa się, że siara stanowi częściową ochronę przed rozwinięciem się martwiczego zapalenia jelit oraz ciężkiego powikłania niedotlenienia noworodka^(2,3). Trwają badania nad wykorzystaniem siary lub poszczególnych, wyizolowanych z niej peptydów w celu leczenia chorób gastroenterologicznych,

INTRODUCTION

Breast milk is the first nourishment for a newborn. The abundance of various nutrients contained in breast milk allows to meet nearly all infant's nutritional needs until 6 months of life. Human milk contains thousands of bioactive molecules that protect the infant against infections, promote immune system maturation and organ development as well as favour normal microbial colonisation. Some of these molecules, e.g. lactoferrin, are being investigated as potential therapeutic agents. A dynamic, bioactive fluid, human milk changes in composition depending on the feeding stage from the initial colostrum, which is ideal for a newborn, to late lactation milk. Furthermore, it varies between feeds, days and mothers⁽¹⁾. It is perfectly adapted to the child's needs and definitely superior to formulas based on cow's milk, which can additionally cause food allergy. Unfortunately, there are situations when breastfeeding is contraindicated, forcing the mother to refrain from breastfeeding. Fortunately, these are rare. The aim of this paper is to present current data on the composition and the unique properties of human milk as well as to compare it with cow's milk.

COLOSTRUM

Colostrum is a substance produced by the mammary glands (also in humans), which begins to accumulate in the breast already during pregnancy to be secreted during the first days after birth. Its composition differs from that of mature breast milk. It is more abundant in proteins, growth factors and, importantly, antibodies, which makes it the best stimulant of newborn's immune system development that is known to science. Furthermore, since colostrum is rich in vitamins, lipids, carbohydrates and minerals, some of which do not pass through placenta during pregnancy, it becomes the first source of these substances for the child.

Antibacterial factors contained in colostrum include interferons, immunoglobulins, iron-binding proteins (transferin and lactoferrin), neutrophils, macrophages and lymphocytes. Secretory IgAs (sIgA), most of which are not absorbed and remain on the surface of the gastrointestinal tract, thus protecting against microbial adhesion to the intestinal walls and, consequently, penetration into the bloodstream, also play an important role. It is believed that colostrum protects against necrotising enterocolitis and severe complication of neonatal hypoxia^(2,3). There are ongoing studies using colostrum or isolated colostrum peptides to treat gastrointestinal diseases in both children and adults, such as short bowel syndrome, chronic nonsteroidal anti-inflammatory drug-induced intestinal injury, chemotherapy-induced inflammation of the intestinal mucosa, inflammatory bowel diseases (ulcerative colitis and Crohn's disease) as well as infectious diarrhoea, particularly in immunocompromised patients⁽²⁾.

zarówno u dzieci, jak i dorosłych, takich jak: zespół krótkiego jelita, uszkodzenia jelit związane z przewlekłym stosowaniem niesteroidowych leków przeciwzapalnych, zapalenie błony śluzowej jelit związane z chemioterapią, choroby zapalne jelit (wrzodziejące zapalenie jelita grubego oraz choroba Leśniowskiego–Crohna), a także biegunka infekcyjna, szczególnie u pacjentów z obniżoną odpornością⁽²⁾.

SKŁAD MLEKA KOBIECEGO

Lipidy

Lipidy dostarczają około 45–55% energii zawartej w mleku kobiecym. Zawartość tłuszczu w mleku kobiecym jest zmienna w zależności od pory dnia, okresu laktacji, a także długości trwania pojedynczego karmienia⁽⁴⁾. Główną masę lipidów stanowią trójglicerydy (około 98%). Oprócz nich w mleku kobiecym występują fosfolipidy, cholesterol, niestrawne kwasy tłuszczowe oraz mono- i diacylglicerole^(5,6). Właściwości trójglicerydów zależą od rodzaju i położenia w obrębie cząsteczki zawartych w nich kwasów tłuszczowych (nasyconych i nienasyconych), których może być nawet około 170. Wykazano, że długie łańcuchy nasyconych kwasów tłuszczowych w pozycji sn-2 są łatwiej trawione i wchłaniane przez niemowlę^(6,7). Umieszczenie to ma też wpływ na rozwój flory bakteryjnej jelita grubego oraz zachowania dziecka⁽⁵⁾. Nasycone kwasy tłuszczowe nie tylko dostarczają energię, lecz również pełnią funkcje strukturalne i metaboliczne. W badaniach wykazano działanie bakteriobójcze kwasu kaprynowego, a także właściwości immunomodulacyjne kwasu arachidowego i behenowego, natomiast kwas palmitynowy jest zawarty w surfaktancie^(6,7). Najczęściej występującymi jednonienasyconymi kwasami tłuszczowymi są kwasy oleinowy i palmitoleinowy, które podejrzewa się o pozytywny wpływ na rozwój układu immunologicznego noworodka. Ponadto w mleku kobiecym wykryto niewielkie ilości 24-węglowego kwasu nerwonowego, który bierze udział w procesie mielinizacji oraz rozwoju mózgu⁽⁶⁾.

Zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, np. dokozaheksaenowego (*docosahexaenoic acid*, DHA), zależy od diety matki oraz czasu karmienia. Na samym początku laktacji, zaraz po urodzeniu dziecka, obserwuje się większą zawartość DHA, który jest niezbędny do prawidłowego wzrostu i różnicowania się układu nerwowego noworodka⁽⁶⁾. Ponadto wykazano, że obecność DHA w mleku matki obniża ryzyko dysplazji oskrzelowo-płucnej u wcześniaków⁽⁸⁾. Dieta bogata w nasycone kwasy tłuszczowe, a uboga w wielonienasycone może mieć wpływ na rozwój otyłości i insulinooporności⁽⁶⁾. Kolejnym ważnym lipidem mleka kobiecego jest cholesterol, substrat dla syntezy kwasów żółciowych, lipoprotein, witamin i niektórych hormonów, stabilizujący strukturę błon komórkowych, przede wszystkim neuronów mózgu noworodka. Dzieci karmione w okresie niemowlęcym mlekiem kobiecym wykazują w późniejszym wieku niższą syntezę endogenego

