

*JACEK WADEŁEK

Zasady przygotowania dorosłego pacjenta z cukrzycą do planowych operacji koloproktologicznych

Perioperative management of an adult diabetic patient for elective colorectal surgery

Anaesthesiology and Intensive Therapy Department, St. Anna Trauma Surgery Hospital, STOCER Mazovia Rehabilitation Center Sp. z o.o., Warsaw
Head of Department: Elżbieta Kurmin-Gryz, MD

Streszczenie

Chorzy na cukrzycę częściej niż pacjenci bez rozpoznanej cukrzycy są hospitalizowani z przyczyn innych niż cukrzyca, jak również poddawani zabiegom operacyjnym. W pracy przedstawiono zasady przygotowania przedoperacyjnego chorego na cukrzycę do planowego zabiegu operacyjnego na jelicie grubym. Nowotwory jelita grubego i cukrzyca występują coraz powszechniej. Rozległy zabieg operacyjny na jelicie grubym może powodować pogorszenie kontroli metabolicznej cukrzycy. Operacja, okołoperacyjne głodzenie oraz przerwanie dotychczasowego sposobu leczenia przyczyniają się do zwiększenia wahań glikemii, co z kolei jest znaczącym czynnikiem zwiększenia chorobowości, umieralności i przedłużonego pobytu w szpitalu chorych na cukrzycę. Zminimalizowanie tych wpływów może obniżyć ryzyko wystąpienia powikłań. Planowe zabiegi operacyjne należy odroczyć, jeśli chory na cukrzycę w okresie przedoperacyjnym nie jest metabolicznie wyrównany (hemoglobina glikowana HbA1c \geq 9%). W okresie okołoperacyjnym należy utrzymywać stężenie glukozy w krwi w zakresie wartości 140-180 mg/dl. Należy również unikać hipoglikemii. W pracy zaprezentowano przedoperacyjne postępowanie u dorosłego chorego na cukrzycę do planowej operacji na jelicie grubym. Podstawą postępowania okołoperacyjnego jest kontrola poziomu glikemii. Podczas małych zabiegów proktologicznych minimalnym wymogiem jest oznaczenie stężenia glukozy we krwi, bezpośrednio przed zabiegiem i ponownie po jego zakończeniu.

Słowa kluczowe

cukrzyca, planowa operacja jelita grubego, przygotowanie przedoperacyjne

Summary

Patients with diabetes mellitus are more likely to require admission to hospital for conditions other than the diabetes itself and are more likely to undergo colorectal surgery. The paper presents guidelines for the preoperative management in diabetic patients scheduled for elective colorectal surgeries. Colorectal cancer and diabetes are increasingly common diseases. A major colorectal surgery may affect metabolic control in diabetes. Surgical procedure, perioperative fasting and interruptions in therapy contribute to poor glycaemic control, which in turn is a significant factor increasing mortality, morbidity and the length of hospital stay among patients with diabetes. Minimising such effects may reduce the risk of adverse outcomes. An extended elective colorectal surgery should be postponed if possible in patients with poor preoperative glycaemic control (HbA1c \geq 9%). The target range for the perioperative period is between 140 and 180 mg/dL. Hypoglycaemia should also be avoided. This paper presents preoperative management in adult patients with diabetes mellitus scheduled for elective colorectal surgery. Glycaemic control is a key aspect in the perioperative management. For minor surgeries, blood glucose should be monitored before and immediately after surgery in all patients.

Keywords

diabetes mellitus, elective colorectal surgery, preoperative management

WPROWADZENIE

Współistnienie chorób nowotworowych i zaburzeń metabolizmu glukozy tłumaczy się starzeniem społeczeństwa oraz prowadzeniem niehigienicznego stylu życia (mała aktywność fizyczna i nadmierne w stosunku do potrzeb organizmu spożycie wysokoenergetycznych produktów). Inne czynniki etiopatogenetyczne tzw. chorób cywilizacyjnych to zwiększone narażenie na niekorzystne działanie czynników środowiskowych. Wiele badań epidemiologicznych wskazuje na związek między rozwojem raka jelita grubego a cukrzycą i otyłością (1, 2). Metaanaliza Larsson i wsp. obejmująca 15 badań wykazała, że ryzyko względne raka jelita grubego u osób z cukrzycą wynosi 1,30 (1,20-1,40) (1). Cukrzyca jest nie tylko jedną z najbardziej rozpowszechnionych chorób na świecie, ale także chorobą, której częstość występowania stale się zwiększa. Częstość występowania cukrzycy wzrasta również wraz z wiekiem. Według szacunków Międzynarodowej Federacji Diabetologicznej (International Diabetes Federation – IDF) w 2013 roku 382 mln ludzi na świecie chorowało na cukrzycę, natomiast do 2035 roku, zgodnie z przewidywaniami, liczba chorych wzrośnie do 592 mln (3). Polska należy do krajów o najwyższej zachorowalności na cukrzycę, w 2011 roku było około 3,1 mln chorych (ok. 10,6% całej populacji), z czego nawet milion to osoby niezdiagnozowane. Co więcej, 5,2 mln osób ma upośledzoną tolerancję glukozy, co kwalifikuje ich do grupy zwiększonego ryzyka zachorowania na cukrzycę typu 2, na którą choruje już ponad 20% Polaków po 60. roku życia (4). Jako jedyna choroba niezakaźna cukrzyca została uznana przez Organizację Narodów Zjednoczonych (ONZ) za epidemię XXI wieku. Chorzy na cukrzycę częściej niż pacjenci bez rozpoznanej cukrzycy są poddawani zabiegom operacyjnym (5). Obecnie duże operacje chirurgiczne w większości nie wymagają okresu głodzenia. W niektórych szczególnych sytuacjach, kiedy pacjent jest głodzony, nie jest możliwe podawanie doustnych leków przeciwcukrzycowych. Już sam stres związany z zabiegami operacyjnymi powoduje zmiany metaboliczne, które zaburzają homeostazę glukozy. Utrzymujący się stan hiperglikemii jest czynnikiem ryzyka dysfunkcji śródbłonna naczyń, pooperacyjnej sepsy, upośledzonego gojenia rany pooperacyjnej i niedokrwienia ośrodkowego układu nerwowego. Stres operacyjny może sprzyjać powikłaniom cukrzycy (cukrzycowej śpiączce z kwasimą ketonową, zespołowi hiperosmolarno-hiperglikemicznemu) zarówno podczas zabiegu operacyjnego, jak i w okresie pooperacyjnym, pogarszając rokowanie. Zespół hiperosmolarno-hiperglikemiczny jest dobrze znanym powikłaniem niektórych zabiegów operacyjnych, w tym chirurgii naczyń wieńcowych, gdzie zwiększa śmiertelność do 42% (6, 7). Zaburzenia żołądkowo-jelitowe spowodowane znieczuleniem, farmakoterapią i zwiększeniem napięcia nerwu błędnego w wyniku stresu mogą powodować nudności, wymioty i odwodnienie. Zmniejszenie objętości krwi krążącej może już mieć miejsce w wyniku diurezy osmotycznej spowodowanej hiperglikemią, stan ten może zwiększać ryzyko udaru niedokrwinnego i ostrego uszkodzenia nerek. Różnie nasilone niedobory elektrolitowe (głównie hipokaliemia, ale i hipomagnezemia) mogą zwiększać ryzyko występowania arytmii serca, które często nakłada się na chorobę

INTRODUCTION

The coexistence of cancer and glucose metabolic disorders is considered to be a result of an ageing society and unhygienic lifestyle (limited physical activity and excess intake of high-calorie products). Other etiopathogenetic factors of lifestyle diseases include increased exposure to adverse environmental factors. Many epidemiological studies indicate that colorectal cancer is positively correlated with diabetes and obesity (1, 2). Larsson et al. showed in their meta-analysis including 15 studies that the relative risk of colorectal cancer is 1.30 (1.20-1.40) for diabetic patients (1). Diabetes is not only one of the most widespread diseases in the world, but also a disease whose incidence is constantly increasing. The prevalence of diabetes also increases with age. It was estimated by the International Diabetes Federation (IDF) that 382 million of people globally suffered from diabetes in 2013, and this number is expected to increase to about 592 million by the year 2035 (3). Poland is one of the countries with the highest incidence of diabetes, with about 3.1 million of patients in 2011 (about 10.6% of the total population), including up to 1 million of undiagnosed individuals. Furthermore, 5.2 million people have impaired glucose tolerance, which qualifies them as a high risk group for type 2 diabetes mellitus, which already affects more than 20% of Poles over 60 years of age (4). Diabetes is the only non-infectious disease considered by the the United Nations (UN) to be an epidemic of the 21st century. Patients with diabetes mellitus are subject to surgeries more often than non-diabetic individuals (5). Currently, most of major surgical procedures do not require fasting. However, in certain situations when fasting is needed, the use of oral hypoglycemic agents is not possible. Surgery-related stress itself induces metabolic changes that impair glucose homeostasis. Persistent hyperglycaemia is a risk factor for vascular endothelial dysfunction, postoperative sepsis, impaired postoperative wound healing, and central nervous system ischemia. Perioperative stress may promote diabetes complications (diabetic coma with ketoacidosis, hyperosmolar hyperglycemic state), both during surgical procedure and in the postoperative period, thus worsening the prognosis. Hyperosmolar hyperglycemic state is a well-known complication of some surgical procedures, including coronary artery surgery, where it increases mortality to 42% (6, 7). Gastrointestinal disorders caused by anaesthesia, pharmacotherapy and increased tension of the vagus nerve due to stress can cause nausea, vomiting and dehydration. Reduction in circulating blood volume may already occur as a result of osmotic diuresis due to hyperglycaemia, increasing the risk of ischaemic stroke and acute renal damage. Electrolyte deficiency of varying severity (mainly hypocalcaemia and hypomagnesaemia) may increase the risk of arrhythmia, which often coexists with ischaemic heart disease in middle-aged diabetic patients. The preoperative metabolic status of

