

Uniwersytet Medyczny w Białymstoku



Wpływ operacji laparoskopowej rękawowej resekcji żołądka na odwrócenie  
zmian metabolicznych u chorych na chorobę otyłościową

Patrycja Pawłuszewicz

**Rozprawa doktorska**

Promotor: prof. dr hab. n. med. Hady Razak Hady

I Klinika Chirurgii Ogólnej i Endokrynologicznej  
Uniwersytecki Szpital Kliniczny w Białymstoku  
Kierownik Kliniki: prof. dr hab. n. med. Jacek Waław Dadan

Białystok 2023

Medical University of Białystok



The impact of laparoscopic sleeve gastrectomy on the reversal of metabolic changes in patients with obesity

Patrycja Pawłuszewicz

**Doctoral thesis**

Supervisor: prof. dr hab. med. Hady Razak Hady

1st Clinical Department of General and Endocrine Surgery  
Clinical Hospital in Białystok

Head of Department: prof. dr hab. med. Jacek Waław Dadan

Białystok 2023

*Serdecznie dziękuję wszystkim, którzy przyczynili się do powstania tej pracy doktorskiej.*

*W szczególności chciałabym podziękować mojemu promotorowi  
prof. dr hab. n. med. Hady Razak Hady za możliwość rozwoju naukowego, wsparcie, wiele  
cennych wskazówek oraz motywację.*

*Serdecznie dziękuję zespołowi I Kliniki Chirurgii Ogólnej i Endokrynologicznej  
Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Białymstoku za pomoc w gromadzeniu materiału  
do badania oraz wsparcie,*

*Dziękuję także mojej rodzinie za nieocenione wsparcie i motywację do dalszego rozwoju.*

## Spis treści

1. Wykaz skrótów .....	5
2. Wykaz publikacji stanowiących rozprawę doktorską.....	7
3. Zestawienie publikacji .....	8
4. Wstęp .....	9
4.1. Otyłość .....	9
4.2. Zaburzenia metaboliczne .....	9
4.2.1. Metabolizm glukozy .....	10
4.2.2. Metabolizm lipidów .....	11
4.3. Powikłania otyłości i zaburzeń metabolicznych.....	12
4.4. Metody leczenia otyłości.....	13
4.4.1. Leczenie operacyjne otyłości .....	14
5. Cel pracy .....	16
6. Omówienie prac składających się na rozprawę doktorską:.....	17
6.1 Zagadnienia etyczne .....	17
6.2 Materiał i metody .....	17
6.3 Analiza statystyczna .....	18
6.4 Wyniki .....	19
7. Podsumowanie wyników .....	23
8. Wnioski .....	24
9. Publikacje stanowiące rozprawę doktorską.....	25
9.1 <i>Assessment of Lipid Balance Parameters after Laparoscopic Sleeve Gastrectomy in 1-Year Observation</i> .....	25
9.2 <i>What does the volume of stomach resected during Laparoscopic Sleeve Gastrectomy depend on and what impact does it have on postoperative results?</i> .....	35
10. Streszczenie .....	43
10.1 Streszczenie w języku polskim .....	43
10.2 Streszczenie w języku angielskim.....	44
11. Piśmiennictwo .....	46
12. Oświadczenia współautorów .....	50
13. Wykaz tabel i rycin .....	67
14. Zgoda Komisji Bioetycznej.....	68

## 1. Wykaz skrótów

apoB – apolipoproteina B

AHA (ang. American Heart Association) – Amerykańskie Stowarzyszenie Kardiologiczne

ASCVD (ang. Atherosclerotic Cardiovascular Disease) – Choroby układu sercowo-naczyniowego o podłożu miażdżycowym

BMI (ang. Body Mass Index) – wskaźnik masy ciała

CVD (ang. Cardiovascular Disease) – choroby układu sercowo-naczyniowego

DNA (ang. deoxyribonucleic acid) – Kwas deoksyrybonukleinowy

%EBL (ang. the percentage of excess BMI loss) – procentowa utrata nadmiaru BMI

%EWL (ang. the percentage of excess weight loss) – procentowa utrata nadmiaru masy ciała

GIP (ang. gastric inhibitory polypeptide) – glukozozależny polipeptyd insulinotropowy

GLP-1 (ang. glucagon-like peptide 1) – glukagonopodobny peptyd 1

HDL (ang. high density lipoprotein) – lipoproteina wysokiej gęstości

IDF (ang. International Diabetes Federation) – Międzynarodowa Federacja Diabetologiczna

IFG (ang. impaired fasting glucose) – nieprawidłowa glikemia na czczo

IGT (ang. impaired glucose tolerance) – nieprawidłowa tolerancja glukozy

IR (ang. insulin resistance) – insulinooporność

LDL (ang. low density lipoprotein) – lipoproteina o niskiej gęstości

LSG (ang. Laparoscopic sleeve gastrectomy) – laparoskopowa rękawowa resekcja żołądka

MetS (ang. Metabolic syndrome) – zespół metaboliczny

NHLBI (ang. National Heart, Lung and Blood Institute) – Narodowy Instytut Serca, Płuc i Krwi

OGTT (ang. oral glucose tolerance test) – doustny test obciążenia glukozą

RYGB (ang. roux-en-Y gastric-bypass) – ominięcie żołądkowo-jelitowe

SD (ang. standard deviation) – odchylenie standardowe

sdLDL (ang. small dense low-density lipoprotein) – małe gęste LDL

TC (ang. total cholesterol) – cholesterol całkowity

TG – trójglicerydy

%TWL (ang. the percentage of total weight loss) – procentowa utrata całkowitej masy ciała

USG (ang. Ultrasonography) – ultrasonografia

VLDL (ang. very low density lipoprotein) – lipoproteina bardzo niskiej gęstości

WHO (ang. World Health Organization) – Światowa Organizacja Zdrowia

## 2. Wykaz publikacji stanowiących rozprawę doktorską

Cykl prac wchodzących w skład rozprawy doktorskiej składa się z dwóch prac oryginalnych, które zostały opublikowane w międzynarodowych czasopismach naukowych. Łączna punktacja MNiSW wyniosła: 240.000, a współczynnik oddziaływania Imact Factor 3.900

Patrycja Pawłuszewicz, Paweł Andrzej Wojciak, Aleksander Łukaszewicz, Jan Chilmonczyk, Jerzy Robert Ładny, Klaudiusz Nadolny, Hady Razak Hady.

*Assessment of Lipid Balance Parameters after Laparoscopic Sleeve Gastrectomy in 1-Year Observation.*

Journal of Clinical Medicine. 2023; 12(12):4079.

DOI: 10.3390/jcm12124079

Impact Factor: 3.900 punktacja MNiSW:140.000

Patrycja Pawłuszewicz, Piotr Gołaszewski, Paulina Głuszyńska, Zuzanna Razak Hady, Jerzy Łukaszewicz, Jerzy Robert Ładny, Klaudiusz Nadolny, Hady Razak Hady

*What does the volume of stomach resected during Laparoscopic Sleeve Gastrectomy depend on and what impact does it have on postoperative results?*

Medical Research Journal. 2023; 8 (3): 208-215

DOI: 10.5603/MRJ.a2023.0033

Punkatacja MNiSW: 100.000

### 3. Zestawienie publikacji

<b>Rodzaj publikacji</b>	<b>Liczba</b>	<b>Impact Factor</b>	<b>Punktacja MNiSW</b>
Prace włączone do rozprawy doktorskiej	2	3.900	240.000
Prace, które nie zostały włączone do rozprawy doktorskiej	12	7.025	322.000
Streszczenia zjazdowe	13	0.000	0.000
Polski rozdział	2	0.000	8.000
<b>Razem</b>	<b>29</b>	<b>10.925</b>	<b>570.000</b>



## 4. Wstęp

### 4.1. Otyłość

Otyłość jest chorobą cywilizacyjną XXI wieku. W ostatnich dziesięcioleciach osiągnęła rozmiar pandemii. Rozwój cywilizacyjny, ekonomiczny, przemysłowy, socjalny i społeczny, który ma miejsce w ostatnich dziesięcioleciach przyczynił się do wielu pozytywnych zmian w rozwoju medycyny, wydłużenia średniej długości życia. Jednocześnie postęp ten przyczynił się do zmiany trybu życia, nieprawidłowych wzorców żywieniowych, braku aktywności fizycznej, a co za tym idzie do wzrostu odsetka osób z nadwagą i otyłością. Szacuje się, że w 2030 roku około 1 miliarda osób będzie zmagano się z problemem otyłości (1). Otyłość to nadmiernie rozwinięta tkanka tłuszczowa niekorzystnie wpływająca na zdrowie, a także choroba wymagająca intensywnego multidyscyplinarnego leczenia. Przyczyn występowania otyłości należy szukać przede wszystkim w powszechnym złym stylu życia, charakteryzującym się siedzącym trybem życia oraz nadmierną kalorycznością spożywanych pokarmów. Obserwowany w ostatnich dziesięcioleciach wzrost częstości występowania otyłości spowodował ogólnoswiatowe zainteresowanie naukowców oraz instytucji opieki zdrowotnej prowadzące do zdefiniowania otyłości jako przewlekłej, wieloczynnikowej choroby wpływającej na fizyczne, psychiczne i społeczne aspekty zdrowia człowieka (2). Otyłość wiąże się z licznymi chorobami, osobistym cierpieniem pacjenta, a także wzrostem kosztów leczenia. Badania naukowe dowodzą o etiologicznym i patogenetycznym powiązaniu otyłości z licznymi chorobami takimi jak: nadciśnienie, dyslipidemia, cukrzyca typu 2 i choroba refluksowa, miażdżycy, zespół metaboliczny, choroby układu kostno-stawowego, obturacyjny bezdech senny, depresja, zespół policystycznych jajników, bezpłodność, choroby nowotworowe i inne (3). Utrata masy ciała wpływa na poprawę przebiegu chorób współistniejących. Utrata tylko 5-10% masy ciała przyczynia się do poprawy zdrowia i jakości życia (4).

### 4.2. Zaburzenia metaboliczne

Choroba otyłościowa wiąże się z współwystępowaniem wielu zaburzeń metabolicznych. Wraz z otyłością najczęściej dochodzi do insulinooporności, cukrzycy typu 2, dyslipidemii aterogennej i nadciśnienia. Patogeneza zaburzeń metabolicznych w przebiegu choroby otyłościowej obejmuje liczne nabyte i genetyczne czynniki, wśród których główną rolę odgrywa insulinooporność i przewlekły stan zapalny o niewielkim nasileniu (5). Analiza otyłości i współwystępujących z nią chorób metabolicznych pozwoliła zdefiniować jednostkę chorobową pod nazwą zespołu metabolicznego (MetS), skupiającego w sobie zaburzenia metaboliczne mające wspólne podłoże etiopatogenetyczne. Obecnie obowiązujące kryteria

rozpoznania zespołu metabolicznego przyjęte przez International Diabetes Federation (IDF) oraz American Heart Association/National Heart, Lung and Blood Institute (AHA//NHLBI) w 2009 r. obejmują: nieprawidłowy obwód talii (zależny od grupy populacyjnej); stężenie trójglicerydów ( $>150$ mg/dl lub stosowanie leczenia hipolipemizującego); stężenie frakcji HDL cholesterolu ( $<40$  mg/dl (M),  $<50$  mg/dl (K) lub stosowane leczenie hipolipemizujące); ciśnienie tętnicze ( $\geq 130/85$  mm Hg lub stosowane leczenie hipotensyjne); glikemia na czczo ( $\geq 100$  mg/dl lub stosowane leczenie hipoglikemizujące). Aby rozpoznać zespół metaboliczny należy stwierdzić 3 z 5 powyższych kryteriów (6).

#### 4.2.1. Metabolizm glukozy

W chorobie otyłościowej dochodzi do zaburzeń metabolizmu węglowodanów. Do stanów przedcukrzycowych zaliczamy nieprawidłową glikemię na czczo (IFG) oraz nieprawidłową tolerancję glukozy (IGT). Nieprawidłowa glikemia na czczo jest pierwszym objawem zaburzeń metabolizmu węglowodanów. Rozpoznawana jest, gdy poziom glukozy na czczo mieści się w przedziale 100-126 mg/dl. Nieprawidłową tolerancję glukozy rozpoznajemy wykonując test obciążenia glukozą (OGTT), gdy po 2 godzinach od doustnego podania 75 g glukozy glikemia mieści się w przedziale 140-199 mg/dl. Cukrzycę według Polskiego Towarzystwa Diabetologicznego można rozpoznać w następujących przypadkach: glikemia przygodna  $>200$  mg/dl ze współwystępującymi objawami, dwukrotnie stwierdzona glikemia na czczo  $\geq 126$  mg/dl, glikemia po 120. minutach OGTT  $\geq 200$  mg/dl oraz wartość hemoglobiny glikowanej  $\geq 6,5\%$  (7).

Do przyczyn zaburzeń metabolizmu węglowodanowego można zaliczyć czynniki komórkowe, metaboliczne i genetyczne. Insulinooporność (IR) jest najsilniejszym czynnikiem predysponującym do rozwoju cukrzycy typu 2. Zaburzenie funkcjonowania insuliny ogranicza możliwość przyswajania glukozy z krwioobiegu przez komórki tkanki mięśniowej, tłuszczowej i wątroby. W odpowiedzi na hiperglikemię komórki  $\beta$  trzustki zwiększają wydzielanie insuliny, która w początkowym etapie stabilizuje poziom glikemii. Wraz z rozwojem insulinooporności dochodzi do wyczerpania możliwości kompensacyjnych trzustki, wzrostu glikemii, w dalszej kolejności uszkodzeniu komórek wysp trzustkowych i spadku wydzielania insuliny (8). Badania naukowe analizujące genetyczne podłoże zaburzeń metabolizmu węglowodanów pozwoliły rozpoznać liczne chromosomy, różne polimorfizmy DNA w genach i wiele wariantów genów predysponujących do rozwoju insulinooporności, zespołu metabolicznego i cukrzycy (9).

#### 4.2.2. Metabolizm lipidów

Zaburzeniem przemiany lipidów występującym w otyłości jest dyslipidemia aterogenna. W ostatnich latach częstość występowania aterogenicnej dyslipidemii znacząco wzrosła. Główny patomechanizm jej powstawania to insulinooporność. Dyslipidemia aterogenna charakteryzuje się występowaniem nie tylko ilościowych zaburzeń lipidów, ale przede wszystkim jakościowym (10). Dyslipidemia aterogenna nie daje swoistych objawów klinicznych. W celu rozpoznania zaburzeń przemiany lipidów należy wykonać badanie lipidogramu osocznego. Rozpoznanie aterogenicnej dyslipidemii stawia się w przypadku stwierdzenia: spadku stężenia osoczkowych lipoprotein o wysokiej gęstości HDL <40 mg/dl (1,0 mmol/l) u mężczyzn, <45 mg/dl (1,2 mmol/l) u kobiet lub <50 mg/dl (1,3 mmol/l) u kobiet z cukrzycą typu 2, wzrostu stężenia trójglicerydów TG >150 mg/dl (1,7 mmol/l), a także występowanie nieprawidłowych lipoprotein o niskiej gęstości (LDL) tzw. "małych gęstych" sdLDL. Obserwowane są także odchylenia w prawidłowej dystrybucji i funkcji pozostałych lipidów pod postacią wzrostu stężenia lipoprotein o bardzo niskiej gęstości VLDL i chylomikronów. W badaniach laboratoryjnych objawia się to hipertrójglicydemią (10). Dyslipidemia aterogenna przyczynia się do powstawania blaszki miażdżycowej oraz zapalenia wewnątrznaczyniowego, a w konsekwencji do powstawania chorób układu sercowo-naczyniowego. Kluczowe znaczenie w rozwoju miażdżycy mają cząsteczki lipoproteiny o niskiej gęstości (LDL). Badacze podkreślają znaczenie jakościowej budowy nad ilością lipoprotein o niskiej gęstości (LDL) w rozwoju zaburzeń sercowo-naczyniowych. Powstające w przebiegu aterogenicnej dyslipidemii „małe gęste” sdLDL są najsilniej związane z potencjałem aterogennym i uznawane są za niezależny czynnik ryzyka chorób sercowo-naczyniowych (11).

Insulinooporność i nadmiar wolnych kwasów tłuszczowych (WKT) odpowiadają za rozwój aterogenicnej dyslipidemii związanej z otyłością. W przebiegu insulinooporności dochodzi do nasilonej lipolizy oraz osłabionego wychwytu wolnych kwasów tłuszczowych, a w konsekwencji do wzrostu stężenia WKT. Nadmiar wolnych kwasów tłuszczowych prowadzi do akumulacji WKT w wątrobie, a następnie do restryfikacji do trójglicerydów. Nadmiar trójglicerydów skutkuje nasiloną syntezą lipoprotein o bardzo niskiej gęstości VLDL bogatych w TG (12). Jednocześnie w insulinooporności dochodzi do poposiłkowej hiperlipidemii. W enterocytach z egzogennych lipidów bogatych w trójglicerydy produkowane są chylomikrony. Obniżenie aktywności lipazy lipoproteinowej w przebiegu insulinooporności skutkuje obniżonym wychwytem lipidów przez adipocyty oraz kumulacją VLDL bogatych w TG oraz chylomikronów (13). Ponadto hipertrójglicydemia jest wynikiem lipogeneza w

wątrobie, która w przypadku insulinooporności nie jest hamowana (14). Wysokie stężenie VLDL bogatych w trójglicerydy prowadzi do zmian strukturalnych lipoprotein HDL i LDL, które wywierają niekorzystny efekt kliniczny. Dochodzi do wymiany estrów cholesterolu pochodzących z HDL i LDL na trójglicerydy zawarte w VLDL. Wymiana następuje przy udziale białka transportującego estry cholesterolu (CETP). Bogate w trójglicerydy lipoproteiny HDL i LDL tracą swoje właściwości (15). Powstają „małe gęste” LDL, które mają mniejsze powinowactwo do receptorów na hepatocytach, w konsekwencji utrzymują się w osoczu dłużej, a ich udowodniony potencjał miażdżycowy bezpośrednio przyczynia się do wzrostu ryzyka chorób sercowo-naczyniowych. Nieprawidłowa lipoproteina o wysokiej gęstości (HDL) jest usuwana z organizmu, a jej stężenie spada. Ponadto transport cholesterolu do wątroby jest upośledzony (12).