BREAST MILK COMPOSITION

Lipids

Lipids provide about 45–55% of energy contained in breast milk. The fat content in breast milk varies depending on the time of day, stage of lactation as well as the length of a breastfeeding session⁽⁴⁾. Triglycerides are dominant (about 98%). Other lipids include phospholipids, cholesterol, non-esterified fatty acids as well as mono- and diacylglycerols^(5,6). The properties of triglycerides depend on the type of fatty acids (saturated and unsaturated), whose number can reach approximately 170, and their location within the molecule. It was demonstrated that long-chain saturated fatty acids in the sn-2 position are easier to digest and absorb in an infant^(6,7). This location also affects the development of large bowel microflora and child's behaviour⁽⁵⁾. Saturated fatty acids not only provide energy, but also have structural and metabolic functions. Studies have shown that capric acid has bactericidal effects, arachidic acid and behenic acid exhibit immunomodulatory activity, while palmitic acid is present in surfactants^(6,7). Oleic and palmitoleic acids, which are suspected to have beneficial effects on neonatal immune system development, are the most common monounsaturated fatty acids. Furthermore, trace amounts of 24-carbon nervonic acid, which is involved in myelination and brain development, have been detected in breast milk⁽⁶⁾.

The content of polyunsaturated fatty acids, such as docosahexaenoic acid (DHA), depends on maternal diet and the feeding time. At the very onset of lactation (immediately after birth), increased content of DHA, which is essential for normal growth and development of the neonatal nervous system, is observed⁽⁶⁾. Furthermore, it was shown that DHA present in breast milk reduces the risk of bronchopulmonary dysplasia in premature neonates⁽⁸⁾. A diet rich in saturated fatty acids, but low in polyunsaturated fatty acids can promote obesity and insulin resistance⁽⁶⁾. Cholesterol, a substrate for the synthesis of bile acids, lipoproteins, vitamins and some hormones, which is also responsible for stabilising the structure of cellular membranes, neonatal brain neuronal membranes in particular, is another important lipid component of breast milk. Breastfed infants show lower synthesis of endogenous cholesterol in later life stages, and therefore their cardiovascular risk is 5% lower^(6,9).

Proteins

Although proteins make up only 1% of mature human milk, they play a very important role. Most of these are whey proteins, such as α -lactalbumin, lactoferrin, immunoglobulins (mostly IgA), serum albumins and lysozyme⁽⁵⁾.

Alpha-lactalbumin is involved in the formation of lactose and peptides that stimulate the absorption of minerals. Lactoferrin has the ability to bind iron, thus making it inaccessible to bacteria, which need this macronutrient

cholesterolu, co może w przyszłości obniżyć ryzyko rozwoju choroby sercowo-naczyniowej aż o 5%^(6,9).

Białka

Proteiny stanowią jedynie około 1% dojrzałego ludzkiego mleka, mimo to pełnią niezwykle ważną funkcję. Większość z nich to białka serwatkowe, takie jak α -laktoalbumina, laktoferyna, immunoglobuliny (głównie IgA), albuminy osocza oraz lizozym⁽⁵⁾.

W procesie tworzenia laktozy oraz powstawania peptydów stymulujących absorpcję składników mineralnych bierze udział α -laktoalbumina. Z kolei laktoferyna, dzięki zdolności wiązania żelaza, czyni je niedostępnym dla bakterii, które potrzebują tego makroelementu do prawidłowego rozwoju. Ta funkcja sprawia, że laktoferyna chroni organizm człowieka przed drobnoustrojami. Uważa się ją także za czynnik przeciwnowotworowy i immunomodulacyjny oraz bada się jej rolę w prawidłowym kształtowaniu układu kostnego^(5,10). Lizozym jest glikoproteiną, która posiada zdolność hydrolizowania wiązań pomiędzy *N*-acetylglukozaminą i kwasem *N*-acetylmuraminowym w obrębie peptydoglikanu większości bakterii Gram-dodatnich i niektórych Gram-ujemnych. Dzięki temu dochodzi do rozpadu komórki bakteryjnej, co uniemożliwia bakteriom dalszą inwazję w obrębie organizmu człowieka⁽⁵⁾. Mniej liczną frakcję tworzą kazeiny (β oraz κ), białka łatwo przyswajalne przez organizm dziecka. Kazeina β bierze udział w absorpcji wapnia, natomiast κ promuje rozwój flory fizjologicznej jelit i chroni przed rozwojem bakterii patogennych⁽⁵⁾. Uważa się także, że te proteiny mają właściwości antyhipertensyjne (poprzez hamowanie aktywności enzymu konwertującego angiotensynę) i przeciwzakrzepowe (dzięki zdolności do hamowania agregacji płytek krwi oraz wiązania fibrynogenu z receptorami obecnymi na trombocytach)^(11,12).

Inne ważne białka obecne w mleku to np. α -amylaza, biorąca udział w trawieniu tłuszczów, czy α_1 -antytrypsyna oraz α_1 -antychymotrypsyna, które opóźniają rozpad białek, a także inaktywują elastazę uwalnianą w stanach zapalnych⁽⁵⁾.