niedokrwienną serca u pacjentów z cukrzycą w wieku średnim. Olbrzymie znaczenie ma przedoperacyjny stan metaboliczny chorych z cukrzycą poddawanych zabiegom operacyjnym. Planowe zabiegi operacyjne u chorych ze źle kontrolowaną cukrzycą należy odroczyć do czasu uzyskania stabilnego stężenia glukozy w krwi. Zalecane jest przyjęcie do szpitala takich pacjentów 1-2 doby przed planowanym zabiegiem operacyjnym. Aktualne zalecenia postępowania należy indywidualizować dla każdego konkretnego pacjenta w zależności od typu cukrzycy, sposobu jej leczenia, stanu wyrównania stężenia glukozy we krwi, rodzaju i rozległości zabiegu operacyjnego oraz lokalnego doświadczenia w postępowaniu z chorymi na cukrzycę. Mimo pewnych ograniczeń związanych indywidualizacją postępowania z chorymi na cukrzycę stosuje się ogólne zasady postępowania. W okresie przedoperacyjnym należy poszukiwać określonych zaburzeń i je korygować (kwasica ketonowa, stany hiperosmotyczne, zaburzenia wodnoelektrolitowe), a zabieg operacyjny należy zaplanować jako pierwszy w danym dniu operacyjnym, tak aby uniknąć przedłużonej głodówki.

STRES ZWIĄZANY Z URAZEM OPERACYJNYM

Zabieg operacyjny i znieczulenia wywołują stres metaboliczny, który może znieść mechanizmy homeostatyczne u pacjentów z już obecnymi zaburzeniami metabolizmu glukozy. Odpowiedź metaboliczna na stres obejmuje uwalnianie hormonów katabolicznych, takich jak: epinefryna, norepinefryna, kortyzol, glukagon i hormon wzrostu oraz zahamowania uwalniania i działania insuliny. Poza wywoływaniem insulinooporności przez krążące hormony stresowe sam uraz operacyjny powoduje dysfunkcję komórek β trzustki. Zabieg operacyjny powoduje obniżenie stężenia insuliny znajdującej się w osoczu krwi, jak i wydzielanie insuliny w odpowiedzi na wzrost stężenia glukozy w krwi. Nie jest wyjaśniony mechanizm upośledzonej reakcji komórek β trzustki podczas zabiegu operacyjnego, a reakcja słabo koreluje ze śródoperacyjnym stężeniem krążących amin katecholowych. Inaczej ma się sytuacja w okresie pooperacyjnym, kiedy to zachodzi ścisła odwrotna korelacja pomiędzy osoczymym stężeniem epinefryny a wydzielaniem insuliny (8). Antyinsulinowy efekt metabolicznej reakcji na stres urazu operacyjnego zasadniczo znosi fizjologiczne anaboliczne i przeciwkataboliczne działanie insuliny. Najważniejsze anaboliczne działania insuliny, które mogą być zniesione lub osłabione podczas stresu urazu operacyjnego, polegają na: pobudzaniu poboru glukozy do komórek i magazynowaniu glikogenu, zwiększaniu poboru aminokwasów do komórek i zwiększaniu syntezy białek w mięśniach szkieletowych, pobudzaniu syntezy kwasów tłuszczowych i ich magazynowaniu w komórkach tłuszczowych oraz reabsorpcji nerkowej sodu i utrzymywaniu śródnaczyniowej objętości krwi. Antykataboliczne działanie insuliny polega na: hamowaniu rozkładu glikogenu wątrobowego, hamowaniu glukoneogenezy, hamowaniu lipolizy, hamowaniu utleniania kwasów tłuszczowych, powstawania ciał ketonowych oraz hamowaniu proteolizy i utleniania aminokwasów. Hamowanie wydzielania i czynności insuliny w okresie okołoperacyjnym powoduje nasilenie katabolizmu w wyniku różnych mechanizmów.

diabetic patients undergoing surgeries is of great importance. In the case of poor glycaemic control, elective procedures should be postponed until stable blood glucose levels are achieved. Hospital admission of these patients should take place 1-2 days prior to elective surgery. Current management recommendations should be individualised for each patient depending on the type of diabetes mellitus, mode of treatment, blood glucose compensation, the type and extent of surgery, as well as the local experience in the management in diabetic patients. Despite some limitations associated with an individual approach to these patients, general principles of care are used. Certain disorders (ketoacidosis, hyperosmotic conditions, water-electrolyte imbalance) should be screened for and corrected preoperatively, and the surgery should be scheduled as the first procedure on a given day to avoid prolonged fasting.

SURGERY-RELATED STRESS

Surgical and anaesthetic procedures cause metabolic stress, which may impair homeostatic mechanisms in patients who already developed glucose metabolism disorders. Metabolic response to stress involves the release of catabolic hormones such as epinephrine, norepinephrine, cortisol, glucagon and growth hormone, as well as an inhibition of insulin release and action. In addition to insulin resistance induced by circulating stress hormones, the surgical trauma itself causes pancreatic β -cell dysfunction. Surgical procedures decrease both plasma insulin levels and insulin release in response to elevated blood glucose levels. The mechanism underlying the impaired pancreatic β -cell response during a surgery is not understood, and there is a weak correlation between the response and the intraoperative levels of circulating catecholamines. A different situation is seen in the postoperative period, when a close reverse correlation is observed between plasma epinephrine levels and insulin release (8). These anti-insulin effects of the metabolic response to the stress associated with surgical trauma reverse the physiological anabolic and anti-catabolic actions of insulin. The most important anabolic actions of insulin, which may be either reversed or reduced during surgical stress involve: stimulation of glucose uptake into cells and glycogen storage, increased amino acid uptake into cells and increased protein synthesis in skeletal muscles, stimulation of fatty acid synthesis and storage in adipocytes, as well as renal reabsorption of sodium and maintenance of intravascular blood volume. The anti-catabolic action of insulin involves an inhibition of hepatic glycogen breakdown, inhibition of gluconeogenesis, inhibition of lipolysis, inhibition of fatty acid oxidation and formation of ketone bodies, as well as inhibition of proteolysis and amino acid oxidation. The perioperative inhibition of insulin release and action increases catabolism via different mechanisms.

BEZPOŚREDNIE DZIAŁANIE KATABOLICZNE HORMONÓW STRESU

Odpowiedź neuroendokrynną na stres urazu operacyjnego i znieczulenia powoduje uaktywnienie silnie oddziałujących hormonów kontrregulatorowych. Aminy katecholowe (norepinefryna uwalniana głównie podczas zabiegu operacyjnego i epinefryna uwalniana głównie w okresie pooperacyjnym) pobudzają glukoneogenezę i glikolizę, hamują utylizację glukozy w tkankach obwodowych oraz hamują wydzielanie insuliny. Aktywacja białek fosforylacji przez zależne od cAMP kinazy białkowe odpowiada za pobudzające działanie amin katecholowych w wątrobie i rozkład glikogenu w mięśniach, a fosforylacja syntazy glikogenu za zmniejszenie syntezy glikogenu. Procesy te predysponują do ciężkiej hiperglikemii, która nasilana jest przez pobudzający wpływ epinefryny i norepinefryny na wydzielanie glukagonu. Inne działania kataboliczne amin katecholowych to pobudzanie lipolizy i ketogenezy. Epinefryna podwyższa stężenie cAMP w adipocytach, powodując fosforylację i aktywację hormonozależnej lipazy. Aktywacja hormonozależnej lipazy nasila lipolizę i uwalnianie wolnych kwasów tłuszczowych do krwi. Wzrost stężenia glukagonu nasilony działaniem amin katecholowych powoduje podobne do amin katecholowych efekty: stymuluje wątrobową produkcję glukozy i ciał ketonowych oraz hamuje działanie insuliny w tkankach obwodowych. Uwalniany hormon wzrostu i glikokortykosteroidy nasilają kataboliczne działanie amin katecholowych i glukagonu. Glikokortykosteroidy powodują wzrost produkcji glukozy w wątrobie i lipolizę oraz ujemny bilans azotowy przez pobudzanie proteolizy. Produkty lipolizy i proteolizy (wolne kwasy tłuszczowe, glicerol, alanina i glutamina) są substratami w procesie glukoneogenezy w wątrobie. Połączenie względnego niedoboru insuliny, insulinooporności oraz nadmiernego katabolizmu z powodu działania hormonów kontrregulacyjnych stanowi poważne zagrożenie dla homeostazy glukozy u wszystkich chorych z cukrzycą, a szczególnie u tych niewyrównanych metabolicznie w okresie przedoperacyjnym.

