

©Borgis

Maria Niebrzydowska<sup>1</sup>, Emilia Duchnowska<sup>2</sup>, \*Paulina Wozniowska<sup>3</sup>, Piotr Golaszewski<sup>3</sup>, Regina Sierzantowicz<sup>4</sup>, Agnieszka Swidnicka-Siergiejko<sup>5</sup>, Jerzy Robert Ladny<sup>1,3</sup>, Jacek Dadan<sup>3</sup>, Agnieszka Blachnio-Zabielska<sup>6</sup>, Hady Razak Hady<sup>3</sup>

## Ocena parametrów gospodarki lipidowej i węglowodanowej oraz chorób towarzyszących u pacjentów poddanych zabiegowi laparoskopowego przewięzania żołądka opaską regulowaną\*\*

### Assessment of lipid and carbohydrate balance as well as co-morbidities in patients after adjustable gastric banding in the treatment of obesity

<sup>1</sup>Department of Emergency Medicine, Medical University of Białystok, Poland

<sup>2</sup>Department of Clinical Phonoaudiology and Speech Therapy, Medical University of Białystok, Poland

<sup>3</sup>1st Department of General and Endocrine Surgery, University Clinical Hospital, Białystok, Poland

<sup>4</sup>Department of Surgical Nursing, Medical University of Białystok, Poland

<sup>5</sup>Department of Gastroenterology and Internal Medicine, University Clinical Hospital, Białystok, Poland

<sup>6</sup>Department of Hygiene, Epidemiology and Metabolic Disorders, Medical University of Białystok, Poland

#### Słowa kluczowe

chirurgia bariatryczno-metaboliczna, otyłość, laparoskopowe przewięzanie żołądka opaską regulowaną, LAGB

#### Keywords

bariatric-metabolic surgery, obesity, adjustable gastric banding, LAGB

#### Konflikt interesów

#### Conflict of interest

Brak konfliktu interesów  
None

#### Adres/address:

\*Paulina Wozniowska  
I Klinika Chirurgii Ogólnej  
i Endokrynologicznej  
Uniwersytecki Szpital Kliniczny  
w Białymstoku  
ul. M. Skłodowskiej-Curie 24A,  
15-276 Białystok  
tel.: +48 (85) 746-86-72  
pwozniowska@gmail.com

#### Streszczenie

**Wstęp.** Najbardziej skutecznym sposobem leczenia otyłości olbrzymiej prowadzącym do poprawy bądź ustąpienia chorób towarzyszących jest chirurgia bariatryczno-metaboliczna. Jedną ze stosowanych metod zabiegowych jest laparoskopowe podwiązanie żołądka opaską regulowaną (LAGB).

**Cel pracy.** Celem niniejszego badania było przedstawienie wpływu LAGB na BMI, parametry lipidowe, węglowodanowe oraz wątrobowe, a także ocena ustępowania chorób współistniejących u osób poddanych zabiegowi chirurgicznemu.

**Materiał i metody.** Dokonano oceny 80 otyłych pacjentów (52 kobiety oraz 28 mężczyzn), którzy zostali zakwalifikowani do LAGB. Podczas sześciomiesięcznej obserwacji w określonych odstępach czasowych wykonano pomiary parametrów metabolicznych. Dane zostały przeanalizowane statystycznie.

**Wyniki.** Średnie wartości BMI uległy zmniejszeniu z 44,12 do 30,36 kg/m<sup>2</sup>. Osiągnięto także stopniową redukcję stężenia insuliny, glukozy oraz niewielkie obniżenie wartości indeksu HOMA-IR. W przypadku stężenia greliny pierwsze 3 miesiące obserwacji ukazały wzrost jej wartości, a spadek zaobserwowano w 6. miesiącu. Średnie wartości cholesterolu całkowitego, frakcji LDL, HDL oraz trójglicerydów uległy zmniejszeniu. W przypadku parametrów wątrobowych nie uzyskano wyników istotnych statystycznie.

**Wnioski.** LAGB jest małoinwazyjną procedurą, która pozwala uzyskać znaczny spadek masy ciała, prowadząc do poprawy zdrowia ogólnego pacjentów oraz normalizacji parametrów metabolicznych. W wyniku tych zmian obserwowane jest zmniejszenie objawów zespołu metabolicznego.

#### Summary

**Introduction.** The most effective treatment for morbid obesity, leading to improvement or resolution of co-morbidities is bariatric surgery. One of the most widely used method is laparoscopic adjustable gastric banding (LAGB).

**Aim.** The aim of this study was to present the impact of gastric banding on BMI and serum concentration of ghrelin, insulin, glucose, triacylglycerols, total cholesterol and its HDL and LDL fractions, aspartate and alanine aminotransferase as well as its impact on co-morbidities.

**Material and methods.** Eighty obese patients (52 women and 28 men) who underwent LAGB have been examined. Metabolic parameters were measured in 6 months follow-up. The results were statistically analyzed.

\*\* The study was funded by Medical University of Białystok, grant No N/ST/ZB/17/002/1140.

**Results.** Reduction in the average BMI from 44.12 to 30.36 kg/m<sup>2</sup> after 6 months has been obtained. Gradual decrease of the levels of insulin and glucose has been obtained. Slight reduction in the average value of the HOMA-IR index has been achieved. In the case of ghrelin, the first 3 months of observation brought increase in its value, while the decrease was observed after 6 months. Reduction in average values of total cholesterol and its HDL and LDL fractions and triacylglycerols has been achieved. Statistical significance has not been achieved for changes in ALT and AST in postoperative period.

**Conclusions.** LAGB is minimally invasive bariatric procedure that provides significant weight loss leading to improvement of the overall health and normalization of metabolic parameters. As a consequence, reduction in the symptoms of metabolic syndrome is observed.

## WSTĘP

Otyłość stała się jednym z najpoważniejszych problemów zdrowotnych na świecie. Osiągnęła rozmiar światowej epidemii i aktualnie jest najszybciej narastającym problemem nie tylko w aspekcie medycznym, ale także epidemiologicznym, społecznym i ekonomicznym (1). Za najważniejszą przyczynę tak szybkiego rozwoju epidemii otyłości uznaje się styl życia związany z automatyzacją i motoryzacją, cechujące kraje rozwinięte (1-3). Zaskakujący jest fakt, że liczba osób otyłych rośnie gwałtownie mimo zwiększającej się wśród populacji świadomości zdrowotnej oraz coraz prostszego dostępu do zdrowej żywności, diet, usług dietetyków i instruktorów fitnessu oraz osób propagujących zdrowy i aktywny tryb życia (2, 3).

Według WHO otyłość definiowana jest jako stan, w którym nadmierna ilość tłuszczu gromadzi się w postaci tkanki tłuszczowej i wpływa niekorzystnie na stan zdrowia jednostki (2). Do rozwoju otyłości dochodzi, gdy istnieje nadmiar spożycia energii w stosunku do zapotrzebowania (4).

Wśród przyczyn otyłości wymienia się jako najważniejsze czynniki środowiskowe, predyspozycje genetyczne, zaburzenia endokrynologiczne oraz styl życia. Niektóre z czynników mogą być uwarunkowane genetycznie.

Do innych przyczyn występowania otyłości należą także czynniki związane ze stylem życia – aktywność fizyczna, rodzaj podejmowanej pracy, narażenie na stres, dostępność pożywienia, wpływ kultury, tradycji i wierzeń, a także stosowanie używek i niektórych leków, ponadto czynniki społeczne, takie jak niska klasa społeczna i ubóstwo (5).

Przypuszcza się, że u osób otyłych uszkodzone są fizjologiczne mechanizmy tłumiące apetyt. Sposób odżywiania kształtowany jest przez ośrodkowy układ nerwowy. Ośrodki sytości i głodu zlokalizowane są w podwzgórzcu, układzie limbicznym, tworze siatkowatym, jądrach migdałowatych i korze mózgowej. Zaburzenia czynnościowe lub organiczne w tych ośrodkach mogą być przyczyną zmiany sposobu i nawyków żywieniowych i prowadzić do otyłości (2).

Wraz ze wzrostem występowania otyłości na świecie narasta także problem występowania chorób jej towarzyszących (6, 7). Do najważniejszych chorób współwystępujących zalicza się: cukrzycę typu 2, nadciśnienie tętnicze, chorobę niedokrwienną serca, zwiększone ryzyko udaru mózgu, a także chorobę zwyrodnieniową stawów i obturacyjny bezdech senny (7). Otyłość związana jest z bardzo negatywnym wpływem na jakość życia oraz rozwojem wielu przewlekłych chorób przewodu pokarmowego, takich jak: refluks żołądkowo-przełykowy i jego

## INTRODUCTION

Obesity is one of the most serious health problem in the world. It has reached the size of global epidemic and is currently the most rapidly growing problem in medical, epidemiological, social and economic aspects (1). The most important reason for rapid development of obesity epidemic is automatization of a lifestyle developed countries (1-3). Surprisingly, the number of obese people is increasing rapidly despite the growing awareness of health and easier access to healthy food, diets, nutritionists and fitness instructors promoting healthy and active lifestyle (2, 3).

According to WHO, obesity is defined as a condition of excessive fat accumulation in the form of adipose tissue, that adversely affects health (2). The development of obesity occurs as a result of excessive energy consumption in relation to its demand (4).

The most important causes include: environmental factors, genetic predisposition, endocrine disorders and lifestyle. Aforementioned factors may be genetically determined.

Other causes of obesity are connected with physical activity, type of job, exposure to stress, food availability, the influence of culture, traditions and beliefs, the use of stimulants and drugs, and in addition social factors such as low social status (5).

It is assumed that obese patients reveal damage of physiological mechanisms suppressing appetite. The nutrition is regulated by the central nervous system. Satiety and hunger centers are located in the hypothalamus, limbic system, reticular formation, amygdala and cortex. Functional or organic disorders in these centers may cause changes in dietary habits and lead to obesity (2).

The increase of obesity in the world is connected with the problem of co-morbidities (6, 7). The most important include: type 2 diabetes, arterial hypertension, ischemic heart disease, increased risk of stroke, as well as osteoarthritis and sleep apnea syndrome (7). Obesity adversely influence the quality of life. The development of many chronic diseases of the gastrointestinal tract is observed, such as gastro-esophageal reflux and its complications (Barret's esophagus, esophageal cancer), polyps and colorectal cancer and liver

powikłania (przełyk Barreta, rak przełyku), polipy i rak jelita grubego oraz choroby wątroby (niealkoholowe stłuszczenie wątroby, marskość wątroby, rak wątrobowokomórkowy) (8, 9). Zarówno u kobiet, jak i u mężczyzn otyłość jest silnie związana z wysokim odsetkiem zgonów spowodowanych nowotworami przełyku, okrężnicy, odbytu, pęcherzyka żółciowego, trzustki, nerki, a także powoduje zwiększenie ryzyka śmierci z powodu nowotworów żołądka i prostaty u mężczyzn oraz sutka (po menopauzie), macicy, szyjki macicy i jajnika u kobiet. Wykazano także związek występowania otyłości z niepowodzeniami położniczymi oraz depresją (10). Otyłość związana jest ze zwiększonym ryzykiem śmierci oraz cięższym przebiegiem chorób przewlekłych – astmy, przewlekłej obturacyjnej choroby płuc, łuszczycy, reumatoidalnego zapalenia stawów, a proces leczenia i gojenia trwa dłużej i związany jest z większą ilością powikłań i zakażeń (11, 12). Spośród najpoważniejszych powikłań metabolicznych otyłości olbrzymiej wymienić należy zespół metaboliczny.