#### 4.3. Powikłania otyłości i zaburzeń metabolicznych.

Otyłość i zaburzenia metaboliczne z nią związane powodują liczne powikłania. Wśród najważniejszych i najczęstszych powikłań choroby otyłościowej możemy wyróżnić choroby układu sercowo-naczyniowego, cukrzycę t.2. Udowodniono związek otyłości ze wzrostem ogólnej śmiertelności i zachorowalności.

Na szczególną uwagę zasługują choroby układu sercowo-naczyniowego (CVD), ponieważ CVD są główną przyczyną zgonów na świecie w ostatnich dziesięcioleciach. Statystyki Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) pokazują, że choroby układu krążenia odpowiadały za niemal 9 milionów zgonów w 2019 roku, co odpowiada za 16% wszystkich zgonów (16). Rozwój socjoekonomiczny oraz wzrost odsetka otyłych są jednymi z przyczyn zachorowalności na choroby układu sercowo-naczyniowego. Pomimo postępów w leczeniu chorób sercowo-naczyniowych są one wciąż najczęstszą przyczyną zachorowalności i śmiertelności na świecie. Wśród chorób CVD główną składową stanowią choroby o podłożu miażdżycowym (ASCVD). Występowanie zespołu metabolicznego podwaja ryzyko wystąpienia zdarzeń sercowo-naczyniowych, a śmiertelność całkowita wzrasta 1,5-krotnie (17). Należy dołożyć wszelkich starań, aby jak najwcześniej rozpoznawać występowanie czynników ryzyka chorób sercowo-naczyniowych, w tym otyłości, i je eliminować. Rozpoczęcie skutecznego leczenia na wczesnym etapie rozwoju choroby pozwala zminimalizować lub uniknąć poważnych powikłań ze zgonem włącznie.

Kolejnym powikłaniem choroby otyłościowej jest cukrzyca typu 2. Umieralność z powodu cukrzycy znacząco wzrosła w ostatnich latach, według WHO śmiertelność wzrosła o około 70% od 2000 w stosunku do 2019 roku i obecnie znajduje się w pierwszej dziesiątce najczęstszych przyczyn zgonów (16). Przewlekły stan insulinooporności wyczerpuje możliwości kompensacyjne komórek  $\beta$  trzustki, co powoduje hiperglikemię, a w konsekwencji doprowadza do apoptozy komórek wysp trzustkowych i ostatecznie do rozwoju cukrzycy typu 2. Hiperglikemia powoduje powstawanie mikroangiopatii, co w praktyce klinicznej objawia się retinopatią, nefropatią cukrzycową czy neuropatiami. Badania wykazały, że IR i hiperglikemia mogą zwiększać ryzyko niepożądanych zdarzeń sercowo-naczyniowych, udowodniono także wpływ insulinooporności i cukrzycy typu 2 na dysfunkcję poznawczą i chorobę Parkinsona. Cukrzyca typu 2, zwłaszcza zmiany naczyniowe i neurologiczne w jej przebiegu, przyczyniają się do powstawania Zespołu Stopy Cukrzycowej oraz związanych z nim konsekwencji. Wraz z rozwojem zespołu może dochodzić do rozwoju lub pogłębienia się stanu niepełnosprawności ruchowej (18).

#### 4.4. Metody leczenia otyłości

Przyczyną zaburzeń metabolicznych jest szeroko pojęty nieprawidłowy styl życia oraz nadwaga i otyłość. Wydaje się więc, że w pierwszej kolejności efektywne oddziaływanie na styl życia ma kluczowe znaczenie w profilaktyce oraz leczeniu otyłości, zaburzeń metabolicznych i chorób współistniejących. Przede wszystkim interwencje w zakresie zdrowego odżywiania, używek, regularnej aktywności fizycznej oraz higieny snu odgrywają szczególną rolę w niefarmakologicznym leczeniu i prewencji zespołu metabolicznego (19). Leczenie otyłości powinno odbywać się w wielodyscyplinarnym zespole i obejmować metody dietetyczne, fizjoterapeutyczne, psychologiczne, terapię behawioralną. U chorych, u których podstawowe metody zachowawcze nie przyniosły zamierzonego i trwałego efektu należy rozważyć zastosowanie farmakoterapii.

Leczenie farmakologiczne jest częścią kompleksowego podejścia do pacjenta z chorobą otyłościową. Farmakoterapię należy rozważyć u pacjentów z BMI  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> lub pacjentów z BMI  $\geq 27$  kg/m<sup>2</sup> z przynajmniej jedną chorobą współistniejącą z nadmierną masą ciała, którzy nie odnieśli satysfakcjonujących korzyści z modyfikacji stylu życia. Dostępne farmaceutyki zarejestrowane w Polsce do leczenia otyłości to: inhibitor lipaz z przewodu pokarmowego (orlistat), leki działające ośrodkowo (chlorowodorek bupropionu i chlorowodorek naltreksonu), agoniści receptora glukagonopodobnego peptydu 1 (GLP-1 – liraglutyd, semaglutyd) (20). Pierwszym lekiem działającym jednocześnie na receptory GLP-1

i GIP jest tirzapatyd- niedostępny w Polsce. Badania wykazują, że tirzapatyd jest znacznie skuteczniejszy w obniżaniu hemoglobiny glikowanej i masy ciała niż selektywni agoniści GLP-1 (21).

Chorzy na chorobę otyłościową, u których stwierdzamy otyłość olbrzymią mogą być poddani operacji bariatryczno-metabolicznej po wcześniejszej kwalifikacji do zabiegu. Chirurgia bariatryczno-metaboliczna ma udowodnioną największą i najtrwalszą skuteczność leczenia otyłości olbrzymiej przy zachowanym bezpieczeństwie metody (22).

#### 4.4.1. Leczenie operacyjne otyłości

Chirurgia metaboliczno-bariatryczna jest najskuteczniejszą, bezpieczną i trwałą metodą leczenia otyłości olbrzymiej i jej powikłań, w tym zespołu metabolicznego, insulinooporności i dyslipidemii (18). Zgodnie z polskimi rekomendacjami w zakresie chirurgii bariatrycznej i metabolicznej do leczenia operacyjnego można zakwalifikować pacjentów z BMI  $\geq 40$  kg/m<sup>2</sup> lub BMI 35 - 39,9 kg/m<sup>2</sup> z przynajmniej jedną chorobą współistniejącą z otyłością, lub BMI 30 - 34,9 kg/m<sup>2</sup> i cukrzycą typu 2, której nie można prawidłowo kontrolować mimo właściwego leczenia (23). Obecnie istnieje kilkadziesiąt metod operacyjnych z zakresu chirurgii metaboliczno-bariatrycznej. Najczęściej wykonywanymi są rękawowa resekcja żołądka (LSG) oraz ominięcie żołądkowo-jelitowe gastric by-pass (RYGB); wszystkie wykonywane są w sposób laparoskopowy. Rodzaj operacji powinien być indywidualnie dobrany dla chorego, uwzględniając stan ogólny, wiek, choroby współistniejące. Przygotowanie do operacji bariatrycznej powinno obejmować edukację dotyczącą stylu życia, a także zmniejszenie przedoperacyjnej masy ciała. Prowadzi to do zmniejszenia ryzyka okołoperacyjnego, a także wiąże się z lepszymi wynikami pooperacyjnymi. Badania naukowe potwierdzają trwałe efekty utraty masy ciała oraz remisję powikłań otyłości (24). Spadek masy ciała po operacjach bariatrycznych przyczynia się między innymi do poprawy glikemii, profilu lipidowego, czyli składowych zespołu metabolicznego (25, 26). Istotnie zmniejsza się ryzyko sercowo-naczyniowe (27). Operacje metaboliczno-bariatryczne zmniejszają także ryzyko zgonu w odległej obserwacji (28). Najczęściej stosowaną metodą operacyjnego leczenia otyłości w ostatnich latach jest laparoskopowa rękawowa resekcja żołądka (LSG), która w 2016 roku stanowiła 53,6% wszystkich zabiegów chirurgii bariatryczno-metabolicznych (29). Laparoskopowa rękawowa resekcja żołądka zyskała swoją popularność ze względu na zadowalające wyniki pooperacyjne oraz bezpieczeństwo metody (30). Zmniejszenie spożycia pokarmów następuje w wyniku wielu mechanizmów: zmniejszenia pojemności żołądka, neuromodulacji oraz zmiany wydzielania hormonów odpowiedzialnych za apetyt, a także

zmiany w składzie mikroflory jelitowej (22). Badania naukowe dowodzą skuteczności laparoskopowej rękawowej resekcji żołądka w znacznej i trwałej utracie masy ciała u pacjentów z otyłością olbrzymią. LSG prowadzi również do poprawy przebiegu, a nawet ustąpienia wielu chorób współistniejących z otyłością (31). Biorąc pod uwagę potwierdzony ścisły związek masy ciała i otyłości z współchorobowością i śmiertelnością, znaczny spadek masy ciała i BMI po operacji pozwala wnioskować o niepodważalnych korzyściach zdrowotnych po LSG (18).

LSG polega na odcięciu żołądka od strony krzywizny większej żołądka staplerem liniowym na sondzie żołądkowej rozpoczynając kilka cm od odźwiernika kierując się ku kąтови Hisa. Podczas laparoskopowej rękawowej resekcji żołądka usuwanych jest około trzech czwartych objętości żołądka. Pomiar objętości wyciętego żołądka nie jest wystandaryzowany, obecnie brak jest wytycznych dotyczących najlepszej metody pomiaru objętości. Badacze mierzyli objętość resekowanej części żołądka przy pomocy różnych technik. Bekkeit zaproponował pomiar napełniając żołądek wodą i mierząc jej objętość (32). D'Ugo określił wzór matematyczny za pomocą którego określał objętość żołądka (33). Inni badacze posługiwali się tomografią komputerową w celu określenia przed i pooperacyjnej objętości żołądka (34, 35). W niniejszej rozprawie zaproponowano pomiar objętości żołądka za pomocą insuflacji dwutlenkiem węgla. Różnice w technice operacyjnej oraz metody pomiaru objętości mogą mieć istotny wpływ na późniejsze wyniki i stanowić ograniczenie w próbie porównania uzyskanych wyników między różnymi ośrodkami. Ponadto ściana żołądka jest tkanką rozciągliwą, różnice osobnicze w podatności ściany żołądka na wypełnienie nie są dostatecznie poznane i mają wpływ na pomiary objętości (36). Dane z piśmiennictwa są niespójne, jeśli chodzi o zależność objętości wyciętego żołądka od pomiarów antropometrycznych przed operacją oraz wpływu objętości wyciętego żołądka na wyniki bariatryczne i metaboliczne po operacji LSG (32, 33, 37, 38, 39). Różnice w wynikach skłaniają ku potrzebie dalszych badań nad wpływem objętości resekowanego żołądka po LSG na spadek masy ciała oraz zmiany metaboliczne przebiegające z otyłością olbrzymią.

## 5. Cel pracy

Celem niniejszej rozprawy doktorskiej jest ocena wpływu laparoskopowej rękawowej resekcji żołądka na odwrócenie zmian metabolicznych u chorych z otyłością olbrzymią, w tym:

- ocena skuteczności operacji laproskopowej rękawowej resekcji żołądka w leczeniu otyłości na podstawie utraty masy ciała, BMI, procentowej utraty całkowitej masy ciała (%TWL), procentowej utraty nadmiaru masy ciała (%EWL), procentowej utraty nadmiaru BMI (%EBL) 1, 3, 6 i 12 miesięcy po operacji;
- ocena wpływu LSG na zmiany metabolizmu lipidów oraz węglowodanów na podstawie wyników badań biochemicznych takich jak cholesterol całkowity, LDL, HDL, nie-HDL, trójglicerydy, glukozy oraz hemoglobiny glikowanej oznaczanych 1, 3, 6 i 12 miesięcy po operacji;
- analiza zależności objętości resekowanej części żołądka po LSG od pomiarów antropometrycznych przed zabiegiem takich jak masa ciała wzrost, BMI oraz powierzchnia ciała, a także ocena wpływu objętości resekowanego żołądka na wyniki bariatryczne oraz zmiany metaboliczne w rocznej obserwacji.



## 6. Omówienie prac składających się na rozprawę doktorską:

Pierwszą pracą składającą się na rozprawę doktorską stanowi praca: „*Assessment of Lipid Balance Parameters after Laparoscopic Sleeve Gastrectomy in 1-Year Observation*”. Celem pracy była ocena poprawy metabolizmu lipidów u pacjentów z chorobą otyłościową po operacji rękawowej resekcji żołądka w rocznej obserwacji. Ponadto oceniano skuteczność leczenia otyłości i spadku masy ciała u operowanych chorych. Druga praca oryginalna wchodząca w cykl prac w przewodzie doktorskim nosi tytuł: „*What does the volume of stomach resected during Laparoscopic Sleeve Gastrectomy depend on and what impact does it have on postoperative results?*”. Celem pracy było określenie czy objętość resektowanej podczas laparoskopowej rękawowej resekcji żołądka części żołądka jest zależna od przedoperacyjnych pomiarów antropometrycznych pacjentów z chorobą otyłościową oraz jaki wpływ na wyniki pooperacyjne ma objętość wyciętego żołądka.

### 6.1 Zagadnienia etyczne

Wszystkie procedury przeprowadzone w ramach pracy doktorskiej były zgodne z normami etycznymi Kodeksu Etyki Lekarskiej oraz z Deklaracją Helsińską z 1964 roku z jej późniejszymi poprawkami. Badania uzyskały akceptację Komisji Bioetycznej Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku (Nr R-I-002/248/2018).

### 6.2 Materiał i metody

Oba włączone do rozprawy doktorskiej badania obejmowały 196 chorych z chorobą otyłościową operowanych metodą laparoskopowej rękawowej resekcji żołądka w I Klinice Chirurgii Ogólnej i Endokrynologicznej Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Białymstoku. Pacjenci zostali indywidualnie zakwalifikowani do leczenia operacyjnego metodą laparoskopowej rękawowej resekcji żołądka zgodnie z wytycznymi Sekcji Chirurgii Metabolicznej i Bariatrycznej Towarzystwa Chirurgów Polskich. Każdy pacjent wyraził świadomą i dobrowolną zgodę na leczenie operacyjne oraz udział w badaniu.

Dane demograficzne, biometryczne i kliniczne dotyczące pacjentów z grupy badanej pozyskiwane były prospektywnie w dniu zabiegu operacyjnego oraz w ramach ambulatoryjnych wizyt pooperacyjnych, na które pacjenci zgłaszali się 1, 3, 6 i 12 miesięcy po przebyciu operacji LSG. Podczas wizyt kontrolnych pobierano także próbki krwi w celu oznaczenia poddanych analizie parametrów biochemicznych takich jak cholesterol całkowity, LDL, HDL i trójglicerydy, glikemia na czczo oraz hemoglobina glikowana.

Do badania włączono 107 mężczyzn (54,6%) oraz 89 kobiet (45,4%). Średni wiek pacjentów w grupie badawczej wynosił 44,9 lat, najmłodszy pacjent miał 21 lat, a najstarszy 66 lat. Mediana wartości BMI w dniu operacji wynosiła 47,7 kg/m<sup>2</sup>. W grupie badanej 30 pacjentów (15,3%) zgłosiło hipercholesterolemię jako chorobę współistniejącą przed operacją, a 43 pacjentów (21,9%) przyjmowało leki hipolipemizujące, w badaniach laboratoryjnych kryteria dyslipidemii aterogennej spełniało 101 pacjentów (51,5%) z hipertrójglicydemią (TG>150 mg/dl); u 25 kobiet (28,1%) stwierdzono stężenie HDL poniżej 40 mg/dl, 74 mężczyzn (69,2%) miało stężenie HDL <45 mg/dl. Przed operacją zaburzenia glikemii zgłosiło 5 chorych (2,6%), cukrzycę t.2 miało rozpoznaną 38 pacjentów (19,4%), a leki hipoglikemizujące przyjmowało 40 pacjentów (20,4%). W badaniach laboratoryjnych nieprawidłową glikemię na czczo stwierdzono przed zabiegiem u 88 pacjentów (44,9%), u 6 pacjentów (3,1%) glikemia była powyżej 200mg/dl, a u 45 chorych (22,9%) stwierdzono HbA1C≥6,5%.

Operacja laparoskopowej rękawowej resekcji żołądka została przeprowadzona przez jeden zespół operacyjny w wystandaryzowany sposób, aby zminimalizować błędy związane z techniką operacyjną. Rękawowa resekcja żołądka wykonywana była na sondzie o średnicy 36 F staplerem liniowym 60 mm, rozpoczynając ok. 6 cm od odźwiernika. Objętość resekowanej części żołądka była mierzona w jednakowy sposób we wszystkich przypadkach. Bezpośrednio po operacji po usunięciu żołądka z jamy otrzewnej, po wprowadzeniu igły Veresa do światła żołądka, żołądek napompowano CO<sub>2</sub> pod ciśnieniem 15 mm Hg przy pomocy insuflatora Olympus.

