

Tomasz Głazewski, Przemysław Dyrła, Jerzy Gil

Received: 18.10.2016

Accepted: 19.12.2016

Published: 31.03.2017

Podstawowe zasady żywienia pozajelitowego

Basic principles of parenteral nutrition

Klinika Gastroenterologii, Wojskowy Instytut Medyczny, Warszawa, Polska. Kierownik Kliniki: prof. dr hab. n. med. Jerzy Gil

Adres do korespondencji: Przemysław Dyrła, Klinika Gastroenterologii Wojskowego Instytutu Medycznego, ul. Szaserów 128, 04-141 Warszawa, tel.: +48 261 818 061, e-mail: pdyrła@wim.mil.pl

Department of Gastroenterology, Military Institute of Medicine, Warsaw, Poland. Head of the Department: Professor Jerzy Gil, MD, PhD

Correspondence: Przemysław Dyrła, Department of Gastroenterology, Military Institute of Medicine, Szaserów 128, 04-141 Warsaw, Poland, tel.: +48 261 818 061, e-mail: pdyrła@wim.mil.pl

Streszczenie

Żywienie pozajelitowe pozwala dostarczyć wszelkich niezbędnych składników odżywczych do krwiobiegu z pominięciem przewodu pokarmowego u pacjentów, u których niemożliwe jest stosowanie konwencjonalnego żywienia doustnego lub dojelitowego. Świadomość, jak istotnym problemem jest odpowiednie odżywianie chorego człowieka, towarzyszy ludziom od dawna. Świadczą o tym pierwsze próby prowadzenia odżywiania z pominięciem przewodu pokarmowego podejmowane już w XVII wieku. Zbliżone do obecnych, współczesne metody odżywiania opracowano w XX wieku i ciągle są doskonałe. Żywienie prowadzone jest przy pomocy specjalnie przygotowanych preparatów, w których znajdują się wszelkie niezbędne składniki odżywcze w najlepiej przyswajalnej formie. Mieszanki dostosowane są do indywidualnego zapotrzebowania pacjenta, wynikającego z choroby podstawowej. Występują w formie gotowych preparatów lub oddzielnych butelek. Metodę podawania żywienia dobiera się na podstawie przewidywanego czasu jego prowadzenia. Stany chorobowe wiążą się ze zwiększonym katabolizmem i jednocześnie większym zapotrzebowaniem na energię i składniki odżywcze. Często prowadzi to do rozwoju albo pogłębienia niedożywienia, co niekorzystnie wpływa na rekonwalescencję po zabiegach, ogólny stan chorego oraz zwiększa ryzyko powikłań szpitalnych. Jak każda procedura medyczna żywienie pozajelitowe wiąże się z ryzykiem wystąpienia działań niepożądanych. Przestrzeganie zasad pielęgnacji miejsca podania oraz przygotowywanie odpowiednich mieszanek, dopasowanych do pacjenta, pozwala zminimalizować ryzyko niepożądanych działań. Konieczne jest wczesne rozpoznawanie niedożywienia, szacowanie ryzyka oraz tworzenie planów żywieniowych i włączenie żywienia do terapii. Pozwala to poprawić stan hospitalizowanych pacjentów, przyspiesza ich powrót do zdrowia, skraca czas pobytu w szpitalach oraz zmniejsza koszty leczenia.

Słowa kluczowe: żywienie pozajelitowe, niedożywienie, żywienie pacjenta, metody żywienia, mieszanki żywieniowe

Abstract

Parenteral nutrition provides all essential nutrients directly into the blood stream without involvement of the gastrointestinal tract if conventional oral or enteral nutrition is not possible. The awareness of how important it is to provide adequate nutrition to the ill has accompanied people for a long time, as evidenced by the first attempts to conduct nutrition by bypassing the gastrointestinal tract taken as early as in the seventeenth century. The contemporary methods of nutrition have been established in the twentieth century and are still being improved. Nutrition is carried out using specially prepared formulations containing all necessary nutrients in the most absorbable form. These mixes are adapted to individual requirements, resulting from the underlying disease. They are available in the form of ready-made preparations or separate bottles. A method of nutrition is selected on the basis of its expected duration. Disease states are associated with increased catabolism with greater demand for energy and nutrients. This often leads to the development or exacerbation of malnutrition which affects convalescence after surgery and the general condition of the patient as well as increases the risk of hospital complications. As any medical procedure, parenteral nutrition is associated with a risk of side effects. However, the principles of care of the injection site and preparation of appropriate mixes tailored to patient's needs help minimise the risk of adverse reactions. It is necessary to detect malnutrition early, estimate risk, create nutrition plans and include nutrition to therapy, which will improve the condition of hospitalised patients, accelerate their recovery, shorten hospital stay and reduce treatment costs.

Key words: parenteral nutrition, malnutrition, nutrition of the patient, method of feeding, feeding mixes

Niedożywienie w polskich szpitalach jest nadal poważnym problemem, który pociąga za sobą negatywne konsekwencje. Z jednej strony przedłuża czas hospitalizacji, z drugiej powoduje opóźnienie powrotu chorego do zdrowia. Pacjenci niedożywieni są bardziej podatni na wszelkiego rodzaju powikłania, związane z działaniami medycznymi i zakażeniami, które w środowisku szpitalnym stanowią szczególnie istotny problem. Niedożywienie nie jest efektem nieodpowiedniej diety, ale wynika z braku możliwości przyjmowania pokarmów, wynikającego ze stanu ogólnego chorego. W takich sytuacjach konieczne jest wdrożenie żywienia dojelitowego lub pozajelitowego.

Początki żywienia pozajelitowego datuje się na rok 1656, kiedy to w Londynie sir Christopher Wren przeprowadził pierwsze eksperymentalne przetoczenia wina i piwa do krwiobiegu psów, przy pomocy zaostzonego gęsiego pióra oraz worka ze zwierzęcego pęcherza. Na pierwsze zastosowanie u ludzi trzeba było czekać aż do XIX wieku – podczas epidemii cholery w Szkocji uratowano ciężko odwodnionych chorych, podając im dożylnie wodę oraz elektrolity. Rok 1896 przyniósł pierwsze przetoczenie roztworu 10-procentowej glukozy, którego dokonali Arthur Biedl i Rudolf Kraus. Pierwszy raz mieszaninę aminokwasów zastosował Robert Elman w 1937 roku. Cewniki polietylenowe pojawiły się w 1945 roku, jednak umożliwiały tylko dostęp do żył obwodowych, co zapewniało krótkotrwałe prowadzenie żywienia. Sytuacja zmieniła się dzięki badaniom Stanleya J. Dudricka, który przeprowadził skuteczne odżywianie za pomocą cewnika wykonanego z PCV założonego do żyły głównej górnej⁽¹⁾. W 1967 roku z powodzeniem rozpoczął długotrwałe odżywianie dziewczynki z zespołem krótkiego jelita. Podczas trwającego 22 miesiące żywienia zaobserwowano wzrost masy ciała o 8,3 kg. W tym samym roku do praktyki klinicznej oficjalnie włączono żywienie pozajelitowe w USA, rok później w Europie; w Polsce wprowadzili je w roku 1983 Marek Pertkiewicz i Krystyna Majewska⁽²⁻⁴⁾.