Chirurgia bariatryczno-metaboliczna jest obecnie najbardziej skutecznym sposobem leczenia otyłości olbrzymiej i prowadzi do poprawy lub ustąpienia patologii towarzyszących otyłości (13). Chirurgiczne leczenie otyłości powinno być rozważane u dorosłych chorych ze wskaźnikiem masy ciała powyżej 40 lub 35 kg/m<sup>2</sup> z towarzyszącymi chorobami współistniejącymi, w przypadku których wywołany chirurgicznie ubytek masy ciała spowoduje ich poprawę lub ustąpienie. Spośród dostępnych metod leczenia operacyjnego wymienia się mankietową resekcję żołądka, założenie regulowanej opaski żołądkowej oraz wyłączenie żołądkowe i żółciowo-trzustkowe.

## CEL PRACY

Celem pracy była ocena stężenia cholesterolu całkowitego oraz jego frakcji HDL i LDL, triacylogliceroli, glukozy, insuliny oraz greliny w osoczu chorych poddanych leczeniu otyłości olbrzymiej za pomocą założenia opaski żołądkowej metodą laparoskopową, a także ocena wpływu chirurgicznego leczenia otyłości olbrzymiej metodą laparoskopowego założenia opaski żołądkowej na BMI i wskaźnik HOMA-IR. Analizie poddano także wpływ zabiegu na choroby współistniejące z otyłością.

## MATERIAŁ I METODY

Badaniem objęto 80 chorych, którzy w przebiegu leczenia otyłości olbrzymiej poddani zostali zabiegowi założenia opaski żołądkowej w I Klinice Chirurgii Ogólnej i Endokrynologicznej Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku w latach 2008-2014.

Chorych kwalifikowano do zabiegu na podstawie BMI  $\geq 40$  lub  $\geq 35$  kg/m<sup>2</sup> z towarzyszącymi chorobami współistniejącymi. Każdy chory przeszedł minimum półroczną próbę leczenia zachowawczego, która była nieskuteczna lub niesatysfakcjonująca. Chorzy przygotowywani byli do zabiegu w poradni przyszpitalnej. Wykonano podstawowe badania laboratoryjne: oznaczono morfologię, jonogram, układ krzepnięcia, stężenie glukozy, stężenie insuliny, stężenie aminotransferazy alaninowej i asparaginianowej, lipidogram (cholesterol całkowity, HDL, LDL, trójgli-

disease (non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD), hepatic cirrhosis, hepatocellular carcinoma) (8, 9). Both, in women and men, obesity is strictly connected with a high percentage of deaths caused by tumors of the esophagus, colon, anus, gallbladder, pancreas, kidney. It increases the risk of death due to stomach and prostate cancer in men and the breast (after menopause), uterus, cervix and ovary cancer in women. The relation of obesity with obstetric failure and depression has also been proved (10). Obesity increases risk of death and a more severe course of chronic diseases – asthma, chronic obstructive pulmonary disease, psoriasis, rheumatoid arthritis, impairs healing process, brings more complications and infections (11, 12). The most serious metabolic complication of morbid obesity is metabolic syndrome.

Bariatric-metabolic surgery is currently the most effective treatment of morbid obesity and leads to the amelioration or resolution of co-morbidities that is achieved by glucose, insulin and lipid metabolism improvement (13). Surgical treatment of obesity should be considered in adult patients with a body mass index (BMI) above 40 or 35 kg/m<sup>2</sup> with co-morbidities, where surgically induced weight loss would lead to their improvement or total recovery. Available methods of surgical treatment include sleeve gastrectomy, adjustable gastric banding and gastric bypass.

## AIM

The aim of the study was to assess the concentration of total cholesterol and its fractions HDL and LDL, triacylglycerols, glucose, insulin and ghrelin in plasma of patients after laparoscopic gastric banding in 6 months follow-up. The impact of LAGB on BMI and Homeostatic Model Assessment of Insulin Resistance Index (HOMA-IR) was analyzed. The observation of amelioration or resolution of coexisting diseases was also performed.

## MATERIAL AND METHODS

The study involved 80 patients after gastric banding performed in the 1st Department of General and Endocrinological Surgery Medical University in Białystok in 2008-2014 due to morbid obesity.

Patients were qualified for the surgery based on BMI  $\geq 40$  or  $\geq 35$  kg/m<sup>2</sup> with at least one co-morbidity. Every patient underwent a minimum 6 months attempt of conservative treatment, which was ineffective or unsatisfactory. Patients were prepared for the surgery at the Surgical Outpatient Clinic. Basic laboratory tests were performed – complete blood count, electrolyte and coagulation tests, glucose concentration, insulin concentration, alanine and aspartate aminotransferase concentration, lipidogram, including total cholesterol, its HDL and LDL fractions, triacylglycerols. Additional specialist examinations and consultations were conducted

cerydy). Dodatkowe badania i konsultacje specjalistyczne przeprowadzano w przypadku istnienia chorób współtowarzyszących. W okresie przedoperacyjnym przeprowadzano wywiad dotyczący diety oraz nawyków żywieniowych.

W badanej grupie mężczyźni stanowili 35% (28), a kobiety 65% (52). Średni wiek chorych wyniósł 38 lat – dla kobiet 40 lat, dla mężczyzn 36 lat. Średnia masa ciała wynosiła  $125 \pm 12,3$  kg, a BMI przed zabiegiem operacyjnym średnio  $44,12 \pm 3,21$  kg/m<sup>2</sup> (tab. 1).

**Tab. 1.** Charakterystyka badanej grupy (średnia  $\pm$  odchylenie standardowe)

Kryteria	N = 80
Mężczyźni/kobiety [%]	28 (35%)/52 (65%)
Wiek mężczyźni/kobiety [lata]	36/40
Masa ciała [kg]	$125 \pm 12,3$
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	$44,12 \pm 3,21$ kg/m <sup>2</sup>

W badanej grupie 15 chorych (18,75%) leczono z powodu cukrzycy typu 2 (doustne leki hipoglikemizujące oraz insulinoterapia), 25 (31,25%) – nadciśnienia tętniczego, a 4 (5%) – obturacyjnego bezdechu sennego. Pozostałe notowane choroby współistniejące w badanej grupie to: choroba zwyrodnieniowa stawów, kamica pęcherzyka żółciowego, choroba refluksowa oraz żylaki kończyn dolnych. Dwie pacjentki leczone były z powodu niepłodności.

Wszystkie zabiegi wykonano metodą laparoskopową. Chorym zakładano szwedzką regulowaną opaskę (SAGB). Zabiegi wykonano techniką pars flaccida, 4-krotnie przeprowadzono opaskowanie tzw. techniką perigastric. Po wprowadzeniu igły Veressa wytwarzano odmě otrzewnową 15-18 mmHg CO<sub>2</sub>. Pierwszy trokar na tor wizyjny (10 mm) wprowadzano powyżej pępka, w odległości ok. 10 cm pomiędzy pępkiem a lewym łukiem żebrowym. Drugi trokar (10 mm), na retraktor, wprowadzano w linii pośrodkowej ciała, poniżej wyrostka mieczykowatego mostka. Następny (5 mm), przez który wprowadzano dysektor, koagulację lub nóż harmoniczny, umieszczano poniżej lewego łuku żebrowego w linii środkowo-obojczykowej. Nacięcie to w dalszym etapie operacji poszerzano w celu wprowadzenia silikonowej opaski do jamy otrzewnej oraz wszczępienia portu w tkankę podskórną. Czwarty trokar, służący do wprowadzenia graspera lub goldfingera, umieszczano w linii środkowo-obojczykowej pod prawym łukiem żebrowym. W niektórych przypadkach stosowano także piąty trokar (10 mm), w linii przedniej pachowej na poziomie pierwszego trokara celem zastosowania Babcocka. Po wprowadzeniu wszystkich trokarów do jamy otrzewnej obniżano wysokość stołu operacyjnego, a pacjenta układano w pozycji półwysokiej (semi-Fowler). Pozycja ta zapewnia rozluźnienie mięśni jamy brzusznej, a także zabezpiecza przed aspiracją treści do dróg oddechowych.

Zabieg rozpoczynano od dokładnej oceny narządów jamy brzusznej. Przy pomocy dysektora osiągnano tylną ścianę żołądka, docierając do okolicy kąta Hisa, tworząc kanał, przez który następnie przeprowadzano, przy pomocy goldfingera, silikonowy pierścień i zamykano go na żołądku w okolicy podwpustowej,

in case of co-morbidities. Data regarding diet and eating habits were gathered in preoperative syndrome.

The study group consisted of 28 (35%) men and 52 (65%) women. The average age of patients was 40 for women and 36 for men. The average body weight was  $125 \pm 12.3$  kg, and the average BMI before the surgery was  $44.12 \pm 3.21$  kg/m<sup>2</sup> (tab. 1).

**Tab. 1.** Characteristics of examined group (mean  $\pm$  standard deviation)

Criteria	N = 80
Men/women [%]	28 (35%)/52 (65%)
Age men/women [years]	36/40
Body mass [kg]	$125 \pm 12.3$
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	$44.12 \pm 3.21$

In the study group, 15 patients (18.75%) have been treated for type 2 diabetes (oral hypoglycemic agents as well as insulin therapy), 25 patients (31.25%) were treated for hypertension and 4 (5%) suffered from sleep apnea syndrome. Other recorded co-morbidities in study group were osteoarthritis, cholelithiasis, reflux disease and varicose veins. Two patients were treated for infertility.

All procedures have been performed using the laparoscopic method. Patients underwent Swedish adjustable gastrin banding (SAGB). The procedures have been performed using the pars flaccida technique, and four times – perigastric technique. After introducing the Veress needle, a 15-18 mm Hg CO<sub>2</sub> peritoneal reflux has been produced. The first trocar on the video track (10 mm) has been introduced above the navel, at a distance of approximately 10 cm between the navel and the left rib arch. The second trocar (10 mm), on the retractor, has been inserted in the median line of the body below xiphoid process of the sternum. Another trocar (5 mm), through which the dissector, coagulation or harmonic knife has been inserted, was placed below the left rib arch in the mid-clavicular line. The incision has been extended in the further stage of the operation to introduce a silicone band into the peritoneal cavity and to implant the port into the subcutaneous tissue. The fourth trocar, used to apply a grasper or goldfinger, has been introduced in the mid-clavicular line under the right rib arch. In some cases, trocar (10 mm) has also been used, inserted in the anterior axillary line at the level of the first trocar for Babcock application. After introducing the trocars to the peritoneal cavity, operating table has been lowered, and the patient has been placed in a semi-high position (semi-Fowler). This position ensures relaxation of the abdominal muscles as well as prevents aspiration of the content to the airways.

The procedure begun with a thorough assessment of the abdominal organs. Using the separator, the back wall of the stomach has been reached along with the angle of His, creating a tube through which a silicone



wytwarzając zbiornik o objętości ok. 25–40 ml. Opaskę fiksowano do przedniej ściany żołądka dwoma szwami. Zabieg kończono poprzez połączenie pierścienia drenem z portem regulacyjnym umieszczonym nad lewym łukiem żebrowym w tkance podskórnej.

Chorzy z reguły pozostawali w szpitalu 1 dzień. Wypisywano ich z zaleceniem 2-tygodniowej diety płynnej i półpłynnej, niskokalorycznej, a także profilaktycznej antybiotykoterapii. W okresie pooperacyjnym otrzymywali heparynę drobnocząsteczkową oraz inhibitory pompy protonowej. Zalecenia dietetyczne ustalone zostały przez zespół chirurgiczny w porozumieniu ze współpracującymi dietetykami.

Chorzy zgłaszali się po zabiegu na comiesięczną kontrolę w Poradni. Pierwsza regulacja opaski dokonywana była zazwyczaj 6–8 tygodni po zabiegu operacyjnym, a kolejne w odstępach około dwumiesięcznych, w zależności od tempa utraty masy ciała lub innych okoliczności. Po każdej regulacji opaski przeprowadzano próbę spożycia wody.