### 6.3 Analiza statystyczna

Zebrane dane analizowano za pomocą oprogramowania STATA 13.0. Wartości zmiennych mierzalnych obserwowanych w grupie badanej dla poszczególnych parametrów poddanych analizie statystycznej przedstawiono jako średnie z odchyleniami standardowymi (SD) lub jako mediany z przedziałami międzykwartylowymi, stosowanie do przypadku. Porównania statystycznego zmiennych policzalnych dokonano za pomocą powtarzalnych pomiarów testem Wilcoxona z wielokrotnym porównywaniem zmiennych post-hoc. Ponadto oceniano korelację zmiennych przy pomocy współczynnika Pearsona. Analizowane zmienne uznawano za istotne statystycznie przy poziomie istotności  $P \leq 0,05$ .

## 6.4 Wyniki

Objętość wyciętego podczas operacji rękawowej resekcji żołądka wyniosła średnio 860,2 ml, odchylenie standardowe wyniosło 239,8 ml, najmniejsza objętość to 400 ml, a największa 1800 ml. U kobiet średnia objętość wyniosła 794,4 ml SD 236,6 ml, u mężczyzn - 914,9 ml SD 229,4 ml. Różnica objętości w zależności od płci była istotna statystycznie.

Zbadano korelację objętości wyciętego żołądka ze wzrostem, przedoperacyjną masą ciała, BMI oraz powierzchnią ciała. Analiza wykazała istotny statystycznie związek objętości resekowanego żołądka ze wzrostem, masą ciała oraz powierzchnią ciała, natomiast brak jest korelacji z przedoperacyjnym BMI. Wyniki przedstawiono w Tabeli 1.

**Tabela 1. Korelacja objętości resekowanego żołądka z pomiarami antropometrycznymi przed operacją.**

	wzrost	Masa ciała	BMI	Powierzchnia ciała
Objętość wyciętego żołądka	$R^2 = 0.0546$ $p = 0.0010$	$R^2 = 0.0443$ $p = 0.0031$	$R^2 = 0.0060$ $p = 0.2810$	$R^2 = 0.0601$ $p = 0.0005$

Następnie poddano analizie statystycznej korelację objętości resekowanego żołądka z bariatrycznymi wykładnikami skuteczności operacji rękawowej resekcji żołądka takimi jak procentowy spadek nadmiaru BMI (%EBL), nadmiaru masy ciała (%EWL) oraz procentowego spadku całkowitej masy ciała (%TWL) po 12 miesiącach obserwacji. Nie wykazano istotnych statystycznie korelacji objętości usuniętego żołądka z pooperacyjnym spadkiem masy ciała wyrażonym pod postacią procentowego spadku nadmiaru BMI, nadmiaru masy ciała oraz procentowego spadku całkowitej masy ciała. Wyniki przedstawiono w Tabeli 2.

**Tabela 2. Korelacja objętości resekowanego żołądka z parametrami bariatrycznymi po 12 miesiącach po LSG.**

	%EBL	%EWL	%TWL
Objętość wyciętego żołądka	$R^2 = 0.0030$ $p = 0,4483$	$R^2 = 0.0026$ $p = 0.4755$	$R^2 = 0.0002$ $p = 0.8490$

Analizie podano parametry bariatryczne po operacji LSG w rocznej obserwacji. Wyniki przedstawiono w tabeli 3. Stwierdzono, że średnia wartość wskaźnika BMI wśród pacjentów poddanych operacji zmniejszyła się o 14,6 kg/m<sup>2</sup> w stosunku do średniego wyjściowego BMI w ciągu 12 miesięcy. Na końcu 1 - rocznego okresu objętego badaniem, średnia wartość BMI w grupie badanej wyniosła 33,7 kg/m<sup>2</sup>. Zoperowani chorzy w ciągu 1 roku po zabiegu utracili średnio około 1/3 swojej całkowitej, wyjściowej masy ciała, co stanowiło około 66% ich nadmiaru BMI wynikającego z otyłości.

**Tabela 3. Zmiany parametrów bariatrycznych w 1-rocznej obserwacji.**

	Przed operacją	1 miesiąc	3 miesiące	6 miesięcy	12 miesięcy
	średnia	średnia	średnia	średnia	średnia
Masa ciała (kg)	145.7 ± 25.0	129.3 ± 22.7 *	117.4 ± 21.1 *	106.5 ± 20.8 *	101.4 ± 20.6 *
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	48.3 ± 6.8	42.9 ± 6.3 *	39,0 ± 6.1 *	35.4 ± 6.0 *	33.7 ± 6.0 *
%EBL		24.3 ± 6.6 *	42.2 ± 10.7 *	58.4 ± 14.8 *	66.0 ± 17.5 *
%EWL		21.6 ± 5.5 *	37.5 ± 8.8 *	51.9 ± 12.2 *	58.7 ± 14.6 *
%TWL		11.2 ± 2.5 *	19.5 ± 3.6 *	27.0 ± 5.2 *	30.5 ± 6.3 *

\*  $p < 0.05$ —istotne statystycznie

Następnie poddano analizie zmiany lipidogramu osoczowego oraz glikemii i hemoglobiny glikowanej. W tym celu dokonano powtarzalnych oznaczeń glukozy, HbA1C, cholesterolu całkowitego (TC), trójglicerydów (TG), lipoproteiny wysokiej gęstości (HDL), lipoproteiny niskiej gęstości (LDL) oraz wyliczono poziom wszystkich lipoprotein związanych z apo-B (tzw. frakcja nie-HDL = TC - HDL) podczas wizyt kontrolnych pacjentów objętych badaniem w 1-wszym, 3-cim, 6-tym i 12-tym miesiącu po zabiegu laparoskopowej rękawowej resekcji żołądka. Tabela 4. Należy zauważyć, że po 12 miesiącach od zabiegu LSG uzyskano spadek

średniego stężenia glukozy poniżej 100 mg/dl oraz TG znacznie poniżej wartości progowej 150 mg/dl, natomiast stężenie HDL-C wzrosło powyżej pożądaných 50 mg/dl. Liczba pacjentów z  $HbA1C \geq 6,5\%$  obniżyła się z 45 do 3 po 12 miesiącach od operacji, a glikemii powyżej 200 mg/dl nie obserwowano. Ponadto hipertrójglicydemię  $TG > 150$  mg/dl wykazano tylko u 31 pacjentów po roku od LSG (przed zabiegiem 101 przypadków). Zaobserwowano spadek ilości pacjentów z nieprawidłowym stężeniem HDL z 99 do 22. Zatem operacja ta okazała się być skuteczna w leczeniu zaburzeń metabolizmu węglowodanów i lipidów.

**Tabela 4. Zmiany stężenia glukozy, HbA1C, cholesterolu całkowitego, LDL, HDL, nie-HDL i TG.**

	Przed operacją	1 miesiąc	3 miesiące	6 miesięcy	12 miesięcy
Glukoza [mg/dl]	122.2±30,1	109.0±19,2*	104.3±17,1*	101.6±13,3*	97.1±14,2*
HbA1C [%]	6.2±0,9	5.7±0,6*	5.4±0,5*	5.3±0,4*	5.2±0,4*
TC [mg/dL]	192.5 ± 37.8	170.5 ± 36.2 *	172.1 ± 28.8 *	175.0 ± 30.5 *	175.9 ± 34.0 *
LDL [mg/dL]	123.8 ± 31.2	115.2 ± 32.3 *	114.0 ± 25.9 *	116.7 ± 29.2 *	109.3 ± 33.0 *
HDL [mg/dL]	44.0 ± 8.7	36.8 ± 6.9 *	43.0 ± 7.5 *	49.9 ± 10.6 *	58.3 ± 15.5 *
Nie-HDL [mg/dL]	148.6 ± 37.8	133.7 ± 36.5 *	129.2 ± 28.2 *	125.2 ± 31.1 *	117.5 ± 35.4 *
TG [mg/dL]	169.1 ± 94.9	146.3 ± 50.8 *	123.8 ± 40.1 *	109.9 ± 43.8 *	101.7 ± 47.5 *

\*  $p < 0.05$ —istotne statystycznie

Zbadano również korelację pomiędzy zmianami stężeń cholesterolu całkowitego oraz frakcji LDL, HDL, nie-HDL oraz trójglicerydów a efektami bariatrycznymi uzyskanymi po 12 miesiącach po operacji BMI, %EWL, %EBL, %TWL. Tabela 5. Nie obserwowano korelacji między efektami bariatrycznymi a zmianą stężeń cholesterolu całkowitego, lipoprotein o niskiej gęstości LDL, nie-HDL, ani trójglicerydów. Wykazano korelację między BMI oraz %EWL i %EBL 12 miesięcy po zabiegu, a zmianą stężenia lipoproteiny o wysokiej gęstości HDL.

**Tabela 5. Korelacja między zmianami stężeń lipidów a zmianami parametrów bariatrycznych po 12 miesiącach.**

	$\Delta$ TC	$\Delta$ LDL	$\Delta$ HDL	$\Delta$ non-HDL	$\Delta$ TG
BMI	$R^2=0.0001$ $p=0.8793$	$R^2=0.0022$ $p=0.5171$	$R^2=0.218$ $p=0.0389$	$R^2=0.019$ $p=0.5482$	$R^2=0.0069$ $p=0.2485$
%EBL	$R^2=0.0024$ $p=0.4987$	$R^2=0.0006$ $p=0.7329$	$R^2=0.0245$ $p=0.0284$	$R^2=0.0001$ $p=0.8919$	$R^2=0.0000$ $p=0.9414$
%EWL	$R^2=0.0028$ $p=0.4622$	$R^2=0.0003$ $p=0.8081$	$R^2=0.0213$ $p=0.0413$	$R^2=0.0000$ $p=0.9798$	$R^2=0.0003$ $p=0.8132$
%TWL	$R^2=0.0045$ $p=0.3496$	$R^2=0.0010$ $p=0.6661$	$R^2=0.0073$ $p=0.2352$	$R^2=0.0012$ $p=0.6340$	$R^2=0.0112$ $p=0.1405$

Oceniano korelację objętości wyciętego podczas rękawowej resekcji żołądka na zmianę parametrów gospodarki węglowodanowej oraz lipidowej po 12 miesiącach od zabiegu. Wykazano istotnie statystycznie korelacje objętości żołądka ze zmianą odsetka hemoglobiny glikowanej (HbA1C) oraz stężenia lipoproteiny o wysokiej gęstości (HDL) przed i po 12 miesiącach obserwacji. Zmiana stężenia glukozy oraz cholesterolu całkowitego, lipoproteiny o niskiej gęstości (LDL) oraz nie-HDL i trójglicerydów nie koreluje z objętością wyciętego żołądka. Wyniki przedstawiono w tabeli 6.

**Tabela 6. Korelacja między objętością resekowanego żołądka a zmianami stężeń glukozy i lipidów po 12 miesiącach po LSG.**

	$\Delta$ Glukoza	$\Delta$ HbA1C	$\Delta$ TC	$\Delta$ LDL	$\Delta$ HDL	$\Delta$ Non-HDL	TG
Objętość wyciętego żołądka	$R^2=0.0023$ $p=0,0023$	$R^2=0.0203$ $p=0,0203$	$R^2=0.0074$ $p=0,2293$	$R^2=0.0039$ $p=0,3870$	$R^2=0.0875$ $p=0,0000$	$R^2=0.0006$ $p=0,7399$	$R^2=0.0160$ $p=0,0770$

## 7. Podsumowanie wyników

Przedstawione w niniejszej rozprawie doktorskiej wyniki badań dotyczące wpływu operacji laparoskopowej rękawowej resekcji żołądka na poprawę parametrów metabolicznych u chorych z chorobą otyłościową potwierdzają skuteczność LSG w leczeniu otyłości olbrzymiej.

Laparoskopowa rękawowa resekcja żołądka wpływa na poprawę zaburzeń metabolicznych, poprawę profilu lipidowego oraz metabolizmu węglowodanów. LSG poprawia metabolizm lipidów w sposób niezależny od utraty masy ciała, obniżając stężenia cholesterolu całkowitego, lipoproteiny o niskiej gęstości LDL, nie-HDL, trójglicerydów oraz podnosząc stężenie lipoproteiny o wysokiej gęstości HDL. Laparoskopowa rękawowa resekcja żołądka powoduje istotny spadek stężenia glukozy oraz odsetka hemoglobiny glikowanej.

Wykazano korelację objętości wyciętego podczas operacji laparoskopowej rękawowej resekcji żołądka z przedoperacyjną masą ciała, wzrostem i powierzchnią ciała. Nie stwierdzono zależności między objętością resekowanego żołądka a przedoperacyjnym BMI. Nie wykazano korelacji między objętością wyciętego podczas operacji LSG żołądka a wynikami bariatrycznymi w 12 miesiącu obserwacji, takimi jak procentowa utrata nadmiaru masy ciała (%EWL), procentowa utrata nadmiaru BMI (%EBL) czy procentowa utrata całkowitej masy ciała (%TWL). Wykazano korelację objętości wyciętego podczas operacji LSG żołądka ze zmianą odsetka hemoglobiny glikowanej HbA1C oraz zmianą stężenia lipoproteiny o wysokiej gęstości HDL cholesterolu po 12-miesięcznej obserwacji. Nie zaobserwowano zależności objętości resekowanego żołądka ze zmianami stężenia glukozy, cholesterolu całkowitego, LDL, nie-HDL oraz trójglicerydów.

## 8. Wnioski

Przedstawione w niniejszej rozprawie doktorskiej dane pozwoliły wyciągnąć następujące wnioski:

- Laparoskopowa rękawowa resekcja powoduje znaczną redukcję masy ciała u pacjentów z otyłością olbrzymią.
- Laparoskopowa rękawowa resekcja żołądka prowadzi do poprawy zaburzeń metabolicznych obejmujących poprawę parametrów gospodarki lipidowej i węglowodanowej; urata masy ciała i BMI mają wpływ na zmianę stężenia lipoproteiny o wysokiej gęstości (HDL), jednocześnie brak jest związku efektów bariatrycznych ze zmianą stężeń cholesterolu całkowitego, LDL, nie-HDL oraz trójglicerydów.
- Objętość resekowanego żołądka po LSG jest zależna od przedoperacyjnej masy ciała, wzrostu i powierzchni ciała, ale nie wpływa na wyniki bariatryczne.
- Objętość żołądka wyciętego podczas operacji LSG wpływa na zmianę odsetka hemoglobiny glikowanej oraz stężenia lipoproteiny o wysokiej gęstości (HDL), jednocześnie brak jest zależności objętości żołądka ze zmianami stężeń glukozy, cholesterolu całkowitego, LDL, nie-HDL oraz trójglicerydów.



## 9. Publikacje stanowiące rozprawę doktorską

Article

### Assessment of Lipid Balance Parameters after Laparoscopic Sleeve Gastrectomy in 1-Year Observation

Patrycja Pawluszewicz <sup>1,\*</sup>, Paweł Andrzej Wojciak <sup>2</sup>, Aleksander Łukaszewicz <sup>1</sup>, Jan Chilmonczyk <sup>1</sup>,  
Jerzy Robert Ładny <sup>1,3</sup>, Klaudiusz Nadolny <sup>4</sup> and Hady Razak Hady <sup>1</sup>

<sup>1</sup> 1st Department of General and Endocrine Surgery, Medical University of Białystok, 15-276 Białystok, Poland; ladnyjr@wp.pl (J.R.L.); hadyrazakh@wp.pl (H.R.H.)

<sup>2</sup> Surgical Ward, General Hospital, 18-200 Wysokie Mazowieckie, Poland

<sup>3</sup> Department of Emergency Medicine, Medical University of Białystok, 15-089 Białystok, Poland

<sup>4</sup> Faculty of Medicine, Katowice School of Technology, 40-555 Katowice, Poland; klaudiusz.nadolny@wst.pl

\* Correspondence: p.pawluszewicz@gmail.com

**Abstract:** **Introduction:** Currently, the increase in the percentage of obese people observed along with the development of civilization, reaching the level of a global pandemic, has forced a search for methods of effective and permanent obesity treatment. Obesity is a multifactorial disease; it coexists with many disease entities and requires multidisciplinary treatment. Obesity leads to metabolic changes in the form of metabolic syndromes, which include, among others, atherogenic dyslipidemia. The proven relationship between dyslipidemia and cardiovascular risk enforces the need to effectively improve the lipid profile of obese patients. Laparoscopic sleeve gastrectomy is a method of surgical treatment of morbid obesity which improves bariatric and metabolic parameters. The aim of the study was to assess the effectiveness of laparoscopic sleeve gastrectomy (LSG) at improving lipid profile parameters upon a 1-year follow up. **Material and Methods:** Bariatric parameters of 196 patients who underwent laparoscopic sleeve gastrectomy as well as the lipid profile of total cholesterol (TC), high-density lipoprotein (HDL), low-density lipoprotein (LDL), non-HDL, and triglycerides (TG) in a 1-year observation were analyzed. **Results:** Improvements in bariatric parameters were observed in patients after LSG. Total cholesterol, low-density lipoprotein (LDL), triglycerides and non-HDL level decreases were observed along with an increase in high-density lipoprotein (HDL) cholesterol levels. **Conclusions:** Sleeve gastrectomy is an effective method of treating obesity and improving the lipid profile in obese patients.

**Keywords:** obesity; sleeve gastrectomy; atherogenic dyslipidemia; lipid metabolism



**Citation:** Pawluszewicz, P.; Wojciak, P.A.; Łukaszewicz, A.; Chilmonczyk, J.; Ładny, J.R.; Nadolny, K.; Razak Hady, H. Assessment of Lipid Balance Parameters after Laparoscopic Sleeve Gastrectomy in 1-Year Observation. *J. Clin. Med.* **2023**, *12*, 4079. <https://doi.org/10.3390/jcm12124079>

Academic Editor: Giuseppe Nisi

Received: 21 April 2023

Revised: 12 June 2023

Accepted: 14 June 2023

Published: 16 June 2023



**Copyright:** © 2023 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

#### 1. Introduction

Currently, the observed increase in the incidence of obesity is caused by global development and progress in all areas of civilization, in particular economic, industrial, infrastructure, social and cultural. The prevalence of obesity in the last twenty years has reached the level of a global pandemic, has made it one of the main issues and directions of the activities of all world public health organizations and is treated as a civilization disease, with huge socioeconomic and psychosocial importance [1]. Many years of research on obesity revealed its etiological and pathogenetic connection with many common diseases, such as cardiovascular disease, including atherosclerosis, hypertension, insulin-dependent diabetes, dyslipidemia, obstructive sleep apnea, bone and joint disease, depression, some types of cancer, reproductive system diseases and others [2,3].