PRZEDOPERACYJNE WYRÓWNANIE METABOLICZNE CHORYCH NA CUKRZYCĘ

Towarzystwa diabetologiczne wielu krajów, w tym Polskie Towarzystwo Diabetologiczne (9-11), opracowują zalecenia, określając normy glikemii, stężenia lipidów w surowicy krwi oraz wartości ciśnienia tętniczego, jakie należy uzyskać u chorych na cukrzycę (tab. 1). Kryteria wyrównania cukrzycy obejmują: kryteria wyrównania glikemii, kryteria wyrównania stężeń lipidów i kryteria wyrównania ciśnienia tętniczego. Kryteria wyrównania gospodarki węglowodanowej ustala się na podstawie: oznaczeń glikemii uzyskanych w samokontroli oraz okresowych laboratoryjnych oznaczeń hemoglobiny glikowanej. Samokontrola to pomiary glikemii dokonywane przez pacjenta za pomocą glukometru lub uzyskane z sensora umieszczonego w tkance podskórnej. Hemoglobina glikowana (HbA1c) to wskaźnik wyrównania cukrzycy; jego wartość obrazuje glikemii z ostatnich 3 miesięcy (tab. 2). Hemoglobina glikowana to związek hemoglobiny znajdującej się w krwinkach czerwonych (erytrocytach) z glukozą. W celu

DIRECT CATABOLIC ACTION OF STRESS HORMONES

The neuroendocrine response to surgical trauma and anaesthesia activates strongly interacting counterregulatory hormones. Catecholamines (norepinephrine released mainly intraoperatively and epinephrine released mainly in the post-operative period) stimulate gluconeogenesis and glycolysis, inhibit glucose utilisation in peripheral tissues and suppress insulin secretion. Activation of phosphorylation proteins by cAMP-dependent protein kinases mediates the stimulatory effects of catecholamines in the liver and glycogen breakdown in muscles, while glycogen synthase phosphorylation is responsible for reduced glycogen synthesis. These processes predispose to severe hyperglycaemia, which is increased by the stimulatory effects of epinephrine and norepinephrine on glucagon release. Other catabolic effects of catecholamines include stimulation of lipolysis and ketogenesis. Epinephrine increases adipocyte cAMP levels, causing hormone-dependent lipase phosphorylation and activation. Activation of hormone-dependent lipase increases lipolysis and the release of free fatty acids into the bloodstream. Increased glucagon levels due to catecholamines lead to effects similar to those of catecholamines, i.e. stimulate glucose and ketone body production in the liver as well as inhibit insulin action in peripheral tissues. Released growth hormone and glucocorticosteroids enhance catabolic effects of catecholamines and glucagon. Glucocorticosteroids increase glucose production in the liver and lipolysis, as well as negative nitrogen balance by stimulating proteolysis. Lipolysis and proteolysis products (free fatty acids, glycerol, alanine and glutamine) are substrates in hepatic gluconeogenesis. Relative insulin deficiency combined with insulin resistance and increased catabolism due to the effects of counterregulatory hormones pose a serious risk for glucose homeostasis in all diabetic patients, particularly in those without preoperative metabolic compensation.

PREOPERATIVE METABOLIC COMPENSATION IN PATIENTS WITH DIABETES

Diabetic Societies of many countries, including the Polish Diabetic Society (9-11), develop recommendations to specify norms for serum glucose and lipids, as well as blood pressure that should be achieved in patients with diabetes (tab. 1). Criteria for diabetes compensation include glycaemia, lipid level, and blood pressure compensation criteria. Criteria for carbohydrate metabolism compensation are based on glucose self-measurements and periodic laboratory measurements of glycated haemoglobin. Self-monitoring is the measurement of blood glucose performed by the patient using a glucometer or obtained from a sensor placed in the subcutaneous tissue. Glycated haemoglobin HbA1c is an indicator of diabetic compensation; it reflects glucose levels during the previous 3 months (tab. 2). Glycated haemoglobin is

Tab. 1. Kryteria wyrównania cukrzycy zgodnie z wytycznymi Polskiego Towarzystwa Diabetologicznego (PTD) z 2008, 2011 i 2014 roku (wg 9-11)

Kryterium wyrównania w zakresie:	PTD 2008	PTD 2011	PTD 2014
HbA1c	≤ 6,5%	<ul style="list-style-type: none"> – ≤ 6,5% u pacjentów z krótkotrwałą cukrzycą typu 2; – < 8,0% u pacjentów w wieku > 70 lat, z DM2 > 20 lat i po przebytych MI lub udarze mózgu; – ≤ 7,0% u pozostałych pacjentów 	<ul style="list-style-type: none"> – ≤ 6,5% u pacjentów z krótkotrwałą cukrzycą typu 2; – ≤ 8,0% u pacjentów w wieku > 70 lat, z DM2 > 20 lat i po przebytych MI lub udarze mózgu; – ≤ 7,0% u pozostałych pacjentów
Cholesterolu całkowitego	< 175 mg/dl		
LDL	< 100 mg/dl u pacjentów bez choroby wieńcowej < 70 mg/dl u pacjentów z chorobą wieńcową		
HDL	> 50 mg/dl u kobiet > 40 mg/dl u mężczyzn		
Trójglicerydów	< 150 mg/dl		
Ciśnienia tętniczego	< 130/80 mmHg	< 140/90 mmHg	< 140/85 mmHg

HbA1c – hemoglobina glikowana; LDL (ang. *low-density lipoprotein*) – lipoproteiny o niskiej gęstości; HDL (ang. *high-density lipoprotein*) – lipoproteiny o wysokiej gęstości; DM2 (ang. *diabetes mellitus type 2*) – cukrzyca typu 2; MI (ang. *myocardial infarction*) – zawał serca

Tab. 1. Criteria for diabetes compensation in accordance with the 2008, 2011 and 2014 guidelines of the Polish Diabetes Association (according 9-11)

Compensation criteria for:	2008	2011	2014
HbA1c	≤ 6.5%	<ul style="list-style-type: none"> – ≤ 6.5% in patients with short-term type 2 diabetes; – < 8.0% in patients aged > 70 years, with DM2 > 20 years and after MI or stroke; – ≤ 7.0% in other patients 	<ul style="list-style-type: none"> – ≤ 6.5% in patients with short-term type 2 diabetes; – ≤ 8.0% in patients aged > 70 years, with DM2 > 20 years and after MI or stroke; – ≤ 7.0% in other patients
Total cholesterol	< 175 mg/dL		
LDL	< 100 mg/dL in patients without coronary artery disease < 70 mg/dL in patients with coronary artery disease		
HDL	> 50 mg/dL in female patients > 40 mg/dL in male patients		
Triglycerides	< 150 mg/dL		
Blood pressure	< 130/80 mm Hg	< 140/90 mm Hg	< 140/85 mm Hg

HbA1c – glycated haemoglobin; LDL – low-density lipoprotein; HDL – high-density lipoprotein; DM2 – diabetes mellitus type 2; MI – myocardial infarction

oznaczenia HbA1c należy pobrać krew (o dowolnej porze). Posiłek nie wpływa w żaden sposób na wynik, a więc nie trzeba być na czczo. Krew pobiera się z żyły lub z palca (krew włosniczkowa). Główną ludzką hemoglobina jest HbA (α2β2) stanowiąca 90-95% ogólnej hemoglobiny zgromadzonej w erytrocytach zdrowych dorosłych i dzieci powyżej 6. miesiąca życia. Badania wykazały obecność w hemolizatach krwi

a compound of haemoglobin with glucose found in red blood cells (erythrocytes). Determining the HbA1c requires blood collection (at any time of day). Fasting is not needed as the meal does not affect the result in any way. Blood is collected from the vein or from the finger (capillary blood). HbA (α2β2), which accounts for 90 up to 95% of global haemoglobin in red

Tab. 2. Współzależność pomiędzy stężeniem HbA1c a oszacowanym przeciętnym stężeniem glukozy we krwi

HbA1c (IFCC) (mmol/mol)	HbA1c (NGSP) (%)	Oszacowane przeciętne stężenie glukozy w krwi (mg/dL)	Oszacowane przeciętne stężenie glukozy w krwi (mmol/L)
31	5	97	5,4
42	6	126	7,0
53	7	154	8,6
64	8	183	10,2
75	9	212	11,8
86	10	240	13,4
97	11	269	14,9
108	12	298	16,5

IFCC – International Federation of Clinical Chemistry; NGSP – The National Glycohemoglobin Standardization Program w Stanach Zjednoczonych

Tab. 2. Correlation between HbA1c levels and the estimated average blood glucose levels

HbA1c (IFCC) (mmol/mol)	HbA1c (NGSP) (%)	The estimated average blood glucose levels (mg/dL)	The estimated average blood glucose levels (mmol/L)
31	5	97	5.4
42	6	126	7.0
53	7	154	8.6
64	8	183	10.2
75	9	212	11.8
86	10	240	13.4
97	11	269	14.9
108	12	298	16.5