Czynniki wzrostu

Ważnymi proteinami obecnymi w kobiecym mleku są czynniki wzrostu. EGF (epidermal growth factor – czynnik wzrostu naskórka), wykrywany także w płynie owodniowym, odpowiada za dojrzewanie błony śluzowej jelit, a w stanach patologicznych (takich jak hipoksja, wstrząs hipowolemiczny czy krwotoczne zapalenie jelit) za jej odbudowę. Rolą BDNF (*brain-derived neurotrophic factor* – neurotropowy czynnik pochodzenia mózgowego) i GDNF (glial cell derived neurotrophic factor – glejopochodny czynnik neurotropowy) jest zapewnienie rozwoju układu nerwowego jelit, co warunkuje późniejszą prawidłową perystaltykę. W badaniach na szczurach wykazano, że czynniki wzrostu z rodziny IGF (*insulin-like growth factor* – insulinopodobny czynnik wzrostu) warunkują rozwój tkanek

for normal growth. This way, lactoferrin protects human against microorganisms. It is also considered to be an anticancer and immunomodulatory agent and investigated as a factor involved in normal bone formation^(5,10). Lysozyme is a glycoprotein able to hydrolyse the bonds between the *N*-acetylglucosamine and the *N*-acetylmuramic acid within a peptidoglycan in most Gram-positive and some Gram-negative bacteria. This leads to bacterial cell disintegration, thus preventing further invasion within the human body⁽⁵⁾. Caseins (β and κ), which are less abundant, represent proteins that are well-absorbed by an infant. Beta-casein is involved in calcium absorption, while κ -casein promotes the development of physiological intestinal microflora and prevents the development of pathological bacteria⁽⁵⁾. It is also believed that these proteins have antihypertensive (inhibiting the activity of angiotensin-converting enzyme) and anticoagulant (due to the ability to inhibit platelet aggregation and bind fibrinogen to receptors found on thrombocytes) properties^(11,12).

Other important proteins found in breast milk include e.g. α -amylase, which is involved in the digestion of fats, α_1 -antitrypsin and α_1 -antichymotrypsin, which delay protein breakdown and inactivate elastase, which is released in inflammation⁽⁵⁾.

Growth factors

Growth factors are important proteins found in breast milk. Epidermal growth factor (EGF), which is also detected in the amniotic fluid, is responsible for intestinal mucosa maturation and repair in pathological conditions, such as hypoxia, hypovolemic shock or haemorrhagic enteritis. The role of brain-derived neurotrophic factor (BDNF) and glial cell derived neurotrophic factor (GDNF) is to ensure the development of intestinal nervous system, which is essential for normal peristalsis in later life. Studies in rats showed that insulin-like growth factors determine the development of gastrointestinal tissues, reduce intestinal atrophy and play a role in the survival of enterocytes exposed to oxidative stress as well as stimulate erythropoiesis when released into the bloodstream⁽¹⁾.

Carbohydrates

Breast milk contains 5.5–7% of carbohydrates. Human milk has the highest content of lactose compared to other mammals due to the energy requirements of the brain. Lactose is crucial for the normal functioning of neonatal gastrointestinal tract as it belongs to natural probiotics, has an effect of softening stools and increases the absorption of water, sodium and calcium. A large fraction of lactose is converted in infant's gastrointestinal tract into lactulose, which is broken down in the large bowel by bacteria. Lactose acidifies the intestinal contents, stimulates peristalsis and is essential for the development of normal intestinal bacterial flora: *Lactobacillus bifidus* and *Lactobacillus acidophilus*^(5,13,14).

przewodu pokarmowego, zmniejszając atrofię jelit oraz odgrywają rolę w przeżyciu enterocytów poddanych stresowi oksydacyjnemu, natomiast po przedostaniu się do krwi stymulują erytropoezę⁽¹⁾.

Węglowodany

W mleku kobiecym laktoza stanowi 5,5–7% węglowodanów. Zawartość laktozy jest najwyższa w mleku człowieka w stosunku do innych gatunków ssaków, ze względu na zapotrzebowanie energetyczne mózgu. Laktoza jest niezbędna do prawidłowego funkcjonowania przewodu pokarmowego noworodka, ponieważ należy do naturalnych probiotyków, zmiękcza stolce oraz zwiększa wchłanianie wody, sodu i wapnia. Znaczna jej część jest w organizmie niemowlęcia przekształcana do laktulozy, która ulega rozkładowi dopiero w jelicie grubym, dzięki obecności bakterii. Laktoza zakwasza treść jelitową, pobudza perystaltykę, a także jest konieczna do rozwoju prawidłowej flory bakteryjnej w jelicie: *Lactobacillus bifidus* oraz *Lactobacillus acidophilus*^(5,13,14).

Oligosacharydy to duża grupa związków obecna w naturalnym mleku kobiecym, natomiast nie zawierają ich sztuczne pokarmy dla dzieci. W mleku matki jest ich około 10–15 g/l. Mają istotne znaczenie dla prawidłowego rozwoju i działania układu immunologicznego. Biorą udział w zapobieganiu infekcjom, nie tylko przewodu pokarmowego, ale również dróg oddechowych i układu moczowego, ponieważ zapobiegają adhezji patogenów do nabłonka. Hamują też namnażanie bakterii. Prawdopodobnie wpływają także na zmniejszenie ryzyka rozwinienia się u dzieci chorób z kręgu alergii^(13,15). Istnieją ponadto doniesienia wskazujące na prawdopodobny bezpośredni wpływ zawartości oligosacharydów w mleku matki na wzrost i wagę dziecka⁽¹⁶⁾. Oprócz laktozy i oligosacharydów w mleku matki znajdują się także małe ilości mucyny, glikoproteiny działającej protekcyjnie na błony śluzowe jamy ustnej i przełyku dziecka. Wykazano również obecność kwasu sjałowego, którego zawartość jest większa w mleku matek wcześniaków niż u kobiet, które urodziły dziecko o czasie. Jego funkcja nie jest do końca poznana, ale wiadomo, że mózg człowieka zawiera 2–4 razy więcej tej substancji w porównaniu z innymi zwierzętami⁽⁵⁾.

Witaminy i składniki mineralne

Ludzkie mleko to dobrze zbilansowane źródło witamin i mikroelementów dla noworodka. Zawiera optymalne ilości witamin, takich jak: A, E, C czy B₃, natomiast stężenie witamin D oraz K jest mniejsze, więc muszą być one suplementowane. Jeśli matka stosuje dietę wegetariańską lub wegańską, konieczne może się okazać podawanie dziecku witaminy B₁₂. Do makroelementów obecnych w kobiecym mleku można zaliczyć jony oraz sole sodu, potasu, wapnia, magnezu, chloru oraz siarczany i fosforany, natomiast mikroelementy to żelazo, cynk, miedź (których zawartość jest większa w sianie niż w mleku dojrzalym), mangan, selen, jod, molibden, chrom, kobalt, fluor^(1,5).