The understanding of the relationship between obesity and other frequent metabolic co-morbidities has led to the definition of a new disease entity—metabolic syndrome. Currently applicable criteria for recognizing metabolic syndrome adopted by the International Diabetes Federation (IDF) and American Heart Association/National Heart, Lung and Blood Institute (AHA/ NHLBI) in 2009 include abnormal waist circumference (depending

on the population); abnormal triglyceride concentration ( $>150$  mg/dL or the use of hypolipular treatment; abnormal HDL cholesterol fraction ( $<40$  mg/dL (M),  $<50$  mg/dL (K) or hypolipemic treatment used); abnormal arterial pressure ( $\geq 130/85$  mm Hg or hypotensive treatment used); fasting glycemia ( $\geq 100$  mg/dL) or use of hypoglycemic treatment. To recognize metabolic syndrome, the presence of three out of the five criteria [4] should be determined.

Analysis of the issues of pathological obesity and metabolic syndrome in terms of co-morbidity leads to the conclusion that they are a significant factor promoting the development of cardiovascular diseases, increasing the risk of the occurrence of myocardial infarction 2.5-fold, causing a 1.5-fold increase in total mortality and 2-fold increase in the frequency of all cardiovascular incidents, including brain stroke [5]. The proven fact is that the prevalence of this syndrome in the world population is increasing and reaches levels that allow us to treat it as a problem and disease threatening public health and civilization [6]. Metabolic syndrome occurs in a world population with a frequency of about 20 to even 40%, depending on the analyzed region and/or ethnic group and the age of patients. The occurrence of MS has a tendency to grow over time and gives disturbing prognoses regarding the frequency of its occurrence in the future; it is more common in women than in men, and its frequency increases significantly with age [7].

Lipid balance disorders are one of the main diseases coexisting with obesity and metabolic syndrome. Patients with abdominal obesity are more highly exposed to atherogenic dyslipidemia, which is associated with an increased risk of cardiovascular diseases with atherosclerotic disease and an increased risk of morbidity and mortality due to cardiovascular disease [8,9]. Research and treatment focus on improving lipid profiles in the pursuit of a potential reduction in diseases related to the cardiovascular system. To diagnose dyslipidemia in metabolic syndrome, practitioners are required to find disorder in triglyceride and lipoprotein concentrations in patient plasma: a TG concentration of  $\geq 150$  mg/dL and/or HDL concentration of  $<40$  mg/dL (m) and  $<50$  mg/dL (k). However, in the course of obesity and metabolic syndrome, deviations in the concentration and functions of other lipids are also observed, such as an increase in the concentration of very low lipoproteins of VLDL and chylomikrone, as well as of LDL.

The pathomechanism of the development of atherogenic dyslipidemia in metabolic syndrome is closely associated with insulin resistance and an excess of free fatty acids in the bloodstream. The accumulation of free fatty acids is the result of, among others, an intensified course of insulin resistance, lipolysis and their lowered uptake at the level of adipocytes. The excess of free fatty acids results in their accumulation in the liver, re-estriification into triglycerides and the intensified synthesis of TG-rich lipoprotein molecules with very-low-density VLDL [10]. At the same time, the influx of lipids supplied through food is higher in the case of insulin resistance than that in healthy subjects, which results in the phenomenon of postprandial hyperlipidemia. Exogenous lipids enter the bloodstream in the form of chylomikrone molecules, produced in enterocytes. Postable hyperlipidemia is also closely related to changes in the course of insulin resistance, because chylomikrons and VLDL are used in the same metabolic pathways [11].

The third factor increasing triglyceridemia is hepatic lipogenesis *de novo*, which is not inhibited in the case of insulin resistance and results in TG [12] increases. Hypertriglyceridemia associated with a high concentration of VLDL-1 stimulates adverse, biochemical changes in HDL and LDL lipoproteins. The process of replacing cholesterol esters with HDL and LDL for triglycerides from VLDL takes place through the cholesteryl ester transfer protein (CETP). As a result, the amount of cholesterol esters increases in VLDL, and the number of triglycerides increases in HDL and LDL. Furthermore, in the liver through the hepatic lipase, "small and dense" HDL and LDL [13] are created from these overloaded TG lipoproteins. Structurally abnormal HDL loses the possibility of cholesterol return transport from tissues (including blood vessels) to the liver, and also has a high plasma clearance, which is why it is quickly removed from the bloodstream and its concentration

decreases. Small and dense LDL (SDLDL), on the other hand, has less affinity for receptors on hepatocytes than does normal LDL, which causes its longer maintenance in plasma [10].

## 2. Material and Methods

The aim of the study was to assess the effectiveness of LSG in the treatment of obesity, weight loss based on BMI, %TWL, %EWL, %EBMI examined after 1, 3, 6 and 12 months of observation and the assessment of LSG effectiveness in the treatment of dyslipidemia based on a change in total cholesterol, LDL, HDL, non-HDL and triglyceride concentrations.

Demographic, biometric and clinical data on patients from the study group were obtained prospectively on the day of surgery and as part of outpatient postoperative visits, which patients attended 1 month, 3 months, 6 months and 1 year after LSG. During these visits, blood samples were also taken in order to analyze laboratory and biochemical parameters.

The study group included 196 patients who underwent laparoscopic sleeve gastrectomy in our Department in 2016–2020 with complete data gathered during 12-month postoperative observation. A total of 107 men (54.6%) and 89 women (45.4%) were included in the study. The average age of patients in the study group was 44.9 years; the youngest patient was 21 years old, and the oldest was 66 years old. The median BMI value on the day of the operation was 47.7 kg/m<sup>2</sup>. A total of 30 (15.3%) patients reported hypercholesterolaemia as a comorbidity upon preoperative examination. In total, 43 (21.9%) patients were taking hypolipidemic drugs before surgery.

In terms of the statistical analysis, collected data were analyzed using STATA 13.0 software. Measurable variables observed in the study group for individual parameters subjected to statistical analysis are presented as averages with standard deviations (SD) or as a medians with interquartile intervals, according to each case. Statistical comparisons of measurable variables were conducted using repetitive measurements with a Wilcoxon test with multiple comparisons of post hoc variables. Pearson's coefficient was used to evaluate the correlation of variables. Analyzed variables were considered statistically significant at the level of significance of  $p \leq 0.05$ .

## 3. Results

The weight reduction rate as a result of LSG, analyzed on the basis of changes in bariatric parameters in the intervals of postoperative observation, is presented in Table 1. The results of body weight reduction analysis observed after laparoscopic sleeve gastrectomy are also reported. At the end of the 1-year follow up, the average BMI in the study group was 33.7 kg/m<sup>2</sup>.

**Table 1.** Changes in bariatric parameters in 1-year follow-up.

	Before the Surgery	1 Month	3 Months	6 Months	12 Months
		Mean	Mean	Mean	Mean
Body mass (kg)	145.7 ± 25.0	129.3 ± 22.7 *	117.4 ± 21.1 *	106.5 ± 20.8 *	101.4 ± 20.6 *
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	48.3 ± 6.8	42.9 ± 6.3 *	39.0 ± 6.1 *	35.4 ± 6.0 *	33.7 ± 6.0 *
%EBL		24.3 ± 6.6 *	42.2 ± 10.7 *	58.4 ± 14.8 *	66.0 ± 17.5 *
%EWL		21.6 ± 5.5 *	37.5 ± 8.8 *	51.9 ± 12.2 *	58.7 ± 14.6 *
%TWL		11.2 ± 2.5 *	19.5 ± 3.6 *	27.0 ± 5.2 *	30.5 ± 6.3 *

\*  $p < 0.05$ —statistically significant.

The dynamics of weight loss in the group were similar in the observation intervals between 0 and 1 month, 1 and 3 months and 3 and 6 months, while in the interval between 6 and 12 months it slightly decelerated. Throughout the postoperative observation, a positive trend was maintained for body weight reduction, which was expressed as a negative trend of mean BMI values and positive trends of increases in the values of %TWL, %EWL and %EBL. Operated patients within 1 year after the procedure lost an average of

about 1/3 of their total, initial body weight, which accounted for about 66% of their excess BMI resulting from obesity.

Furthermore, the plasma lipidogram was analyzed. For this purpose, repetitive determinations were conducted on total cholesterol (TC), triglycerides (TG), high-density lipoprotein (HDL-C), low-density lipoprotein (LDL-C) and the level of all lipoproteins associated with AP-B (non-HDL = TC-HDL-C) during the follow-up visits of patients in the 1st, 3rd, 6th and 12th month after laparoscopic sleeve surgery.

Before operation, only 30 (15.3%) patients reported dyslipidemia as a comorbidity but 86 (43.9%) patients had a HDL concentration of < 50 mg/dL (M) or a HDL concentration of < 40 mg/dL (K) and 112 (57.1%) had a triglyceride concentration of >150 mg/dL.

The final determinations of the plasma lipid profile of patients undergoing LSG surgery after 1 year from the procedure showed an average TC concentration of 175.9 mg/dL, so it decreased by 16.6 mg/dL in relation to the preoperative value. The level of the LDL-C fraction finally reached an average of 109.3 mg/dL, i.e., it was 14.5 mg/dL lower than the preoperative value.

The average TG concentration in plasma significantly decreased from 148.6 mg/dL to 117.5 mg/dL. However, the average concentration of high-density lipoprotein fraction increased to 58.3 mg/dL, and at the end of the observation it was 14.3 mg/dL higher than that before LSG. The level of non-HDL lipoproteins in the plasma of examined patients at the end of the observation was 117.5 mg/dL and it was lower than the initial value by 31.1 mg/dL. All changes observed in this group of patients in the lipid balance parameters after 12 months were statistically significant ( $p < 0.05$ ). The aforementioned changes in the lipid profile of patients after LSG are presented in Table 2 and Figures 1–5.

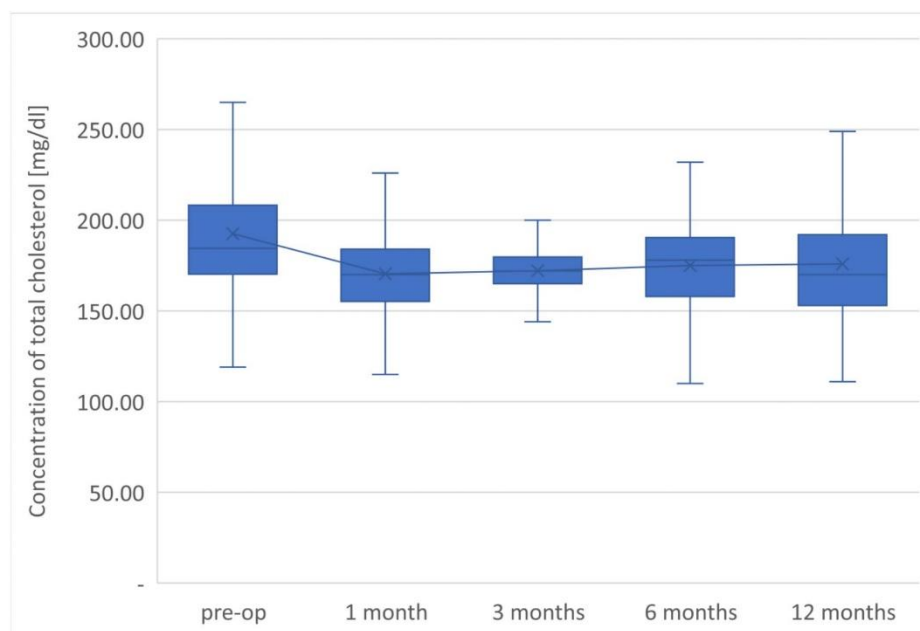


Figure 1. Changes in concentration of total cholesterol after LSG upon 12-month follow up.

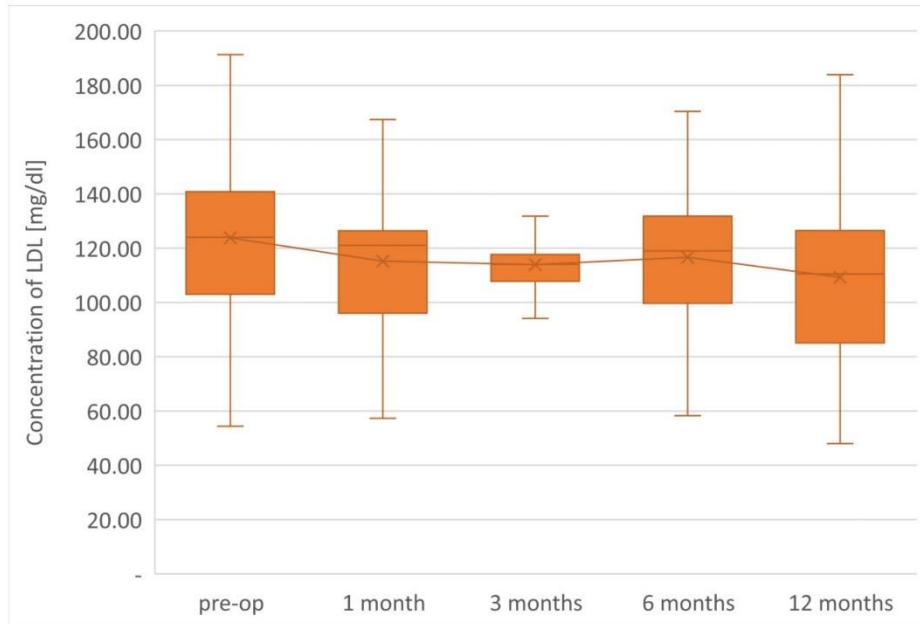


Figure 2. Changes in concentration of LDL after LSG upon 12-month follow up.

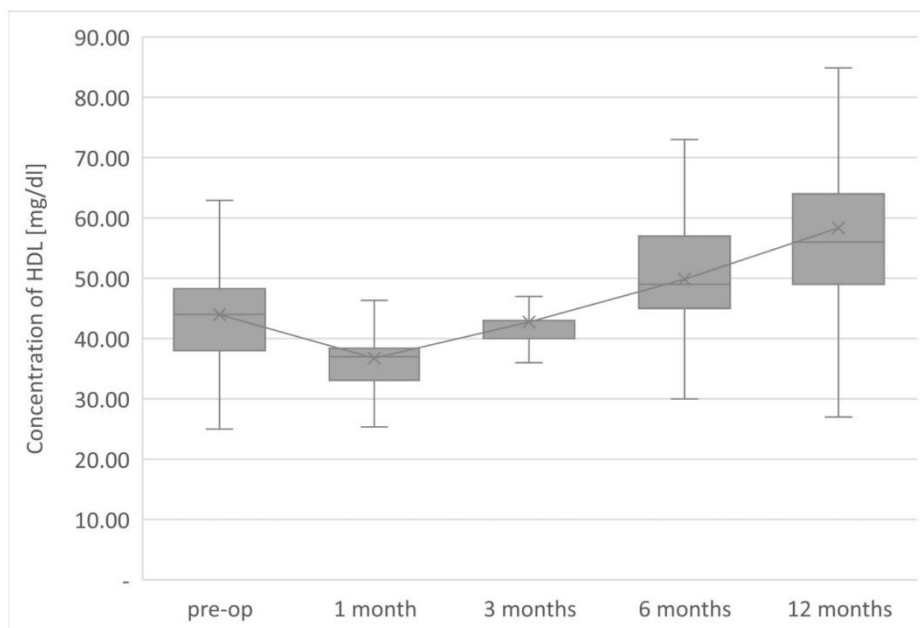


Figure 3. Changes in concentration of HDL after LSG upon 12-month follow up.

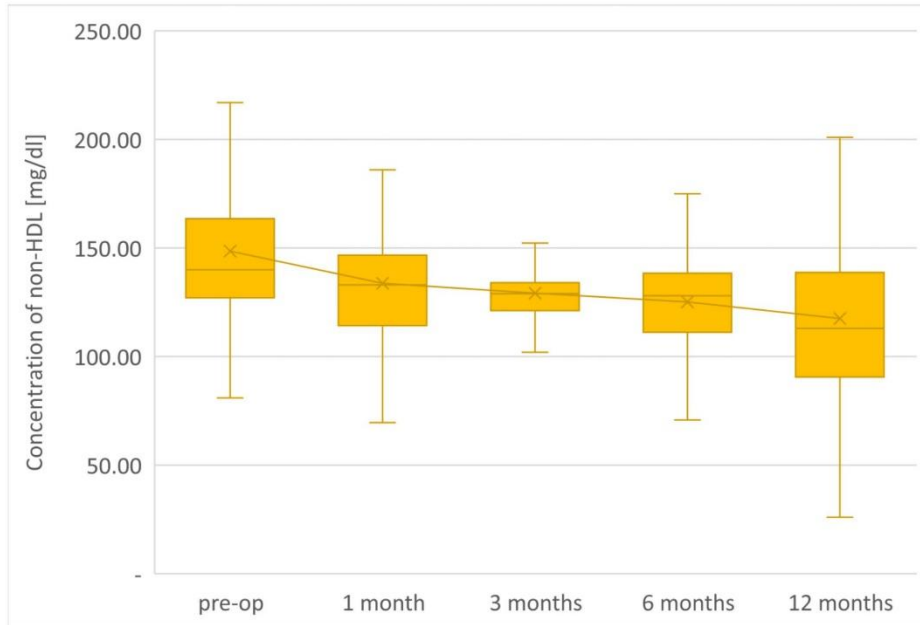


Figure 4. Changes in concentration of non-HDL after LSG upon 12-month follow up.