WSKAZANIA I PRZECIWSKAZANIA DO ŻYWIENIA POZAJELITOWEGO

Żywienie pozajelitowe jest metodą żywienia, która polega na wprowadzeniu substancji odżywczych w najprostszej postaci do krwiobiegu z pominięciem układu pokarmowego. Zastosowanie tej metody najlepiej sprawdza się w sytuacjach, gdy dochodzi do znacznego upośledzenia jednej z trzech podstawowych funkcji przewodu pokarmowego, na które składają się perystaltyka, trawienie i wchłanianie, uniemożliwiającego dostarczenie przez przewód pokarmowy niezbędnej ilości energii i substancji odżywczych. Technika ta stosowana jest zawsze, gdy choroba, uraz lub stan ogólny pacjenta uniemożliwiają przyjmowanie pokarmu i odpowiednie wchłanianie bądź dostarczenie właściwej ilości substancji odżywczych i energetycznych drogą przewodu pokarmowego. Wdrażanie żywienia

Malnutrition is still a serious problem in Polish hospitals, entailing negative consequences. On the one hand, it prolongs hospital stay, and on the other delays recovery. Malnourished patients are more susceptible to any type of complications associated with medical interventions and infections, which constitute a particularly significant problem in inpatient settings. Malnutrition is not a consequence of an inadequate diet, but results from the inability to ingest food due to one's general condition. In such situations, enteral or parenteral nutrition must be implemented.

The beginnings of parenteral nutrition date back to 1656 when, in London, Sir Christopher Wren conducted the first experiments involving wine and beer transfer to canine blood stream using a sharpened goose feather and a bag made from an animal urinary bladder. The first application of parenteral nutrition in humans took place in the 19th century during the cholera epidemic in Scotland when severely dehydrated patients were saved by intravenous administration of water and electrolytes. The year 1896 brought the first transfer of 10% glucose. This was achieved by Arthur Biedl and Rudolf Kraus. An amino acid mix was first used in 1937 by Robert Elman. Polyethylene catheters were introduced in 1945, but they provided access only to peripheral veins, which enabled merely short-term nutrition. This situation began to change thanks to Stanley J. Dudrick's studies. He conducted effective nutrition using a PVC catheter implanted in the superior vena cava⁽¹⁾. In 1967, he successfully began long-term nutrition of a girl with short bowel syndrome. During 22-month nutrition, weight gain by 8.3 kg was observed. In the same year, parenteral nutrition was officially included in the clinical practice in the USA and a year later in Europe. In Poland, it was introduced in 1983 by Marek Pertkiewicz and Krystyna Majewska⁽²⁻⁴⁾.

INDICATIONS AND CONTRAINDICATIONS FOR PARENTERAL NUTRITION

Parenteral nutrition is a form of feeding that consists in delivering nutrients in the most basic form into the blood stream by bypassing the gastrointestinal tract. This method appears to be the most efficient in cases with considerable impairment of one of three basic functions of the gastrointestinal tract, i.e. peristalsis, digestion and absorption, thereby preventing gastrointestinal delivery of an adequate amount of energy and nutrients.

This technique is employed each time when a disease, trauma or patient's general state prevent food ingestion and its proper absorption or delivery of an appropriate amount of energy and nutrients through the gastrointestinal tract. Implementation of parenteral nutrition begins, if possible, when the estimated impossibility of oral or enteral nutrition exceeds 72 hours. Other indications are presented in Tab. 1. As for contraindications or conditions that prevent parenteral nutrition, there are few such factors. They mostly include situations when central venous catheterisation,

Wskazania <i>Indications</i>	Przykład sytuacji klinicznej <i>Clinical situation</i>	Uwagi <i>Remarks</i>
Niedrożność porażenna <i>Paralytic ileus</i>	Okres okołoperacyjny <i>Perioperative period</i> Ciężkie zapalenie trzustki <i>Severe pancreatitis</i> Pseudoniedrożność <i>Pseudoileus</i>	Zazwyczaj okołoperacyjna niedrożność jest krótkotrwała <i>Perioperative ileus is usually short-term</i>
Niedrożność mechaniczna <i>Mechanical obstruction</i>	Skრэт, wгłobienie, uwięźnienie pętli jelitowych <i>Volvulus, intussusception, incarceration of intestinal loops</i> Atreżja przełyku (noworodki) <i>Oesophageal atresia (in neonates)</i>	Przedłużająca się niedrożność prowadzi do niedokrwienia i martwicy jelita <i>Persisting obstruction leads to intestinal ischaemia and necrosis</i>
Niedokrwienie/martwica jelit <i>Bowel ischaemia/necrosis</i>	Każdy wstrząs, niezależnie od przyczyny <i>Each shock, irrespective of the cause</i> Martwicze zapalenie jelita niemowląt (<i>necrotising enterocolitis</i> , NEC) <i>Necrotising enterocolitis (NEC) in infants</i> Wytrzewienie noworodków <i>Gastroschisis</i>	Przez wstrząs należy rozumieć każde zaburzenie hemodynamiczne (uraz, krwotok, sepsę itp.). Przedłużające się niedokrwienie prowadzi do martwicy <i>Shock refers to any haemodynamic disorder (trauma, haemorrhage, sepsis, etc.). Persisting ischaemia leads to necrosis</i>
Ciężki stan zapalny przewodu pokarmowego <i>Severe inflammation of the gastrointestinal tract</i>	Wrzodzące zapalenie jelita grubego (WZJG) <i>Ulcerative colitis (UC)</i> Choroba Leśniowskiego–Crohna <i>Crohn's disease</i> Oparzenie przełyku <i>Oesophageal burns</i> Zapalenie śluzówki jelit w trakcie radio-, chemioterapii <i>Enteritis in the course of radio- and chemotherapy</i>	W WZJG wskazaniami są: masywny krwotok, perforacja, toksyczne rozdęcie okrężnicy. W chorobach zapalnych najbardziej wskazane jest prowadzenie żywienia dojelitowego dietą elementarną, jednak nie zawsze jest ono dobrze tolerowane (zwłaszcza na początku) <i>Indications in UC include: massive haemorrhage, perforation, toxic megacolon. In inflammatory diseases, elemental diet is most indicated, but it is not always well-tolerated, particularly at the beginning</i>
Przetoki <i>Fistulae</i>	Uraz <i>Trauma</i> Powikłania nieswoistych zapaleń jelit <i>Complications of inflammatory bowel disease</i>	Zasada <i>bowel rest</i> – wyłączenie przetoki z pasażu, co daje możliwość jej gojenia <i>The principle of bowel rest – excluding a fistula from intestinal transit, thus enabling its healing</i>
Zespół krótkiego jelita <i>Short bowel syndrome</i>	Zator tętnicy krezkowej <i>Mesenteric artery embolism</i> Ciężkie urazy w obrębie jamy brzusznej z oderwaniem krezki jelita <i>Severe trauma within the abdominal cavity with mesenteric detachment</i> Wielokrotne resekcje w przebiegu choroby Leśniowskiego–Crohna lub nowotworu jelita grubego <i>Multiple resections in Crohn's disease or colorectal cancer</i>	<100 cm jelita czczego. Chorzy są w ten sposób żywieni ambulatoryjnie i pozostają pod opieką ośrodka prowadzącego żywienie <100 cm of the jejunum. Patients are treated on an outpatient basis and remain under care of a parenteral nutrition centre

Tab. 1. Wskazania do żywienia pozajelitowego⁽⁵⁾
Tab. 1. Indications for parenteral nutrition⁽⁵⁾

pozajelitowego rozpoczyna się zawsze, jeśli jest to tylko możliwe, gdy szacowany czas braku możliwości żywienia doustnego lub dojelitowego przekracza 72 godziny. Inne wskazania do stosowania tej metody przedstawiono w tab. 1. Jeżeli chodzi o przeciwwskazania do użycia żywienia pozajelitowego czy stany je wykluczające, to są one nie-liczne. Obejmują przede wszystkim sytuacje, gdy utrudnione lub niemożliwe jest założenie wkłucia do żył centralnych, szczególnie do żyły głównej górnej, lub gdy takie procedury niosą za sobą zbyt duże ryzyko oraz nie pozwala na to ogólny stan chorego. Przeciwwskazaniami są:

- skaza krwotoczna i duże dawki heparyny;
- rozedma;
- wczesny okres po operacjach klatki piersiowej;
- oddech kontrolowany pod wysokim ciśnieniem.