U każdego z badanych dokonano pomiaru: stężenia greliny, insuliny, glukozy, cholesterolu całkowitego oraz jego frakcji HDL i LDL, triacylogliceroli, aminotransferazy alaninowej i asparaginianowej przedoperacyjnie, następnie w 7. dobie po operacji, po 1, 3 i 6 miesiącach. Krew do badań pobierano na czczo. Próbkę krwi pobierane były na skrzep. Następnie wirowano w 4000 obrotów/min przez 10 minut. Surowica zamrażana była do temperatury ciekłego azotu i przechowywana w temperaturze  $-80^{\circ}\text{C}$ . Pomiarów poszczególnych parametrów dokonywano metodami rutynowymi.

## WYNIKI

Zbadano 80 chorych z otyłością olbrzymią, których poddano zabiegowi leczenia operacyjnego metodą LAGB. Średnia przedoperacyjna masa ciała wynosiła  $125 \pm 12,3$  kg, a średnie przedoperacyjne BMI  $44,12 \pm 3,21$  kg/m<sup>2</sup>.

Spadek BMI zauważalny był już w 7. dobie po zabiegu operacyjnym i wartość średnia wynosiła  $40,29 \pm 3,33$  kg/m<sup>2</sup>. W kolejnych pomiarach po 1, 3 i 6 miesiącach od zabiegu operacyjnego także obserwowano spadek wartości średniego BMI i wynosiło ono kolejno  $38,15 \pm 3,49$ ;  $34,59 \pm 4,12$  i  $30,36 \pm 5,25$  kg/m<sup>2</sup>. Ciekawym jest fakt, że wraz ze spadkiem wartości średniego BMI każdorazowo wzrastało odchylenie od średniej wartości, uzyskując od 3,33 w 7. dobie do 5,25 kg/m<sup>2</sup> po 6 miesiącach (tab. 2, ryc. 1).

Średnie przedoperacyjne stężenie greliny wynosiło  $658,95 \pm 175,5$  pg/mL i uległo nieznaczącemu statystycznie obniżeniu do  $647,33 \pm 197,75$  pg/mL po 7 dniach. Następnie w okresie od 1 do 3 miesięcy po zabiegu uzyskano istotność statystyczną w pomiarach stężenia greliny ( $p < 0,05$ ). Po 1 miesiącu wystąpił wzrost stężenia do  $848,76 \pm 82,65$  pg/mL, a po 3 – do  $924,17 \pm 168,41$  pg/mL. Po 6 miesiącach od zabiegu stężenie greliny uległo obniżeniu w porównaniu z wartością z trzeciego miesiąca do  $800,90 \pm 148,76$  pg/mL, ale było wyższe od wartości przedoperacyjnej (ryc. 2 i 3).

ring has been introduced using a goldfinger and it has been closed on the stomach in the subpylorus area, creating a tank with a volume of approximately 25–40 ml. The band has been adjusted to the front wall of the stomach with two stitches. The procedure terminated by combining the ring with a drain with regulatory port located above the left rib arch in the subcutaneous tissue.

Patients were usually hospitalized for 1 day. They were dismissed with recommendation of 2-week liquid and semi-liquid diet, low-calorie diet, as well as prophylactic antibiotic therapy. In the postoperative period, they received low-molecular-weight heparin and proton pump inhibitors. Dietary recommendations were set by the surgical team in consultation with co-operating dietitians.

Patients underwent 1-month follow-up at the Outpatient Clinic. The first adjustment of the band was usually performed 6–8 weeks after the surgery, and the next at intervals of about 2 months, depending on the rate of weight loss or other. After each adjustment of the band, an attempt to ingest water was made.

The concentrations of ghrelin, insulin, glucose, total cholesterol and its HDL and LDL fractions, triacylglycerols, alanine and aspartate aminotransferase have been measured preoperatively, 7 days, 1, 3 and 6 months after the surgery. Blood samples have been collected on a clot and centrifuged at 4000 rpm for 10 minutes. Serum has been frozen to the temperature of liquid nitrogen and stored at  $-80^{\circ}\text{C}$ . Measurements of particular parameters have been conducted using routine methods.

## RESULTS

Eighty obese patients after LAGB have been examined. The average pre-operative body weight was  $125 \pm 12.3$  kg, and preoperative BMI was  $44.12 \pm 3.21$  kg/m<sup>2</sup>.

BMI reduction was noticeable 7 days after the operation –  $40.29 \pm 3.33$  kg/m<sup>2</sup>. In subsequent measurements, 1, 3 and 6 months after the surgery, a decrease in the mean BMI has also been observed and it was successively  $38.15 \pm 3.49$ ,  $34.59 \pm 4.12$  and  $30.36 \pm 5.25$  kg/m<sup>2</sup>. Interestingly, with the decrease in the average BMI value, the deviation from the average value increased each time, from 3.33 kg/m<sup>2</sup> 7 days after the surgery to 5.25 kg/m<sup>2</sup> after 6 months (tab. 2, fig. 1).

The mean preoperative concentration of ghrelin equaled  $658.95 \pm 175.5$  pg/mL decreased statistically to  $647.33 \pm 197.75$  pg/mL after 7 days. Then, in the period from 1 to 3 months after the surgery, statistical significance has been obtained in the measurement of ghrelin concentration ( $p < 0.05$ ). After 1 month, the concentration increased to  $848.76 \pm 82.65$  pg/mL, and after 3 months to  $924.17 \pm 68.41$  pg/mL. After 6 months from the procedure, ghrelin decreased in comparison to the value from 3 months to  $800.90 \pm 148.76$  pg/mL, however, it was higher than the pre-operative value (fig. 2 and 3).

**Tab. 2.** Zmiany stężenia greliny, insuliny, glukozy, zmiany wartości średniego BMI oraz HOMA-IR w 6-miesięcznej obserwacji po leczeniu operacyjnym (średnia ± odchylenie standardowe)

LAGB	Stężenie przedoperacyjne	7. doba	p	1 miesiąc	p	3 miesiące	p	6 miesięcy	p
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	44,12 ± 3,21	40,29 ± 3,33*	< 0,01	38,15 ± 3,49**	< 0,01	34,59 ± 4,12**	< 0,01	30,36 ± 5,25**	< 0,01
Grelina (pg/mL)	658,95 ± 175,5	647,33 ± 197,75	NS	848,76 ± 82,65*	< 0,05	924,17 ± 168,41*	< 0,05	800,90 ± 148,76	NS
Insulina (μU/L)	20,71 ± 5,77	15,05 ± 2,95*	< 0,05	11,47 ± 5,7*	< 0,05	9,42 ± 2,70**	< 0,01	9,5 ± 0,62**	< 0,01
Glukoza (mg/dL)	103,96 ± 29,76	93,23 ± 11,12	NS	95,35 ± 5,9	NS	96,79 ± 5,87	NS	93,2 ± 1,8	NS
HOMA-IR	6,91 ± 1,37	3,95 ± 0,4	NS	3,6 ± 0,72	NS	3,47 ± 0,74	NS	3,77 ± 0,88	NS

NS – nieistotnie statystycznie

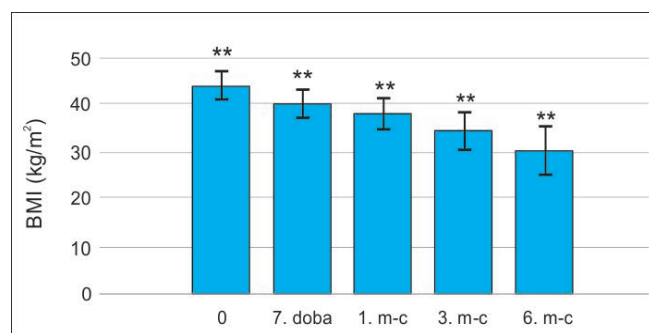
\*p < 0,05; \*\*p < 0,01

**Tab. 2.** Changes in the concentration of ghrelin, insulin, glucose and changes in mean BMI and HOMA-IR values in a 6-month follow-up after surgery (mean ± standard deviation)

LAGB	Preoperative concentration	7 days	p	1 month	p	3 months	p	6 months	p
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	44.12 ± 3.21	40.29 ± 3.33*	< 0.01	38.15 ± 3.49**	< 0.01	34.59 ± 4.12**	< 0.01	30.36 ± 5.25**	< 0.01
Ghrelin (pg/mL)	658.95 ± 175.5	647.33 ± 197.75	NS	848.76 ± 82.65*	< 0.05	924.17 ± 168.41*	< 0.05	800.90 ± 148.76	NS
Insulin (μU/L)	20.71 ± 5.77	15.05 ± 2.95*	< 0.05	11.47 ± 5.7*	< 0.05	9.42 ± 2.70**	< 0.01	9.5 ± 0.62**	< 0.01
Glucose (mg/dL)	103.96 ± 29.76	93.23 ± 11.12	NS	95.35 ± 5.9	NS	96.79 ± 5.87	NS	93.2 ± 1.8	NS
HOMA-IR	6.91 ± 1.37	3.95 ± 0.4	NS	3.6 ± 0.72	NS	3.47 ± 0.74	NS	3.77 ± 0.88	NS

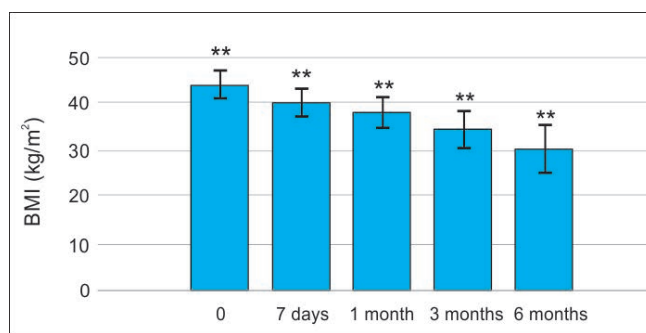
NS – not statistically significant

\*p < 0.05; \*\*p < 0.01



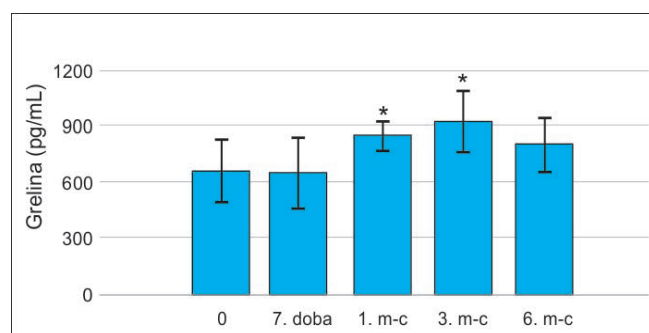
**Ryc. 1.** Przebieg zmian wartości BMI (średnia ± odchylenie standardowe)

\*p < 0,05; \*\*p < 0,01



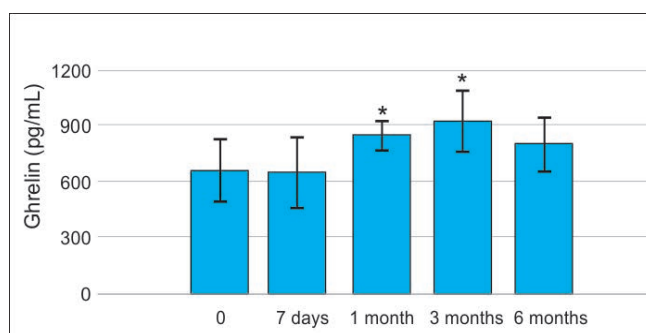
**Fig. 1.** The course of changes in BMI (mean ± standard deviation)

\*p < 0.05; \*\*p < 0.01



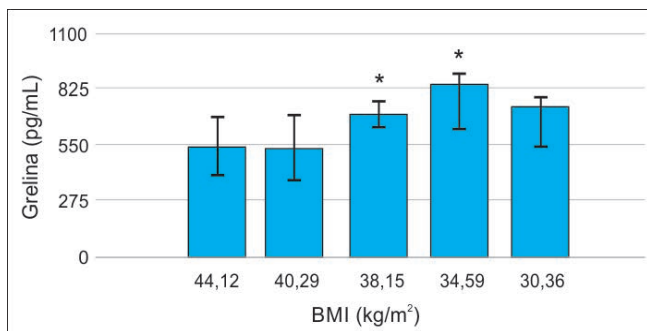
**Ryc. 2.** Przebieg zmian stężenia greliny (średnia ± odchylenie standardowe)