Oligosaccharides are a large group of compounds present in breast milk, which are not contained in infant formulas. Breast milk content of oligosaccharides is about 10–15 g/L. They are crucial for normal immune system development and function. They are involved in preventing gastrointestinal, respiratory and urinary infections by preventing adhesion of pathogens to the epithelium. Furthermore, they inhibit bacterial growth and probably reduce the risk of allergies in children^(13,15). There are also reports indicating potential direct effects of breast milk oligosaccharides on child's growth and body weight⁽¹⁶⁾.

Apart from lactose and oligosaccharides, breast milk also contains small amounts of mucin, a glycoprotein protecting oral and oesophageal mucosa in a child. Furthermore, it was shown that the breast milk content of sialic acid is higher in preterm mothers compared to full-term mothers. Although its function is not fully understood, it is known that the content of sialic acid in the human brain is 2–4 times higher compared to animals⁽⁵⁾.

Vitamins and minerals

Human milk is a well-balanced source of vitamins and trace elements for a newborn. It contains optimum amounts of vitamins such as vitamin A, E, C and B₃, but lower levels of vitamin D and K, which should be supplemented. For mothers following a vegetarian or vegan diet, their children may need vitamin B₁₂ supplementation. Macronutrients present in breast milk include the ions and salts of sodium, potassium, calcium, magnesium, chlorine as well as sulfates and phosphates, while trace elements include iron, zinc, copper (whose content is higher in colostrum than in mature milk), manganese, selenium, iodine, molybdenum, chromium, cobalt, fluorine^(1,5).

CONTRAINDICATIONS TO BREASTFEEDING

Despite multiple benefits of breast milk, there are situations when breastfeeding is contraindicated. These include metabolic disorders of the infant, such as classical galactosaemia and congenital lactase deficiency. Maternal contraindications include active, untreated tuberculosis, HIV (human immunodeficiency virus) infection, HTLV-1 and HTLV-2 (human T-lymphotropic virus) infections. Breastfeeding is also impossible if the mother has received a diagnostic or therapeutic radioisotope, has been exposed to radioactive materials, or has received chemotherapy or antimetabolic agents. The presence of herpes on the nipple or the areola is also a contraindication for breastfeeding, however, if only one breast is affected, the infant can be fed from the healthy breast⁽¹⁷⁾.

If breastfeeding is contraindicated, the child receives age adjusted formulas. In the case of allergy to breast milk proteins, the child can be given special milk replacers, such as cow's milk hydrolysates with a high degree of hydrolysis, amino acid-based formulas (with free amino acids

PRZECIWWSKAZANIA DO KARMIENTA PIERSIĄ

Mimo wielu zalet kobiecego mleka niestety istnieją sytuacje, kiedy karmienie piersią jest przeciwwskazane. Ze strony dziecka są to choroby metaboliczne, takie jak klasyczna galaktozemia oraz wrodzony niedobór laktazy. Natomiast w przypadku matki ten sposób karmienia uniemożliwiają: czynna, nieleczona gruźlica, zakażenie HIV (*human immunodeficiency virus* – ludzki wirus niedoboru odporności), zakażenia HTLV-1 i HTLV-2 (*human T-lymphotropic virus* – ludzki wirus T-limfotropowy). Karmienie naturalne jest również niemożliwe, gdy kobieta otrzymała w celu diagnostycznym lub leczniczym izotop radioaktywny bądź miała kontakt z materiałami radioaktywnymi oraz jeśli jest poddawana chemioterapii albo otrzymuje leki antymetaboliczne. Przeciwwskazanie stanowi także występowanie opryszczki brodawki lub otoczki sutka (do momentu ustąpienia zmian), jednak jeśli wykwyty obecne są tylko na jednym sutku, wówczas można karmić dziecko zdrową piersią⁽¹⁷⁾.

Gdy istnieją przeciwwskazania do karmienia piersią, dziecku podaje się mieszanki mleczne o składzie dostosowanym odpowiednio do jego wieku. W przypadku alergii na białka mleka matki dziecko może być karmione mieszankami mlekozastępczymi specjalnymi, takimi jak hydrolizaty białka mleka krowiego o znacznym stopniu hydrolizy, mieszanki elementarne (w których źródłem białka są wolne aminokwasy) bądź izolaty sojowe (dopiero po 6. miesiącu życia). Gdy dziecko cierpi z powodu wrodzonych zaburzeń metabolicznych, należy stosować pokarm sztuczny pozbawiony laktozy, galaktozy lub innych substancji nietolerowanych przez dziecko.

MLEKO KROWIE – SKŁAD ORAZ PORÓWNANIE JAKOŚCIOWE Z MLEKIEM KOBIECYM POD KĄTEM KARMIENTA NOWORODKÓW I NIEMOWLĄT

Mleko krowie jest produktem zwierzęcym, zawierającym różne składniki odżywcze, takie jak lipidy, białka, aminokwasy, witaminy i minerały. W jego składzie znajdują się również immunoglobuliny, hormony, czynniki wzrostu, cytokiny, enzymy, poliaminy i inne bioaktywne peptydy. Mleko zawiera średnio około 33 g tłuszczów na litr, z czego około 95% stanowią triacyloglicerole. Pozostałe lipidy mleka krowiego to m.in. diacyloglicerole (około 2% frakcji lipidowej), cholesterol (poniżej 0,5%), fosfolipidy (około 1%) i wolne kwasy tłuszczowe (mniej niż 0,5%). Węglowodany stanowią około 4,5% zawartości mleka, występują w największej ilości w postaci laktozy. Mleko krowie zawiera około 32 g białka na litr; dominującą proteiną jest kazeina, stanowiąca około 80% frakcji białkowej. Ten produkt spożywczy jest również bogaty w witaminy, minerały i związki o właściwościach przeciwutleniających, natomiast najważniejszymi antyoksydantami są selen oraz witaminy E i A⁽¹⁸⁾.

as a source of proteins) or soy isolates (only after the age of 6 months). Children affected by congenital metabolic disorders should be given formulas free of lactose, galactose or other substances not tolerated by the child.