METODY PROWADZENIA ŻYWIENIA POZAJELITOWEGO

Żywienie pozajelitowe można prowadzić przez dostęp obwodowy do żył kończyn, przez dojscie centralne do żyły głównej górnej bezpośrednio lub też z pomocą dłuższych cewników za pośrednictwem żyły podobojczykowej

particularly of the superior vena cava, is either difficult or impossible, or when such procedures carry too high risks and patient's general state precludes it. Contraindications include:

- haemorrhagic diathesis and high heparin doses;
- emphysema;
- early postoperative period after thoracic surgeries;
- ventilation controlled under high pressure.

METHODS OF PARENTERAL NUTRITION

Parenteral nutrition can be given via any access to a peripheral vein, directly via central venous access to the superior vena cava or using long catheters introduced to the subclavian or internal jugular vein. Tunnelled catheters placed in the subcutaneous tissue or vascular ports are other possible methods. Their application depends on the estimated duration of nutrition:

- **up to 7 days** – peripheral access;
- **7 days – 3 weeks** – central line;
- **>3 weeks** – tunnelled catheter or vascular port.

The peripheral access has other limitations. It should not be used when energy requirement exceeds 2000 kcal daily

albo żyły szyjnej wewnętrznej. Inną metodą jest zastosowanie cewników tunelowych w tkance podskórnej bądź portów naczyniowych. Używanie poszczególnych metod zależy od przewidywanego czasu prowadzenia żywienia:

- **do 7 dni** – wkłucie obwodowe;
- **7 dni – 3 tygodnie** – wkłucie centralne;
- **>3 tygodnie** – cewnik tunelowy lub port naczyniowy.

Dojście obwodowe ma również inne ograniczenia. Nie powinno się go używać, gdy zapotrzebowanie energetyczne przekracza 2000 kcal/dobę oraz w przypadku stosowania płynów o dużej osmolarności. Płyny przekraczające 600–800 mOsm/l mogą powodować uszkodzenia śródbłonna naczyniowego oraz prowadzić do zapalenia i zakrzepicy żył. Zaletą tego typu wkłucia jest proste zakładanie, a także łatwa pielęgnacja.

Obecnie do wyboru są dwa główne sposoby prowadzenia żywienia pozajelitowego: **metoda wielu butelek** lub „wszystko w jednym”.

Metoda wielu butelek polega na prowadzeniu wlewu z trzech różnych butelek, w których oddzielnie umieszczone są roztwory węglowodanów, białek oraz emulsja tłuszczowa. Z powodu braku pierwiastków śladowych oraz witamin w standardowych preparatach dodaje się je oddzielnie – pierwiastki śladowe do węglowodanów i białek, natomiast witaminy do emulsji tłuszczowych, z racji obecnych tam witamin A, D, E i K. Wlewy aminokwasów oraz węglowodanów powinny być prowadzone nieprzerwanie przez całą dobę, ze szczególną dbałością o ciągłość wlewu glukozy. Jego przerwanie może prowadzić do wystąpienia bardzo groźnych nagłych stanów hipoglikemii. Aby zapobiegać wahaniom glikemii, zaleca się **stosowanie pomp infuzyjnych, które umożliwiają precyzyjną kontrolę szybkości wlewu.**

Metoda „wszystko w jednym” (*all-in-one*) polega na podłączaniu choremu pojemnika z gotowym preparatem, który zawiera odpowiednie proporcje wody, węglowodanów, białek, emulsji tłuszczowej, elektrolitów. Wlewy prowadzone są nieprzerwanie przez całą dobę. W miarę realizacji indywidualnego zapotrzebowania można do przygotowanych preparatów dodawać konkretne składniki, takie jak niektóre leki: cimetyna, ranitydyna, aminofilina, insulina, hydrokortyzon oraz antybiotyki i cytostatyki. Metoda *all-in-one* obecnie wydaje się korzystniejszym rozwiązaniem od podawania żywienia z oddzielnych butelek. Wiąże się to ze zużyciem mniejszej ilości sprzętu jednorazowego oraz mniejszym ryzykiem powikłań septycznych i metabolicznych niż przy żywieniu metodą wielu butelek. Pojemniki z preparatami żywieniowymi przygotowywane są w specjalnych, sterylnych pomieszczeniach o laminarnym przepływie powietrza, co zapewnia jałowość dostarczanych preparatów. Szczególne metody żywienia pozajelitowego stosuje się u pacjentów dializowanych. W przypadku chorych z niewydolnością nerek często żywienie pozajelitowe jest stosowane jako uzupełnienie normalnej diety, aby zapobiegać wyniszczeniu białkowo-energetycznemu. U takich chorych wyniszczenie to często przyjmuje formę zespołu niedożywienia, zapalenia i miażdżycy

and if highly osmolar fluids are applied. Fluids exceeding 600–800 mOsm/L may cause vascular endothelial damage and lead to phlebitis and venous thrombosis. Easy implantation and care are advantages of this method.

Currently, there are two methods of parenteral nutrition: **multi-bottle** and **all-in-one** systems.

The **multi-bottle system** consists in infusions from three different bottles which contain carbohydrates, proteins and a lipid emulsion separately. Due to the lack of trace elements and vitamins in standard preparations, they are added separately: trace elements to carbohydrate and protein solutions, and vitamins to lipid emulsions due to the presence of vitamins A, D, E and K. Amino acid or carbohydrate infusions should be continuous for the whole day, drawing particular attention to the continuity of glucose infusion. Its discontinuation can lead to very severe acute hypoglycaemia. In order to prevent blood sugar level fluctuations, it is recommended to use **infusion pumps to enable precise control of infusion speed.**

The **all-in-one method** involves one bag that contains appropriate proportions of water, carbohydrates, proteins, lipid emulsions and electrolytes. Infusions continue for the entire day. If individual needs are to be addressed, it is possible to add certain components to the ready products, e.g. certain drugs, such as cimetidine, ranitidine, aminophylline, insulin, hydrocortisone as well as antibiotics and cytostatics. The all-in-one method seems to be a better solution than administering nutrients from separate bottles. This is associated with the usage of less disposable material and a lower risk of septic and metabolic complications than with the multi-bottle system. Bags with nutrients are prepared in special sterile rooms with laminar air flow, which guarantees sterility of these products. Patients on dialysis receive special forms of parenteral nutrition. In patients with renal injury, parenteral nutrition is frequently used as supplementation of normal diet in order to prevent protein–energy malnutrition. This condition in such patients often assumes the form of malnutrition–inflammation–atherosclerosis (MIA) syndrome. It is caused by increased protein loss, antioxidant deficiency (vitamin A and E, selenium) and secondary hyperparathyroidism induced by the lack of active vitamin D₃ that cannot be hydroxylated and activated in the kidneys. In these patients, a dialysis line is used. Products for parenteral nutrition are administered both during peritoneal dialysis (1.1% amino acid solution) and in patients reporting for dialyses (intradialytically). This allows delivery of additional 800–1200 kcal and nutrients that supplement the patient’s diet. Malnutrition in such patients is also caused by comorbidities, age, dementia and depression.

MIXES FOR PARENTERAL NUTRITION

Preparations used for parenteral nutrition contain glucose, amino acids, electrolytes and lipid emulsions. However, they do not deliver appropriate amounts of trace elements

naczyń (*malnutrition–inflammation–atherosclerosis, MIA*). Wywołany jest przez zwiększoną utratę białka, niedobory antyoksydantów (witaminy A i E, selen) oraz wtórnie występującą nadczynność przytarczyc spowodowaną brakiem aktywnej witaminy D₃, która nie może być hydroksylowana i aktywowana w nerkach. U tych chorych wykorzystuje się dojsięce dializacyjne – preparaty żywieniowe podaje się zarówno podczas dializy otrzewnowej (podawanie 1,1-procentowego roztworu aminokwasów), jak i u chorych zgłaszających się na dializy (śróddializacyjnie). Pozwala to na dostarczenie dodatkowej porcji energii (800–1200 kcal) oraz składników odżywczych stanowiących uzupełnienie diety. Powodem wyniszczenia u takich pacjentów są także choroby współistniejące, wiek, demencja, depresja.