\*p < 0,05; \*\*p < 0,01

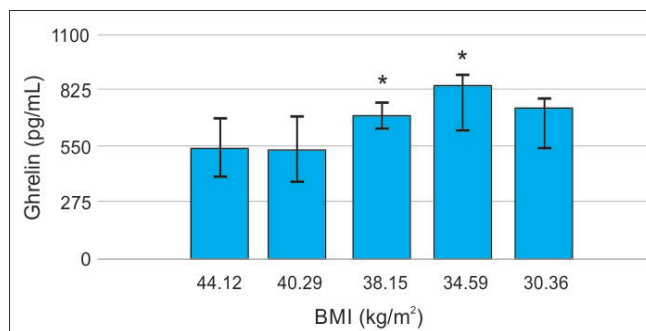


**Fig. 2.** The course of changes in ghrelin concentration (mean ± standard deviation)

\*p < 0.05; \*\*p < 0.01



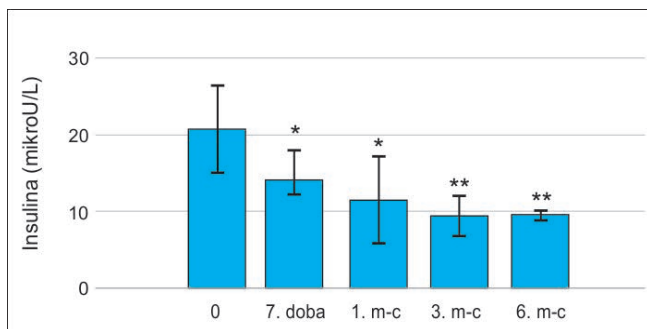
**Ryc. 3.** Korelacja pomiędzy utratą BMI a stężeniem greliny (średnia ± odchylenie standardowe)  
\*p < 0,05; \*\*p < 0,01



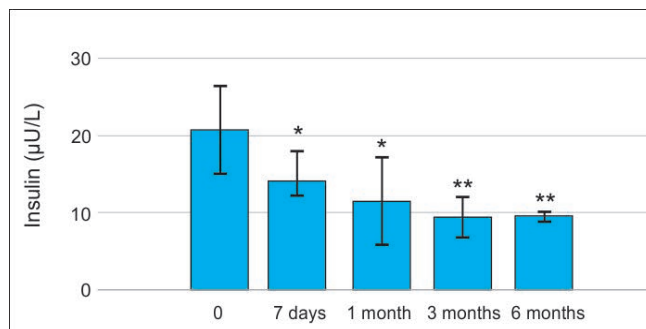
**Fig. 3.** Correlation between BMI loss and ghrelin concentration (mean ± standard deviation)  
\*p < 0.05; \*\*p < 0.01

W przypadku pooperacyjnych stężeń insuliny wszystkie wartości wykazały istotność statystyczną. Stężenie przedoperacyjne wynoszące  $20,71 \pm 5,77 \mu\text{U/L}$  zmniejszyło się po 7 dniach do  $15,05 \pm 2,95 \mu\text{U/L}$ , po 1 miesiącu – do  $11,47 \pm 5,7 \mu\text{U/L}$ , po 3 miesiącach – do  $9,42 \pm 2,70 \mu\text{U/L}$  oraz  $9,5 \pm 0,62 \mu\text{U/L}$  w 6. miesiącu po zabiegu operacyjnym (ryc. 4 i 5).

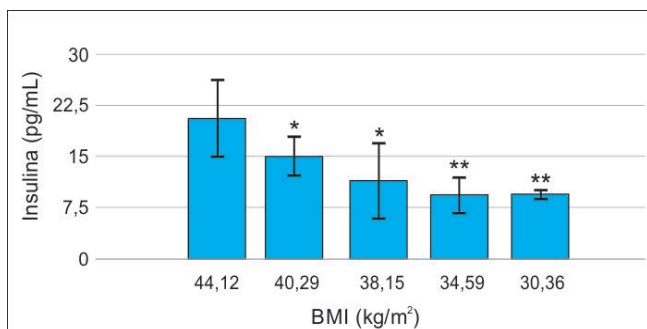
In case of postoperative insulin concentrations, all values showed statistical significant decrease. Preoperative concentration of  $20.71 \pm 5.77 \mu\text{U/L}$  decreased to  $15.05 \pm 2.95 \mu\text{U/L}$  after 7 days, reaching mean value of  $11.47 \pm 5.7 \mu\text{U/L}$  after 1 month,  $9.42 \pm 2.70 \mu\text{U/L}$  after 3 months and  $9.5 \pm 0.62 \mu\text{U/L}$  after 6 months (fig. 4 and 5).



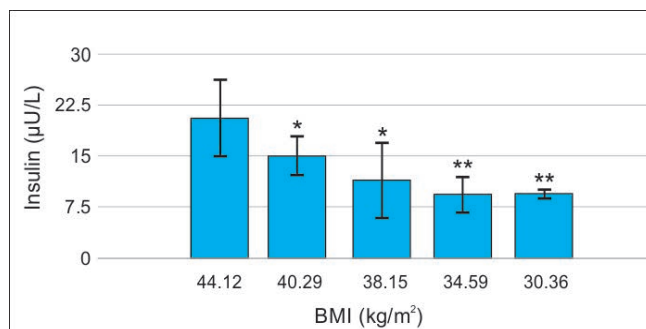
**Ryc. 4.** Przebieg zmian stężenia insuliny (średnia ± odchylenie standardowe)  
\*p < 0,05; \*\*p < 0,01



**Fig. 4.** The course of changes in insulin concentration (mean ± standard deviation)  
\*p < 0.05; \*\*p < 0.01



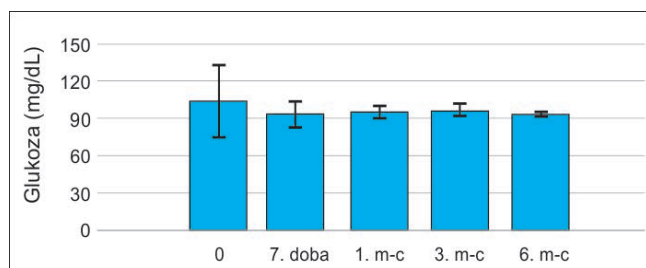
**Ryc. 5.** Korelacja pomiędzy spadkiem BMI a zmianą stężenia insuliny (średnia ± odchylenie standardowe)  
\*p < 0,05; \*\*p < 0,01



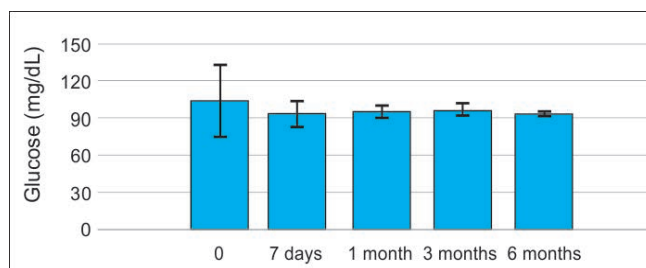
**Fig. 5.** Correlation between BMI decline and the change in insulin concentration (mean ± standard deviation)  
\*p < 0.05; \*\*p < 0.01

Nie uzyskano istotności statystycznej w przypadku stężeń glukozy w poszczególnych okresach obserwacyjnych. Stężenie przedoperacyjne wynoszące  $103,96 \pm 29,76 \text{ mg/dL}$  obniżyło się po 7 dniach do  $93,23 \pm 11,12 \text{ mg/dL}$ . Następnie osiągnęło wartość  $95,35 \pm 5,9 \text{ mg/dL}$  po 1 miesiącu. Wartość ta była zbliżona do wartości uzyskanej po 3 miesiącach, która wyniosła  $96,79 \pm 5,87 \text{ mg/dL}$ . Po 6 miesiącach obserwacji uzyskano stężenie glukozy na poziomie  $93,2 \pm 1,8 \text{ mg/dL}$  (ryc. 6).

Statistical significance was not obtained in case of glucose concentrations in individual observation periods. The preoperative mean value of  $103.96 \pm 29.76 \text{ mg/dL}$  decreased after 7 days to  $93.23 \pm 11.12 \text{ mg/dL}$ . Then it reached the mean value of  $95.35 \pm 5.9 \text{ mg/dL}$  after 1 month. This value was similar to the value obtained after 3 months, which equaled  $96.79 \pm 5.87 \text{ mg/dL}$ . After 6 months of observation, glucose mean level reached  $93.2 \pm 1.8 \text{ mg/dL}$  (fig. 6).



**Ryc. 6.** Zmiany stężenia glukozy (średnia ± odchylenie standardowe) \*p < 0,05; \*\*p < 0,01



**Fig. 6.** Changes in glucose concentration (mean ± standard deviation) \*p < 0,05, \*\*p < 0,01

Podobnie wszystkie oznaczenia pooperacyjne wskaźnika HOMA-IR były nieistotne statystycznie. Współczynnik ten miał przedoperacyjną wartość  $6,1 \pm 1,37$ , a po 7 dniach zmniejszył się do  $3,95 \pm 0,4$  i uzyskiwał podobną wartość aż do końca obserwacji (tab. 3).

All postoperative measurements of the HOMA-IR were statistically insignificant. Preoperative value was  $6.91 \pm 1.37$  and decreased to  $3.95 \pm 0.4$  after 7 days. Similar mean values of HOMA-IR were seen at the end of the observation (tab. 3).

**Tab. 3.** Zmiany stężenia cholesterolu całkowitego oraz jego frakcji HDL i LDL oraz triacylogliceroli w 6-miesięcznej obserwacji po leczeniu operacyjnym (średnia ± odchylenie standardowe)

LAGB	Stężenie przedoperacyjne	7 doba	p	1 miesiąc	p	3 miesiące	p	6 miesięcy	p
Cholesterol całkowity (mg/dL)	206,38 ± 14,5	188,2 ± 20,41	NS	178,70 ± 12,2	NS	172,15 ± 4,9**	< 0,01	177,6 ± 8,28**	< 0,01
HDL (mg/dL)	44,8 ± 9,95	32,02 ± 14,53	NS	34,99 ± 5,08	NS	39,1 ± 5,78	NS	36,96 ± 10,05	NS
LDL (mg/dL)	146 ± 19,5	131,5 ± 33,75	NS	133,95 ± 8,97	NS	124 ± 11,06*	< 0,05	124,67 ± 3,05*	< 0,05
Triacyloglicerole (mg/dL)	126,45 ± 18,54	108,74 ± 15,15	NS	106,67 ± 12,88	NS	95,1 ± 12,90	< 0,05	82,5 ± 12,78*	< 0,05

\*p < 0,05; \*\* p < 0,01

**Tab. 3.** Changes in total cholesterol and its HDL and LDL fractions as well as triacylglycerols in a 6-month follow-up after surgery (mean ± standard deviation)

LAGB	Preoperative concentration	7 days	p	1 month	p	3 months	p	6 months	p
Total cholesterol (mg/dL)	206.38 ± 14.5	188.2 ± 20.41	NS	178.70 ± 12.2	NS	172.15 ± 4.9**	< 0.01	177.6 ± 8.28**	< 0.01
HDL (mg/dL)	44.8 ± 9.95	32.02 ± 14.53	NS	34.99 ± 5.08	NS	39.1 ± 5.78	NS	36.96 ± 10.05	NS
LDL (mg/dL)	146 ± 19.5	131.5 ± 33.75	NS	133.95 ± 8.97	NS	124 ± 11.06*	< 0.05	124.67 ± 3.05*	< 0.05
Triacylglycerols (mg/dL)	126.45 ± 18.54	108.74 ± 15.15	NS	106.67 ± 12.88	NS	95.1 ± 12.90	< 0.05	82.5 ± 12.78*	< 0.05

\*p < 0.05; \*\*p < 0.01

We wszystkich pomiarach kontrolnych obserwowano spadek stężenia triacylogliceroli. Stężenie przedoperacyjne wynosiło  $126,45 \pm 18,54$  mg/dL. Po 7 dniach obniżyło się do  $108,74 \pm 15,15$  mg/dL, po 1 miesiącu do  $106,67 \pm 12,88$  mg/dL. Tylko dwa ostatnie pomiary wykazały istotność statystyczną. Po 3 miesiącach stężenie triacylogliceroli wynosiło  $95,1 \pm 12,90$  mg/dL, a po 6 miesiącach uzyskano jego spadek do  $82,5 \pm 12,78$  mg/dL. Podobnie wyglądał przebieg zmian średnich stężeń cholesterolu całkowitego i również uzyskano istotność statystyczną tylko w dwóch ostatnich pomiarach. Stężenie przedoperacyjne wynosiło

Decrease in triacylglycerols was observed in all control measurements. Preoperative concentration was  $126.45 \pm 18.54$  mg/dL. After 7 days, it decreased to  $108.74 \pm 15.15$  mg/dL and after 1 month to  $106.67 \pm 12.88$  mg/dL. Only the last two measurements showed statistical significance. After 3 months, the mean concentration of triacylglycerols was  $95.1 \pm 12.90$  mg/dL and after 6 months it decreased to the mean value of  $82.5 \pm 12.78$  mg/dL.