International Federation of Clinical Chemistry (IFCC); The National Glycohemoglobin Standardization Program (NGSP) in the United States

frakcji hemoglobiny glikowanej HbA1c obdarzonej ładunkiem ujemnym mniejszym od ładunku hemoglobiny HbA. Odkrycie, że stężenie glukozy we krwi wpływa na odsetek frakcji hemoglobiny glikowanej, umożliwiło wprowadzenie do praktyki bardzo ważnego miernika oceniającego skuteczność leczenia cukrzycy w dłuższym przedziale czasu. Szczególne znaczenie tego miernika polega przede wszystkim na tym, że krwinka czerwona żyje 120 dni i jej zawartość, czyli hemoglobina, taki okres czasu przebywa w układzie krwionośnym. Przez cały ten czas działa na nią zwiększone stężenie glukozy. Mierzac stężenie glikowanej hemoglobiny w krwi, można stwierdzić, jakie było średnie lub przeciętne stężenie glukozy w ciągu ostatnich 3 miesięcy. Pomiar stężenia HbA1c pozwala retrospektywnie ocenić przebieg glikemii w cukrzycy i związaną z tym efektywność procesu leczenia. Niezbędne badania laboratoryjne, które chory powinien wykonać przed zgłoszeniem się do szpitala, to: dobowy profil glikemii (7 oznaczeń w ciągu doby, w tym o godzinie 3.00 w nocy); morfologia krwi obwodowej i liczba płytek krwi; stężenie w surowicy krwi kreatyniny, elektrolitów (Na⁺, K⁺), białka całkowitego, aktywność aminotransferaz (AspAT, AlAT); równowaga kwasowo-zasadowa (gazometria) krwi; badanie ogólne moczu; ocena dna oka; badanie EKG spoczynkowe; badanie RTG klatki piersiowej. Jeżeli u chorego na cukrzycę nie przeprowadzono wszystkich spośród powyższych badań

blood cells in healthy adults and children over 6 months of age, is the main human haemoglobin. Studies demonstrated the presence of HbA1c fraction with a negative charge lower than that of HbA in blood haemolysates. The discovery that blood glucose levels affect the percentage of glycated hemoglobin fraction enabled the introduction of a very important measure to assess the efficacy of diabetes treatment over a longer period of time. The importance of this measure is primarily due to the fact that since a red blood cell lives 120 days, the residence time of its content (i.e. haemoglobin) in the circulatory system is the same. The cell is exposed to increased glucose levels throughout this period. The measurement of glycated haemoglobin allows to determine mean glucose levels over the past 3 months. The measurement of HbA1c levels allows for a retrospective assessment of glycaemia in diabetes and thus the efficacy of treatment. Pre-admission laboratory tests should include a daily glycaemic profile (7 measurements a day, including at 3 a.m.); peripheral blood cell count and platelet count; serum creatinine levels, electrolytes (Na⁺, K⁺), total protein, aminotransferase activity (AST, ALT); acid-base balance (arterial-blood gas); urinalysis; eye fundus assessment; resting ECG test; chest X-ray. If all of the above tests have not been performed in an

w warunkach ambulatoryjnych, należy je bezwzględnie wykonać, a następnie zinterpretować przed zabiegiem operacyjnym. Jedynie u chorych na cukrzycę leczonych metodą intensywnej terapii, cechujących się dobrym wyrównaniem metabolicznym, można planować zabieg operacyjny przeprowadzony w systemie „chirurgii jednego dnia”. Niezbędnym warunkiem w tych przypadkach jest uzyskanie prawidłowych wyników wszystkich dodatkowych badań diagnostycznych. Również chorych na cukrzycę typu 2 dotychczas skutecznie leczonych dietą, cechujących się poposiłkowymi stężeniami glukozy we krwi < 180 mg/dl ($10,0$ mmol/l), można operować w tym systemie, ponieważ zastosowanie insulinoterapii w okresie okołoperacyjnym u tych osób nie jest konieczne. Pozostałych chorych na cukrzycę, niezależnie od typu schorzenia i dotychczasowego sposobu leczenia, w okresie okołoperacyjnym należy leczyć insuliną. Okresowa insulinoterapia nie jest konieczna u chorych poddawanych tzw. „małemu” zabiegowi operacyjnemu (ekstrakcja zęba, nacięcie ropnia, mała amputacja wykonana ambulatoryjnie), ale tylko w sytuacji, gdy przygotowanie do zabiegu nie wymaga zmiany dotychczasowego sposobu odżywiania. Potrzeba przesunięcia godzin śniadania, a tym samym porannej iniekcji insuliny wiąże się z koniecznością zastosowania dożylnego wlewu 5% roztworu glukozy oraz 8 j. insuliny i 5 mmol chlorku potasu, z szybkością 100-150 ml/godz. zamiast śniadania.

WYBÓR POSTĘPOWANIA

Wszyscy chorzy z cukrzycą typu 1 poddawani małym i dużym zabiegom operacyjnym oraz chorzy z cukrzycą typu 2 poddawani dużym zabiegom operacyjnym wymagają intensywnego leczenia cukrzycy w okresie okołoperacyjnym. Postępowanie okołoperacyjne u tych chorych wymaga leczenia insuliną z zastosowaniem wlewu dożylnego glukozy, insuliny i potasu. Duże zabiegi operacyjne definiuje się jako zabiegi wykonywane w znieczuleniu ogólnym o czasie trwania powyżej 1 godziny. Sposób postępowania z chorymi z cukrzycą typu 2 poddawany małym zabiegom operacyjnym zależy od ich dotychczasowego sposobu leczenia cukrzycy w warunkach poprzedzających zabieg operacyjny, ich stanu kontroli glikemii, rodzaju i rozległości zabiegu operacyjnego oraz lokalnie przyjętego doświadczenia.

CHORZY NA CUKRZYCĘ DOTYCHCZAS LECZENI DIETĄ

Pacjenci, u których cukrzyca jest dobrze kontrolowana modyfikacją diety i aktywnością fizyczną, mogą nie wymagać żadnej dodatkowej interwencji w okresie przedoperacyjnym. W dniu operacji rano na czczo należy oznaczyć stężenie glukozy w krwi oraz jeśli czas trwania zabiegu operacyjnego przekracza 1 godzinę, oznaczenie glukozy powtórzyć. Jeśli zabieg operacyjny jest mały, to pacjent nie wymaga specjalnego postępowania. Jeśli zabieg operacyjny jest rozległy (do takich należą zabiegi koloproktologiczne) lub gdy pacjent nie jest wyrównany metabolicznie (stężenie glukozy w krwi na czczo powyżej 200 mg/dl), należy rozważyć rozpoczęcie wlewu dożylnego glukozy, insuliny i potasu oraz godzinowo monitorować stężenie glukozy w krwi.

outpatient setting, they should be performed and interpreted before surgical procedure. A one-day surgery may be scheduled only for diabetic patients receiving intensive insulin therapy, who show good metabolic compensation. Normal results of all additional diagnostic tests are a necessary condition in such cases. The same system may be used for patients with type 2 diabetes successfully treated with diet, with postprandial blood glucose < 180 mg/dL (10.0 mmol/L), as perioperative insulin therapy is not needed in these patients. Other diabetic patients should receive perioperative insulin therapy regardless of the type of diabetes and treatment mode. No periodic insulin therapy is needed in patients undergoing minor procedures (tooth extraction, abscess incision, minor outpatient amputation) provided that preoperative management does not involve changes in the diet. The need to change breakfast hours, and thus the time of morning insulin injection, requires breakfast replacement with an intravenous infusion of 5% glucose solution, 8 units of insulin and 5 mmol of potassium chloride at a rate of 100-150 mL/hour.

THE CHOICE OF MANAGEMENT

Intensive perioperative hypoglycemic treatment is needed in all patients with type 1 diabetes undergoing both minor and major surgeries as well as patients with type 2 diabetes scheduled for major procedures. These patients require perioperative insulin therapy, using an intravenous infusion of glucose, insulin and potassium. Major surgeries are defined as surgeries that require general anaesthesia or last more than 1 hour. The management in patients with type 2 diabetes undergoing minor surgeries depends on their previous treatment (before surgery), glycaemic control status, the type and extent of surgery and local experience.

DIABETIC PATIENTS TREATED WITH DIET

No additional preoperative interventions may be needed in patients showing good control of diabetes due to diet modification and physical exercise. Fasting blood glucose levels should be measured in the morning on the day of surgery, and should be repeated if the procedure is longer than 1 hour. No special management is needed in patients undergoing minor procedures. For more extensive procedures (such as colorectal procedures) or in the absence of metabolic compensation (fasting blood glucose > 200 mg/dL), intravenous infusion of glucose, insulin and potassium as well as blood glucose monitoring at 1-hour intervals should be considered.