MIESZANINY W ŻYWIENIU POZAJELITOWYM

Mieszaniny stosowane w żywieniu pozajelitowym składają się z glukozy, aminokwasów, elektrolitów oraz emulsji tłuszczowych. Nie dostarczają one jednak odpowiednich ilości pierwiastków śladowych (cynk, selen, mangan, miedź), które muszą być uzupełniane dodatkowo. Dobór rodzaju użytego preparatu oraz jego ilość powinny być dostosowane do indywidualnego zapotrzebowania pacjenta. Muszą uwzględnić stan kliniczny, ponieważ konkretne choroby wymagają różnego zapotrzebowania

(zinc, selenium, manganese, copper), which necessitates their separate supplementation. The selection of a preparation and its amount should be tailored to patient individual needs. It must be adjusted to the clinical state of the patient since requirement for individual nutrients varies across diseases. Increased energy requirement in inpatients, which might reach 130% of the basic requirement, is a rule. These deficits should be covered by increased glucose and lipid administration (i.e. extra-protein energy) in order not to exacerbate malnutrition. Glucose should constitute 50–60%, and lipid emulsion 40–50% of energy. When preparing a nutrition plan, one should consider nutrient requirement (Tab. 2). There are considerable differences in protein requirement between healthy individuals and patients (Tab. 3). This is caused by increased catabolism. It is also important to consider appropriate proportions between amino acids, glucose and lipids. Thanks to this, energy is drawn from carbohydrates and lipids, thus protecting amino acids. They can be used as structural material for tissues and organs, which prevents malnutrition and cachexia. The optimal dose is believed to be 1 g of protein per 21–27 kcal.

Carbohydrates

The basic sugar used in products for nutrition is glucose. Human body is largely independent from external delivery of carbohydrates. They can be produced in the liver

Składnik <i>Ingredient</i>	Zapotrzebowanie <i>Requirement</i>	Uwagi <i>Remarks</i>
Energia <i>Energy</i>	30–35 kcal/kg/dobę <i>30–35 kcal/kg daily</i>	Powinno być w większości pokrywane przez węglowodany i lipidy; u małych dzieci może sięgać 120 kcal/kg/dobę <i>It should be mostly covered by carbohydrates and lipids; it can reach 120 kcal/kg daily in young children</i>
Woda <i>Water</i>	30–40 ml/kg/dobę – u osoby prawidłowo nawodnionej <i>30–40 ml/kg daily – in normally hydrated individuals</i>	Znaczne różnice u osób nieprawidłowo nawodnionych oraz u chorych z niewydolnością serca i nerek <i>There are considerable differences in dehydrated individuals and in patients with cardiac and renal failure</i>
Aminokwasy <i>Amino acids</i>	1–2 g/kg/dobę <i>1–2 g/kg daily</i>	Zapotrzebowanie zależy od stopnia nasilenia katabolizmu. U dzieci może sięgać 2,5–3,5 g/kg. Niestabilne, nietrwałe aminokwasy wprowadza się do mieszaniny pod postacią dipeptydów alanina–glutaminian <i>Requirement depends on catabolism intensity. It can reach 2.5–3.5 g/kg in children. Unstable amino acids are introduced to a mix in the form of alanine–glutamine dipeptides</i>
Lipidy <i>Lipids</i>	1–2 g/kg/dobę <i>1–2 g/kg daily</i>	Wprowadza się je w formie triglicerydów zemułgowanych fosfolipidami. Emulsje tradycyjne sojowe stosowane są obecnie w dawce 1 g/kg ze względu na hepatotoksyczność. Nowe emulsje LCT/MCT (długoołańcuchowe kwasy tłuszczowe; medium-chain triglycerides, MCT – średnioołańcuchowe kwasy tłuszczowe) są znacznie lepiej tolerowane i bezpieczniejsze <i>They are introduced in the form of triglycerides emulsified with phospholipids. Conventional soy emulsions are currently used at a dose of 1 g/kg due to hepatotoxicity. New LCT/MCT emulsions (long-chain triglycerides, LCT; medium-chain triglycerides, MCT) are characterised by considerably better tolerability and safety</i>
Węglowodany <i>Carbohydrates</i>	4–5 g/kg/dobę <i>4–5 kcal/kg daily</i>	Podawane jako 20-procentowy roztwór glukozy (0,2 g/ml = 0,8 kcal/ml) <i>Administered in the form of 20% glucose solution (0.2 g/ml = 0.8 kcal/ml)</i>
Elektrolity <i>Electrolytes</i>	Na 60–150 mmol K 40–100 mmol Mg 4–12 mmol Ca 2,5–7,5 mmol P 10–30 mmol	Zapotrzebowanie ulega znacznym modyfikacjom w zależności od choroby podstawowej. Konieczne jest monitorowanie na bieżąco poziomu elektrolitów <i>Underlying diseases significantly modify nutrient requirement. Electrolyte levels must be monitored continuously</i>
Pierwiastki śladowe i witaminy <i>Trace elements and vitamins</i>	Istnieją normy zapotrzebowania na witaminy i pierwiastki śladowe dla osób zdrowych i nie ma możliwości ich indywidualnego dawkowania <i>There are norms for vitamin and trace element requirement of healthy individuals and they cannot be adjusted individually</i>	Cynk, selen, fluor, molibden, mangan, jod, żelazo, chrom, witaminy A, D, E, K oraz witaminy grupy B i witamina C <i>Zinc, selenium, fluorine, molybdenum, manganese iodine, iron, chromium, vitamin A, D, E, K as well as vitamins B and vitamin C</i>

Tab. 2. Zapotrzebowanie na składniki pokarmowe⁽⁵⁾
Tab. 2. Nutrient requirement⁽⁵⁾

Sytuacja kliniczna <i>Clinical situation</i>	Zapotrzebowanie na białko (g/kg m.c./dobę) <i>Protein requirement (g/kg daily)</i>	Uwagi <i>Remarks</i>
Stan zdrowia <i>Health state</i>	>0,8	Norma <i>Normal</i>
Ostra niewydolność nerek (ONN) <i>Acute kidney injury</i>	1,0–1,3	Produkty przemiany białek (mocznik, fosforany, siarczany) powinny być usuwane drogą dializy <i>Protein metabolites (urea, phosphates, sulphates) should be excreted by dialysis</i>
Ostre zapalenie trzustki (OZT) <i>Acute pancreatitis (AP)</i>	1,2–1,5	90% OZT ma przebieg niepowikłany i nie wymaga żywienia pozajelitowego <i>90% of acute pancreatitis cases are uncomplicated and do not require parenteral nutrition</i>
Marskość wątroby <i>Liver cirrhosis</i>	1,0–1,5	W encefalopatii roztwory wzbogacone w aminokwasy rozgałęzione (<i>branched-chain amino acids</i> , BCAA); w śpiączce dawki zredukowane do 0,5 g/kg m.c./dobę <i>In encephalopathy: solutions enriched with branched-chain amino acids (BCAA); in coma: doses reduced to 0.5 g/kg daily</i>
Ciężka choroba u osoby niedożywionej <i>Severe disease in a malnourished patient</i>	>1,5	Zależy od stopnia niedożywienia <i>Depends on malnutrition degree</i>
Ciężkie poparzenie <i>Severe burns</i>	2,5	Nasilony katabolizm współistnieje z utratą białek przez poparzone powierzchnie <i>Increased catabolism coexists with protein loss through burnt surfaces</i>

Tab. 3. Zapotrzebowanie na białko w wybranych stanach chorobowych⁽⁵⁾
Tab. 3. Protein requirement in selected conditions⁽⁵⁾

na poszczególne składniki odżywcze. Regułą jest zwiększone zapotrzebowanie na energię u chorych hospitalizowanych, które może sięgać 130% podstawowego zapotrzebowania. Deficyty te należy pokrywać poprzez większą podaż glukozy i lipidów, czyli energię pozabiałkową, aby nie pogłębiać wyniszczenia. Na glukozę powinno przypadać 50–60%, a na emulsję lipidową – 40–50%.