The course of changes in mean total cholesterol levels was similar and statistically significant values were obtained only for the 3 and 6 months measurements.



206,38 ± 14,5 mg/dL i po 7 dniach obniżyło się do 188,2 ± 20,41 mg/dL. Po 1 miesiącu osiągnęło wartość 178,70 ± 12,2 mg/dL, po 3 miesiącach – 172,15 ± 4,9 mg/dL, a po 6 miesiącach – 177,6 ± 8,328 mg/dL.

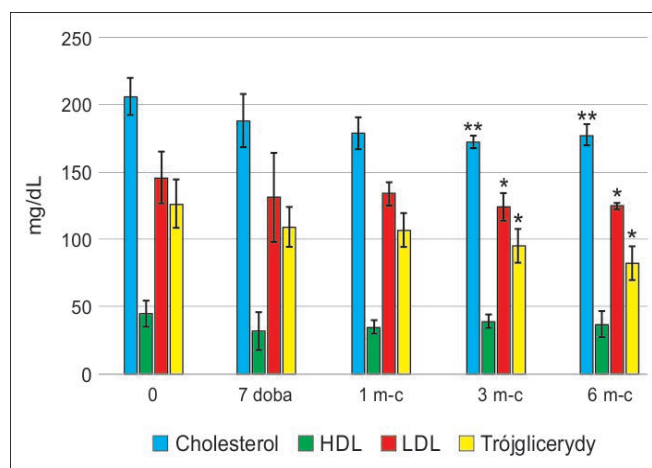
Analiza statystyczna nie wykazała istotności w zakresie poszczególnych stężeń frakcji HDL cholesterolu. Stężenie przedoperacyjne wynosiło 44,8 ± 9,95 mg/dL. Po 7 dniach od operacji wyniosło 32,02 ± 14,53 mg/dL, po 1 miesiącu – 34,99 ± 5,08 mg/dL oraz po 3 miesiącach – 39,1 ± 5,78 mg/dL. Ostatecznie, po 6-miesięcznej obserwacji uległo redukcji do 36,96 ± 10,05 mg/dL.

Przedoperacyjne stężenie frakcji LDL cholesterolu wynosiło 146 ± 19,5 mg/dL. Uzyskane wyniki świadczyły o obniżaniu się tego stężenia przez cały czas obserwacji i wynosiły kolejno: 131,5 ± 33,75 mg/dL po 7 dniach, 133,95 ± 8,97 mg/dL po 1 miesiącu, 124 ± 11,06 mg/dL po 3 miesiącach, a po 6 miesiącach 124,67 ± 3,05 mg/dL. Za istotne statystycznie uznano pomiary uzyskane po 3 i 6 miesiącach (ryc. 7, tab. 4).

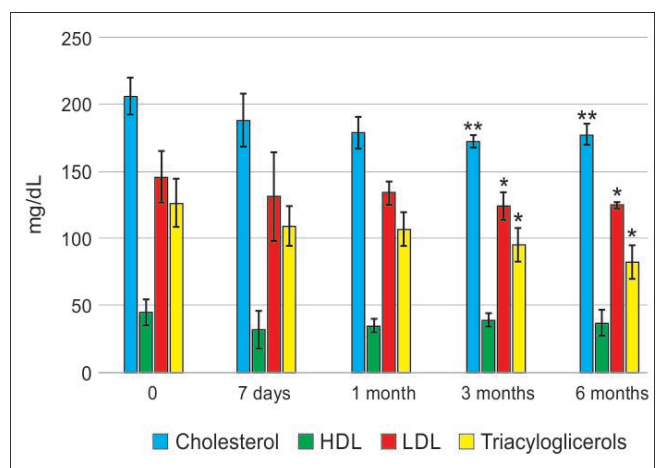
The preoperative concentration of 206.38 ± 14.5 mg/dL decreased to 188.2 ± 20.41 mg/dL after 7 days. It reached the value of 178.70 ± 12.2 mg/dL after the first month, 172.15 ± 4.9 mg/dL after 3 months and 177.6 ± 8.332 mg/dL after 6 months.

Statistical analysis did not prove significant changes in the individual concentrations of HDL cholesterol fraction. The preoperative concentration was 44.8 ± 9.95 mg/dL. It reached the value of 32.02 ± 14.53 mg/dL after 7 days, 34.99 ± 5.08 mg/dL after 1 month and 39.1 ± 5.78 mg/dL after 3 months. Finally, after 6-month observation, it was reduced to 36.96 ± 10.05 mg/dL.

The preoperative concentration of LDL cholesterol was 146 ± 19.5 mg/dL. Obtained results showed decrease within observation period and were respectively: 131.5 ± 33.75 mg/dL after 7 days, 133.95 ± 8.97 mg/dL after 1 month, 124 ± 11.06 mg/dL after 3 months and 124.67 ± 3.05 mg/dL after 6 months. Measurements obtained after 3 and 6 months were considered to be statistically significant (fig. 7, tab. 4).



**Ryc. 7.** Zmiany stężenia cholesterolu całkowitego, frakcji HDL i LDL oraz triacylogliceroli (średnia ± odchylenie standardowe) \*p < 0,05; \*\*p < 0,01



**Fig. 7.** Changes in concentration of total cholesterol and its fractions HDL and LDL as well as triacyloglycerols (mean ± standard deviation) \*p < 0,05; \*\*p < 0.01

**Tab. 4.** Zmiany stężenia aminotransferazy alaninowej i asparginianowej w 6-miesięcznej obserwacji po leczeniu operacyjnym (średnia ± odchylenie standardowe)

LAGB	Stężenie przedoperacyjne	7 doba	p	1 miesiąc	p	3 miesiące	p	6 miesięcy	p
AST (mg/dL)	27,10 ± 15,8	31,2 ± 19,92	NS	18,5 ± 8,1	NS	16,75 ± 6,9	NS	18,25 ± 3,97	NS
ALT (mg/dL)	29,55 ± 22,12	31,68 ± 17,36	NS	21,8 ± 13,58	NS	19,26 ± 12,05	NS	24,1 ± 11,52	NS

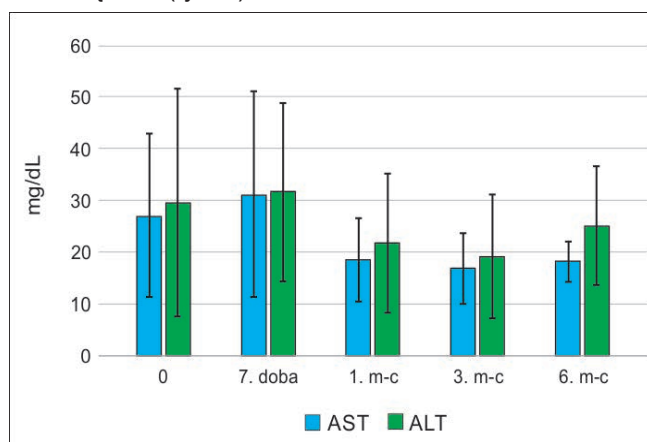
\*p < 0,05; \*\*p < 0,01

**Tab. 4.** Changes in the concentration of alanine and aspartate aminotransferase in a 6-month follow-up after surgery (mean ± standard deviation)

LAGB	Preoperative concentration	7 days	p	1 month	P	3 months	p	6 months	p
AST (mg/dL)	27.10 ± 15.8	31.2 ± 19.92	NS	18.5 ± 8.1	NS	16.75 ± 6.9	NS	18.25 ± 3.97	NS
ALT (mg/dL)	29.55 ± 22.12	31.68 ± 17.36	NS	21.8 ± 13.58	NS	19.26 ± 12.05	NS	24.1 ± 11.52	NS

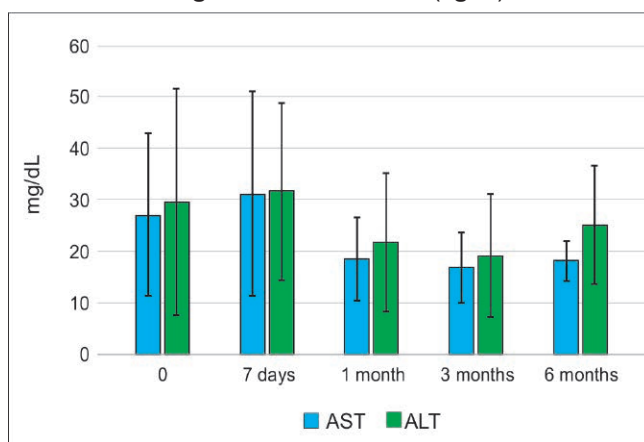
\*p < 0.05; \*\*p < 0.01

Dokonano także pomiarów stężeń dwóch enzymów wątrobowych – AST i ALT, nie uzyskując istotności statystycznej w żadnym pomiarze kontrolnym. W przypadku AST średnie stężenie przedoperacyjne wynosiło  $27,10 \pm 15,8$  mg/dL. Po 7 dniach wzrosło do  $31,2 \pm 19,92$  mg/dL. Następnie uzyskano niewielki spadek jego wartości do  $18,5 \pm 8,1$  mg/dL po 1 miesiącu i  $16,75 \pm 6,9$  mg/dL po 3 miesiącach. W badaniu kontrolnym po 6 miesiącach uzyskano wartość  $18,25 \pm 3,97$  mg/dL. Średnia wartość przedoperacyjna ALT wynosiła  $29,55 \pm 22,12$  mg/dL. Po 7 dniach wyniosła  $31,68 \pm 17,36$  mg/dL, a w kolejnych pomiarach  $21,8 \pm 13,58$  mg/dL po 1 miesiącu,  $19,26 \pm 12,05$  mg/dL po 3 miesiącach i  $24,1 \pm 11,52$  mg/dL po 6 miesiącach (ryc. 8).