DIABETIC PATIENTS TREATED WITH ORAL HYPOGLYCEMIC AGENTS

Treatment with second-generation sulfonylurea derivatives should be discontinued 1 day before elective surgery except for chlorpropamide, which should be stopped

CHOROZY NA CUKRZYCĘ DOTYCHCZAS LECZENI DOUSTNYMI LEKAMI PRZECIWCUKRZYCOWYMI

Leczenie pochodnymi sulfonilomocznika drugiej generacji należy przerwać 1 dobę przed planowanym zabiegiem operacyjnym, z wyjątkiem chlorpropamidu, który należy odstawić 2-3 doby przed zabiegiem operacyjnym. Inne doustne leki hipoglikemizujące można kontynuować do dnia operacji. Chociaż metformina charakteryzuje się krótkim czasem działania, ok. 6 godz., rozważniej jest czasowo wstrzymać jej podawanie 1-2 doby przed zabiegiem operacyjnym, zwłaszcza u chorych poddawanych zabiegom, które zwiększają ryzyko zmniejszenia ukrwienia nerek, hipoksji tkanek i akumulacji kwasu mlekowego. Jako minimum monitorowania glikemii uznaje się oznaczenie stężenia glukozy przed zabiegiem operacyjnym i zaraz po jego zakończeniu. Pacjenci poddawani rozległym zabiegom operacyjnym wymagają monitorowania stężenia glukozy we krwi co godzinę w trakcie trwania operacji oraz zaraz po jej zakończeniu. W tym celu wystarczające jest przyłóżkowe badanie krwi włośniczkowej. Jednakże w przypadku uzyskania zarówno nadmiernie wysokich wartości pomiaru, jak i nadmiernie niskich, badanie należy natychmiast powtórzyć w sposób standardowy dla pomiotu leczniczego oraz równoległe przesłać próbkę krwi do badania w pracowni laboratorium. Podczas małych zabiegów chirurgicznych, okołoperacyjna hiperglikemia (glikemia powyżej 200 mg/dl) może być leczona podskórną podażą krótko działającej insuliny w dawce 4-10 IU. Należy unikać hipoglikemii. W okresie pooperacyjnym po małych zabiegach operacyjnych podawanie większości leków przeciwcukrzycowych można wznowić, gdy pacjent zacznie jeść. Pacjenci leczeni dotychczas metforminą mogą powrócić do jej stosowania po ok. 72 godz. po zabiegu operacyjnym bądź podaniu środka kontrastowego. Można powrócić do leczenia metforminą po udokumentowaniu normalnej czynności nerek oraz niewystępowaniu pokontrastowej nefropatii. Zalecanym postępowaniem u chorych poddawanych dużym zabiegom operacyjnym oraz u tych z cukrzycą typu 2 niewyrównanych metabolicznie jest dożylny wlew ciągły glukozy, insuliny i potasu przy użyciu dwóch standardowych schematów postępowania.

CHOROZY NA CUKRZYCĘ DOTYCHCZAS LECZENI INSULINĄ

Małe zabiegi chirurgiczne (hemoroidy, przetoki odbytu, szczeliny odbytu)

Chorzy z cukrzycą dotychczas leczeni insuliną o długim czasie działania (ultralente, glargine, insulina protaminowo-cynkowa) powinni na 1-2 doby przed planowym zabiegiem operacyjnym otrzymać insulinę krótko działającą. W celu uniknięcia dużych wahań glikemii w okresie okołoperacyjnym podstawowe znaczenie ma monitorowanie stężenia glukozy w krwi. Wlew dożylny glukozy, insuliny i potasu należy rozpocząć przed zabiegiem operacyjnym. Glikemię należy monitorować co godzinę śródoperacyjnie oraz zaraz po zakończeniu zabiegu operacyjnego. Wlew dożylny glukozy, insuliny i potasu należy zakończyć po wznowieniu doustnego żywienia pacjenta i po upływie 1 godziny od podania podskórnej dawki insuliny.

2-3 days before surgery. Other oral hypoglycemic agents may be continued until the day of surgery. Although metformin has a short duration of action (about 6 hours), its temporary discontinuation 1-2 days before surgery seems reasonable, particularly in patients undergoing procedures increasing the risk of reduced renal perfusion, tissue hypoxia and lactic acid accumulation. Glucose measurements both before and immediately after surgery are considered as minimal glucose monitoring. Patients undergoing extensive surgeries require blood glucose monitoring at 1-hour intervals during and immediately after the procedure. Bedside capillary blood glucose measurements are sufficient for this purpose. However, in the case of abnormally increased or decreased measurements, the test should be repeated using conventional methods and the collected blood sample should be sent for laboratory analysis. During minor surgical procedures, perioperative hyperglycaemia (glucose levels > 200 mg/dL) may be managed with a subcutaneous administration of insulin at a dose of 4-10 IU. Hypoglycaemia should be also avoided. In the postoperative period after minor surgeries, most of hypoglycaemic agents may be started once the fasting is over. Patients receiving metformin may resume treatment 72 hours after the surgery or contrast agent administration. Metformin may be resumed once normal renal function is documented and if no post-contrast nephropathy is observed. A continuous intravenous infusion of glucose, insulin and potassium using two standard regimens is recommended in patients undergoing major procedures as well as those with metabolically uncompensated type 2 diabetes.

DIABETIC PATIENTS RECEIVING INSULIN

Minor surgical procedures (haemorrhoids, anal fistulas, anal fissures)

Diabetic patients treated with long-acting insulin (ultralente, glargine, protamine zinc insulin) should receive short-acting insulin 1-2 days before a scheduled surgery. Blood sugar monitoring is of key importance to avoid significant perioperative glycaemic fluctuations. Intravenous infusion of glucose, insulin and potassium should be initiated before the procedure. The intraoperative glucose monitoring should be performed at 1-hour intervals and immediately after the surgery. Intravenous infusion of glucose, insulin and potassium should be discontinued once the patient resumes oral nutrition and one hour after subcutaneous insulin administration.

Major surgical procedures (colorectal cancer, inflammatory bowel diseases)

Diabetic patients receiving insulin whose glycaemic control is not optimal (A1c haemoglobin levels > 8%) should

Duże zabiegi chirurgiczne (nowotwory jelita grubego, choroby zapalne jelit)

Chorego na cukrzycę leczonego insuliną, poddanego dużej planowej operacji, należy przyjąć do szpitala 2-3 doby przed planowanym zabiegiem operacyjnym, jeśli kontrola glikemii nie jest optymalna (stężenie hemoglobiny A1c powyżej 8%). Jeśli takie przyjęcie do szpitala jest niemożliwe, lekarz rodzinny lub diabetolog powinien opracować sposób postępowania, który umożliwi optymalizację stężeń glukozy w krwi w okresie przedoperacyjnym. W takich okolicznościach chory samodzielnie wykonuje oznaczenia glikemii co najmniej przed każdym posiłkiem oraz przed snem, docelowymi wartościami glikemii są: glikemia na czczo w zakresie wartości 80-120 mg/dl oraz przed snem – 100-140 mg/dl. Badanie przedoperacyjne powinno zawierać dokładne badanie fizykalne (ukierunkowane na wykrycie neuropatii autonomicznej i ocenę stanu układu sercowo-naczyniowego), oznaczenie stężenia elektrolitów i kreatyniny w osoczu krwi i ciał ketonowych w moczu. U chorych z neuropatią układu autonomicznego częściej dochodzi do hipotensji tętniczej, zatrzymania oddechu i niestabilności hemodynamicznej w trakcie zabiegu operacyjnego (12). Poważne zaburzenia metaboliczne i elektrolitowe należy wyrównać w okresie przedoperacyjnym (hiponatremia, zaburzenia gospodarki potasowej i kwasicy metabolicznej). Należy przesunąć termin planowego zabiegu operacyjnego, jeśli to jest możliwe, gdy cukrzyca jest niewyrównana metabolicznie [poposiłkowa glikemia > 200 mg/dl (11,1 mmol/l), a HbA1c > 9,0%]. Należy zaprzestać podawania doustnych leków przeciwcukrzycowych na 2 dni przed zabiegiem i zastosować insulinoterapię w modelu wielokrotnych wstrzyknięć, tak aby dobową dawkę insuliny wynosiła 0,3-0,7 j./kg mc.; 50-60% dobowej dawki powinna stanowić insulina krótko działająca podawana 15-30 min przed śniadaniem, przed obiadem i przed kolacją; według schematu: 50%-20%-30% dobowej dawki insuliny krótko działającej; 40-50% dobowej dawki, insulina o przedłużonym działaniu podawana w dwóch wstrzyknięciach: 7.00-8.00 (40%) i 22.00-23.00 (60%). Uzyskanie wyrównania glikemii: zalecana wartość glikemii na czczo 100-120 mg/dl (5,6-6,6 mmol/l); 2 godziny po posiłku 135-160 mg/dl (7,5-9,0 mmol/l). U chorych z niedawno wykrytą cukrzycą lub u osób dotychczas skutecznie leczonych za pomocą doustnych leków przeciwcukrzycowych dobową dawkę insuliny wynosi około 0,5 j./kg mc. Jeżeli przygotowanie do zabiegu operacyjnego wymaga zastosowania ścisłej diety w dniu (dniach) poprzedzających operację, zamiast posiłku zaleca się zastosowanie dożylnego wlewu 10-procentowego roztworu glukozy, insuliny i potasu (10-20 mmol KCl). Glukoza powinna być stosowana w ilościach zapewniających dowóz 800-1000 kcal w ciągu doby (13). Uzyskanie wyrównania glikemii: w okresie okołoperacyjnym należy utrzymywać stężenie glukozy we krwi w bezpiecznych granicach 100-180 mg/dl (5,6-10,0 mmol/l).