COW'S MILK – COMPOSITION AND QUALITY COMPARISON WITH BREAST MILK IN TERMS OF NEWBORN AND INFANT FEEDING

Cow's milk is an animal product containing various nutrients, such as lipids, proteins, amino acids and minerals. It also contains immunoglobulins, hormones, growth factors, cytokines, enzymes, polyamines and other bioactive peptides. Cow's milk contains about 33 g of fat per litre, about 95% of which are triacylglycerols. Other cow's milk lipids include for example diacylglycerols (about 2% of the lipid fraction), cholesterol (below 0.5%), phospholipids (about 1%) and free fatty acids (less than 0.5%). Cow's milk contains about 4.5% of carbohydrates, mainly lactose. Its content of protein is about 32 g per litre, with the dominance of casein, which accounts for about 80% of protein fraction. This food product is also rich in vitamins, minerals and antioxidants, with the most important antioxidants being selenium and vitamins E and A⁽¹⁸⁾.

Many nutrients contained in cow's milk are present in insufficient amounts or inadequate proportions compared to human milk. These nutrients, however, are critical for normal development of the child, particularly in the neonatal period and infancy. A summary of the differences in the composition of both types of milk is presented in Tab. 1.

Lipids

Cow's milk lipids are far less readily absorbed from infant's gastrointestinal tract compared to those contained in breast

Substancje odżywcze (w 100 g mleka) Nutrients (per 100 g of milk)	Mleko kobiece Human milk	Mleko krowie Cow's milk
Tłuszcze (g) Lipids (g)	3,4	4,1
Białka (g) Proteins (g)	1,1	3,2
Węglowodany (g) Carbohydrates (g)	7,4	4,4
Tauryna (mg) Taurine (mg)	1,8	0,1
Wapń (mg) Calcium (mg)	33	125
Fosfor (mg) Phosphorus (mg)	15	96
Ryboflawina (mg) Riboflavin (mg)	0,02	0,19
Witamina C (mg) Vitamin C (mg)	3	2

Tab. 1. Substancje odżywcze w mleku kobiecym oraz mleku krowim – porównanie^(18–20) (modyfikacja własna)

Tab. 1. Nutrients – breast milk vs. cow's milk^(18–20) (modified by the author)

Wiele substancji odżywczych znajduje się w mleku krowim w niewystarczających ilościach lub niewłaściwych proporcjach w porównaniu z mlekiem ludzkim. Są one jednak niezbędne do prawidłowego rozwoju dziecka, szczególnie w okresie noworodkowym i niemowlęcym. W tab. 1 podano najważniejsze informacje dotyczące różnic w składzie obu porównywanych rodzajów mleka.

Tłuszcze

Tłuszcze z mleka krowiego są zdecydowanie gorzej wchłaniane z przewodu pokarmowego dziecka niż lipidy z pokarmu matki. Większość producentów preparatów mlekozastępczych próbowała zmodyfikować zawarte w nich tłuszcze tak, aby ich wchłanianie było jak najbardziej zbliżone do absorpcji tych substancji z mleka kobiecego, jednak wciąż nie udało się wyprodukować mieszanki mlecznej o tak dużym stopniu wchłaniania jak pokarm matki. Noworodek po 1 tygodniu życia karmiony piersią jest w stanie wchłonąć więcej niż 90% lipidów z mleka matki, w porównaniu z 70% z mleka krowiego lub mieszanek mlecznych⁽²⁰⁾.

Aminokwasy

Bardzo istotna jest wielokrotnie wyższa zawartość tauryny w mleku matki w porównaniu z niskim stężeniem w mleku krowim i właściwie jej brakiem w mieszkankach mlecznych. Jest to istotne z uwagi na fakt, że w organizmie niemowląt nie są odpowiednio rozwinięte systemy enzymatyczne do jej syntezy z cysteiny. Tauryna w organizmie niemowląt bierze udział w rozwoju układu nerwowego, stąd jej obecność w diecie dzieci jest tak ważna⁽²⁰⁾.

Białka

Wartość odżywcza i skład jakościowy białek mleka ludzkiego (30% kazeiny, 70% serwatki) różnią się diametralnie od tych pozyskiwanych z mleka krowiego (82% kazeiny, 18% serwatki). Również białka zawarte we frakcji serwatki są odmienne w obu rodzajach mleka. Dominującą proteiną ludzkiej serwatki jest α -laktoglobulina, podczas gdy w mleku krowim przeważa β -laktoglobulina, która odpowiada za alergizację⁽⁴⁾. W skład tej frakcji protein mleka ludzkiego wchodzi również m.in. laktoferyna, lizozym i wydzielnicza immunoglobulina A, obecne w krowim mleku wyłącznie w śladowych ilościach⁽²⁰⁾. W przeciwieństwie do innych ochronnych składników mleka ludzkiego (przeciwciężła, laktoferyna) stężenie lizozymu w mleku kobiecym rośnie wraz z wydłużaniem się okresu laktacji. Ilość tego białka w mleku ludzkim osiąga wartość nawet 1000-krotnie większą niż w mleku krowim⁽²¹⁾.

Węglowodany

Mleko krowie jest ubogie w laktozę, co wymusza wzbogacanie w nią mieszanek mlekozastępczych, a zarazem w inne

mleko. Most milk replacer producers made efforts to modify the lipid content of their products in order to make their absorption as close as possible to that of breast milk lipids, however, so far, no formula with the degree of absorption as high as that of breast milk has been produced. After one week of life, a breastfed newborn is able to absorb more than 90% of lipids contained in breast milk compared to 70% for cow's milk or infant formulas⁽²⁰⁾.