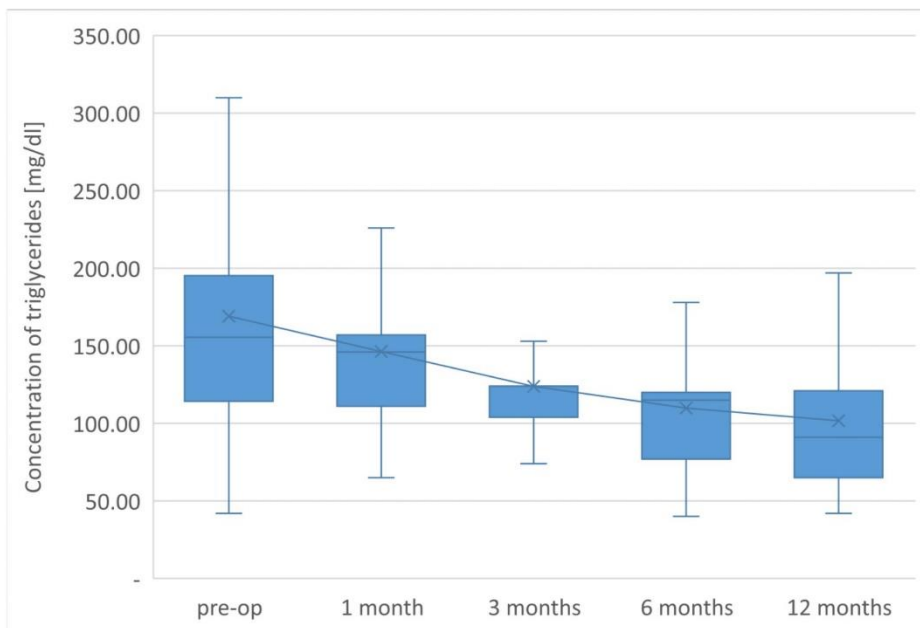


Figure 5. Changes in concentration of triglycerides after LSG upon 12-month follow up.

**Table 2.** Changes of concentration of total cholesterol, LDL, HDL, non-HDL and TG.

	Before the Surgery	1 Month	3 Months	6 Months	12 Months
TC [mg/dL]	192.5 ± 37.8	170.5 ± 36.2 *	172.1 ± 28.8 *	175.0 ± 30.5 *	175.9 ± 34.0 *
LDL [mg/dL]	123.8 ± 31.2	115.2 ± 32.3 *	114.0 ± 25.9 *	116.7 ± 29.2 *	109.3 ± 33.0 *
HDL [mg/dL]	44.0 ± 8.7	36.8 ± 6.9 *	43.0 ± 7.5 *	49.9 ± 10.6 *	58.3 ± 15.5 *
Non-HDL [mg/dL]	148.6 ± 37.8	133.7 ± 36.5 *	129.2 ± 28.2 *	125.2 ± 31.1 *	117.5 ± 35.4 *
TG [mg/dL]	169.1 ± 94.9	146.3 ± 50.8 *	123.8 ± 40.1 *	109.9 ± 43.8 *	101.7 ± 47.5 *

\*  $p < 0.05$ —statistically significant.

The correlation between changes in concentrations of total cholesterol and LDL, HDL, non-HDL and triglycerides with the bariatric results obtained after 12 months after the surgery, in terms of BMI, %EWL, %EBL, %EBL, %TWL, was examined (Table 3). No correlation was observed between the bariatric results and the change in total cholesterol, low-density lipoproteins (LDL), non-HDL, or triglycerides. A correlation between BMI, %EWL and %EBL 12 months after surgery and a change in high-density lipoprotein concentration were demonstrated.  $p < 0.05$  was recognized as the level of statistical significance.

**Table 3.** Correlations between changes in concentrations of total cholesterol, LDL, HDL, non-HDL and triglycerides with changes in bariatric parameters after 1-year after LSG.

	ΔTC	ΔLDL	ΔHDL	Δnon-HDL	ΔTG
BMI	$R^2 = 0.0001$ $p = 0.8793$	$R^2 = 0.0022$ $p = 0.5171$	$R^2 = 0.218$ $p = 0.0389$	$R^2 = 0.019$ $p = 0.5482$	$R^2 = 0.0069$ $p = 0.2485$
%EBL	$R^2 = 0.0024$ $p = 0.4987$	$R^2 = 0.0006$ $p = 0.7329$	$R^2 = 0.0245$ $p = 0.0284$	$R^2 = 0.0001$ $p = 0.8919$	$R^2 = 0.0000$ $p = 0.9414$
%EWL	$R^2 = 0.0028$ $p = 0.4622$	$R^2 = 0.0003$ $p = 0.8081$	$R^2 = 0.0213$ $p = 0.0413$	$R^2 = 0.0000$ $p = 0.9798$	$R^2 = 0.0003$ $p = 0.8132$
%TWL	$R^2 = 0.0045$ $p = 0.3496$	$R^2 = 0.0010$ $p = 0.6661$	$R^2 = 0.0073$ $p = 0.2352$	$R^2 = 0.0012$ $p = 0.6340$	$R^2 = 0.0112$ $p = 0.1405$

#### 4. Discussion

Obesity is undoubtedly one of the largest problems of modern health care. According to the World Obesity Federation, a population of 1 billion will live with obesity in 2030 [14]. The scale of the problem forces us to look for effective methods of preventing and treating obesity and coexisting diseases to reduce the morbidity and mortality associated with obesity.

The presented results of the 1-year observation of patients after sleeve gastrectomy confirm the effectiveness of surgery in the treatment of obesity and weight reduction. Considering the confirmed close relationship of body mass and obesity with comorbidity and mortality, statistically significant decreases in body weight and BMI after surgery lead to a conclusion of the indisputable health benefits after laparoscopic sleeve gastrectomy [14,15]. The results of available review and research publications analyzing the subject of postoperative weight loss, BMI, %TWL, %EWL, and %EBL after LSG were in line with the results obtained in our study [16,17]. Sleeve gastrectomy is considered an effective and safe method of treating obesity [18,19].

Dyslipidemia is an asymptomatic disease. Patients are unaware of the disease. Dyslipidemia can be diagnosed only via laboratory tests, and a large part of the population does not report it. This delays proper treatment. Dyslipidemia should be treated in many ways, including through diet, physical activity, weight reduction and pharmacological agents. Patients applying for bariatric surgery due to obesity often do not report that they suffer from dyslipidemia, and it is diagnosed only after preoperative examinations. Only 15.3% of patients knew about the disease before surgery, only 21.9% were taking lipid-lowering drugs and more than 50% should have been diagnosed and treated dyslipidemia.

The parameters of the assessment of changes in a patient's lipid profile after surgery were observed at the control points to be TC, TG, HDL, LDL and non-HDL lipid fractions. Analysis of changes in the above lipidogram parameters among patients undergoing laparoscopic sleeve gastrectomy after 1, 3, 6 and 12 months of postoperative control showed different, non-linear variations of the average concentrations of individual fractions in the group; however, the final effect of the procedure obtained after 1 year of observation was a reduction in the average atherogenic levels of lipids, i.e., TC, TG, LDL-C and non-HDL, which was accompanied by a simultaneous increase in the level of anti-atherosclerotic HDL-C lipoprotein.

Such clinically beneficial characteristics of changes in the lipid profile occurring after bariatric procedures is also described by many other authors studying the issue [20–22]. Regarding the average concentration of HDL-C lipid fractions and triglycerides in the plasma of analyzed patients obtained at the end of the observation and the criteria for diagnosing metabolic syndrome, it should be noticed that a decrease in the TG level below the threshold value of 150 mg/dL was obtained; however, the concentration of HDL-C increased above the desired amount of 50 mg/dL, so this procedure proved to be effective in the treatment of dyslipidemia defined by the criteria for metabolic syndrome. Our study proves the effectiveness of laparoscopic sleeve gastrectomy not only in weight reduction, but also in improving lipid metabolism.

An alternative non-invasive bariatric method is endoscopic sleeve gastroplasty. With endoscopic access, the volume of the stomach is reduced, and the mechanism of gastric emptying is also impaired. It leads to an earlier feeling of satiety, reduced food intake and weight loss. Its advantage over laparoscopic sleeve gastrectomy is the lack of scars and the possibility of reversing anatomical changes. The procedure can be performed under intravenous anesthesia, which is an alternative for patients who are not eligible for surgical treatment. Studies confirm the effectiveness of endoscopic sleeve gastroplasty in the treatment of metabolic disorders and weight reduction in obese patients [23].

In the assessment of cardiovascular risk, researchers and clinical practitioners take into account the treatment of atherogenic dyslipidemia, based mainly on the reduction in the low-density fraction of LDL cholesterol. Scientific research confirms that a reduction in the LDL fraction correlates most closely with a reduction in cardiovascular risk [24]. Scientific data are available that indicate the role of non-HDL as an alternative therapeutic determinant in the assessment of CVD risk, covering all fractions containing apoB with a stronger correlation with CVD risk than LDL concentration in patients with a high TG concentration who were not fasting at the time of examination. Non-HDL may be considered an alternative therapeutic goal in the treatment of dyslipidemia and prevention of cardiovascular diseases, but it is not widely used [25]. In connection with the above, a beneficial effect of bariatric operations may be observed in CVD risk reduction based on changes in the lipid profile in the form of a decrease in LDL.

The atherogenic properties of lipoproteins rich in TG are widely proven [26]. Some authors indicate the significant importance of hypertriglyceridemia and low HDL levels in the increase in cardiovascular risk. Although genetic evidence indicated triglycerides (TG) in plasma as an independent risk factor of CVD, no consensus has been reached as to the targeting of the elevated level of these lipoproteins to prevent CVD [26].

## 5. Conclusions

Laparoscopic sleeve gastrectomy is an effective method of morbid obesity treatment.

Sleeve gastrectomy improves lipid profiles independently of weight loss, reducing the concentration of total cholesterol, LDL, non-HDL, and triglycerides and increasing HDL concentration. The therapeutic effect is observed in lipid fractions, the concentrations of which are taken into account in the diagnosis of MS.

The correlation of bariatric effects with a change in high-density lipoproteins was proven. No such correlations were observed in other lipid fractions.



**Author Contributions:** Conceptualization, P.P., P.A.W. and H.R.H.; validation, P.P., J.R.L. and H.R.H.; resources, P.P., P.A.W. and A.L.; data curation, P.P., P.A.W., A.L., J.C. and H.R.H.; writing—original draft preparation, P.P. and P.A.W.; writing—review and editing, P.P. and H.R.H.; supervision, K.N. and H.R.H. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

**Funding:** This research received no external funding.

**Institutional Review Board Statement:** The study was conducted in accordance with the guidelines of the Declaration of Helsinki, and approved by the Ethics Committee of Medical University of Białystok (the reference number of the consent: R-I-002/248/2018).

**Informed Consent Statement:** Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

**Data Availability Statement:** Not applicable.



**Conflicts of Interest:** The authors declare no conflict of interest.

## References

- Hady, R.H.; Zbucki, R.L.; Luba, M.E.; Gołaszewski, P.; Gołaszewski, P.; Ładny, J.; Dada, J.W. Obesity as social disease and the influence of environmental factors on BMI in own material. *Adv. Clin. Exp. Med.* **2010**, *19*, 369–378.
- Pantalone, K.M.; Hobbs, T.M.; Chagin, K.M.; Kong, S.X.; Wells, B.J.; Kattan, M.W.; Bouchard, J.; Sakurada, B.; Milinovich, A.; Weng, W.; et al. Prevalence and recognition of obesity and its associated comorbidities: Cross-sectional analysis of electronic health record data from a large US integrated health system. *BMJ Open* **2017**, *7*, e017583. [[CrossRef](#)]
- Diemiszczuk, I.; Głuszyńska, P.; Wojciak, P.A.; Ładny, J.R.; Razak Hady, H. Metabolic syndrome. Etiology and pathogenesis. *Wiad. Lek.* **2021**, *74*, 2510–2515. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Alberti, K.G.M.M.; Eckel, R.H.; Grundy, S.M.; Zimmet, P.Z.; Cleeman, J.I.; Donato, K.A.; Fruchart, J.-C.; James, W.P.T.; Loria, C.M.; Smith, S.C., Jr. Harmonizing the Metabolic Syndrome: A Joint Interim Statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation* **2009**, *120*, 1640–1645. [[PubMed](#)]
- Hu, G.; Qiao, Q.; Tuomilehto, J.; Balkau, B.; Borch-Johnsen, K.; Pyörälä, K. Prevalence of the metabolic syndrome and its relation to all-cause and cardiovascular mortality in non-diabetic European men and women. *Arch. Intern. Med.* **2004**, *164*, 1066–1076. [[CrossRef](#)]
- Kassi, E.; Pervanidou, P.; Kaltsas, G.; Chrousos, G. Metabolic syndrome: Definitions and controversies. *BMC Med.* **2011**, *9*, 48. [[CrossRef](#)]
- Kalinowski, P.; Mianowana, M. Zespół Metaboliczny cz. II: Epidemiologia zespołu metabolicznego w Polsce i na świecie. *J. Educ. Health Sport* **2016**, *6*, 466–480.
- Grundy, S.M. Atherogenic dyslipidemia: Lipoprotein abnormalities and implications for therapy. *Am. J. Cardiol.* **1995**, *75*, 45B–52B. [[CrossRef](#)]
- Rader, D.J. Effect of Insulin Resistance, Dyslipidemia, and Intra-abdominal Adiposity on the Development of Cardiovascular Disease and Diabetes Mellitus. *Am. J. Med.* **2007**, *120*, S12–S18. [[CrossRef](#)]
- Madhu, K.; Manjunath, C.N.; Rawal, J.R.; Irani, P.M. Atherogenic dyslipidemia. *Indian J. Endocrinol. Metab.* **2013**, *17*, 969. [[CrossRef](#)]
- Lewis, G.F.; Carpentier, A.; Adeli, K.; Giacca, A. Disordered Fat Storage and Mobilization in the Pathogenesis of Insulin Resistance and Type 2 Diabetes. *Endocr. Rev.* **2002**, *23*, 201–229. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Wang, Y.; Viscarra, J.; Kim, S.-J.; Sul, H.S. Transcriptional regulation of hepatic lipogenesis. *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.* **2015**, *16*, 678–689, Erratum in *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.* **2016**, *17*, 64. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Barter, P. The realities of dyslipidaemia in metabolic syndrome and diabetes. *Br. J. Diabetes Vasc. Dis.* **2005**, *5*, S7–S11. [[CrossRef](#)]
- Lobstein, T.; Brinsden, H.; Neveux, M. World Obesity Atlas 2022. *World Obesity*, 4 March 2022.
- Wojciak, P.A.; Pawłuszewicz, P.; Diemiszczuk, I.; Komorowska-Wojtunik, E.; Czerniawski, M.; Krętowski, A.; Błachnio-Zabielska, A.; Dadan, J.; Ładny, J.R.; Hady, H.R. Laparoscopic sleeve gastrectomy: A study of efficiency in treatment of metabolic syndrome components, comorbidities and influence on certain biochemical markers. *Videosurgery Other Miniinvasive Tech.* **2020**, *15*, 136–147. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- O'Brien, P.E.; Hindle, A.; Brennan, L.; Skinner, S.; Burton, P.; Smith, A.; Crosthwaite, G.; Brown, W. Long-Term Outcomes after Bariatric Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis of Weight Loss at 10 or More Years for All Bariatric Procedures and a Single-Centre Review of 20-Year Outcomes after Adjustable Gastric Banding. *Obes. Surg.* **2018**, *29*, 3–14. [[CrossRef](#)]
- Nielsen, H.J.; Nedrebo, B.G.; Fosså, A.; Andersen, J.R.; Assmus, J.; Dagsland, V.H.; Dankel, S.N.; Gudbrandsen, O.A.; Fernø, J.; Hjeltestad, I.; et al. Seven-year trajectories of body weight, quality of life and comorbidities following Roux-en-Y gastric bypass and sleeve gastrectomy. *Int. J. Obes.* **2022**, *46*, 739–749. [[CrossRef](#)]
- Głuszyńska, P.; Diemiszczuk, I.; Szczerbiński, Ł.; Krętowski, A.; Major, P.; Hady, H.R. Risk Factors for Early and Late Complications after Laparoscopic Sleeve Gastrectomy in One-Year Observation. *J. Clin. Med.* **2022**, *11*, 436. [[CrossRef](#)]

19. Woźniwska, P.; Diemiszczuk, I.; Hady, H. Complications associated with laparoscopic sleeve gastrectomy—A review. *Gastroenterol. Rev.* **2021**, *16*, 5–9. [[CrossRef](#)]
20. Garay, L.A.; García, M.I.N.; Martínez, R.G.-C.; Pérez, N.M.T.; Rojas, J.L.V. Medium/long term evaluation of lipid profile after bariatric surgery (gastric bypass versus sleeve gastrectomy). *Endocrinol. Diabetes Nutr.* **2021**, *68*, 372–380. [[CrossRef](#)]
21. Al Khalifa, K.; Al Ansari, A.; Alsayed, A.R.; Violato, C. The Impact of Sleeve Gastrectomy on Hyperlipidemia: A Systematic Review. *J. Obes.* **2013**, *2013*, 643530. [[CrossRef](#)]
22. Sharma, C.; Platat, C.; Gariballa, S.; Al Muhairi, S.J.; Al Aidaros, A.; Mannaerts, G.H.H.; Al Afari, H.S.; Yasin, J.; Al-Dirbashi, O.Y.; Alkaabi, J. Metabolomic Profiling of Lipids and Fatty Acids: 3 Years Postoperative Laparoscopic Sleeve Gastrectomy. *Biology* **2021**, *10*, 298. [[CrossRef](#)]
23. Alexandre, F.; Lapergola, A.; Vannucci, M.; Pizzicannella, M.; D’urso, A.; Saviano, A.; Mutter, D.; Vix, M.; Perretta, S. Endoscopic management of obesity: Impact of endoscopic sleeve gastroplasty on weight loss and co-morbidities at six months and one year. *J. Visc. Surg.* **2023**, *160*, S38–S46. [[CrossRef](#)]
24. Cholesterol Treatment Trialists’ (CTT) Collaboration. Efficacy and safety of more intensive lowering of LDL cholesterol: A meta-analysis of data from 170,000 participants in 26 randomised trials. *Lancet* **2010**, *376*, 1670–1681. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
25. Boekholdt, S.M.; Arsenaault, B.J.; Mora, S.; Pedersen, T.R.; LaRosa, J.C.; Nestel, P.J.; Simes, R.J.; Durrington, P.; Hitman, G.A.; Welch, K.M.A.; et al. Association of LDL cholesterol, non-HDL cholesterol, and apolipoprotein B levels with risk of cardiovascular events among patients treated with statins: A metaanalysis. *JAMA* **2012**, *307*, 1302–1309. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
26. Ginsberg, H.N.; Packard, C.J.; Chapman, M.J.; Borén, J.; Aguilar-Salinas, C.A.; Averna, M.; Ference, B.A.; Gaudet, D.; Hegele, R.A.; Kersten, S.; et al. Triglyceride-rich lipoproteins and their remnants: Metabolic insights, role in atherosclerotic cardiovascular disease, and emerging therapeutic strategies—A consensus statement from the European Atherosclerosis Society. *Eur. Heart J.* **2021**, *42*, 4791–4806. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

**Disclaimer/Publisher’s Note:** The statements, opinions and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of MDPI and/or the editor(s). MDPI and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions or products referred to in the content.