CIĄGŁY DOŻYLNÝ WLEW GLUKOZY, INSULINY I POTASU

Ciągły dożylny wlew roztworu glukozy, insuliny i potasu jest obecnie leczeniem standardowym i zastąpił leczenie insuliną podawaną podskórną w okołoperacyjnym postępowaniu

be admitted to hospital 2-3 days before the scheduled procedure. If earlier hospital admission is not possible, a special management plan should be proposed by a family doctor or diabetologist to allow for preoperative blood glucose optimisation. In such circumstances patients measure their blood glucose at least before each meal and at bedtime, with the following target glycaemic levels: fasting blood glucose of 80-120 mg/dL; bedtime blood glucose of 100-140 mg/dL. Preoperative assessment should involve thorough physical examination (to verify the presence of autonomous neuropathy and assess the cardiovascular system), as well as an evaluation of plasma electrolytes, creatinine and urine ketone bodies. Patients with autonomous neuropathy are more likely to develop intraoperative arterial hypotension, respiratory arrest and haemodynamic instability (12). Severe metabolic and electrolyte disorders (hyponatraemia, disturbances in potassium and metabolic acidosis) should be preoperatively compensated. In the case of metabolically uncompensated diabetes [postprandial glucose levels > 200 mg/dL (11.1 mmol/L), or HbA1c > 9.0%], the surgery should be postponed if possible. Oral hypoglycemic agents should be discontinued for 2 days before surgery and replaced by multiple daily insulin injections so that the daily insulin dose is 0.3-0.7 U/kg body mass; short-acting insulin administered 15-30 minutes before breakfast, dinner and supper should account for 50-60% of the daily dose; according to the following regimen: 50%-20%-30% of the daily dose of short-acting insulin; 40-50% of the daily dose, long-acting insulin administered as two injections: 7.00-8.00 a.m. (40%) and 10.00-11.00 p.m. (60%). Achieving glycaemic compensation: recommended fasting glucose levels 100-120 mg/dL (5.6-6.6 mmol/L); 135-160 mg/dL (7.5-9.0 mmol/L) two hours after a meal. The daily insulin dose is about 0.5 U/kg body weight in patients with recently diagnosed diabetes and those successfully treated with oral hypoglycemic agents. If strict preoperative fasting is needed on the day (days) preceding the procedure, an intravenous infusion of 10% glucose solution, insulin and potassium (10-20 mmol KCl) is recommended instead of a meal. Glucose should be used in quantities that provide 800-1000 kcal a day (13). Achieving glycaemic compensation: safe glucose levels ranging between 100 and 800 mg/dL (5.6-10.0 mmol/L) should be maintained.

CONTINUOUS GLUCOSE-INSULIN-POTASSIUM INFUSION

Continuous glucose-insulin-potassium infusion is currently standard management, which replaced subcutaneous insulin administration in the perioperative management in diabetic patients, particularly those with type 1 diabetes and patients with type 2 diabetes scheduled for major surgeries. The benefits of intravenous insulin infu-

u chorych na cukrzycę, zwłaszcza u chorych na cukrzycę typu 1 i chorych na cukrzycę typu 2 poddawanych dużym zabiegom operacyjnym. Podkreśla się zalety dożylnego wlewu insuliny w stosunku do jej podaży podskórnej (14-17). Nie jest konieczne dodawanie albuminy do roztworu wlewu insuliny w celu zapobiegania absorpcji insuliny w zestawie linii dożylnych. Przepłukanie linii dożylnych wlewu roztworem zawierającym insulinę służy temu samemu celowi. Należy stosować właściwą płynoterapię, tak aby utrzymać prawidłowe wypełnienie łożyska naczyniowego. Należy brać pod uwagę ujemny bilans płynowy w następstwie diurezy osmotycznej. Najwłaściwszymi płynami do rozpoczęcia płynoterapii są roztwór 0,9% chlorku sodu i roztwór glukozy w wodzie. Roztwory zawierające w swoim składzie mleczan mogą nasilać hiperglikemię, np. roztwór mleczanowy Ringera.

GLUKOZA

W celu zapobiegania katabolizmowi, powstawaniu ciał ketonowych w następstwie głodzenia oraz hipoglikemii po-insulinowej należy pacjentowi dostarczać dożylnie glukozę w postaci jej wodnego roztworu. Fizjologiczna ilość glukozy potrzebna, aby zapobiec katabolizmowi u dorosłego pacjenta bez cukrzycy, wynosi ok. 120 g na dobę, czyli 5 g na godz. W czasie głodówki przedoperacyjnej, stresu urazu operacyjnego oraz leczenia insuliną zapotrzebowanie metaboliczne większości chorych na cukrzycę wynosi ok. 5-10 g glukozy na godz. Popyt ten można pokryć podażą 5 lub 10% roztworu glukozy. Wlew dożylny z szybkością 100 ml na godz. 5% roztworu glukozy dostarcza 5 g glukozy na godz. Jeśli konieczna jest restrykcja płynowa, można zastosować 10% roztwór glukozy. Obecnie preferowany jest 10% roztwór glukozy z szybkością wlewu ok. 100 ml na godz. Najbardziej pożądane okołooperacyjne stężenia glukozy we krwi to zakres wartości 120-180 mg/dl. Jeśli poziom glikemii znacznie różni się od pożądanego, należy odpowiednio zmienić parametry wlewu dożylnego glukozy i insuliny. Podstawowy wlew insuliny to ok. 0,3 IU insuliny na 1 g glukozy u większości chorych stabilnych. Jednak należy pamiętać, że zapotrzebowanie na insulinę rośnie u chorych septycznych, otyłych, niestabilnych, u leczonych steroidami. Najczęściej używanym schematem wlewu dożylnego roztworu jest wlew 10% roztworu glukozy zawierający w 500 ml 16 IU insuliny i 10 mEq chlorku potasu podawany z początkową szybkością wlewu ok. 100 ml na godz. (tab. 3, 4). Inny skład wlewu dożylnego to 5% roztwór glukozy zawierający w 500 ml 8 IU insuliny i 10 mEq chlorku potasu.

INSULINA

Insuliny szybko i krótko działające dostępne w Polsce przedstawia tabela 3. Obecnie w powszechnym użyciu są dwa dożylnie sposoby podaży insuliny: albo połączenie składników wlewu dożylnego w jednym worku (tab. 4), albo oddzielny wlew insuliny podawanej przy użyciu pompy. Sposób wlewu mieszaniny GIK jest wydajny, bezpieczny i skuteczny u wielu chorych, ale nie pozwala na zmianę szybkości wlewu insuliny bez zmiany zawartości mieszaniny worka. Powszechnie stosowane są roztwory 5 lub 10% glukozy. Roztwór o wyższym stężeniu glukozy dostarcza większą ilość kalorii. Niezależnie

vs. subcutaneous insulin administration have been emphasised (14-17). It is not necessary to add albumin into the insulin infusion solution to prevent insulin adsorption in the infusion system. Rinsing the infusion system with insulin-containing solution is performed instead. Proper fluid therapy should be used to maintain adequate filling of the vascular bed. Negative fluid balance due to the osmotic diuresis should be taken into account. The most appropriate liquids to initiate fluid therapy include 0.9% sodium chloride solution and a solution of glucose in water. Lactated solutions, such as Ringer's solution, may increase hyperglycaemia.

GLUCOSE

Patients should receive intravenous glucose (as an aqueous solution) to prevent catabolism and ketone body formation as a result of fasting and insulin-induced hypoglycaemia. The physiological quantity of glucose needed to prevent catabolism in an adult non-diabetic patient is about 120 g per day, i.e. 5 g per hour. The metabolic demand in most diabetic patients during preoperative fasting, surgical stress and insulin therapy is about 5-10 g glucose per hour. This demand can be covered with 5 or 10% glucose solution. Intravenous infusion of 5% glucose solution at a rate of 100 mL/hr will deliver 5 g of glucose per hour. If fluid restriction is necessary, a 10% glucose solution can be used. A 10% glucose solution infused at a rate of about 100 mL/hr is currently recommended. The most preferred perioperative blood glucose levels are 120-180 mg/dL. If glucose levels significantly deviate from the desired one, glucose and insulin infusion parameters should be appropriately adjusted. The basal insulin infusion in most stable patients is about 0.3 IU insulin per 1 g of glucose. However, it should be noted that the demand for insulin is increased in septic, obese, unstable and steroid-treated patients. The most commonly used intravenous infusion regimen is an infusion of 10% glucose solution containing 16 IU insulin and 10 mEq of potassium chloride in 500 mL administered at an initial infusion rate of approximately 100 mL/hr (tab. 3 and 4). Another intravenous infusion is 5% glucose solution containing 8 IU insulin and 10 mEq of potassium chloride in 500 mL.