Podczas układania planu żywieniowego należy wziąć pod uwagę zapotrzebowanie na składniki pokarmowe (tab. 2). U pacjentów zdrowych zapotrzebowanie zwłaszcza na białko znacznie się różni w stosunku do zapotrzebowania w stanach chorobowych (tab. 3). Spowodowane jest to zwiększonym katabolizmem.

Konieczne jest również uwzględnienie odpowiednich proporcji między aminokwasami a glukozą i tłuszczami. Dzięki temu energia czerpana jest z węglowodanów i tłuszczów, a chroni aminokwasy. Mogą one zostać zużyte jako budulec dla tkanek i narządów, co sprzyja zapobieganiu wyniszczeniu i kacheksji. Za optimum przyjmuje się 1 g białka na 21–27 kcal.

Węglowodany

Podstawowym cukrem używanym w preparatach żywieniowych jest glukoza. Organizm człowieka jest w dużej mierze niezależny od podaży węglowodanów z zewnątrz. Mogą one powstawać w wątrobie i nerkach w procesie glukoneogenezy oraz pobierane są z mięśni. Jednak wszystkie te procesy wewnętrzne powodują pogłębianie się wyniszczenia poprzez zużywanie aminokwasów do procesu tworzenia glukozy oraz osłabienie mięśni ze względu na zmniejszanie ich zasobów energetycznych. Poza tym istnieją komórki, takie jak krwinki czerwone oraz komórki rdzenia nerki, które pozbawione są mitochondriów, a ich funkcjonowanie uzależnione jest wyłącznie od glukozy. Dodatkowo glukoza stanowi główny materiał energetyczny dla komórek nerwowych. Zapotrzebowanie mózgu wynosi 100–200 g glukozy/dobę. Z tych właśnie powodów dostarczanie glukozy z zewnątrz

and kidneys in the process of gluconeogenesis, or drawn from muscles. However, all these internal processes exacerbate malnutrition by using up amino acids for glucose production or causing muscle weakness due to depleting energy stocks. Besides, there are cells, such as red blood cells or renal cortical cells, devoid of mitochondria, and their functioning is dependent only upon glucose. Additionally, glucose is the main energetic material for neurons. Glucose requirement of the brain ranges from 100–200 g of glucose daily. These are the reasons for the necessary external delivery of glucose to patients with parenteral nutrition. Glucose is most frequently used in concentrations of 10–50%. The maximum dose of carbohydrates in adults is 7 g/kg daily, but it should not exceed 3–5 g/kg daily in most patients^(2,6). However, the amount of carbohydrates must be adjusted appropriately, as should be the amount of added insulin since hyper- or hypoglycaemia can cause unfavourable complications. That is why constant glucose level monitoring is recommended. It should range from 75 to 110 mg/dL in fasting patients. Glucose levels should be kept below 180 mg/dL. If this level is exceeded, patients are at a higher risk of morbidity and mortality. It is assumed that 1 litre of nutritious fluid should contain 5–10 units of insulin or, in other words, one unit of insulin enables assimilation of 5 g of glucose. Insulin doses should be adjusted adequately in order to maintain normal sugar levels. Hypercatabolism, which is typical of most diseases, predisposes to hyperglycaemia. Insulin resistance accompanies severe infections and traumas. A chronic pathological process might lead to liver steatosis resulting from the conversion of too much glucose to lipids. Hyperglycaemia intensifies water and sodium retention, which has negative consequences for all patients with oedema and ascites. In stroke, myocardial infarction, tumours and circulatory insufficiency, the excess of glucose is broken down anaerobically with production of large amounts of lactates, which might increase ischaemic foci. In these cases, glucose administration must be limited. Moreover, such

jest niezbędne dla człowieka żywnego pozajelitowo. Najczęściej glukoza jest stosowana w stężeniach 10–50%. Dawka maksymalna węglowodanów u dorosłych wynosi 7 g/kg m.c./dobę, lecz u większości chorych nie powinna przekraczać 3–5 g/kg m.c./dobę^(2,6). Jednak ilości węglowodanów muszą być odpowiednio dobrane, podobnie jak ilość podawanej do nich insuliny, ponieważ stany hiper- lub hipoglikemii mogą powodować niekorzystne powikłania. Dlatego zalecany jest stały nadzór stężenia glukozy we krwi. Powinno być ono utrzymywane na poziomie 75–110 mg/dl w pomiarach na czczo. Bezwzględnie zaleca się utrzymanie glikemii poniżej stężenia 180 mg/dl. W przypadku przekroczenia granicy 180 mg/dl obserwuje się u takich pacjentów zwiększoną chorobowość oraz śmiertelność. Przyjmuje się, że na 1 litr płynu żywieniowego powinno przypadać 5–10 jednostek insuliny lub, inaczej przeliczając, można przyjąć, że jedna jednostka insuliny pozwala na przyswojenie 5 g glukozy. Należy odpowiednio dobierać dawki insuliny, aby utrzymać prawidłowy poziom glikemii. Hiperkatabolizm, cechujący większość chorób, predestynuje do hiperglikemii. Ciężkim infekcjom i urazom towarzyszy insulinooporność. Przewlekły proces chorobowy może prowadzić do stłuszczenia wątroby, wynikającego z przemiany nadmiaru glukozy w tłuszcz. Hiperglikemia nasila retencję wody i sodu, co ma niekorzystny wpływ dla wszystkich chorych z obrzękami lub wodobrzuszem. W przypadkach udarów, zawału serca, guzów nowotworowych oraz niewydolności krążenia nadmiar glukozy spalany jest beztlenowo z wytworzeniem dużych ilości mleczanu, który może spowodować powiększenie się ognisk niedokrwienia. W takich przypadkach należy ograniczyć podaż glukozy. Podobnie zaleca się ograniczenie glukozy u osób z niewydolnością oddechową i zastąpienie części zapotrzebowania energetycznego przez tłuszcze. W przypadku konieczności ograniczenia podaży węglowodanów należy zastąpić je lipidami, używając emulsji kwasów tłuszczowych długo- i średniołańcuchowych. U chorych z marskością lub stłuszczeniem wątroby zwiększa się zapotrzebowanie na glukozę, ponieważ upośledzone zostają procesy glukoneogenezy oraz zmniejszają się zapasy glikogenu wątrobowego. Podaż glukozy u takich chorych powinna wynosić 2–3 g/kg m.c./dobę. U tych pacjentów zapasy glikogenu wątrobowego wyczerpują się całkowicie już po 12 godzinach ograniczonej podaży, a procesy glukoneogenezy nie są w stanie pokryć zapotrzebowania.

Aminokwasy

Zapotrzebowanie na białko dorosłego człowieka wynosi 0,75 g/kg m.c./dobę, przy założeniu, że stosuje się kompletne roztwory aminokwasów. W przypadku większości pacjentów, szczególnie chorych onkologicznych z dysfunkcją jelit, poparzonych, leczonych na oddziałach intensywnej terapii, zapotrzebowanie to wzrasta – do 1–1,5 g/kg m.c./dobę. Jednak są sytuacje, gdy podaż białek należy zmniejszyć. Jedną z nich to dysfunkcja wątroby. W doborze zawartości konkretnych aminokwasów

limitation is also indicated in patients with respiratory failure. In this case, a part of energy requirement should be satisfied with lipids. If carbohydrate delivery must be restricted, it should be replaced with lipids using long- and medium-chain fatty acid emulsions. Patients with liver cirrhosis or steatosis have higher requirement for glucose since gluconeogenesis is impaired and glycogen stocks in the liver are depleted. Administration of glucose in such patients should amount to 2–3 g/kg daily. In these patients, glycogen stocks are depleted completely even after 12 hours of restricted delivery, and gluconeogenetic processes are incapable of covering this requirement.