Amino acids

It should be emphasised that the content of taurine in breast milk is several times higher compared to cow's milk and that practically no taurine is found in milk replacers. This is important due to the fact that the immaturity of the enzymatic systems in infants do not allow to synthesize taurine from cysteine. Taurine is involved in the development of the nervous system, therefore it is a key component of an infant's diet⁽²⁰⁾.

Proteins

The nutritional value and the qualitative composition of proteins found in human milk (30% of casein, 70% of whey) differ significantly from those in cow's milk (82% of casein, 18% of whey). The whey proteins contained in both types of milk also vary. Alpha-lactoglobulin is the major whey protein in human milk, while β -lactoglobulin, which is responsible for allergic reactions, dominates in cow's milk⁽⁴⁾. This protein fraction of human milk further contains, among other things, lactoferrin, lysozyme and secretory immunoglobulin A, which are found in cow's milk only in trace amounts⁽²⁰⁾. As opposed to other protective components of human milk (antibodies, lactoferrin), the breast milk content of lysozyme increases with the duration of lactation. The amount of this protein in human milk can be up to 1000-fold higher compared to cow's milk⁽²¹⁾.

Carbohydrates

Cow's milk is low in lactose, therefore milk replacers require enrichment in this carbohydrate and also other sugars, such as sucrose, fructose and glucose. The presence of these components in infant's diet affects the growth of physiological intestinal flora (e.g. *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*), increasing the risk of colonization with pathogenic *E. coli*. Furthermore, a correlation was found between reduced number of *Bifidobacterium* strains in infant's GI tract and higher incidence of food allergies compared to children with normal amount of strains⁽²²⁾.

Vitamins and minerals

Cow's milk contains more calcium and phosphorus than human milk. However, basic medical check-ups in breastfed infants showed that these relatively low levels were sufficient

cukry – m.in. sacharozę, fruktozę, glukozę. Obecność tych składników w diecie niemowlęcia zaburza powstanie fizjologicznej flory jelitowej (m.in. *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*), zwiększając ryzyko kolonizacji patogeną *E. coli*. Zaobserwowano również korelację pomiędzy zmniejszoną ilością szczepów *Bifidobacterium* w układzie pokarmowym dzieci a częstszym występowaniem u nich alergii pokarmowych niż u dzieci z prawidłową ilością szczepów⁽²²⁾.

Witaminy i minerały

W mleku krowim znajduje się więcej wapnia i fosforu niż w pokarmie kobiecym. Badania bilansowe wykazały jednak, że w organizmach niemowląt karmionych mlekiem matki stosunkowo niewielkie ilości tych pierwiastków były zupełnie wystarczające, aby pokryć w pełni ich zapotrzebowanie, dzięki temu, że są bardzo dobrze wchłaniane w układzie pokarmowym dziecka. Udowodniono, że jest to związane z występowaniem tych dwóch pierwiastków w odpowiedniej proporcji względem siebie. Niemowlęta karmione mieszankami opartymi na mleku krowim mają zdecydowanie niższy poziom wapnia we krwi. Do mieszanek mlecznych dodawane są tłuszcze zwiększające wchłanianie oraz witamina D, niezmiennie jednak w surowicy dzieci karmionych piersią wykazuje się większe stężenie wapnia niż u niemowląt karmionych sztucznie⁽²⁰⁾.

LAKTOFERYNA A MLEKO KOBIECE

Laktoferyna to białko o istotnych właściwościach przeciwbakteryjnych, przeciwwirusowych oraz przeciwwirusowych, którego stężenie w mleku krowim jest około 3-krotnie niższe niż w pokarmie kobiecym, co stanowi ważny problem w produkcji mieszanek mlecznych. Nadzieją na ulepszenie sztucznego pokarmu jest odkryta na początku XXI wieku możliwość modyfikowania mleka krowiego przez wprowadzanie do genomu bydła ludzkich genów odpowiadających za produkcję różnych składników mleka kobiecego, w tym właśnie laktoferyny⁽²¹⁾. W ciągu ostatnich lat przeprowadzono kilka badań dotyczących możliwości wykorzystania bydlęcej laktoferyny (BLF) oraz jej wpływu na rozwój niemowląt. Kaur i Gathwala opublikowali pracę badawczą dotyczącą roli tego białka w prewencji sepsy o późnym początku u noworodków urodzonych z niską masą urodzeniową (poniżej 2000 g), które nie mogły przyjmować mleka kobiecego. Sepsa noworodkowa jest przyczyną 30–50% wszystkich zgonów noworodków w krajach rozwijających się. Ryzyko wystąpienia tego ciężkiego zakażenia wzrasta wraz ze zmniejszeniem masy urodzeniowej i skróceniem wieku ciążowego. W Indiach, gdzie przeprowadzono przywołane badania na oddziale intensywnej terapii noworodków, dzieciom przyjętym w pierwszych 12 godzinach życia bez matczynych czynników ryzyka sepsy podawano mieszanki mlekozastępcze wzbogacone o BLF od 1. do 28. dnia życia. W badaniu

to meet all infant's needs due to their good absorption in the gastrointestinal tract. This was shown to be associated with the presence of these two elements in appropriate proportions relative to each other. Infants fed on cow's milk-formulas have significantly lower blood calcium levels. Although formulas are enriched in absorption increasing fats and vitamin D, higher calcium levels are still detected in breastfed infants compared to those fed on formula⁽²⁰⁾.