**Ryc. 8.** Zmiany stężenia aminotransferazy alaninowej i asparaginianowej (średnia ± odchylenie standardowe)  
\*p < 0,05; \*\*p < 0,01

The concentrations of liver enzymes AST and ALT was also measured, however no statistical significance was obtained in any control measurement. For AST, the mean preoperative concentration was  $27.10 \pm 15.8$  mg/dL. After 7 days it was  $31.2 \pm 19.92$  mg/dL. Then a slight decrease in its value was obtained to  $18.5 \pm 8.1$  mg/dL after 1 month and  $16.75 \pm 6.9$  mg/dL after 3 months. In the control measurement after 6 months, the mean value was  $18.25 \pm 3.97$  mg/dL. The mean preoperative ALT value was  $29.55 \pm 22.12$  mg/dL. After 7 days, it was  $31.68 \pm 17.4$  mg/dL, and in subsequent measurements equaled  $21.8 \pm 13.58$  mg/dL after 1 month,  $19.26 \pm 12.05$  mg/dL after 3 months and  $24.1 \pm 11.52$  mg/dL after 6 months (fig. 8).



**Fig. 8.** Changes in the concentration of alanine and aspartate aminotransferase (mean ± standard deviation)  
\*p < 0.05; \*\*p < 0.01

Zabieg chirurgiczny spowodował remisję nadciśnienia tętniczego u 25 pacjentów. W przeciągu 6-miesięcznej obserwacji ustąpienie objawów oraz zakończenie przyjmowania leków bądź redukcja ich dawki zostały stwierdzone u 60% pacjentów (tab. 5).

**Tab. 5.** Poprawa w zakresie współistniejących u pacjentów poddanych leczeniu operacyjnemu

	Przed operacją		6 miesięcy po zabiegu operacyjnym
	n	%	n
Cukrzyca typu 2	16	20	8
Nadciśnienie tętnicze	25	31,25	15
Obturacyjny bezdech senny	4	5	2

## DYSKUSJA

Gwałtowny wzrost częstości występowania otyłości w populacji spowodował zwiększenie zapotrzebowania na zabiegi bariatryczne oraz szybki rozwój tej dziedziny chirurgii. Wśród zabiegów z zakresu chirurgii bariatrycznej notuje się ciągły spadek wykonywanych metodą założenia regulowanej opaski żołądkowej, jednak nadal co szósty chory leczony jest tym sposobem. O jej wciąż istotnej roli i pozycji w chirurgii bariatrycznej świadczą ukazujące się publikacje, które potwierdzają nie tylko skuteczność, ale także bezpieczeństwo i trwałość tej metody.

After surgical procedure 25 patients were treated for hypertension. Within 6 months after surgery, the withdrawal of symptoms, discontinuation of medications intake or reduction in drug's doses was reported in about 60% of patients (tab. 5).

**Tab. 5.** Improvement in co-morbidities in patients undergoing surgical treatment

	Before the surgery		6 months after the surgery
	n	%	n
Type 2 diabetes	16	20	8
Hypertension	25	31.25	15
Sleep apnea syndrome	4	5	2

## DISCUSSION

The rapid increase in the incidence of obesity in the world population resulted in growing demand for bariatric procedures and a rapid development of this field of surgery. Among bariatric procedures, decline is reported for gastric banding application. However, every sixth patient has still been treated using this method. Permanently important role of gastric banding in bariatric surgery has been reported in many publications, that confirm not only the effectiveness but also safety and durability of the method.

Podkreślić należy, iż wyraźnie większą redukcję masy ciała uzyskiwano w przypadku stosowania innych technik operacyjnych, jednak obciążone to było znacznie większą ilością powikłań pooperacyjnych. Z kolei z leczeniem metodą opaskowania żołądka wiąże się fakt częstszych niepowodzeń leczenia i konieczności reoperacji z powodu nawrotu otyłości (14-19). Istnieją także doniesienia pozytywnie oceniające wyniki leczenia z zastosowaniem opaski żołądkowej. Gouillat i wsp. opublikowali w 2012 roku wyniki dużego, wieloośrodkowego badania, które objęło 262 chorych. Wskazuje ono, że w 3-letniej obserwacji odnotowano spadek średniej wartości BMI z 41,8 do 30,7 kg/m<sup>2</sup> (20).

Naukownicy amerykańscy z kolei przedstawili wyniki badania, którym objęto 239 pacjentów. Wyniki po upływie roku od operacji wskazywały, iż średnia wartość BMI uległa obniżeniu z 44,4 do 36,4 kg/m<sup>2</sup> (21). Autorzy odnotowali jedynie ok. 1% powikłań pooperacyjnych, w tym nie obserwowali migracji opaski w rocznej obserwacji.

W materiale I Kliniki Chirurgii Ogólnej i Endokrynologicznej obserwowano migrację opaski, ropienie okolicy portu, a także rotację żołądka.

Obiecujące wyniki uzyskano także w Chinach. Poddano badaniu grupę 56 pacjentów z przedoperacyjnym BMI wynoszącym 37,4 ± 6,0 kg/m<sup>2</sup>. W grupie tej znajdowało się 19 pacjentów z BMI ≤ 35 kg/m<sup>2</sup> i 37 pacjentów z BMI ≥ 35 kg/m<sup>2</sup>. Wyniki wskazały, że lepszą odpowiedź na leczenie, większą utratę masy ciała i poprawę stanu ogólnego uzyskano w grupie z BMI ≤ 35 kg/m<sup>2</sup> (22). Obserwacja ta skłania do wniosku, że metoda opaskowania żołądka jest skuteczniejsza w grupie chorych z otyłością I°.

W 2014 roku opublikowano wyniki badania obejmującego 76 pacjentów, w którym pod uwagę wzięto jakość życia chorych przed zabiegiem operacyjnym (QOL) oraz jego wpływ na rezultat leczenia. Pacjenci z wyższym przedoperacyjnym BMI wykazywali niższe wyniki QOL, co jednak nie miało wpływu na spadek BMI. Natomiast wyższe przedoperacyjne BMI korelowało dodatnio z jego spadkiem. W związku z tym czynnikiem predykcyjnym skuteczności leczenia powinno być przedoperacyjne BMI, a nie jakość życia chorych (23).

W przedstawionym przez nas materiale spadek średniego BMI wyniósł z 44,12 do 30,36 kg/m<sup>2</sup> po 6 miesiącach, co jest porównywalne z wynikami innych autorów. Zaobserwowaliśmy, że wraz z czasem trwania obserwacji zwiększa się odchylenie średniego uzyskanego BMI od ± 3,21 kg/m<sup>2</sup> przedoperacyjnie do ± 5,25 kg/m<sup>2</sup> w kontroli po 6 miesiącach od zabiegu operacyjnego.

Operacje bariatryczne nie tylko mają potencjał wyleczenia cukrzycy typu 2, ale wręcz potrafią zapobiegać jej rozwojowi u osób otyłych, u których jeszcze cukrzyca nie stwierdzono w momencie zgłoszenia się na leczenie. W obserwacji Carlssona i wsp. wykazano, że redukcja częstości rozwoju cukrzycy była czterokrotna w grupie poddanej leczeniu operacyjnemu, w porównaniu z grupą chorych leczonych zachowawczo (24). Nic dziwnego zatem, że zachęca to chirurgów do rozszerzenia grupy chorych kwalifikowanych do leczenia operacyjnego o tych ze wskaźnikiem BMI około i mniej niż 35, ale z występującą cukrzycą typu 2 (25). Dodać należy jednak, że dochodzi

It should be emphasized that significantly higher weight reduction has been obtained with other surgical techniques, however, it was connected with increased occurrence of postoperative complications. In turn, the treatment including gastric banding is associated with more frequent failures and the necessity of reoperation due to relapse of obesity (14-19). Reports on positive results of gastric banding are also available. Gouillat et al. published the results of a large, multicenter study, including 262 patients. In their study, decrease in the mean BMI from 41.8 to 30.7 kg/m<sup>2</sup> was observed in 3-year follow-up (20).

The American researchers, in turn, presented results of the study including 239 patients, that showed a decrease in average BMI from 44.4 to 36.4 kg/m<sup>2</sup> (21). Authors reported only 1% of postoperative complications, and the migration of the band in 1-year follow-up was not observed.

In our own material migration of the band was observed as well as its slippage, abscess of the port area and gastric rotation.

Similarly, promising results were obtained in China. A group of 56 patients with preoperative BMI of 37.4 ± 6.0 kg/m<sup>2</sup> was examined. The study group included 19 patients with BMI ≤ 35 kg/m<sup>2</sup> and 37 patients with BMI ≥ 35 kg/m<sup>2</sup>. The results showed superior response to treatment, greater weight loss and general improvement in patients with BMI ≤ 35 kg/m<sup>2</sup> (22). It leads to the conclusion that gastric banding is more effective in the group of patients with obesity I°.

In 2014, the results of the study including 76 patients were published, that regarded the quality of life of patients before surgery (QOL) and its impact on treatment outcome. Patients with higher preoperative BMI showed lower QOL scores, however, it did not affect the decline in BMI. What is more, higher preoperative BMI correlated positively with its decrease after surgery. Therefore, the preoperative BMI should be a predictor of treatment success, and not patients quality of life (23).

In own material, the average BMI decreased after 6 months from 44.12 to 30.36 kg/m<sup>2</sup>, which is comparable with the results of other researchers. It was noticed during observation period, that the deviation of the mean BMI raised from ± 3.21 kg/m<sup>2</sup> before surgery to ± 5.25 kg/m<sup>2</sup> in 6 months after the surgery.

Bariatric surgery may lead to recovery in type 2 diabetes and may also prevent its development in obese patients without the diagnosis of diabetes. Carlsson et al. observed fourfold reduction in the incidence of diabetes in patients after surgical treatment, in comparison with the group of patients treated conservatively (24). It is recommended for surgeons to expand the group of patients with type 2 diabetes and BMI ≤ 35 (25). However, diabetes reversion is observed along with weight regain (26).

do ponownego rozwoju cukrzycy w przypadku nieutrzymania masy ciała lub nawrotu otyłości (26).

W 2012 roku ukazała się publikacja, w której autorzy przedstawili wyniki leczenia cukrzycy typu 2 u chorych nieotyłych, u których zastosowano laparoskopowe techniki bariatryczne. W grupie 200 pacjentów, 172 poddano wyłączeniu żołądkowemu, 24 rękawowej resekcji żołądka i 4 wszczępieniu regulowanej opaski żołądkowej. W okresie rocznej obserwacji wartość BMI obniżyła się z 28,5 do 23,4 kg/m<sup>2</sup>, a cukrzyca ustąpiła u 72,4% operowanych. Według autorów nie bez znaczenia był fakt trwania choroby przed zabiegiem operacyjnym. Cukrzyca ustąpiła aż u 90% pacjentów, którzy chorowali krócej niż 5 lat (27). Ponadto istnieją doniesienia, w których autorzy zauważają większą skuteczność leczenia operacyjnego metodą LAGB u osób powyżej 50. roku życia, u których przedoperacyjnie nie stwierdzono zaburzeń gospodarki węglowodanowej. Badaniem retrospektywnym objęto 117 pacjentów, u których wśród chorób współwystępujących obserwowano m.in. nadciśnienie tętnicze, zaburzenia psychiczne i cukrzycę typu 2. Zauważono, że głównym czynnikiem niewystarczającej utraty masy ciała jest występowanie przedoperacyjnie cukrzycy typu 2 (28).

Bardzo dobre wyniki leczenia cukrzycy uzyskali szwedzcy autorzy, którzy w ramach badania SOS obserwowali pacjentów poddanych różnym procedurom bariatrycznym, w tym LAGB. U osób poddanych operacji, po 2 latach od zabiegu aż u 72% udało się uzyskać remisję i brak konieczności stosowania insuliny lub leczenia doustnego. Są to wyniki wskazujące jednoznaczną przewagę leczenia operacyjnego nad leczeniem zachowawczym cukrzycy. Ponadto, w powyższych badaniach wykazano, że wyjściowe BMI nie jest czynnikiem prognostycznym, jeśli chodzi o uniknięcie cukrzycy typu 2 po leczeniu bariatrycznym (29).