Amino acids

Protein requirement in an adult is 0.75 g/kg daily assuming that complete amino acid solutions are used. In most patients, particularly with cancer and bowel dysfunction, with burns and those treated in intensive care units, this requirement increased to 1–1.5 g/kg daily. However, in certain situations protein administration must be reduced. One of them is liver dysfunction. The division into exo- and endogenous amino acids is not useful in selecting given amino acids for the patient's diet. The amount of exogenous amino acids must be adjusted appropriately, but a more important issue is which amino acids are needed more in individual diseases. During inflammation, infection, other types of catabolic stress and in malnutrition, glutamine is considered essential. It is deposited in large quantities in muscles. Deriving glutamine from muscles leads to weakness and exacerbates malnutrition. This amino acid plays an important role in growth of enterocytes, nephrons and gastrointestinal cells. It has been proved that administration of glutamine solutions to patients treated in intensive care units resulted in lower morbidity, mortality and incidence of infection as well as shorter hospital stay. Glutamine is usually delivered in the form of a dipeptide with alanine since it itself is unstable and poorly soluble. Other amino acids whose deficiency is observed in severely ill patients include cysteine, tyrosine and taurine. Branched-chain amino acids (BCAA), i.e. valine, leucine, isoleucine with restriction of aromatic amino acids and methionine, are administered to patients with hepatic encephalopathy for improvement of their awareness status^(6,7).

Lipids

Lipid emulsions contain essential unsaturated fatty acids and phospholipids (Tab. 4). Medium- and long-chain fatty acids are most commonly used. Lipid emulsions also contain cholesterol and glycerol, which are added to balance osmotic pressure. Moreover, the selection of an adequate emulsifier is significant. The most common emulsifiers are phosphatides, which are constituents of each cell. Conversions in which essential unsaturated fatty acids take part indicate their

w diecie chorych mało użyteczny jest podział na aminokwasy egzogenne i endogenne. Należy oczywiście uwzględnić odpowiednie ilości aminokwasów egzogennych, jednak ważniejsze jest to, jakie aminokwasy są bardziej potrzebne w poszczególnych jednostkach chorobowych. Podczas zapalenia, zakażenia, w innych rodzajach stresu katabolicznego oraz w niedożywieniu za aminokwas warunkowo niezbędny uważa się glutaminę. Duże jej zapasy znajdują się w mięśniach. Pozyskiwanie glutaminy z mięśni prowadzi do osłabienia, a w konsekwencji do pogłębiania wyniszczenia. Aminokwas ten odgrywa istotną rolę we wzroście enterocytów, nefronów oraz komórek układu pokarmowego. Udowodniono, że podawanie roztworów z glutaminą pacjentom na oddziałach intensywnej opieki skutkowało mniejszą chorobowością, umieralnością i częstością infekcji oraz skróceniem czasu hospitalizacji. Glutaminę podaje się najczęściej jako dipeptyd wraz z alaniną, ponieważ sama jest nietrwała i słabo rozpuszczalna. Inne aminokwasy, których niedobór obserwuje się u ciężko chorych pacjentów, to cysteina, tyrozyna i tauryna. Aminokwasy rozgałęzione, tzw. BCAA (walina, leucyna, izoleucyna z ograniczeniem aminokwasów aromatycznych i metioniny), podawane są pacjentom z encefalopatią wątrobową w celu poprawy stanu ich świadomości^(6,7).

Tłuszcze

W emulsjach tłuszczowych podawane są niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT) i fosfolipidy (tab. 4). Najczęściej stosuje się kwasy tłuszczowe średnio- i długołańcuchowe.

W skład emulsji tłuszczowych wchodzi także cholesterol i glicerol, podawane w celu wyrównania ciśnienia osmotycznego. Ważny jest również dobór odpowiedniego emulgatora – najczęściej stosuje się fosfatydy, wchodzące w skład każdej komórki. Przemiany, w jakich biorą udział NNKT, wskazują na ich istotną rolę w modulowaniu stanu zapalnego, dlatego ważne jest zachowanie odpowiednich proporcji. Prawidłowa proporcja omega-6/omega-3 powinna wynosić 4–5:1, a ilość kwasów omega-3 powinna być równa około 0,5–2% całkowitego zapotrzebowania na energię. Zaburzenie tych proporcji na rzecz zwiększonej zawartości omega-6 promuje powstawanie zmian zapalnych, co ma często niekorzystny wpływ na proces terapeutyczny

significant role in modulating inflammatory reaction. It is therefore important to maintain their adequate proportions. The right proportion of omega-6/omega-3 acids should be 4–5:1, and the amount of omega-3 acid should constitute approximately 0.5–2% of total energy requirement. Disruption of this balance and administration of greater amounts of omega-6 acid promotes inflammatory changes, which might affect the therapeutic process in patients, and speeds up the development of atherosclerosis in healthy individuals. Lipids should cover 30–50% of energy requirement. This principle does not refer to patients with respiratory failure and insulin resistance. In these cases, the contribution of lipids should be higher (up to 70%) at the expense of carbohydrates. When lipid emulsions are administered, lipid concentrations must be monitored. Since there are several lipid emulsions available, one should pay attention not only to the dose and product's name, but also to its composition, concentration, characteristics and manufacturer recommendations when designing a nutrition plan⁽⁹⁾.

Vitamins and trace elements

In most cases, the requirement for vitamins and microelements is well-covered and there are no deficiencies due to their rich stores in the human body. However, certain diseases predispose to deficiencies. Their assessment should be based on clinical symptoms rather than on plasma measurements which are not a reliable representation of their tissue stores. Moreover, such laboratory tests are not readily available and there is a risk of a false picture created by a disease. In acute inflammatory conditions, falsely decreased iron, zinc and selenium levels, and increased copper concentration may be observed. Severely ill patients usually present zinc, selenium and chromium deficiency. Increased requirement is typical of:

- **diseases treated with dialysis** – selenium 300 µg daily;
- **burns** – copper 3–3.5 µg daily, zinc 30–35 mg daily;
- **alcoholics** – vitamin B₁ 100–300 mg daily (supplementation with this dose should be provided for the first 3 days of therapy);
- **liver diseases** – vitamins B₁, B₆, PP, folic acid as well as zinc (supplementation – 2 × 5 mg daily) and vitamins A, D, E and K.

Niezbędny nienasycony kwas tłuszczowy <i>Essential unsaturated fatty acid</i>	Przemiany w organizmie <i>Conversion</i>	Uwagi <i>Remarks</i>
Kwas linolowy omega-6 <i>Linoleic omega-6 acid</i>	Elongacja do kwasu arachidonowego (<i>arachidonic acid</i> , AA) <i>Elongation to arachidonic acid (AA)</i>	AA jest prekursorem najważniejszych mediatorów stanu zapalnego – prostaglandyn i leukotrienów <i>AA is the precursor of the most important inflammatory mediators: prostaglandins and leukotrienes</i>
Kwas α-linolenowy omega-3 <i>α-linolenic omega-3 acid</i>	Ulega elongacji do kwasu eikozapentaenowego (<i>eicosapentaenoic acid</i> , EPA) oraz do dokozaheksaenowego (<i>docosahexaenoic acid</i> , DHA) <i>Elongation to eicosapentaenoic acid (EPA) and to docosahexaenoic acid (DHA)</i>	DHA i EPA konkurują z AA o miejsce w błonach, wypierając go stamtąd <i>DHA and EPA compete with AA for access to membranes by replacing it</i>

Tab. 4. Niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe⁽⁸⁾

Tab. 4. Essential unsaturated fatty acids⁽⁸⁾

u osób chorych, a u zdrowych nasila rozwój miażdżycy. Tłuszcze powinny pokrywać 30–50% zapotrzebowania energetycznego, z wyjątkiem pacjentów z niewydolnością oddechową oraz insulinoopornością – w tych przypadkach udział tłuszczów powinien być zwiększony (do 70%) kosztem zmniejszenia ilości węglowodanów. U osób żywionych emulsjami tłuszczowymi konieczne jest monitorowanie ich stężeń. Ze względu na obecność kilku rodzajów emulsji tłuszczowych przy ustalaniu programu żywienia należy zwracać uwagę nie tylko na dawkę i nazwę preparatu, ale również na jego stężenie, skład, charakterystykę i zalecenia producenta⁽⁹⁾.