Patrycja Pawluszewicz<sup>1</sup>, Piotr Gołaszewski<sup>1</sup>, Paulina Głuszyńska<sup>1</sup>, Zuzanna Razak Hady<sup>1</sup>, Jerzy Łukaszewicz<sup>1</sup>, Jerzy Robert Ładny<sup>2</sup>, Klaudiusz Nadolny<sup>3</sup>, Hady Razak Hady<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of General and Endocrine Surgery, Medical University of Białystok, Poland

<sup>2</sup>Department of Emergency Medicine, Medical University of Białystok, Poland

<sup>3</sup>Faculty of Medicine, Katowice School of Technology, Katowice, Poland

## What does the volume of stomach resected during Laparoscopic Sleeve Gastrectomy depend on and what impact does it have on postoperative results?

### Corresponding author:

Patrycja Pawluszewicz  
1<sup>st</sup> Department of General  
and Endocrine Surgery  
Medical University of Białystok,  
24A M. Skłodowskiej-Curie St.,  
15-276 Białystok, Poland;  
e-mail: p\_pawluszewicz@gmail.com

Medical Research Journal 2023;  
10.5603/MRJ.a2023.0033  
Copyright © 2023 Via Medica  
ISSN 2451-2591  
e-ISSN 2451-4101

### ABSTRACT

**Introduction:** Obesity is a chronic, multifactorial disease and its extent is equal to pandemics. Sleeve gastrectomy is one of the methods of obesity treatment. Constantly, research is conducted on factors influencing postoperative bariatric-metabolic results. In this study, a correlation between the volume of stomach resected during LSG with preoperative anthropometric measurements and its influence on postoperative results was analysed.

**Material and methods:** The study included 196 patients who qualified and were subjected to laparoscopic sleeve gastrectomy in the study Centre. Surgery was conducted by the same surgical team according to standard procedure. The volume of the stomach resected was analysed, filling it with CO<sub>2</sub> under the pressure of 15 mm Hg. The influence of the volume of stomach resected on bariatric efficiency as well as parameters of lipid and carbohydrate profile results in a 1-year follow-up was analysed.

**Results:** The statistically significant connection between the volume of the stomach resected with preoperative body mass, height and body surface was proved. A correlation between BMI and stomach volume was not found. The volume of stomach resected did not influence body mass loss in a 1-year follow-up. The influence of the volume of the stomach resected on the percentage of glycated haemoglobin and HDL was proved. A significant decrease in body mass and BMI in a 1-year follow-up, as well as an improvement in lipid and carbohydrate balance, was observed.

**Conclusions:** LSG is an efficient method of obesity treatment and for the improvement of biochemical parameters. The volume of stomach resected correlates with preoperative measurements of body mass, height and body surface, but not BMI. There is a lack of correlation between the volume of stomach resected with postoperative body mass loss results.

**Key words:** obesity, laparoscopic sleeve gastrectomy, the volume of the stomach

### Introduction

Global development in all areas of life led to the development of obesity which became a serious issue of public health. Currently, the constantly increasing percentage of obese patients causes progress in clinical studies conducted in order to understand the multifactorial, complex background of obesity including social, psychological and genetic aspects. Obesity is a chronic

disease which should be prevented and efficiently treated in interdisciplinary teams due to its influence on many aspects of life and human health [1, 2]. Data from World Obesity Federation included in The World Obesity Atlas 2022 predict million obese patients in 2030 [3].

Obesity coexists with many other disease units, among others, metabolic syndrome, cardiovascular diseases, type 2 diabetes, insulin resistance, dyslipidaemia, depression, joint degeneration, and particular

This article is available in open access under Creative Common Attribution-Non-Commercial-No Derivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0) license, allowing to download articles and share them with others as long as they credit the authors and the publisher, but without permission to change them in any way or use them commercially.

www.journals.viamedica.pl/medical\_research\_journal

1

types of cancers. It also influences a higher rate of mortality in comparison to the population without overweight and obesity [4]. The scale of global obesity pandemics prompts the search for durable, safe and efficient methods of obesity treatment. All preservative methods of obesity and its co-morbidities treatment are less efficient and do not bring long-term effects that is why metabolic-bariatric surgery is considered to be the most efficient and safe method of morbid obesity treatment, and the number of procedures is growing annually [5].

Many surgical methods were developed, among which, laparoscopic sleeve gastrectomy (LSG) is the most frequently used — in 2016 it constituted 53.6% of all bariatric-metabolic procedures [6]. Laparoscopic sleeve gastrectomy gained popularity due to satisfactory postoperative results and its safety [7]. It involves the resection of three-quarters of stomach volume from the greater curvature of the stomach. Reduction of food intake is a result of many factors: decrease of stomach volume, neuromodulation and changes in hormone secretion responsible for the appetite as well as changes in intestines microflora [8].

The aim of the study was determination whether the volume of the resected part of the stomach correlates with preoperative measurements of the patient and its influence on postoperative results in a 1-year follow-up.



**Figure 1.** Resected stomach after inflation with CO<sub>2</sub>

## Material and methods

The study group consisted of 196 patients qualified and operated on due to obesity using laparoscopic sleeve gastrectomy in the study Department between 2016 and 2020 with the data gathered during a 1-year follow-up. The study included 107 men (54.6%) and 89 women (45.4%). The average age of patients in the study group was 44.9 years — the youngest patient was 21 and the eldest was 66 years old. The median BMI value on the day of operation was 47.7 kg/m<sup>2</sup>.

Demographic and biometric data from the study group were gathered prospectively on the day of operation and during ambulatory postoperative visits, patients reported 1 month, 3 months, 6 months and 1 year after LSG. During control visits, blood samples were taken to analyse chosen laboratory and biochemical parameters. Body mass and bariatric treatment efficiency parameters calculated on its basis were assessed including BMI, %EWL, %EBL, and %TWL as well as parameters of lipid and carbohydrate balance within 1, 3, 6, and 12 months after the LSG.

Laparoscopic sleeve gastrectomy was performed by the same surgical team in a standardized way in order to minimize mistakes connected with the operative technique. Laparoscopic sleeve gastrectomy was performed with a 36F diameter tube by linear 60 mm stapler, starting 6 cm from the pylorus.

In this study, an innovative method was introduced for measuring the volume of the resected stomach during sleeve gastrectomy. The volume of the resected part of the stomach was measured in the same way in all cases. Directly after the surgery of removing the stomach from the peritoneal cavity, after the introduction of the Veres needle to the stomach lumen, the stomach was inflated with CO<sub>2</sub> under the pressure of 15 mm Hg using an Olympus insufflator. This is a previously undescribed method, which may be a limitation of the study. Figure 1 presents resected stomach after inflation with CO<sub>2</sub>.

Data were analysed using STATA 13.0 software. Values of variables under statistical analysis were given as means with standard deviations. Statistical comparison of measurable variables was conducted with repeatable measurements in the Wilcoxon test with post hoc multiple comparisons of variables. Analysis of correlation was conducted using Pearson regression tests. Analysed variables were assumed statistically significant at the level of significance  $p \leq 0.05$ .

## Results

The mean volume of stomach resected during laparoscopic sleeve gastrectomy was 860.2 ml, the standard deviation was 239.8 mL, the lowest volume — 400 mL

**Table 1.** Correlation between the volume of stomach resected with height, body mass, body surface and preoperative BMI

	Height	Body mass	BMI	Body surface
Volume of stomach resected	$R_2 = 0.0546$ $p = 0.0010$	$R_2 = 0.0443$ $p = 0.0031$	$R_2 = 0.0060$ $p = 0.2810$	$R_2 = 0.0601$ $p = 0.0005$

BMI — body mass index

**Table 2.** Correlations of resected gastric volume with %EBL, %EWL, %TWL after 1 year

	%EBL	%EWL	%TWL
Volume of stomach resected	$R_2 = 0.0030$ $p = 0.4483$	$R_2 = 0.0026$ $p = 0.4755$	$R_2 = 0.0002$ $p = 0.8490$

%EBL — the percentage of excess BMI loss, %EWL — the percentage of excess weight loss, %TWL — the percentage of total weight loss

**Table 3.** Changes in bariatric parameters in a 1-year follow-up

	Before the surgery		1 month		3 months		6 months		12 months	
	mean +/-	p	mean +/-	p	mean +/-	p	mean +/-	p	mean +/-	p
Body mass [kg] (SD)	145.7 (120.6–170.7)		129.3 (106.7–152.0)	0.0000	117.4 (96.3–138.5)	0.0000	106.5 (85.7–127.4)	0.0000	101.4 (80.8–122.0)	0.0000
BMI [kg/m <sup>2</sup> ] (SD)	48.3 (41.5–55.1)		42.9 (36.6–49.3)	0.0000	39 (32.9–45.1)	0.0000	35.4 (29.3–41.4)	0.0000	33.7 (27.6–39.7)	0.0000
%EBL (SD)			24.3 (17.7–30.9)	0.0000	42.2 (31.4–52.9)	0.0000	58.4 (43.7–73.2)	0.0000	66.0 (48.5–83.5)	0.0000
%EWL (SD)			21.6 (16.1–27.1)	0.0000	37.5 (28.7–46.3)	0.0000	51.9 (39.7–64.2)	0.0000	58.2 (43.8–72.6)	0.0000
%TWL (SD)			11.2 (8.7–13.7)	0.0000	19.5 (15.8–23.1)	0.0000	27.0 (21.8–32.2)	0.0000	30.5 (24.2–36.8)	0.0000

BMI — body mass index, %EBL — the percentage of excess BMI loss, %EWL — the percentage of excess weight loss, %TWL — the percentage of total weight loss

and the highest — 1800 mL. In women, the mean volume was 794.4 mL, SD 236.6 ml, in men — 914.9 mL, SD 229.4 mL. The difference in volume depending on the gender was statistically significant.

The correlation of the volume of the stomach resected with the height of the patient, preoperative body mass, BMI and body surface was examined. Analysis revealed a statistically significant correlation of stomach resected with height, body mass and body surface, whereas there is a lack of correlation with preoperative BMI. Results were given in Table 1 and Figures 2–6.

Furthermore, the correlation between the volume of stomach resected with bariatric exponents of bariatric surgery efficiency such as %EBL, %EWL and %TWL after 12 months was analysed. No statistically significant correlations between the volume of stomach resected and postoperative body mass loss expressed in %EBL, %EWL and %TWL was proved. Results are presented in Table 2.

In the further stage of the study, results of body mass loss in subsequent control points were analysed. Gradual, statistically significant body mass loss was

observed, the highest in the first months after the surgery. The loss of BMI was statistically significant and reached the average value of 24.6 kg/m<sup>2</sup>. A decrease of excess BMI of 66% was observed 12 months after the surgery — the result is statistically significant. The mean value of the decrease of excess body mass after 1 year of observation was 58.2%, and the mean decrease of total weight loss — 30.5% — both results are statistically significant. Detailed results are presented in Table 3.

The correlation between the volume of the stomach resected during sleeve gastrectomy and the change in parameters of carbohydrate and lipid metabolism 12 months after the procedure was assessed. There was a statistically significant correlation between the volume of stomach resected and changes in the percentage of glycated haemoglobin (HbA1C) and high-density lipoprotein (HDL) levels before and after 12 months of observation. Changes in glucose and total cholesterol, low-density lipoprotein (LDL) and non-HDL as well as triglycerides do not correlate with the volume of the stomach resected. Results are presented in Table 4.

**Table 4.** Correlation between the volume of the resected stomach with changes in parameters of carbohydrate and lipid metabolism after 1 year

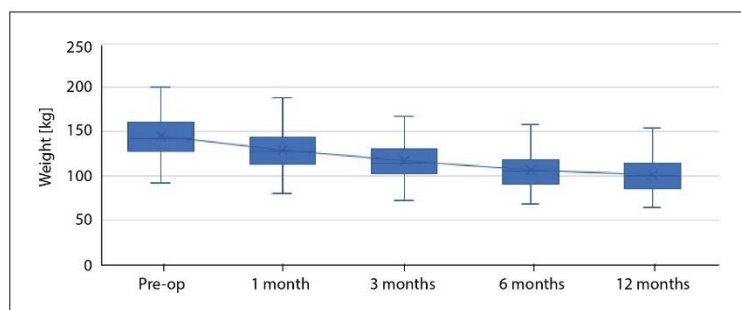
	$\Delta$ Glucose	$\Delta$ HbA1C	$\Delta$ TC	$\Delta$ LDL	$\Delta$ HDL	$\Delta$ Non-HDL	$\Delta$ TG
Volume of stomach resected	$R_2 = 0.0023$ $p = 0.0023$	$R_2 = 0.0203$ $p = 0.0203$	$R_2 = 0.0074$ $p = 0.2293$	$R_2 = 0.0039$ $p = 0.3870$	$R_2 = 0.0875$ $p = 0.0000$	$R_2 = 0.0006$ $p = 0.7399$	$R_2 = 0.0160$ $p = 0.0770$

HbA1C — glycated haemoglobin, TC- total cholesterol, LDL — low density lipoprotein, HDL — high density lipoprotein, TG — triglycerides

**Table 5.** Changes in concentration of glucose, HbA1C, total cholesterol, LDL, HDL, non-HDL and TG in a 1-year follow-up

	Before the surgery	1 month		3 months		6 months		12 months	
		mean +/- (SD)	p	mean +/- (SD)	p	mean +/- (SD)	p	mean +/- (SD)	p
Glucose [mg/dL] (SD)	122.2 (92.0–152.2)	109.0 (89.8–128.2)	0.0000	104.3 (87.2–121.4)	0.0000	101.6 (88.3–114.9)	0.0000	97.1 (82.9–111.3)	0.0000
HbA1C [%] (SD)	6.2 (5.3–7.1)	5.7 (5.1–6.3)	0.0000	5.4 (4.9–5.9)	0.0000	5.3 (4.9–5.7)	0.0000	5.2 (4.8–5.6)	0.0000
TC [mg/dL] (SD)	192.5 (154.7–230.4)	170.5 (134.3–206.7)	0.0000	172.1 (143.4–200.9)	0.0000	175.0 (144.6–205.5)	0.0000	175.9 (141.9–209.9)	0.0000
LDL [mg/dL] (SD)	123.8 (92.6–155.0)	115.2 (82.9–147.5)	0.0000	114.0 (88.1–139.8)	0.0000	116.7 (87.5–145.9)	0.0032	109.3 (76.3–142.2)	0.0000
HDL [mg/dL] (SD)	44.0 (35.3–52.7)	36.8 (29.9–43.6)	0.0000	43.0 (35.5–50.4)	0.0486	49.9 (39.2–60.5)	0.0000	58.3 (42.8–73.8)	0.0000
Non-HDL [mg/dL] (SD)	148.6 (110.8–186.3)	133.7 (97.2–170.2)	0.0000	129.2 (101.0–157.4)	0.0000	125.2 (94.1–156.3)	0.0000	117.5 (82.2–152.9)	0.0000
TG [mg/dL] (SD)	169.1 (74.2–264.0)	146.3 (95.5–197.1)	0.0013	123.8 (83.8–163.9)	0.0000	109.9 (66.0–153.7)	0.0000	101.7 (54.2–149.2)	0.0000

HbA1C — glycated haemoglobin, TC- total cholesterol, LDL — low density lipoprotein, HDL — high density lipoprotein, TG — triglycerides



**Figure 2.** Body mass change in 12-month observation (all presented data are statistically significant)

Postoperative glucose, HbA1C, total cholesterol, LDL and HDL fractions, non-HDL and triglycerides were statistically analysed, 1, 3, 6 and 12 months after surgery. All the above results were statistically significant. The results are given in Table 5 and Figures 2–6.