INSULIN

Rapid-acting and short-acting insulins available in Poland are shown in table 3. Currently, two intravenous methods of insulin supply are commonly used: a combination of components in one IV infusion bag (tab. 4) or a separate infusion of insulin administered using a pump. Although the combined GIK infusion is efficient, safe and effective in many patients, it does not allow for changing the rate of insulin infusion without altering the bag content. Usually

Tab. 3. Insuliny ludzkie krótko działające i analogi insuliny szybko działające

Insuliny ludzkie krótko działające	Początek działania (min)	Szczyt działania (min)	Czas działania (godz.)
Ludzka Actrapid	30	60-120	6-8
Ludzka Gensulin R	30	60-120	6-8
Ludzka Humulin R	30	60-120	6-8
Ludzka Polhumin R	30	60-120	6-8
Analogi szybko działające			
Analog Lispro (Humalog)	10-15	30-60	3-4
Analog Aspart (Novorapid)	10-15	40-50	3-5
Analog Glulizynowa (Apidra)	10-15	55	3-5

Tab. 3. Short-acting human insulins and rapid-acting insulin analogues

Short-acting human insulins	Onset of action (min)	Peak effect (min)	Duration of action (hrs)
Human Actrapid	30	60-120	6-8
Human Gensulin R	30	60-120	6-8
Human Humulin R	30	60-120	6-8
Human Polhumin R	30	60-120	6-8
Rapid-acting analogues			
Lispro (Humalog)	10-15	30-60	3-4
Aspart (Novorapid)	10-15	40-50	3-5
Glulisine (Apidra)	10-15	55	3-5

Tab. 4. Ciągły dożylny wlew glukozy, insuliny i potasu (GIK) (wg 23)

Szybkość wlewu glukozy-insuliny-potasu		
Stężenie glukozy w krwi mg/dl	5% roztwór glukozy	10% roztwór glukozy
< 80	mniej insuliny w kolejnym wlewie o 3 j. insuliny	mniej insuliny w kolejnym wlewie o 5 j. insuliny
< 120	mniej insuliny w kolejnym wlewie o 2 j. insuliny	mniej insuliny w kolejnym wlewie o 3 j. insuliny
120-180	dawkę insuliny bez zmiany w stosunku do poprzedniego wlewu	dawkę insuliny bez zmiany w stosunku do poprzedniego wlewu
181-270	dawkę insuliny zwiększyć w kolejnym wlewie o 2 j. insuliny	dawkę insuliny zwiększyć w kolejnym wlewie o 3 j. insuliny
270	dawkę insuliny zwiększyć w kolejnym wlewie o 3 j. insuliny	dawkę insuliny zwiększyć w kolejnym wlewie o 5 j. insuliny

Początkowy skład mieszanki GIK (glukoza, insulina, potas):
 - 5% roztwór glukozy zawierający w 500 ml 10mEq chlorku potasu plus 8 j. insuliny krótko działającej,
 - 10% roztwór glukozy zawierający w 500 ml 10mEq chlorku potasu plus 16 j. insuliny krótko działającej

Tab. 4. Glucose-insulin-potassium (GIK) infusion regimen (according 23)

Blood glucose (mg/dL)	GIK infusion rate	
	5% glucose solution	10% glucose solution
< 80	3 units less insulin in the next infusion	5 units less insulin in the next infusion
< 120	2 units less insulin in the next infusion	3 units less insulin in the next infusion
120-180	the same insulin dose as in previous infusion	the same insulin dose as in previous infusion
181-270	increase insulin dose by 2 units in the next infusion	increase insulin dose by 3 units in the next infusion
> 270	increase insulin dose by 3 units in the next infusion	increase insulin dose by 5 units in the next infusion

Initial GIK composition (glucose, insulin, potassium):

- 5% glucose solution containing 10 mEq of potassium chloride + 8 units of short-acting insulin in 500 mL

- 10% glucose solution containing 10 mEq of potassium chloride + 16 units of short-acting insulin in 500 mL

od wyboru sposobu podaży glukozy, insuliny i potasu, aby uniknąć niebezpiecznych wahań glikemii, należy uważnie monitorować stężenie glukozy w krwi. Z powodu braku ścisłych wytycznych, konsensus postępowania zaleca unikanie dużych wahań glikemii (dążyć do utrzymania glikemii w zakresie wartości 120-180 mg/dl oraz dobierać szybkość wlewu indywidualnie do potrzeb konkretnego chorego, kierując się wynikami oznaczeń stężenia glukozy we krwi) (18-23). Początkową szybkość wlewu dożylnego insuliny można określić na połowę lub 3/4 całkowitej dawki insuliny w jednostkach na godz. Początkowa dawka wlewu insuliny u większości chorych na cukrzycę typu 1 to 0,5-1 IU na godz. Chorym na cukrzycę dotychczas leczonym doustnymi lekami hipoglikemizującymi, którzy wymagają okołoperacyjnego leczenia ciągłym dożylnym wlewem insuliny, jak i chorym na cukrzycę typu 2 leczonym insuliną podaż dożylną insuliny należy rozpocząć od szybkości 1-2 IU na godz. W schemacie oddzielnej podaży insuliny szybkość wlewu 1 IU na godz. insuliny można uzyskać po dodaniu 25 IU insuliny do 250 ml roztworu 0,9% roztworu chlorku sodu i podawać z szybkością 10 ml na godz. lub 50 IU insuliny do 50 ml roztworu 0,9% roztworu chlorku sodu podawanego przy użyciu pompy strzykawkowej z szybkością wlewu 1-2 ml na godz. Szybkość wlewu dożylnego insuliny dostosowuje się tak, aby utrzymać stężenie glukozy we krwi w zakresie 120-180 mg/dl. Czas stosowania wlewu insuliny i glukozy zależy od stanu klinicznego chorego. Wlew należy kontynuować w okresie pooperacyjnym do czasu rozpoczęcia doustnego żywienia chorego, po którym można powrócić do przedoperacyjnego sposobu leczenia cukrzycy. Dożylny wlew insuliny należy zakończyć po 30-60 min od podskórnego podania insuliny.

POTAS

Dożylny wlew glukozy i insuliny powoduje dokomórkowy transport potasu, co skutkuje ryzykiem jego obniżenia w płynie pozakomórkowym prowadzącym do hipokaliemii. U chorych z początkowo normalnym stężeniem potasu w krwi do 500 ml roztworu glukozy należy dodać 10 mEq chlorku potasu w celu

5 or 10% glucose solutions are used. Solutions with higher glucose concentrations deliver more calories. Regardless of the method for supplying glucose, insulin and potassium, blood glucose levels should be carefully monitored to avoid dangerous fluctuations in blood glucose levels. In the absence of strict guidelines, the consensus recommends avoiding significant glycaemic fluctuations (target glycaemia of 120-180 mg/dL should be maintained and the infusion rate should be individually adjusted for each patient based on blood glucose measurements (18-23). The initial insulin infusion rate may be determined as half or three-quarters of the total insulin dose in units per hour. The initial dose of insulin infusion in most patients with type 1 diabetes is 0.5-1 IU/hr. Diabetic patients treated with oral hypoglycemic agents, who require continuous perioperative insulin infusion as well as insulin-treated patients with type 2 diabetes should be started on 1-2 IU/hr. In the case of a split insulin regimen, insulin infusion rate of 1 IU/hr may be achieved after adding 25 IU of insulin to 250 mL 0.9% sodium chloride solution and administered at a rate of 10 mL/hr or 50 IU of insulin in 50 mL 0.9% sodium chloride solution administered using a syringe pump at an infusion rate of 1-2 mL/hr; the infusion rate is adjusted to maintain blood glucose levels of 120-180 mg/dL. The duration of insulin and glucose infusion depends on the patient's clinical condition. The infusion should be continued in the postoperative period until oral nutrition is resumed, when the preoperative treatment of diabetes may be continued. An intravenous insulin infusion should be discontinued 30-60 minutes after subcutaneous insulin administration.

POTASSIUM

Intravenous infusion of glucose and insulin is associated with the transport of potassium into cells, which leads to decreased extracellular potassium levels and, consequently,

utrzymania normokaliemii, pod warunkiem prawidłowej czynności nerek. Przeciwwskazaniami do podawania potasu we wlewie dożylnym są hiperkaliemia (potwierdzona powtarzającymi wynikami oznaczania jego stężenia w krwi i w zapisie elektrokardiograficznym) oraz niewydolność nerek.