Witaminy i pierwiastki śladowe

W większości przypadków zapotrzebowanie na witaminy i pierwiastki jest dobrze pokrywane i nie występują niedobory ze względu na duże zasoby w organizmie. Jednak niektóre stany chorobowe predysponują do niedoborów pewnych składników. Ocena niedoborów powinna opierać się na obserwacji objawów klinicznych, a nie tylko na wynikach stężeń w osoczu pierwiastków śladowych i witamin, które nie stanowią miarodajnego odbicia ich zasobów tkankowych. Ponadto występuje utrudniona dostępność do ww. badań laboratoryjnych oraz możliwość fałszywego obrazu wywołanego przez stan chorobowy. W ostrych stanach zapalnych może występować fałszywie obniżone stężenie żelaza, cynku i seleniu, a zawyżone stężenie miedzi.

Vitamins are essential for proper protein, lipid and carbohydrate metabolism and normal functioning of the organism. They regulate enzymatic reactions and support energy usage and storage. Patients with liver cirrhosis must supplement vitamin B₁ and zinc. The remaining substances should be supplemented according to current norms. Zinc has been shown to act positively in preventing hepatic coma. Symptoms of vitamin and microelement overdose are rare. Vitamins A and E in individuals with renal insufficiency are an exception. Vitamin A overdose might lead to higher intracranial pressure, hepato- and splenomegaly, bone marrow failure, hypercalcaemia and skin lesions. It must be remembered that multicomponent preparations cover only the basic requirement for vitamins and trace elements. In numerous diseases, administration of these substances requires modification with the use of single-component correction products^(2,6).

COMPLICATIONS OF PARENTERAL NUTRITION

As any other medical intervention, parenteral nutrition is associated with a risk of complications. These reactions can be divided into those resulting from a method error (mechanical and metabolic) and genuine complications (Tab. 5). Genuine complications are caused by long-term absence of gastrointestinal tract stimulation, which impairs physiological functions of its individual segments.

Rodzaj <i>Type</i>	Powikłania <i>Complications</i>
Mechaniczne podczas zakładania cewników <i>Mechanical during catheter placement</i>	<ul style="list-style-type: none"> Przypadkowe nakłucie tętnicy podobojczykowej <i>Accidental puncture of the subclavian artery</i> Odma opłucnowa <i>Pneumothorax</i> Zator powietrzny <i>Air embolism</i> Przedziurawienie serca i naczyń <i>Heart and blood vessel puncture</i> Zakrzepice żyłne <i>Venous thrombosis</i> Zaburzenia tempa wlewu <i>Infusion speed disorders</i>
Związane z długotrwałą obecnością cewnika <i>Associated with long-term catheterisation</i>	<ul style="list-style-type: none"> Zakrzepica żylna i powikłania zatorowe <i>Venous thrombosis and embolic complications</i> Kolonizacja cewnika przez bakterie i wtórne zakażenie krwi (najczęściej gronkowce) <i>Catheter bacterial colonisation and secondary blood infection (usually with staphylococci)</i>
Metaboliczne <i>Metabolic</i>	<ul style="list-style-type: none"> Kamica żółciowa, spowodowana niedoborem enterohormonów oraz dysfunkcją pęcherzyka żółciowego <i>Cholelithiasis caused by enterohormone deficiency and gall bladder dysfunction</i> Hipoglikemia, wywołana przerwami w żywieniu pozajelitowym <i>Hypoglycaemia induced by intervals in parenteral nutrition</i> Hiperglikemia, wywołana przekroczeniem progu nerkowego dla glukozy, nadmierną podażą, nietolerancją glukozy lub insulinoopornością, towarzyszącą wielu stanom chorobowym <i>Hyperglycaemia induced by exceeding the renal glucose threshold, excessive delivery, glucose intolerance or insulin resistance that accompanies numerous diseases</i> Niewydolność oddechowa, spowodowana najczęściej przewodnieniem, niedoborem fosforanów i nadmierną podażą energii w postaci glukozy <i>Respiratory failure usually caused by overhydration, phosphate deficiency and excessive delivery of energy in the form of glucose</i> Stłuszczenie wątroby, wynikające z utrzymujących się stanów hiperglikemii oraz zbyt dużej podaży emulsji tłuszczowych w mieszaninach <i>Liver steatosis resulting from persisting hyperglycaemia and excessive administration of lipid emulsions</i> Zespół ponownego odżywienia (<i>refeeding syndrome</i>) <i>Refeeding syndrome</i>

Tab. 5. Możliwe powikłania żywienia pozajelitowego^(11–13)

Tab. 5. Possible complications of parenteral nutrition^(11–13)

U ciężko chorych występują najczęściej niedobory cynku, seleniu i chromu. Zwiększone zapotrzebowanie charakterystyczne jest dla:

- **chorych dializowanych** – selen 300 µg/dobę;
- **oparzeń** – miedź 3–3,5 µg/dobę, cynk 30–35 mg/dobę;
- **alkoholików** – witamina B₁ 100–300 mg/dobę (uzupełnianie w takiej dawce należy prowadzić przez pierwsze 3 dni terapii);
- **chorób wątroby** – witaminy B₁, B₆, PP, kwas foliowy, cynk (uzupełnianie – 2 × 5 mg/dobę) oraz witaminy A, D, E, K. Witaminy są niezbędne do poprawnego metabolizmu białek, tłuszczu i węglowodanów oraz prawidłowego funkcjonowania organizmu. Warunkują właściwy przebieg reakcji enzymatycznych oraz wspomagają wykorzystanie i magazynowanie energii. U chorych z marskością wątroby należy uzupełniać witaminę B₁ oraz cynk. Pozostałe według norm. Stwierdzono korzystne oddziaływanie cynku w zapobieganiu śpiączce wątrobowej. W przypadku witamin i pierwiastków śladowych rzadko dochodzi do objawów przedawkowania. Wyjątek stanowią witaminy A i E u osób z niewydolnością nerek. Przedawkowanie witaminy A może prowadzić do wzrostu ciśnienia śródczaszkowego, hepatosplenomegalii, niewydolności szpiku, hiperkalcemii oraz zmian skórnych. Podając witaminy i pierwiastki śladowe, należy pamiętać, że preparaty wieloskładnikowe pokrywają tylko zapotrzebowanie podstawowe. W wielu stanach chorobowych podawanie ww. substancji wymaga modyfikacji z wykorzystaniem jednoskładnikowych preparatów korekcyjnych^(2,6).

POWIKŁANIA ŻYWIENIA POZAJELITOWEGO

Żywienie pozajelitowe, jak każda inna procedura medyczna, wiąże się z ryzykiem powikłań, które można podzielić na powikłania wynikające z błędów metody (mechaniczne i metaboliczne) oraz rzeczywiste (tab. 5). Powikłania rzeczywiste spowodowane są długotrwałym brakiem stymulacji przewodu pokarmowego, co upośledza fizjologiczne funkcje poszczególnych jego odcinków. Najbardziej narażeni na wystąpienie powikłań z tej grupy są pacjenci poddawani długoterminowemu leczeniu żywieniowemu (na oddziałach intensywnej terapii, z nowotworami układu pokarmowego, po rozległych operacjach lub urazach). U takich pacjentów szczególnie istotnym etapem staje się zakończenie żywienia pozajelitowego. Jednocześnie zaleca się włączenie żywienia dojelitowego, co pozwala zminimalizować ryzyko powikłań rzeczywistych. Powikłania mechaniczne i metaboliczne wynikają z trudności w uzyskiwaniu odpowiedniego dostępu do podawania żywienia lub z nieodpowiedniego doboru oraz złej tolerancji podawanych preparatów żywieniowych, a także problemów dotyczących pielęgnacji i higieny⁽¹⁰⁾.