Podobne wyniki zaprezentowali chińscy badacze, którzy porównali wyniki leczenia cukrzycy metodami farmakologicznymi i przy pomocy chirurgii bariatrycznej, udowadniając, że redukcja masy ciała w następstwie zabiegów bariatrycznych prowadzi do obniżenia glikemii na czczo, spadku stężenia lipidów i zmniejszenia ilości przyjmowanych leków przeciwcukrzycowych (30). Pacjenci z cukrzycą typu 2 mają także zwiększoną aktywność oraz produkcję egzoglikozydów występujących w ślinie, co wskazuje na potrzebę szczególnej uwagi dla zdrowia jamy ustnej. Kontrola cukrzycy uzyskana dzięki procedurom bariatrycznym może również poprawiać stan zdrowia jamy ustnej (31).

W przedstawionym materiale, po 6-miesięcznej obserwacji wyleczenie z cukrzycy typu 2, rozumiane jako normalizacja parametrów gospodarki węglowodanowej oraz brak konieczności stosowania leczenia farmakologicznego, odnotowano u 50% operowanych. Dodać należy, że w myśl wytycznych American Diabetes Association, o wyleczeniu cukrzycy mówi się, gdy chory nie wymaga leczenia hipoglikemizującego, a taki stan trwa przynajmniej przez rok. W przypadku cukrzycy typu 1 za pozytywny efekt leczenia operacyjnego uznajemy zmniejszenie ilości przyjmowanej przez pacjenta insuliny. Spośród innych parametrów ustąpienia cukrzycy za najbardziej przydatny uznano odsetek HbA1c poniżej 5,7% (32). Uwagę zwraca

In 2012, results of the study on type 2 diabetes in non-obese patients after laparoscopic bariatric techniques were published. In the group of 200 patients, 172 underwent gastric bypass, 24 gastrectomy and 4 adjustable gastric banding. In 1-year follow-up, BMI decreased from 28.5 to 23.4 kg/m<sup>2</sup>, and diabetes subsided in 72.4% of operated patients. According to authors, duration of the disease before the surgery was also significant. Diabetes was resolved in 90% of patients who had suffered from diabetes for less than 5 years (27). In addition, some authors noticed greater efficiency of LAGB in patients over 50 years old, who preoperatively had not revealed carbohydrate metabolism disorders. The retrospective study included 117 patients with comorbidities such as hypertension, psychiatric disorders and type 2 diabetes. It was noticed that preoperative type 2 diabetes is the main factor of inadequate weight loss (28).

Promising results in the treatment of diabetes were obtained by Swedish researchers who, as part of the SOS study, examined patients after bariatric procedures, including LAGB. After 2 years, in up to 72% patients remission occurred and insulin or oral treatment was withdrawn. Above results show the evident advantage of surgical procedures over the conservative treatment of diabetes. In addition, the above studies proved that initial BMI is not a prognostic factor in the prevention of type 2 diabetes after bariatric treatment (29).

Similar results were presented by Chinese researchers, who had compared pharmacological methods of diabetes treatment with bariatric surgery, proving that the reduction of body mass due to bariatric procedures results in reduction of fasting blood glucose level, decrease in lipid levels and reduction of the number of administered antidiabetic agents (30). Patients with diabetes have also an increased activity and output of salivary exoglycosidases that indicates the need of special attention to the oral health. The control of diabetes achieved by bariatric procedures may also improve the oral health status (31).

In presented material normalization of carbohydrate metabolism parameters and withdrawal of pharmacological agents were observed in 50% of operated patients (tab. 4). According to the American Diabetes Association guidelines, diabetes remission occur when the patient does not require hypoglycemic therapy, which lasts for at least 1 year. In case of type 1 diabetes, the reduction of the amount of insulin taken is a positive effect of surgical treatment. Among other parameters of diabetes resolution, HbA1c below 5.7% is considered the most useful (32). The mean glucose concentration in the study group before the surgical treatment was 103.96 ± 29.76 mg%, which even in the case of extremely high results is not a significant deviation from the norm of fasting blood glucose laboratory,



fakt, iż średnie stężenie glukozy w badanej grupie przed leczeniem operacyjnym wynosiło  $103,96 \pm 29,76$  mg%, co nawet w przypadku wyników skrajnie wysokich nie jest znacznym odchyleniem od normy laboratoryjnej glikemii na czczo, w związku z czym spadek średniego stężenia w okresie pooperacyjnym nie jest znaczący.

Mimo uzyskiwania dobrych wyników leczenia cukrzycy typu 2 u pacjentów otyłych poddanych leczeniu metodą LAGB zauważono, iż większą skutecznością w tym zakresie wykazują się inne techniki operacyjne, jak rękawowa resekcja żołądka czy wyłączenie żołądkowo-jelitowe, w przypadku których wyleczenie cukrzycy spowodowane jest pooperacyjnym wzrostem wrażliwości na insulinę, którą początkowo obserwuje się w wątrobie, a następnie w tkankach obwodowych, natomiast w przypadku LAGB główną rolę w spadku insulinooporności przypisuje się zmianie ilości i jakości spożywanych pokarmów (33). Inną teorię przedstawił w 2012 roku Bradley, który porównał stopień insulinooporności komórek beta wysp trzustkowych u pacjentów leczonych metodą wyłączenia żołądkowo-jelitowego oraz u osób poddanych opaskowaniu żołądka, dowodząc, że w obu grupach ustępowanie insulinooporności było podobne. Wskazuje to na fakt, iż parametrem najbardziej wpływającym na ustępowanie cukrzycy jest stopień utraty masy ciała, a nie przemiany hormonalne, które zachodzą w organizmie w efekcie pooperacyjnych zmian anatomicznych (34).

Istnieją także prace porównujące skuteczność zabiegów wyłączających z opaskowaniem żołądka w zakresie leczenia cukrzycy typu 2, które wskazują na większą skuteczność bypassu żołądkowo-jelitowego. W „Diabetes Care” w 2015 roku opublikowano wyniki badania, którym objęto 5225 pacjentów z cukrzycą typu 2 poddanych leczeniu chirurgicznemu otyłości. Wśród osób po RYGB ( $n = 3318$ ) 62% przestało stosować insulinę po 12 miesiącach od zabiegu chirurgicznego. W przypadku pacjentów leczonych metodą LAGB, po roku odstawienie insuliny uzyskano u 34% ( $n = 1907$ ) (35).

W grupie 80 pacjentów objętych badaniem przedoperacyjne stężenie insuliny wynosiło  $20,71 \pm 5,77$   $\mu$ U/L. W czasie 6-miesięcznej obserwacji uzyskiwano stopniowe zmniejszenie wartości jej stężenia, aż do  $9,5 \pm 0,62$   $\mu$ U/L. Na każdym etapie pomiaru osiągnęto istotność statystyczną otrzymanych wyników. W przypadku glukozy nastąpił nieznaczny spadek jej wartości, jednakże nie uzyskano istotności statystycznej w trakcie badań kontrolnych na żadnym etapie.

Osiągnięto nieznaczne zmniejszenie średniej wartości wskaźnika insulinooporności HOMA-IR. Na każdym etapie kontroli wynik ten utrzymywał się na zbliżonym poziomie.

W przypadku greliny uzyskano następujące zależności. Początkowo, przez pierwsze 3 miesiące obserwacji notowano wzrost jej wartości, natomiast spadek nastąpił dopiero w 6. miesiącu, przy czym średnia wartość nadal była niższa niż przedoperacyjna. Wzrost stężenia greliny we krwi osób, u których nastąpiła utrata masy ciała, prawdopodobnie stanowi mechanizm ujemnego sprzężenia zwrotnego, a także zapobiega dalszemu jej obniżaniu. Istnieją publikacje, w których autorzy wykazują wzrost stężenia greliny na czczo u pacjentów poddanych LAGB, co

therefore, a decrease in the mean postoperative concentration is insignificant.

Although, LAGB achieves good results in type 2 diabetes treatment, other surgical techniques, sleeve gastrectomy or gastric bypass, were proved to be more effective in recovery of diabetes caused by postoperative increase in insulin sensitivity, which is initially observed in the liver and then in peripheral tissues. In case of LAGB the decrease in insulin resistance is connected with changes in the quantity and quality of food intake (33).

In 2012, Bradley compared insulin resistance of pancreatic beta cells in patients after gastric bypass and after gastric banding, proving that insulin resistance was similar in both groups. It suggests that the factor most significantly influencing the resolution of diabetes is weight loss, not the hormonal changes that occur in the body as a result of postoperative anatomical changes (34).

Studies comparing the effectiveness between restrictive procedures and gastric banding in the treatment of type 2 indicate greater efficiency of gastric bypass. In “Diabetes Care” in 2015, the results of the study including 5225 patients with type 2 diabetes after bariatric surgery were published. In 62% of patients after RYGB ( $n = 3318$ ) insulin was withdrawn 12 months after surgery. In case of patients who were treated with LAGB, insulin withdrawal was obtained for 34% ( $n = 1907$ ) after 12 months (35).

In the group of 80 patients in the study, the preoperative insulin concentration was  $20.71 \pm 5.77$   $\mu$ U/L. During the 6-month follow-up, a gradual decrease in its concentration was obtained reaching the mean value of  $9.5 \pm 0.62$   $\mu$ U/L. At every stage of the observation, statistical significance of the obtained results was achieved. In the case of glucose level, a slight decrease in its value was obtained, however, no statistical significance was obtained during the follow-up.

A slight decrease in the mean value of the HOMA-IR was obtained, however its mean measurements were similar during every follow-up visits.

In the case of ghrelin, the following relations were obtained. Initially, the first 3 months of observation showed an increase in its value, while the decline occurred only after 6 months, with the average value still lower than preoperative. The increase in ghrelin concentration in the blood of patients who have lost weight is probably a mechanism of negative feedback. Different studies present an increase in fasting ghrelin in patients undergoing LAGB, what may indicate that ghrelin concentration is an independent factor not connected with weight loss (36-39).

Lipid parameters – total, HDL and LDL cholesterol and triacylglycerols were also examined. In all cases, a decrease in mean values in comparison to preoperative measurements was obtained, howev-

według nich może wskazywać na to, że stężenie greliny nie jest zależne od utraty masy ciała (36-39).

Zbadano parametry lipidowe – cholesterol całkowity, frakcja HDL i LDL cholesterolu oraz triacyloglicerole. We wszystkich przypadkach osiągnięto spadek średnich wartości w stosunku do wartości przedoperacyjnych, jednak w żadnym okresie kontroli pooperacyjnej nie uzyskano istotności statystycznej w zakresie zmian wartości tych parametrów. Dodać także należy, że w pomiarach przedoperacyjnych u większości pacjentów wartości cholesterolu całkowitego, jego frakcji HDL i LDL oraz triacylogliceroli były w zakresie normy lub nieznacznie powyżej.

Badania wskazują większą skuteczność metod restrykcyjnych w porównaniu do metod wyłączających w przypadku leczenia nadciśnienia tętniczego (40). Przewaga leczenia chirurgicznego nad leczeniem zachowawczym w przypadku nadciśnienia tętniczego jest jednoznacznie potwierdzona. W ostatnim czasie obserwuje się wzrost częstości rozpoznawania niealkoholowej stłuszczeniowej choroby wątroby, związanej z cukrzycą typu 2 i zespołem metabolicznym, które współistnieją z otyłością. Istnieją wyraźne dowody określające pozytywny wpływ zabiegów bariatrycznych oraz spadku masy ciała na poprawę stanu hepatocytów. Zaburzenia czynności wątroby są przyczyną odchyień w wielu parametrach laboratoryjnych, w tym stężenia aminotransferaz, bilirubiny całkowitej oraz czynników układu krzepnięcia. W naszym materiale nie uzyskano istotności statystycznej w pooperacyjnych pomiarach ALT i AST. Pomiar stężeń aminotransferaz przedoperacyjnie w większości przypadków mieścił się w granicach norm laboratoryjnych.