PODSUMOWANIE

Sposób postępowania przedoperacyjnego u chorego na cukrzycę zależy od trybu przeprowadzenia zabiegu operacyjnego (planowo czy ze wskazań nagłych), typu cukrzycy, rodzaju leczenia hipoglikemizującego przed operacją, rodzaju i rozległości zabiegu operacyjnego. Chory do dużej operacji na jelicie grubym (rak jelita grubego, raka odbytnicy i resekcji w zapalnych schorzeniach jelita grubego) przed zgłoszeniem do szpitala powinien wykonać: dobowy profil glikemii (7 oznaczeń w ciągu doby), morfologię krwi obwodowej, liczbę płytek krwi, stężenie kreatyniny i elektrolitów, białka całkowitego, aktywności aminotransferaz w surowicy krwi, gazometrię krwi, badanie ogólne moczu, ocenę dna oczu, EKG, badanie RTG klatki piersiowej. Doustne leki hipoglikemizujące należy odstawić 2 dni przed zabiegiem operacyjnym i zastosować czasowo insulinoterapię (0,5 IU/kg m.c. na dobę). Również u chorych leczonych dotychczas insuliną należy zastosować system wielokrotnych wstrzyknięć lub stały wlew dożylny insuliny i glukozy. Pacjenci z dobrze kontrolowaną metabolicznie cukrzycą, przygotowujący do małych zabiegów proktologicznych (wycięcie guzków krwawniczych, nacięcie ropni okołoodbytniczych, operacje przetok odbytu, szczelin odbytu), podczas zabiegów w znieczuleniu miejscowym trwających krócej niż godzinę, mogą pozostawać przy dotychczasowej terapii doustnymi lekami hipoglikemizującymi (z wyjątkiem pochodnych biguanidu) do dnia poprzedzającego operację. Małe zabiegi proktologiczne nie wymagają zmiany dotychczasowego leczenia cukrzycy, ale jeśli pacjent nie spożył jednego z posiłków, niezbędne jest podanie 8 j. insuliny krótko działającej i 5% glukozy dożylnie. W okresie przedoperacyjnym, w czasie i po zabiegu zaleca się utrzymywać stężenie glukozy we krwi w granicach 140-180 mg/dl. Zazwyczaj opiekę chorego na cukrzycę w warunkach szpitalnych nadzoruje lekarz internista lub diabetolog. Zabieg operacyjny u chorych na cukrzycę niesie poważne ryzyko powikłań. Niezbędne są osłona antybiotykowa ze względu na typowe dla cukrzycy ryzyko zakażenia rany oraz odpowiednia profilaktyka przeciwzakrzepowa. Każdy chory powinien być traktowany indywidualnie i starannie prowadzony przez współpracujący zespół lekarzy-chirurga, anestezjologa i diabetologa. Chory na cukrzycę powinien być operowany w pierwszej kolejności na liście operacyjnej w danym dniu. W przypadku dużych operacji konieczne jest podawanie insuliny drogą dożylną, co gwarantuje lepsze kontrolowanie glikemii i modyfikowanie dawki insuliny. Chory na cukrzycę przed planowanym zabiegiem powinien być wyrównany metabolicznie. U pacjentów, u których cukrzyca jest niedostatecznie kontrolowana metabolicznie (glikemia po posiłku > 200 mg/dl (11,1 mmol/l; HbA1c > 9%), należy, o ile to możliwe, odroczyć termin operacji.

hypokalemia. In the case of patients with normal initial potassium levels, 10 mEq of potassium chloride should be added in 500 mL glucose solution to maintain normokalemia provided normal kidney function is present. Hyperkalemia (confirmed by repeated serum potassium levels and ECG recording) and renal failure are contraindications for intravenous potassium infusion.

CONCLUSIONS

Preoperative management in a diabetic patient will depend on the mode of surgery (elective or urgent), the type of diabetes, mode of preoperative hypoglycemic treatment, as well as the type and extent of surgical procedure. Patients scheduled for major colorectal surgeries (colon cancer, rectal cancer and resections in inflammatory bowel disease) should have their daily glycaemic profile determined (7 measurements a day), peripheral blood cell and platelet count performed; creatinine and electrolyte levels, total protein levels, serum aminotransferase activity and arterial-blood gas determined; as well as urinalysis, eye fundus assessment, ECG and chest X-ray performed. Oral hypoglycemic agents should be discontinued 2 days before surgery and replaced with temporary insulin therapy (0.5 IU/kg body weight/day). Multiple insulin injections or continuous insulin and glucose infusion should be also used in patients treated with insulin. Patients with good metabolic control of diabetes scheduled for minor colorectal procedures (excision of haemorrhoids, incision of perianal abscess, anal fistula/anal fissure surgery) performed under local anaesthesia and lasting less than an hour may continue oral hypoglycemic agents (except for biguanide derivatives) until the day before the surgery. Minor colorectal procedures require no adjustments in the current treatment of diabetes; and if the patient did not consume one of meals, 8 units of short-acting insulin and 5% glucose should be administered intravenously. Blood glucose levels of 140-180 mg/dL should be maintained in the perioperative period. Hospitalised diabetic patients are usually supervised by an internist or a diabetologist. Surgical procedures in patients with diabetes pose a serious risk of complications. Prophylactic antibiotic therapy is needed due to the risk of wound infection, which is typical for diabetes. Adequate antithrombotic prophylaxis is also necessary. Each patient requires a careful, individual, multidisciplinary approach including a surgeon, an anesthetist and diabetologist. Furthermore, diabetic patients should be on the top of the surgical list on a given day. In the case of major procedures, intravenous insulin is needed as it guarantees better glycaemic control and possible insulin dose modification. Metabolic compensation is necessary in diabetic patients scheduled for elective surgeries. Surgery should be postponed, if possible, in patients with poor glycaemic control (postprandial glucose levels > 200 mg/dL (11.1 mmol/L; HbA1c > 9%).

Konflikt interesów
Conflict of interest

Brak konfliktu interesów
None

Adres do korespondencji
Correspondence

*Jacek Wadetek
Oddział Anestezjologii
i Intensywnej Terapii
Szpital Chirurgii Urazowej św. Anny
w Warszawie
Mazowieckie Centrum Rehabilitacji
„STOCER” Sp. z o.o
ul. Barska 16/20, 02-315 Warszawa
tel.: +48 (22) 579-52-58
WAD_jack@poczta.fm

nadesłano/submitted:

7.08.2018

zaakceptowano do druku/accepted:

28.08.2018

Piśmiennictwo/References

1. Larsson SC, Orsini N, Wolk A: Diabetes mellitus and risk of colorectal cancer: a meta-analysis. *J Natl Cancer Inst* 2005; 97: 1679-1687.
2. Luo W, Cao Y, Liao C, Gao F: Diabetes mellitus and the incidence and mortality of colorectal cancer: A meta-analysis of twenty four cohort studies. *Colorectal Dis* 2012; 14(11): 1301-1307.
3. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas. 6th ed. http://www.idf.org/sites/default/files/EN_6E_Atlas_Full_0.pdf.
4. Dane wg wykazów Narodowego Funduszu Zdrowia 2013 (MZ-11).
5. Girard M, Schrickler T: Perioperative glucose control: living in uncertain times – continuing professional development. *Can J Anaesth* 2011; 58(3): 312-320.
6. Pasquel FJ, Umpierrez GE: Hyperosmolar hyperglycemic state: a historic review of the clinical presentation, diagnosis, and treatment. *Diabetes Care* 2014; 37(11): 3124-3131.
7. Krinsley J: Perioperative glucose control. *Curr Opin Anaesthesiol* 2006; 19(2): 111-116.
8. Akhtar S, Barash PG, Inzucchi SE: Scientific principles and clinical implications of perioperative glucose regulation and control. *Anesth Analg* 2010; 110(2): 478-497.
9. Polskie Towarzystwo Diabetologiczne: Zalecenia kliniczne dotyczące postępowania u chorych na cukrzycę, 2008. *Diabet Prakt* 2008; 9 (supl. A): A1-A49.
10. Polskie Towarzystwo Diabetologiczne: Zalecenia kliniczne dotyczące postępowania u chorych na cukrzycę, 2011. *Diab Dośw i Klin* 2011; 11 (supl. A): A1-A48.
11. Polskie Towarzystwo Diabetologiczne: Zalecenia kliniczne dotyczące postępowania u chorych na cukrzycę, 2014. *Diabet Klin* 2014; 3 (supl. A): A1-A71.
12. Maser RE, Mitchell BD, Vink AL, Freeman R: The Association between cardiovascular autonomic neuropathy and mortality in individuals with diabetes. *Diabetes Care* 2003; 26: 1895-1901.
13. Zalecenia kliniczne dotyczące postępowania u chorych na cukrzycę 2016. Stanowisko Polskiego Towarzystwa Diabetologicznego. *Diabet Klin* 2016; 5(supl. A).
14. Duncan AE: Hyperglycemia and perioperative glucose management. *Curr Pharm Des* 2012; 8(38): 6195-6203.
15. Keegan MT, Goldberg ME, Torjman MC, Coursin DB: Perioperative and critical illness dysglycemia – controlling the iceberg. *J Diabetes Sci Technol* 2009; 3(6): 1288-1291.
16. Sheehy AM, Gabbay RA: An overview of preoperative glucose evaluation, management, and perioperative impact. *J Diabetes Sci Technol* 2009; 3(6): 1261-1269.
17. Dhatariya K, Levy N, Hall GM: The impact of glycaemic variability on the surgical patient. *Curr Opin Anaesthesiol* 2016; 29(3): 430-437.
18. Sebranek JJ, Lugli AK, Coursin DB: Glycaemic control in the perioperative period. *Br J Anaesth* 2013; 111 (suppl. 1): i18-34.
19. Kao LS, Meeks D, Moyer VA, Lally KP: Peri-operative glycaemic control regimens for preventing surgical site infections in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2009; (3): CD006806.
20. Robertshaw HJ, Hall GM: Diabetes mellitus: anaesthetic management. *Anaesthesia* 2006; 61(12): 1187-1190.
21. Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland: Peri-operative management of the surgical patient with diabetes 2015. *Anaesthesia* 2015; 70: 1427-1440.
22. American Diabetes Association: Standards of medical care in diabetes – 2015. *Diabetes Care* 2015; 38 (suppl.): S1-93.
23. Porter D Jr, Sherwin RS (eds.): *Ellenberg and Rifkin's Diabetes Mellitus*. 6th ed. Stamford, Appleton and Lange 2003.