Prowadząc żywienie parenteralne, przede wszystkim należy pamiętać o środkach ostrożności oraz procedurach przy wytwarzaniu dostępów dla cewników i sond, a w późniejszym okresie przestrzegać schematów postępowania

Patients receiving long-term nutrition (in intensive care units, with gastrointestinal cancers, after extensive surgeries or trauma) are at the greatest risk. In these individuals, discontinuation of parenteral nutrition is a particularly significant stage. It is simultaneously recommended to include enteral nutrition, thus enabling the reduction of the genuine complication risk. Mechanical and metabolic complications are consequences of the difficulties in obtaining an adequate venous access or improper selection and poor tolerance of administered preparations as well as problems concerning care and hygiene⁽¹⁰⁾.

When carrying out parenteral nutrition, one should bear in mind precautions and procedures when creating access for catheters and probes. Later, hygiene and care principles must be observed. Parenteral nutrition may be implemented only in haemodynamically stable patients, with water–electrolyte balance and without metabolic acidosis. This prevents the most severe complication, i.e. refeeding syndrome (RS). It is an acute electrolyte deficiency with accompanying fluid retention and glucose metabolism disorders. The major RS symptom is hypophosphataemia, but other electrolyte imbalances, such as hypomagnesaemia and hypokalaemia, are also common. Metabolic disturbances lead to various cardiac, neurological, haematologic or pulmonary complications^(14,15). In light of the foregoing, it is vital to monitor electrolytes, total protein, albumin, urea, creatinine, glucose, cholesterol, AST (aspartate aminotransferase), ALT (alanine aminotransferase), amylase and lipase. In the initial phase of nutrition therapy, electrolyte levels and basic biochemical parameters should be controlled every 12 hours. Subsequently, with good patient tolerance, these parameters may be checked every 2–3 days^(11–13).

CONCLUSION

Parenteral nutrition is a significant element in the therapy of many diseases that lead to severe general state of patients when food cannot be delivered through the gastrointestinal tract. Intravenous administration of nutrients prevents malnutrition in patients after severe multi-organ trauma, in perioperative periods, after resections within the gastrointestinal tract and in diseases with impaired nutrient absorption. Currently, this method is usually applied in intensive care units, surgical wards, neurology departments, in cancer patients and in paediatric units. Actions are also being undertaken to popularise outpatient nutrition and establish a greater number of facilities that could take care of patients fed parenterally.

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.

higienicznego i pielęgnacyjnego. Żywienie pozajelitowe wolno wdrażać tylko u chorych stabilnych hemodynamicznie, wyrównanych pod względem wodno-elektrolitowym, bez kwasicy metabolicznej, co pozwala zapobiegać powikłaniom, w tym najgroźniejszemu, jakim jest *refeeding syndrome* (RS). Jest to ostry niedobór elektrolitów z towarzyszącą retencją płynów oraz zaburzeniem gospodarki glukozy. Główny objaw RS to hipofosfatemia, ale często towarzyszą jej inne nieprawidłowości elektrolitowe, takie jak hipomagnezemia i hipokaliemia. Zaburzenia metaboliczne prowadzą do licznych powikłań kardiologicznych, neurologicznych, hematologicznych czy pulmonologicznych^(14,15). Wobec powyższego obowiązkowe jest monitorowanie elektrolitów, stężenia białka całkowitego, albumin, mocznika, kreatyniny, glukozy, cholesterolu, aktywności AspAT (*aspartate aminotransferase* – aminotransferaza asparagianowa), ALT (*alanine aminotransferase* – aminotransferaza alaninowa), amylazy, lipazy. W początkowej fazie leczenia żywieniowego badania stężenia elektrolitów i podstawowych parametrów biochemicznych powinny być wykonywane co 12 godzin. Następnie przy dobrej tolerancji można sprawdzać te parametry co 2–3 dni^(11–13).

PODSUMOWANIE

Żywienie pozajelitowe stanowi niezwykle istotny element terapii wielu chorych w bardzo ciężkim stanie ogólnym, u których niemożliwe jest podawanie pokarmów drogą przewodu pokarmowego. Stosowanie dożylnych substancji odżywczych zapobiega niedożywieniu u pacjentów po ciężkich urazach wielonarządowych, w okresach okołoperacyjnych, po zabiegach resekcyjnych przewodu pokarmowego, w chorobach przebiegających z upośledzonym wchłanianiem składników odżywczych. Obecnie metodę tę najczęściej stosuje się na oddziałach intensywnej terapii, chirurgii, neurologii, u pacjentów nowotworowych, a także na oddziałach pediatrycznych. Prowadzone są również działania mające na celu upowszechnienie ambulatoryjnego systemu żywienia oraz stworzenie większej liczby ośrodków sprawujących opiekę nad pacjentami odżywianymi pozajelitowo.

Konflikt interesów

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

Piśmiennictwo / References

1. Wretling A, Szczygieł B: Całkowite żywienie pozajelitowe. Historia. Teraźniejszość. Przyszłość. *Pol Merkur Lekarski* 1998; 4: 181–185.
2. Szczygieł B, Socha J (eds.): Żywienie pozajelitowe i dojelitowe w chirurgii. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1994: 11–17.
3. Vinnars E, Wilmore D: Jonathan Roads Symposium Papers. History of parenteral nutrition. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2003; 27: 225–231.
4. Pertkiewicz M, Majewska K, Szczygieł B: Żywienie pozajelitowe w domu. *Pol Tyg Lek* 1995; 50: 45–47.
5. Jarosz M (ed.): Zasady prawidłowego żywienia chorych w szpitalach. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa 2011: 36–155.
6. Ciszewska-Jędrasik M: Żywienie pozajelitowe. Część II. Preparaty stosowane w żywieniu pozajelitowym. *Farmacja Pol* 2008; 64: 1070–1080.
7. Fürst P, Klęk S: Substraty stosowane w żywieniu pozajelitowym i dojelitowym. Białka i aminokwasy. In: Sobotka L (ed.): Podstawy żywienia klinicznego. 1st ed., Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2007: 157–164.
8. Kargulewicz A, Stankowiak-Kulpa H, Grzymisławski M: Rola leczenia żywieniowego w chorobie Leśniowskiego-Crohna. *Gastroenterol Pol* 2010; 17: 300–303.
9. Carpentier YA, Klęk S: Substraty stosowane w żywieniu pozajelitowym i dojelitowym. Tłuszcze. In: Sobotka L (ed.): Podstawy żywienia klinicznego. 1st ed., Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2007: 153–156.
10. Pertkiewicz M, Korta T, Książek J *et al.*: Standardy żywienia pozajelitowego i żywienia dojelitowego. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2005: 11–69.
11. Rutkowska M: Żywienie parenteralne – rola pielęgniarki w opiece nad pacjentem. *Problemy Pielęgniarstwa* 2009; 17: 250–256.
12. Matras P, Żuchowska K, Banakiewicz K *et al.*: Evaluation of factors associated with the nutritional mixture leading to liver complications in patients treated by means of parenteral nutrition at home. *Pol Przegl Chir* 2013; 85: 681–686.
13. Spiliotis JD, Kalfarentzos F: Total parenteral nutrition-associated liver dysfunction. *Nutrition* 1994; 10: 255–260.
14. Marinella MA: Refeeding syndrome: an important aspect of supportive oncology. *J Support Oncol* 2009; 7: 11–16.
15. Sacks GS: Refeeding syndrome: awareness is the first step in preventing complications. *J Support Oncol* 2009; 7: 19–20.