LACTOFERRIN AND BREAST MILK

Lactoferrin is a protein with significant antibacterial, antifungal and antiviral activity, whose levels in cow's milk are about 3-fold lower compared to breast milk. This is an important problem in the manufacture of formulas. The possibility to modify cow's milk by introducing human genes responsible for producing different components of breast milk, including lactoferrin, into bovine genome, which was discovered at the beginning of the twenty-first century, will hopefully allow for artificial feeding improvement⁽²¹⁾. Several studies on the potential use of bovine lactoferrin (BLF) and its impact on infant's development have been conducted in recent years. Kaur and Gathwala published a research on the role of this protein in the prevention of late-onset sepsis in low birth weight newborns (below 2,000 g) who could not be fed on breast milk. Neonatal sepsis accounts for 30–50% of all neonatal deaths in developing countries. The risk of this severe infection increases with decreased birth weight and gestational age. In a neonatal intensive care unit in India, where the cited research was conducted, children admitted during the first 12 hours with no maternal risk factors for sepsis received milk replacer formulas enriched in BLF from day 1 until 28 days of life. A total of 63 children receiving lactoferrin and a control group (67 children) receiving placebo (lactoferrin-free formula) were included in the study. The incidence of sepsis (confirmed based on the presence of pathogen in blood or cerebrospinal fluid) was significantly lower (3.2%) in the study group vs. control group (13.4%). The above research suggests that perhaps in the near future the use of cow's lactoferrin will become an important method for the prevention of bacterial infections in newborns and infants fed on formulas, particularly in the developing countries⁽²²⁾.

ALLERGY TO COW'S MILK PROTEINS

There is clear evidence that breast milk contains nutrients vital for infant's development that are sometimes absent or sparse in cow's milk. What is also important is the fact that cow's milk proteins can elicit food allergy in infants fed on milk replacer formulas. Cow milk allergy (CMA) affects approximately 2.5% of children in the first few years of life and is the most common early childhood food allergy. Although in most cases the allergy resolves by the age of 3 years, it can persist in some children for years, causing symptoms of varying severity: from mild to severe and

brało udział 63 dzieci otrzymujących laktoferynę oraz grupa kontrolna (67 dzieci), której podawano przez ten czas mieszkankę pozbawioną tego białka – placebo. Zapadalność na sepsę (potwierdzoną obecnością patogenu we krwi lub płynie mózgowo-rdzeniowym) była znacząco niższa (3,2%) w grupie badawczej niż w grupie kontrolnej (13,4%). Wyniki powyższych badań pozwalają przypuszczać, że być może już w niedalekiej przyszłości wykorzystanie krowiej laktoferyny stanie się istotną metodą zapobiegania zakażeniom bakteryjnym u noworodków i niemowląt karmionych sztucznym pokarmem, szczególnie w krajach rozwijających się⁽²²⁾.

ALERGIA NA BIAŁKA MLEKA KROWIEGO

Niepodważalne są dowody świadczące o tym, że mleko kobiece zawiera ważne dla rozwoju dziecka składniki odżywcze, które niekiedy nie występują w ogóle lub występują w niewystarczającej ilości w mleku krowim. Ważne jest również to, że białka mleka krowiego mogą wywoływać alergię pokarmową u dzieci karmionych mieszankami mlekozastępczymi. Alergia na mleko krowie (*cow milk allergy*, CMA) dotyka około 2,5% dzieci w ciągu kilku pierwszych lat życia i jest najczęstszą alergią pokarmową we wczesnym dzieciństwie. U większości dzieci zanika do około 3. roku życia, jednak u niektórych utrzymuje się latami, powodując objawy o różnym nasileniu: od łagodnych aż do ciężkich stanów zagrożenia zdrowia, a nawet życia. IgE-zależne reakcje mogą wystąpić w ciągu 2 godzin od spożycia substancji uczulającej; obejmują one pojawienie się objawów skórnych, takich jak pokrzywka, obrzęk naczynioruchowy i świąd, objawy żołądkowo-jelitowe, świszczący oddech oraz kaszel, a także, w wyjątkowo ciężkich przypadkach, wstrząs anafilaktyczny. Reakcje IgE-niezależne lub mieszane wywołują mniej nasilone i najczęściej niezagrażające życiu objawy, np. ze strony układu pokarmowego lub oddechowego. Pacjenci cierpiący na CMA wykształcają odpowiedź immunologiczną na różne białka mleka krowiego. Najczęściej stwierdza się objawy alergii po kontakcie z kazeiną lub β -laktoglobuliną, dotyczące około 50% dzieci uczulonych na białka mleka krowiego. Badania wykazały, że prawidłowy poziom TGF- β chroni dziecko przed wystąpieniem alergii pokarmowych w okresie niemowlęcym oraz wczesnodziecięcym⁽²³⁾.

Wyłącznie około 26% pacjentów wykazuje wrażliwość na pojedynczą proteinę, zazwyczaj alergia dotyczy kilku białek (najczęściej od 2 do 5). Jak dowiedziono naukowo, karmienie piersią jest związane z mniejszym ryzykiem rozwoju również innych pokarmowych chorób alergicznych, nie tylko na białka mleka krowiego. Wyodrębniono 8–10 różnorodnych czynników obecnych w mleku, których wpływ na prawidłowy rozwój i funkcjonowanie układu immunologicznego niemowląt został udowodniony. Wśród nich znalazły się cytokiny o znaczeniu przeciwzapalnym, takie jak IL-10 i TGF- β ^(24,25).

even health and life-threatening. IgE-dependent reactions can occur within 2 hours after ingestion of the sensitizing substance; they include skin reactions such as urticaria, angioedema and pruritus, gastrointestinal symptoms, wheezing and cough as well as an anaphylactic shock in most severe cases. IgE-independent or mixed reactions cause less severe and usually non-life threatening symptoms, e.g. gastrointestinal or respiratory symptoms. Patients with CMA develop immune response to different cow's milk proteins. Most allergic reactions occur upon exposure to casein or β -lactoglobulin, affecting about 50% of children allergic to cow's milk proteins. Studies have shown that normal TGF- β levels protect the child against food allergies in infancy and early childhood⁽²³⁾.

Only about 26% of patients develop sensitivity to a single protein. Allergy usually involves several proteins (between 2 and 5 in most cases). Scientific evidence shows that in addition to CMA, breastfeeding is also associated with a lower risk of other food allergies. About 8–10 different factors present in milk, which have proven effects on normal immune system development and function in infants, have been distinguished. These include anti-inflammatory cytokines, such as IL-10 and TGF- β ^(24,25).