### Discussion

Bariatric-metabolic surgery is an efficient and durable method of obesity treatment. It is developing constantly in the past years, new surgical methods

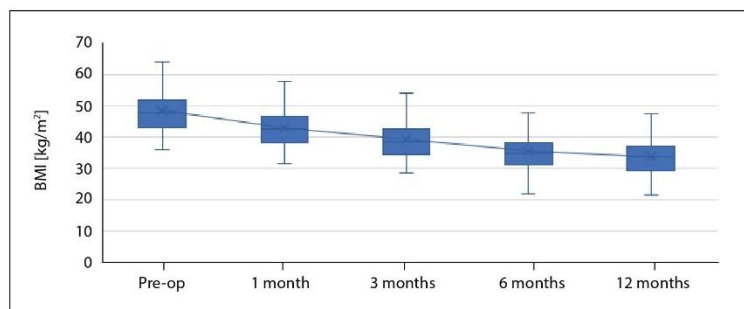


Figure 3. BMI change in 12-month observation (all presented data are statistically significant)

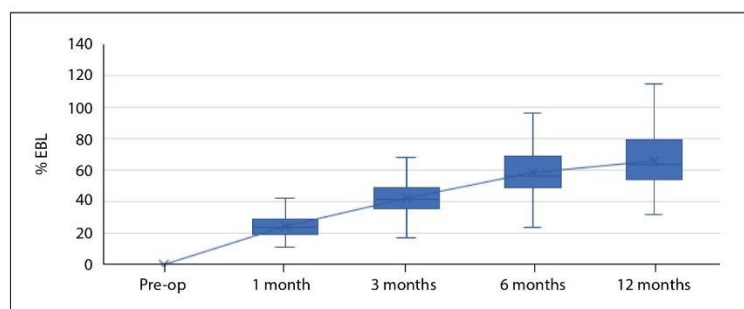


Figure 4. Excess BMI loss in 12-month observation (all presented data are statistically significant)

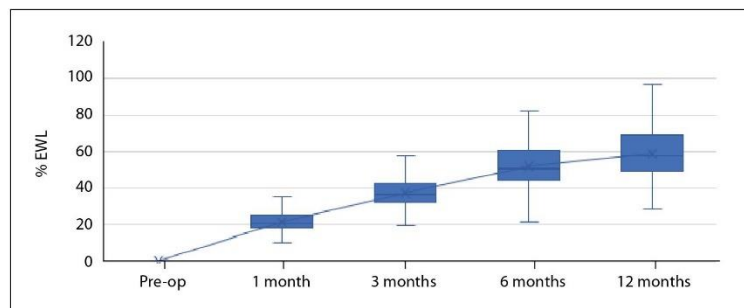
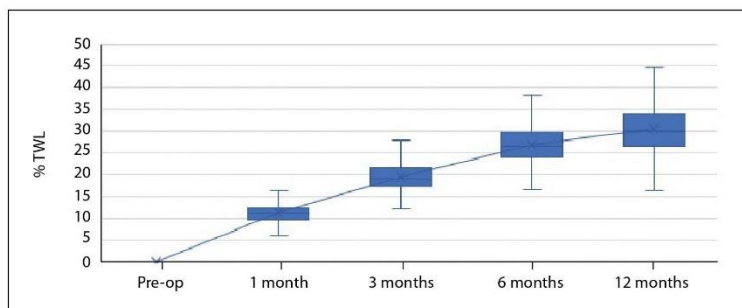


Figure 5. Excess weight loss in 12-month observation (all presented data are statistically significant)

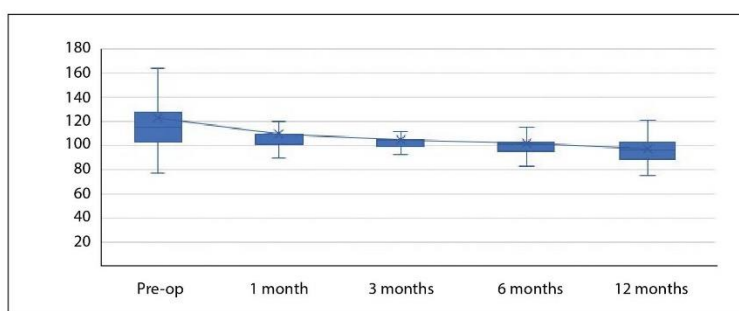
are created. Laparoscopic sleeve gastrectomy gains its popularity over the years and it is recently the most commonly used bariatric-metabolic procedure [9, 10].

This study confirms the efficiency of LSG in body mass reduction and improvement of lipid and carbohydrate balance parameters. Laparoscopic sleeve gastrectomy is also a method with a low risk of complications

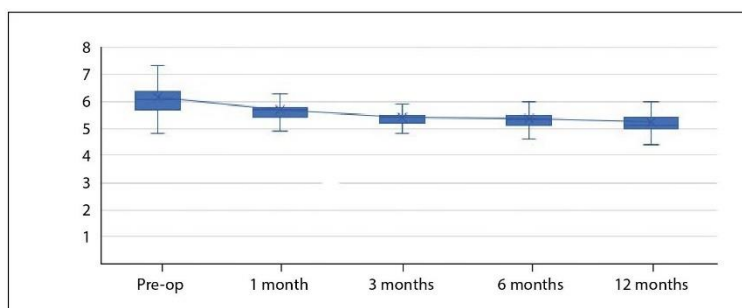
and a low perioperative mortality rate [11]. Many variables influence the final results of bariatric surgery, among others, preoperative BMI, co-morbidities, mental disorders, cooperation between doctor-patient and following dietetic recommendations [12, 13]. However, sleeve gastrectomy is not a perfect method of obesity treatment. Cases of body mass regain and the necessity of reoperation are observed [14, 15].



**Figure 6.** Excess total weight loss in 12-month observation (all presented data are statistically significant)



**Figure 7.** Changes in glucose concentration in 12-month observation (all presented data are statistically significant)

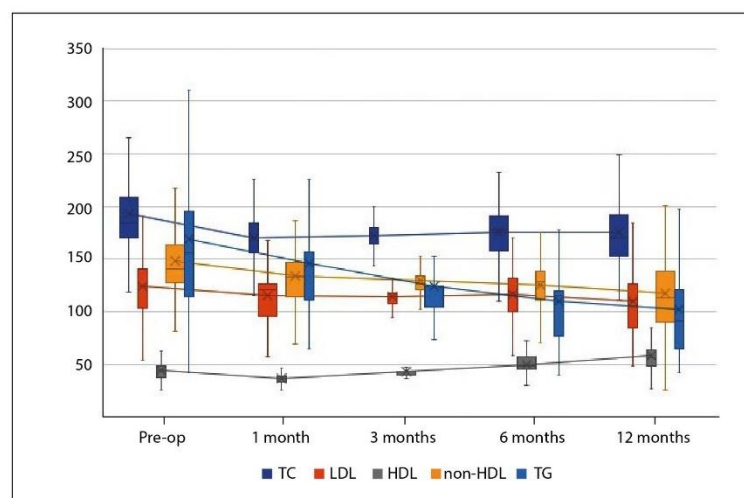


**Figure 8.** Changes in glycated haemoglobin percentage in 12-month observation (all presented data are statistically significant)

In this study, the volume of stomach resected during LSG and its influence on postoperative results was analysed. The operation is performed by one team of surgeons, using the same method to minimize errors related to the surgical technique. About 80% of the stomach is resected during a sleeve gastrectomy. It can therefore be assumed that the volume of the resected stomach is proportional to the total volume of the

stomach before surgery and the volume of the gastric sleeve left after surgery. The measurement of stomach resected volume is not standardized, there is no recommendation which method is the best. The authors proposed an innovative method of measuring the volume of the resected stomach with carbon dioxide insufflation. Other researchers measured the volume of stomach resected using other techniques. Bekkeit proposed the





**Figure 9.** Changes in lipid balance parameters in 12-month observation (all presented data are statistically significant)

method of filling the stomach with water and measuring its volume [16]. D'Ugo elaborated mathematical formula for the measurement of stomach resected [17]. Other researchers used Computer Tomography in order to define the pre- and postoperative volume of the stomach [18, 19]. The presented innovative method of measuring the volume of the stomach creates limitations in comparison with the results of other scientists, at the same time, the presented method is safe, cost-free, available and does not expose the patient to X-rays.

Differences in measurement technique may influence further results. The wall of the stomach is extensible tissue, individual differences in the susceptibility of the stomach to the filling are not sufficiently known and may influence volume measurements [20]. Data regarding the correlation between the volume of stomach resected is inconsistent and anthropometric measurements before the operation. A statistically significant difference was revealed between height, body mass, body surface and the volume of stomach resected and the lack of such correlation with BMI. Other studies proved a correlation between BMI and gender [16]. Other researchers, similarly to the present study, proved that the volume of the stomach does not influence the results of body mass loss and BMI loss after LSG [17, 21]. Some researchers confirm the relationship between the postoperative volume of the stomach with postoperative body mass loss [22, 23].

What is more, the influence of the volume of the stomach resected on changes in carbohydrate and lipid profile after sleeve gastrectomy was analysed.

Until now, there is no publications regarding those correlations. Multicentre studies are needed on this issue in order to confirm the relation between the volume of stomach resected with improvement of glycated haemoglobin and HDL concentration.

The issue of the volume of stomach resected after sleeve gastrectomy requires further studies due to the fact that available data are inconsistent. Differences may result from different operative techniques, different diameters of stomach tubes as sleeve calibration as well as from the proximity of charge placement from the tube or distance of first stapler placement from the pylorus. Another important aspect is the method of stomach volume measurement which is not standardized and different in different studies. The method proposed in this study is repeatable and does not require additional equipment – the measurement was performed using an insufflator necessary for the creation of pneumoperitoneum during laparoscopic surgery and the Veress needle which is confirmed to be a safe method of pneumoperitoneum creation. The susceptibility of stomach walls is an individual component which cannot be influenced.

## Conclusions

The correlation between the volume of the stomach resected during laparoscopic sleeve gastrectomy and preoperative body mass, height and body surface was revealed. The lack of correlation with preoperative BMI

was observed. The correlation between the volume of stomach resected and bariatric results after a 1-year observation (%EWL, %EBL, %TWL) was not observed. Correlation between the volume of stomach resected during LSG with the percentage of HbA1C and HDL was observed in the 12-month follow-up. The lack of relation between glucose, total cholesterol, LDL, non-HDL and TG concentration was stated. LSG is an efficient method of obesity treatment, improves bariatric parameters and leads to positive changes in carbohydrate and lipid balance.

**Data availability statement:** All data is available.

**Ethics statement:** The study was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki, and approved by the Ethics Committee of the Medical University of Białystok.

**Author contributions:** Conceptualization: Hady Razak Hady, Writing: Patrycja Pawluszewicz, Data curation: Patrycja Pawluszewicz, Piotr Golaszewski.

**Funding:** None.

**Acknowledgements:** None.

**Conflict of interest:** None.

**Supplementary material:** None.

## References

- Hady HR, Zbucki RL, Luba ME, et al. Obesity as a social disease and the influence of environmental factors on BMI in own material. *Adv Clin Exp Med*. 2010; 19: 369–378.
- Meldrum DR, Morris MA, Gambone JC. Obesity pandemic: causes, consequences, and solutions-but do we have the will? *Fertil Steril*. 2017; 107(4): 833–839, doi: 10.1016/j.fertnstert.2017.02.104, indexed in Pubmed: 28292617.
- Lobstein T, Brinsden H, Neveux M. *World Obesity Atlas 2022*. [https://www.worldobesityday.org/assets/downloads/World\\_Obesity\\_Atlas\\_2022\\_WEB.pdf](https://www.worldobesityday.org/assets/downloads/World_Obesity_Atlas_2022_WEB.pdf).
- Hu G, Qiao Q, Tuomilehto J, et al. DECODE Study Group. Prevalence of the metabolic syndrome and its relation to all-cause and cardiovascular mortality in nondiabetic European men and women. *Arch Intern Med*. 2004; 164(10): 1066–1076, doi: 10.1001/archinte.164.10.1066, indexed in Pubmed: 15159263.
- Sepúlveda M, Alamo M, Saba J, et al. Long-term weight loss in laparoscopic sleeve gastrectomy. *Surg Obes Relat Dis*. 2017; 13(10): 1676–1681, doi: 10.1016/j.soard.2017.07.017, indexed in Pubmed: 28807556.
- Angrisani L, Santonicola A, Iovino P, et al. IFSO Worldwide Survey 2016: Primary, Endoluminal, and Revisional Procedures. *Obes Surg*. 2018; 28(12): 3783–3794, doi: 10.1007/s11695-018-3450-2, indexed in Pubmed: 30121858.
- Shi X, Karmali S, Sharma AM, et al. A review of laparoscopic sleeve gastrectomy for morbid obesity. *Obes Surg*. 2010; 20(8): 1171–1177, doi: 10.1007/s11695-010-0145-8, indexed in Pubmed: 20379795.
- Huang R, Ding X, Fu H, et al. Potential mechanisms of sleeve gastrectomy for reducing weight and improving metabolism in patients with obesity. *Surg Obes Relat Dis*. 2019; 15(10): 1861–1871, doi: 10.1016/j.soard.2019.06.022, indexed in Pubmed: 31375442.
- Han Y, Jia Y, Wang H, et al. Comparative analysis of weight loss and resolution of comorbidities between laparoscopic sleeve gastrectomy and Roux-en-Y gastric bypass: A systematic review and meta-analysis based on 18 studies. *Int J Surg*. 2020; 76: 101–110, doi: 10.1016/j.ijsu.2020.02.035, indexed in Pubmed: 32151750.
- Wojciak PA, Pawluszewicz P, Diemiszczuk I, et al. Laparoscopic sleeve gastrectomy: a study of efficiency in treatment of metabolic syndrome components, comorbidities and influence on certain biochemical markers. *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne*. 2020; 15(1): 136–147, doi: 10.5114/wiitm.2019.84718, indexed in Pubmed: 32117497.
- Gluszyńska P, Diemiszczuk I, Szczubiński L, et al. Risk factors for early and late complications after laparoscopic sleeve gastrectomy in one-year observation. *J Clin Med*. 2022; 11(2), doi: 10.3390/jcm11020436, indexed in Pubmed: 35054132.
- Livhits M, Mercado C, Yermilov I, et al. Preoperative predictors of weight loss following bariatric surgery: systematic review. *Obes Surg*. 2012; 22(1): 70–89, doi: 10.1007/s11695-011-0472-4, indexed in Pubmed: 21833817.
- Pañella C, Busto M, González A, et al. Correlation of gastric volume and weight loss 5 years following sleeve gastrectomy. *Obes Surg*. 2020; 30(6): 2199–2205, doi: 10.1007/s11695-020-04445-z, indexed in Pubmed: 32065338.
- Athanasiasidi DI, Martin A, Kapsampelis P, et al. Factors associated with weight regain post-bariatric surgery: a systematic review. *Surg Endosc*. 2021; 35(8): 4069–4084, doi: 10.1007/s00464-021-08329-w, indexed in Pubmed: 33650001.
- Major Z, Zarzycki P, Rymarowicz J, et al. Revisional operations among patients after surgical treatment of obesity: a multicenter Polish Revision Obesity Surgery Study (PROSS). *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne*. 2022; 17(2): 372–379, doi: 10.5114/wiitm.2022.114525, indexed in Pubmed: 35707336.
- Bekheit M, Abdel-Baki TN, Gamal M, et al. Influence of the resected gastric volume on the weight loss after laparoscopic sleeve gastrectomy. *Obes Surg*. 2016; 26(7): 1505–1510, doi: 10.1007/s11695-015-1981-3, indexed in Pubmed: 26602213.
- D'Ugo S, Bellato V, Bianciardi E, et al. Impact of Resected Gastric Volume on Postoperative Weight Loss after Laparoscopic Sleeve Gastrectomy. *Gastroenterol Res Pract*. 2019; 2019: 3742075, doi: 10.1155/2019/3742075, indexed in Pubmed: 31871448.
- El-Sayes IA, Abdelbaki TN, Sharaan MA, et al. Sleeve volume and preoperative gastric volume assessment using three-dimensional MDCT gastrography and their correlation to short-term post-sleeve gastrectomy weight loss. *Obes Surg*. 2021; 31(2): 490–498, doi: 10.1007/s11695-020-05012-2, indexed in Pubmed: 3306088.
- Elbanna H, Emile S, El-Hawary GES, et al. Assessment of the correlation between preoperative and immediate postoperative gastric volume and weight loss after sleeve gastrectomy using computed tomography volumetry. *World J Surg*. 2019; 43(1): 199–206, doi: 10.1007/s00268-018-4749-9, indexed in Pubmed: 30094637.
- Modzelewska B, Drygalski K, Kleszczewski T, et al. Quercetin relaxes human gastric smooth muscles directly through ATP-sensitive potassium channels and not depending on the nitric oxide pathway. *Neurogastroenterol Motil*. 2021; 33(7): e14093, doi: 10.1111/nmo.14093, indexed in Pubmed: 33528064.
- Salman MA, Elshazli M, Shaaban M, et al. Correlation between preoperative gastric volume and weight loss after laparoscopic sleeve gastrectomy. *Int J Gen Med*. 2021; 14: 8135–8140, doi: 10.2147/IJGM.S335368, indexed in Pubmed: 34795518.
- Pilone V, Tramontano S, Cutolo C, et al. Relation of gastric volume with weight loss after sleeve gastrectomy: results of a prospective analysis. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*. 2020; 30(6): 489–494, doi: 10.1097/SLE.0000000000000825, indexed in Pubmed: 32694406.
- Deregowska-Cylike M, Palczewski P, Blaź M, et al. Radiographic measurement of gastric remnant volume after laparoscopic sleeve gastrectomy: assessment of reproducibility and correlation with weight loss. *Obes Surg*. 2022; 32(2): 230–236, doi: 10.1007/s11695-021-05812-0, indexed in Pubmed: 34799810.