## WNIOSKI

Na podstawie uzyskanych wyników wyciągnięto wnioski, że leczenie metodą LAGB jest najbardziej skuteczne, gdy w okresie pooperacyjnym pacjenta poddaje się regularnej obserwacji i regulacji opaski, a także gdy przestrzega on zaleceń dietetycznych. Najlepsze efekty leczenia metodą LAGB uzyskują się u osób z BMI  $\leq 35$  kg/m<sup>2</sup>.

Efekt utraty masy ciała w przypadku LAGB uzyskuje się przez restrykcję żołądka oraz zmianę objętości i jakości spożywanych pokarmów. Konsekwencją tych zabiegów jest zmiana stężenia greliny, co również przyczynia się do spadku masy ciała.

LAGB prowadzi do istotnej utraty masy ciała, co skutkuje poprawą ogólnego stanu zdrowia chorego oraz normalizacją parametrów metabolicznych, takich jak: stężenie insuliny, glukozy, wskaźnika insulinooporności HOMA-IR, a także cholesterolu całkowitego i jego frakcji. W konsekwencji tych zmian dochodzi do zmniejszenia objawów chorób metabolicznych, a nawet ich całkowitego wyleczenia.

er, no statistical significance in the range of changes of aforementioned parameters was observed in any follow-up visit. It should also be mentioned that in preoperative measurements, the majority of patients had total cholesterol, HDL, LDL and triacylglycerols within the normal range, or slightly increased.

Studies indicate higher efficiency of malabsorptive over restrictive methods in the resolution of hypertension in obese patients (40). The prevalence of surgery over conservative treatment in the case of hypertension, especially nocturnal, is clearly stated. Increase in the incidence of NAFLD is observed, which is associated with type 2 diabetes and metabolic syndrome coexisting with obesity. There is a clear evidence of a positive impact of bariatric surgery and weight loss on improving the condition of hepatocytes. Disorders of liver function such as non-alcoholic steatosis associated with obesity, are cause of disturbances in many parameters, including concentrations of alanine and aspartate aminotransferase, total bilirubin or disturbances in the coagulation factors. However, elevation of serum transaminases is rarely observed in obese patients. In own material, statistical significance was not obtained in postoperative measurements of ALT and AST. The results obtained before the surgical procedure in the majority of patients remained within the normal range.

## CONCLUSIONS

Based on obtained results, it has been concluded that LAGB is the most effective when patient Based on obtained results, it was concluded that LAGB is the most effective method when patient remains under observation, the band is adjusted and dietary recommendations are respected. The best results of LAGB treatment are obtained in patients with BMI  $\leq 35$  kg/m<sup>2</sup>.

The effect of weight loss in case of LAGB is obtained by reducing stomach size, changing the volume and quality of food intake. As a result, changes in ghrelin concentration occur, which also contributes to weight loss.

LAGB leads to a significant weight loss, which results in improvement of the general health of the patient and the normalization of metabolic parameters such as insulin, glucose, HOMA-IR, as well as total cholesterol and its fractions. As a consequence, symptoms of metabolic syndrome are reduced and even completely cured.

## PIŚMIENNICTWO/BIBLIOGRAPHY

1. Hady HR, Zbucki R, Luba M et al.: Obesity as a social disease and the influence of environmental factors on BMI in own material. *Adv Clin Exp Med* 2010; 19(3): 368-378.

2. Nakao YM, Miyamoto Y, Ueshima K et al.: Effectiveness of nationwide screening and lifestyle intervention for abdominal obesity and cardiometabolic risks in Japan: The metabolic syndrome and comprehensive lifestyle intervention study on nationwide database in Japan (MetS ACTION-J study). *PLoS One* 2018; 13(1): e0190862.
3. Regestein QR: The big, bad obesity pandemic. *Menopause* 2018; 25(2): 129-132.
4. Stokes A, Collins JM, Grant FB et al.: Prevalence and Determinants of Engagement with Obesity Care in the United States. *Obesity (Silver Spring)* 2018; 26(5): 814-818.
5. Farooqi IS: Defining the neural basis of appetite and obesity: from genes to behaviour. *Clin Med* 2014; 14(3): 286-289.
6. Dietz WH, Robinson TN: Clinical Practice. Overweight children and adolescents. *N Eng J Med* 2005; 352(20): 2100-2109.
7. Jakobsen GS Smástuen MC, Sandbu R et al.: Association of Bariatric Surgery vs Medical Obesity Treatment With Long-term Medical Complications and Obesity-Related Comorbidities. *JAMA* 2018; 319(3): 291-301.
8. Druso JE, Fischbach C: Biophysical Properties of Extracellular Matrix: Linking Obesity and Cancer. *Trends Cancer* 2018; 4(4): 271-273.
9. Gershuni VM, Ahima RS, Tchou J: Obesity and Breast Cancer: A Complex Relationship. *Curr Surg Rep* 2016; 4: pii:14.
10. Zarouna S, Wozniak G, Papachristou AI: Mood disorders: A potential link between ghrelin and leptin on human body? *World J Exp Med.* 2015; 5(2): 103-109.
11. Zewari S, Vos P, van den Elshout F et al.: Obesity in COPD: Revealed and Unrevealed Issues. *COPD* 2017, 14(6): 663-673.
12. Pharr JR, Coughenour CA, Bungum TJ: An assessment of the relationship of physical activity, obesity, and chronic diseases/conditions between active/obese and sedentary/ normal weight American women in a national sample. *Public Health* 2018; 156: 117-123.
13. Jastrzebska-Mierzynska M, Ostrowska L, Hady HR et al.: The impact of bariatric surgery on nutritional status of patients. *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne* 2015; 10(1): 115-124.
14. Hady HR, Dadan J, Golaszewski P: 100 obese patients after laparoscopic adjustable gastric banding – the influence on BMI, ghrelin and insulin concentration, parameters of lipid balance and co-morbidities. *Adv Med Sci* 2012; 57(1): 58-64.
15. Iskra MP, Ramón JM, Martínez-Serrano A et al.: Unplanned emergency department consultations and readmissions within 30 and 90 days of bariatric surgery. *Cir Esp* 2018; 96(4): 221-225.
16. Conceição E, Pinto-Bastos A, de Lourdes M et al.: Psychological, behavioral, and weight-related aspects of patients undergoing reoperative bariatric surgery after gastric band: comparison with primary surgery patients. *Surg Obes Relat Dis* 2018; 14(5): 603-610.
17. Altieri MS, Yang J, Groves D et al.: Sleeve Gastrectomy: the first 3 Years: evaluation of emergency department visits, readmissions, and reoperations for 14,080 patients in New York State. *Surg Endosc* 2018; 32(3): 1209-1214.
18. Chakravarty PD, McLaughlin E, Whittaker D et al.: Comparison of laparoscopic adjustable gastric banding (LAGB) with other bariatric procedures: a systematic review of the randomized controlled trials. *Surgeon* 2012; 10(3): 172-182.
19. Romy S, Donadini A, Giusti V, Suter M: Roux-en-Y Gastric Bypass vs Gastric Banding for Morbid Obesity. *Arch Surg* 2012; 147(5): 460-466.
20. Gouillat C, Denis A, Badol-Van Straaten P et al.: Prospective, multicenter, 3-year trial of laparoscopic adjustable gastric banding with the MIDBAND. *Obes Surg* 2012; 22(4): 572-581.
21. Cunneen SA, Brathwaite CE, Joyce C et al.: Clinical outcomes of the REALIZE adjustable gastric band-C at one year in a U.S. population. *Surg Obes Relat Dis* 2012; 8(3): 288-295.
22. Fan J, Xu JH, Wang J et al.: Effects of laparoscopic adjustable gastric banding on weight loss, metabolism, and obesity-related comorbidities: 5-years results in China. *Obes Surg* 2014; 24(6): 891-896.
23. Saboor Aftab SA, Halder L, Piya MK et al.: Predictors of weight loss at 1 year after laparoscopic adjustable gastric banding and the role of presurgical quality of life. *Obes Surg* 2014; 24(6): 885-890.
24. Carlsson LM, Peltonen M, Ahlin S et al.: Bariatric surgery and prevention of type 2 diabetes in Swedish obese subjects. *N Engl J Med* 2012; 367(8): 695-704.
25. Praveen Raj P, Bhattacharya S, Saravana Kumar S et al.: Do Bariatric Surgery-Related Type 2 Diabetes Remission Predictors Add Clinical Value? A Study on Asian Indian Obese Diabetics. *Obes Surg* 2017; 27(8): 2113-2119.
26. Garciaaballero M, Reyes-Ortiz A, Toval JA et al.: Development of type 2 diabetes mellitus thirty-one years after Billroth II in patient asking for diabetes surgery. *Nutr Hosp* 2014; 30(1): 219-221.
27. Lee WJ, Hur KY, Lakadawala M et al.: Gastrointestinal metabolic surgery for the treatment of diabetic patients: a multi-institutional international study. *J Gastrointest Surg* 2012; 16(1): 45-51.
28. Wise ES, Ahmad S, Ladner TR et al.: Impaired weight loss in laparoscopic adjustable gastric banding patients over 50 years of age: diabetes mellitus as an independent risk factor. *Surg Endosc* 2016; 30(2): 663-669.
29. Sjöström L: Review of the key results from the Swedish Obese Subjects (SOS) trial – a prospective controlled intervention study of bariatric surgery. *J Intern Med* 2013; 273(3): 219-234.
30. Guo X, Liu X, Wang M et al.: The effects of bariatric procedures versus medical therapy for obese patients with type 2 diabetes: meta-analysis of randomized controlled trials. *Biomed Res Int* 2013; 2013: 410609.
31. Zalewska A, Knas M, Niczyporuk M et al.: Salivary lysosomal exoglycosidases profiles in patients with insulin-dependent and noninsulin-dependent diabetes mellitus. *Adv Clin Exp Med* 2013; 22(5): 659-666.
32. Ramos-Levi AM, Cabrerizo L, Matia P et al.: Which criteria should be used to define type 2 diabetes remission after bariatric surgery? *BMC Surg* 2013; 13: 8.
33. Madsbad S, Dirksen C, Holst JJ: Mechanisms of changes in glucose metabolism and bodyweight after bariatric surgery. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2014; 2(2): 152-164.
34. Bradley D, Conte C, Mittendorfer B et al.: Gastric bypass and banding equally improve insulin sensitivity and  $\beta$  cell function. *J Clin Invest* 2012; 122(12): 4667-4674.
35. Adestani A, Rhoads D, Tavakkoli A: Insulin cessation and diabetes remission after bariatric surgery in adults with insulin-treated type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2015; 38(4): 659-664.
36. Gagner M, Deitel M, Kalberger TL et al.: Crosby RD. The Second International Consensus Summit for Sleeve Gastrectomy, March 19-21, 2009. *Surg Obes Relat Dis* 2009; 5(4): 476-485.
37. Gelisgen R, Zengin K, Kocael A et al.: Effects of laparoscopic gastric band applications on plasma and fundic acylated ghrelin levels in morbidly obese patients. *Obes Surg* 2012; 22(2): 299-305.
38. Sysko R, Devlin MJ, Schebendach J et al.: Hormonal responses and test meal intake among obese teenagers before and after laparoscopic adjustable gastric banding. *Am J Clin Nutr* 2013; 98(5): 1151-1161.
39. Wroblewski E, Swidnicka-Siergiejko A, Hady HR et al.: Variation in blood levels of hormones in obese patients following weight reduction induced by endoscopic and surgical bariatric therapies. *Cytokine* 2016; 77: 56-62.
40. Hallersund P, Sjöström L, Olbers T et al.: Gastric bypass surgery is followed by lowered blood pressure and increased diuresis – long term results from the Swedish Obese Subjects (SOS) study. *PLoS One* 2012; 7(11): e49696.