CONCLUSIONS

Breastfeeding is extremely important for both mother and child. It helps create a positive and strong bond between a mother and her child, prevents breast diseases during lactation and, importantly, provides the best suited nutrition for a newborn. The abundance of nutrients, immunoglobulins as well as other immune molecules, vitamins and micronutrients meets all infant's needs at all stages of lactation – from colostrum to mature milk. Due to the significant advantages of breast milk over formula, each young mother should be encouraged by her physician to breastfeed unless there are contraindications.

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.

PODSUMOWANIE

Karmienie piersią jest niezwykle ważne zarówno dla matki, jak i dziecka. Umożliwia wytworzenie się prawidłowej i silnej więzi między nimi, zapobiega schorzeniom gruczołu sutkowego u kobiety podczas laktacji, a także – co najważniejsze – pokarm kobiecy jest najlepiej przystosowanym pożywieniem dla noworodka. Dzięki bogactwu substancji odżywczych, immunoglobulin i innych cząsteczek układu immunologicznego oraz witamin i mikroelementów mleko matki zaspokaja wszystkie potrzeby niemowlęcia w każdym okresie laktacji – od siary do mleka dojrzalego. W związku z ogromną przewagą karmienia naturalnego nad sztucznym rolę każdego lekarza mającego kontakt z młodą matką powinno być zachęcanie jej do niego, jeśli nie istnieją ku temu obiektywne przeciwwskazania.

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

- Ballard O, Morrow A: Human milk composition: nutrients and bioactive factors. *Pediatr Clin North Am* 2013; 60: 49–74.
- Playford RJ, Macdonald CE, Johnson WS: Colostrum and milk-derived peptide growth factors for the treatment of gastrointestinal disorders. *Am J Clin Nutr* 2000; 72: 5–14.
- Uruakpa FO, Ismond MAH, Akobundu ENT: Colostrum and its benefits: a review. *Nutrition Research* 2002; 22: 755–767.
- Zdrojewicz Z, Chruszczewska E, Dubieńska K *et al.*: Piersi kobiece – fakty i mity. *AAAAM* 2016 (in press).
- Kowalska D, Gruczyńska E, Bryś J: Mleko matki – pierwsza żywność w życiu człowieka. *Probl Hig Epidemiol* 2015; 96: 387–398.
- Delplanque B, Gibson R, Koletzko B *et al.*: Lipid quality in infant nutrition: current knowledge and future opportunities. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2015; 61: 8–17.
- Bobiński R, Mikulska M, Mojska H *et al.*: Comparison of the fatty acid composition of transitional and mature milk of mothers who delivered healthy full-term babies, preterm babies and full-term small for gestational age infants. *Eur J Clin Nutr* 2013; 67: 966–971.
- Manley BJ, Makrides M, Collins CT *et al.*: High-dose docosa-hexaenoic acid supplementation of preterm infants: respiratory and allergy outcomes. *Pediatrics* 2011; 128: e71–e77.
- Álvarez-Sala A, García-Llatas G, Barberá R *et al.*: Determination of cholesterol in human milk: an alternative to chromatographic methods. *Nutr Hosp* 2015; 32: 1535–1540.
- Wada Y, Lönnnerdal B: Bioactive peptides derived from human milk proteins – mechanisms of action. *J Nutr Biochem* 2014; 25: 503–514.
- Raikos V, Dassios T: Health-promoting properties of bioactive peptides derived from milk proteins in infant foods: a review. *Dairy Sci Technol* 2014; 94: 91–101.
- Park YW, Nam MS: Bioactive peptides in milk and dairy products: a review. *Korean J Food Sci Anim Resour* 2015; 35: 831–840.
- Andreas NJ, Kampmann B, Mehring Le-Doare K: Human breast milk: a review on its composition and bioactivity. *Early Hum Dev* 2015; 91: 629–635.
- Chang N, Jung JA, Kim H *et al.*: Macronutrient composition of human milk from Korean mothers of full term infants born at 37–42 gestational weeks. *Nutr Res Pract* 2015; 9: 433–438.
- Bode L: The functional biology of human milk oligosaccharides. *Early Hum Dev* 2015; 91: 619–622.
- Alderete TL, Autran C, Brekke BE *et al.*: Associations between human milk oligosaccharides and infant body composition in the first 6 mo of life. *Am J Clin Nutr* 2015; 102: 1381–1388.
- Szajewska H, Socha P, Horvath A *et al.*: Zasady żywienia zdrowych niemowląt. Zalecenia Polskiego Towarzystwa Gastroenterologii, Hepatologii i Żywienia Dzieci. *Standardy Medyczne – Pediatria* 2014; 11: 321–338.
- Haug A, Høstmark A, Harstad OM: Bovine milk in human nutrition – a review. *Lipids Health Dis* 2007; 6: 25.
- Gopalan C, Rama Sastri CV, Balasubramanian SC: *Nutritive Value of Indian Foods*. National Institute of Nutrition, ICMR, Hyderabad (India) 1991.
- Ebrahim GJ: *Mother and Child Nutrition in the Tropics and Subtropics*. Book Aid International, London 2006: 127–147.
- Shetty K, Paliyath G, Pometto A *et al.*: *Food Biotechnology*. 2nd ed., CRC Press, Boca Raton (Florida) 2005: 1032–1033.
- Kaur G, Gathwala G: Efficacy of bovine lactoferrin supplementation in preventing late-onset sepsis in low birth weight neonates: a randomized placebo-controlled clinical trial. *J Trop Pediatr* 2015; 61: 370–376.
- van Neerven RJ, Knol EF, Heck JM *et al.*: Which factors in raw cow's milk contribute to protection against allergies? *J Allergy Clin Immunol* 2012; 130: 853–858.
- Tsabouri S, Douros K, Priftis KN: Cow's milk allergenicity. *Endocr Metab Immune Disord Drug Targets* 2014; 14: 16–26.
- Al Dhaheri W, Diksic D, Ben-Shoshan M: IgE-mediated cow milk allergy and infantile colic: diagnostic and management challenges. *BMJ Case Rep* 2013. DOI: 10.1136/bcr-2012-007182.