## 10. Streszczenie

### 10.1 Streszczenie w języku polskim

**Wstęp** Choroba otyłościowa jest chorobą przewlekłą, wieloczynnikową, a jej zasięg zyskuje miano pandemii. Otyłość jest związana z występowaniem zaburzeń metabolicznych oraz chorób towarzyszących takich jak nadciśnienie, cukrzyca typu 2, dyslipidemie. Chirurgia metaboliczno-bariatryczna jest skuteczną metodą leczenia otyłości a najczęściej wykonywaną techniką jest rękawowa resekcja żołądka. Wciąż prowadzone są badania nad czynnikami mającymi wpływ na wyniki operacji bariatryczno-metabolicznych. W badaniu oceniano wpływ laparoskopowej rękawowej resekcji żołądka na zaburzenia metaboliczne oraz zależność objętości wyciętego podczas operacji LSG żołądka z przedoperacyjnymi pomiarami antropometrycznymi oraz jej wpływu objętości żołądka na wyniki pooperacyjne.

**Material i metody** Do badania włączono 196 pacjentów zakwalifikowanych i poddanych operacji laparoskopowej rękawowej resekcji żołądka w naszym ośrodku. Operacja przeprowadzona była przez jeden zespół chirurgów w wystandardyzowany sposób. Oceniano masę ciała, BMI oraz parametry metabolizmu lipidowego oraz węglowodanowego przed zabiegiem oraz w 1-roczej obserwacji. Ponadto oceniano objętość resekowanej części żołądka wypełniając go CO<sub>2</sub> pod ciśnieniem 15mmHg. Analizowano korelację objętości resekowanego żołądka z pomiarami antropometrycznymi przed operacją oraz wpływ objętości żołądka na parametry skuteczności bariatrycznej w rocznej obserwacji oraz parametry profilu lipidowego oraz gospodarki węglowodanowej.

**Wyniki** Przeprowadzone badania wykazały skuteczność laparoskopowej rękawowej resekcji żołądka w leczeniu otyłości oraz poprawy zaburzeń metabolicznych związanych z otyłością. Zaobserwowano istotny spadek masy ciała i BMI, ponadto spadek stężenia glukozy na czczo, odsetka HbA1C oraz stężenia cholesterolu całkowitego, LDL, nie-HDL i trójglicerydów oraz wzrost stężenia frakcji HDL. W drugiej części badania wykazano istotny statystycznie związek objętości resekowanej części żołądka z przedoperacyjną masą ciała, wzrostem oraz powierzchnią ciała. Nie obserwowano związku BMI z objętością żołądka. Objętość żołądka nie miała wpływu na utratę masy ciała w rocznej obserwacji. Wykazano wpływ objętości żołądka na odsetek hemoglobiny glikowanej oraz lipoproteiny HDL w rocznej obserwacji.

**Wnioski** LSG jest skuteczną metodą leczenia choroby otyłościowej, a także przyczynia się do poprawy zaburzeń metabolicznych związanych z otyłością. Objętość resekowanego żołądka

koreluje z pomiarami przedoperacyjnej masy ciała, wzrostu i powierzchni ciała, ale nie BMI. Brak jest związku resekowanej objętości żołądka z wynikami pooperacyjnej utraty masy ciała.

## 10.2. Streszczenie w języku angielskim

**Introduction** Obesity is a chronic, multifactorial disease and its extent is equal to pandemics. Obesity is associated with the occurrence of metabolic disorders and associated diseases such as hypertension, type 2 diabetes, dyslipidemias. Metabolic-bariatric surgery is an effective method of obesity treatment, and sleeve gastrectomy is the most commonly performed technique. Research is still being conducted on the factors affecting the results of bariatric and metabolic surgery. The study evaluated the effect of laparoscopic sleeve gastrectomy on metabolic disorders and the correlation between the volume of the stomach resected during LSG surgery and preoperative anthropometric measurements and its effect on postoperative outcomes.

**Material and methods** The study included 196 patients qualified and undergoing laparoscopic sleeve gastrectomy in our center. Surgery was performed by the same surgical team according to standard procedure. Body weight, BMI and parameters of lipid and carbohydrate metabolism were assessed before the procedure and during the 1-year follow-up. In addition, the volume of resected part of stomach was assessed by filling it with CO<sub>2</sub> at a pressure of 15 mmHg. The correlation of volume of stomach resected with anthropometric measurements before the operation and the effect of volume of stomach on the parameters of bariatric efficiency in the one-year follow-up as well as the parameters of the lipid profile and carbohydrate metabolism were analyzed.

**Results** The conducted studies showed the effectiveness of laparoscopic sleeve gastrectomy in the treatment of obesity and the improvement of obesity-related metabolic disorders. A significant decrease in body weight and BMI was observed, as well as a decrease in fasting glucose, HbA1C, total cholesterol, LDL, non-HDL and triglycerides, and an increase in HDL fraction. The second part of the study showed a statistically significant relationship between the volume of the resected part of the stomach and the preoperative body weight, height and body surface area. There was no relationship between BMI and stomach volume. Stomach volume had no effect on weight loss at 1 year follow-up. The effect of gastric volume on the percentage of glycated hemoglobin and HDL lipoprotein in one year of observation was observed.

**Conclusions** LSG is an effective method of treating obesity and also contributes to the improvement of obesity-related metabolic disorders. The volume of resected stomach correlates

with measurements of preoperative weight, height, and body surface area, but not BMI. There is no relationship between resected gastric volume and the results of postoperative weight loss.

## 11. Piśmiennictwo

1. Lobstein T, Brinsden H, Neveux M. World Obesity Atlas 2022. World Obesity. 2022 March
2. Meldrum DR, Morris MA, Gambone JC. Obesity pandemic: causes, consequences, and solutions – but do we have the will? *Fertil Steril* 2017; 107: 833-9.
3. Hady, R.H.; Zbucki, R.L.; Luba, M.E.; Gołaszewski, P.; Gołaszewski, P.; Ladny, J.; Dada, J.W. Obesity as social disease and the influence of environmental factors on BMI in own material. *Adv. Clin. Exp. Med.* **2010**, *19*, 369–378
4. Alamuddin N, Bakizada Z, Wadden TA. Management of Obesity. *J Clin Oncol.* 2016 Dec 10;34(35):4295-4305. doi: 10.1200/JCO.2016.66.8806. Epub 2016 Nov 7.
5. Alberti, K.G.M.M.; Eckel, R.H.; Grundy, S.M.; Zimmet, P.Z.; Cleeman, J.I.; Donato, K.A.; Fruchart, J.-C.; James, W.P.T.; Loria, C.M.; Smith, S.C., Jr. Harmonizing the Metabolic Syndrome. A Joint Interim Statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity . *Circulation* 2009, 120, 1640–1645.
6. Alberti KG, Harmonizing the metabolic syndrome. A joint interim statement of the IDF Task Force on Epidemiology and Prevention; NHLBI; AHA; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity.
7. Polskie Towarzystwo Diabetologiczne: Zalecenia kliniczne dotyczące postępowania u osób z cukrzycą 2023. Stanowisko Polskiego Towarzystwa Diabetologicznego. *Current Topics in Diabetes*, 2023; 3: 1–140
8. Lee SH, Park SY, Choi CS. Insulin Resistance: From Mechanisms to Therapeutic Strategies. *Diabetes Metab J.* 2022 Jan;46(1):15-37.
9. Fathi Dizaji B. The investigations of genetic determinants of the metabolic syndrome. *Diabetes Metab Syndr.* 2018 Sep;12(5):783-789.
10. Madhu, K.; Manjunath, C.N.; Rawal, J.R.; Irani, P.M. Atherogenic dyslipidemia. *Indian J. Endocrinol. Metab.* 2013, 17, 969–76.

11. Rader, D.J. Effect of Insulin Resistance, Dyslipidemia, and Intra-abdominal Adiposity on the Development of Cardiovascular Disease and Diabetes Mellitus. *Am. J. Med.* 2007, 120, S12–S18.
12. Manjunath CN, Rawal JR, Irani PM, Madhu K. Atherogenic dyslipidemia. *Indian J Endocrinol Metab.* 2013 Nov;17(6):969-76.
13. Lewis GF, Carpentier A, Adeli K, Giacca A. Disordered fat storage and mobilization in the pathogenesis of insulin resistance and type 2 diabetes. *Endocr Rev.* 2002 Apr;23(2):201-29.
14. Wang Y, Viscarra J, Kim SJ, Sul HS. Transcriptional regulation of hepatic lipogenesis. *Nat Rev Mol Cell Biol.* 2015 Nov;16(11):678-89.
15. Barter. P The realities of dyslipidaemia in metabolic syndrome and diabetes. *Br. J. Diabetes Vasc. Dis.* . 2005; 5(Suppl.1):7–11.
16. The top 10 causes of death <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death> [13.07.2023]
17. Hu, G.; Qiao, Q.; Tuomilehto, J.; Balkau, B.; Borch-Johnsen, K.; Pyorala, K. Prevalence of the metabolic syndrome and its relation to all-cause and cardiovascular mortality in non-diabetic European men and women. *Arch. Intern. Med.* 2004, 164, 1066-76.
18. Wojciak, P.A.; Pawłuszewicz, P.; Diemiszczyk, I.; Komorowska-Wojtunik, E.; Czerniawski, M.; Krętowski, A.; Błachnio-Zabielska, A.; Dadan, J.; Ładny, J.R.; Hady, H.R. Laparoscopic sleeve gastrectomy: A study of efficiency in treatment of metabolic syndrome components, comorbidities and influence on certain biochemical markers. *Videosurgery Other Miniinvasive Tech.* 2020, 15, 136–147.
19. Baska A, GrudziąŜ-Sękowska J, ŚliŜ D. Medycyna stylu życia, zdrowie publiczne i odpowiedzialność za zdrowie. In: Pinkas J. ed. *Współczesne wyzwania zdrowia publicznego*. PZWL Wydawnictwo Lekarskie, Warszawa 2021: 89–108.
20. Yanovski SZ, Yanovski JA. Progress in Pharmacotherapy for Obesity. *JAMA.* 2021 Jul 13;326(2):129-130.
21. Nauck MA, D'Alessio DA. Tirzepatide, a dual GIP/GLP-1 receptor co-agonist for the treatment of type 2 diabetes with unmatched effectiveness regarding glycaemic control and body weight reduction. *Cardiovasc Diabetol.* 2022 Sep 1;21(1):169.
22. Huang R, Ding X, Fu H, Cai Q. Potential mechanisms of sleeve gastrectomy for reducing weight and improving metabolism in patients with obesity. *Surg Obes Relat Dis.* 2019 Oct;15(10):1861-1871.

23. Budzyński A, Major P, Głuszek S et al. Polskie rekomendacje w zakresie chirurgii bariatrycznej i metabolicznej. *Med. Prakt. – Chir.* 2016, 13-25.
24. Nielsen HJ, Nedrebø BG, Fosså A, Andersen JR, Assmus J, Dagsland VH, Dankel SN, Gudbrandsen OA, Fernø J, Hjellestad I, Hjermsstad MJ, Kolotkin RL, Thorsen HL, Mellgren G, Flølo TN. Seven-year trajectories of body weight, quality of life and comorbidities following Roux-en-Y gastric bypass and sleeve gastrectomy. *Int J Obes (Lond).* 2022 Apr;46(4):739-749.
25. Sharma, C.; Platat, C.; Gariballa, S.; Al Muhairi, S.J.; Al Aidaros, A.; Mannaerts, G.H.H.; Al Afari, H.S.; Yasin, J.; Al-Dirbashi, O.Y.; Alkaabi, J. Metabolomic Profiling of Lipids and Fatty Acids: 3 Years Postoperative Laparoscopic Sleeve Gastrectomy. *Biology* 2021, 10, 298.
26. O'Brien PE, Hindle A, Brennan L, Skinner S, Burton P, Smith A, Crosthwaite G, Brown W. Long-Term Outcomes After Bariatric Surgery: a Systematic Review and Meta-analysis of Weight Loss at 10 or More Years for All Bariatric Procedures and a Single-Centre Review of 20-Year Outcomes After Adjustable Gastric Banding. *Obes Surg.* 2019 Jan;29(1):3-14.
27. van Veldhuisen SL, Gorter TM, van Woerden G, de Boer RA, Rienstra M, Hazebroek EJ, van Veldhuisen DJ. Bariatric surgery and cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis. *Eur Heart J.* 2022 May 21;43(20):1955-1969.
28. Courcoulas AP, Johnson E, Arterburn DE, Haneuse S, Herrinton LJ, Fisher DP, Li RA, Theis MK, Liu L, Taylor B, Cooper J, Chin PL, Grinberg GG, Gupta A, Saurabh S, Um SS, Yenumula PR, Zelada JL, Coleman KJ. Reduction in Long-term Mortality After Sleeve Gastrectomy and Gastric Bypass Compared to Nonsurgical Patients With Severe Obesity. *Ann Surg.* 2023 Mar 1;277(3):442-448.
29. Angrisani L, Santonicola A, Iovino P, Vitiello A, Higa K, Himpens J, Buchwald H, Scopinaro N. IFSO Worldwide Survey 2016: Primary, Endoluminal, and Revisional Procedures. *Obes Surg.* 2018 Dec;28(12):3783-3794.
30. Shi X, Karmali S, Sharma AM, Birch DW. A review of laparoscopic sleeve gastrectomy for morbid obesity. *Obes Surg.* 2010 Aug;20(8):1171-7.
31. Han Y, Jia Y, Wang H, et al. Comparative analysis of weight loss and resolution of comorbidities between laparoscopic sleeve gastrectomy and Roux-en-Y gastric bypass: A systematic review and meta-analysis based on 18 studies. *Int J Surg.* 2020; 76: 101–110
32. Bekheit M, Abdel-Baki TN, Gamal M, Abdel-Salam W, Samir M, ElKayal E, Katri K. Influence of the Resected Gastric Volume on the Weight Loss After Laparoscopic Sleeve Gastrectomy. *Obes Surg.* 2016 Jul;26(7):1505-10. D'Ugo S, Bellato V, Bianciardi E,



- Gentileschi P. Impact of Resected Gastric Volume on Postoperative Weight Loss after Laparoscopic Sleeve Gastrectomy. *Gastroenterol Res Pract.* 2019 Dec 1;2019:3742075.
33. El-Sayes IA, Abdelbaki TN, Sharaan MA, Shaaban MS, El Shafei MM, Elkeleny MR. Sleeve Volume and Preoperative Gastric Volume Assessment Using Three-dimensional MDCT Gastrography and Their Correlation to Short-term Post-Sleeve Gastrectomy Weight Loss. *Obes Surg.* 2021 Feb;31(2):490-498.
  34. Elbanna H, Emile S, El-Hawary GE, Abdelsalam N, Zaytoun HA, Elkaffas H, Ghanem A. Assessment of the Correlation Between Preoperative and Immediate Postoperative Gastric Volume and Weight Loss After Sleeve Gastrectomy Using Computed Tomography Volumetry. *World J Surg.* 2019 Jan;43(1):199-206.
  35. Modzelewska, B., Drygalski, K., Kleszczewski, T., Chomentowski, A., Koryciński, K., Kielczewska, A., Pawluszewicz, P. and Razak Hady, H. (2021), Quercetin relaxes human gastric smooth muscles directly through ATP-sensitive potassium channels and not depending on the nitric oxide pathway. *Neurogastroenterology & Motility*, 33: e14093.
  36. Salman MA, Elshazli M, Shaaban M, Esmat MM, Salman A, Ibrahim HMM, Tourky M, Helal A, Mahmoud AA, Aljarad F, Saadawy AMI, Shaaban HE, Mansour D. Correlation Between Preoperative Gastric Volume and Weight Loss After Laparoscopic Sleeve Gastrectomy. *Int J Gen Med.* 2021 Nov 12;14:8135-8140.
  37. Pilone V, Tramontano S, Cutolo C, Griguolo G, Di Spirito F, Pagano AM, Sbordone L. Relation of Gastric Volume With Weight Loss After Sleeve Gastrectomy: Results of a Prospective Analysis. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech.* 2020 Dec;30(6):489-494.
  38. Deręgowska-Cylke M, Palczewski P, Błaż M, Cylke R, Ziemiański P, Szeszkowski W, Lisik W, Gołębiowski M. Radiographic Measurement of Gastric Remnant Volume After Laparoscopic Sleeve Gastrectomy: Assessment of Reproducibility and Correlation with Weight Loss. *Obes Surg.* 2022 Feb;32(2):230-236.

## 12. Oświadczenia współautorów

Informacja o charakterze udziału współautorów w publikacjach wraz z szacunkowym określeniem procentowego wkładu

*Assessment of Lipid Balance Parameters after Laparoscopic Sleeve Gastrectomy in 1-Year Observation.* Autorów: Patrycja Pawłuszewicz, Paweł Andrzej Wojciak, Aleksander Łukaszewicz, Jan Chilmonczyk, Jerzy Robert Ładny, Klaudiusz Nadolny, Hady Razak Hady opublikowanej w *Journal of Clinical Medicine.* 2023; 12(12):4079.

Imię i nazwisko współautora	Charakter udziału	Procentowy wkład
doktorant - lek. Patrycja Pawłuszewicz	Opracowanie pomysłu badań, stworzenie hipotezy badawczej, opracowanie koncepcji, stworzenie bazy danych, kwalifikacja pacjentów do badania, analiza materiału, analiza statystyczna, opracowanie wyników i interpretacja, przygotowanie manuskryptu	65 %
dr Paweł Andrzej Wojciak	Stworzenie bazy danych Opracowanie i interpretacja wyników, przygotowanie manuskryptu	5 %
Lek. Aleksander Łukaszewicz	Stworzenie bazy danych Opracowanie i interpretacja wyników, przygotowanie manuskryptu	5 %
Lek. Jan Chilmonczyk	Stworzenie bazy danych Opracowanie i interpretacja wyników, przygotowanie manuskryptu	5 %
Prof. dr hab. Jerzy Robert Ładny	Nadzór nad prowadzonymi badaniami. Analiza zebranego materiału	5 %
Dr hab. Klaudiusz Nadolny prof. AŚ	Nadzór nad prowadzonymi badaniami. Analiza zebranego materiału	5 %
Prof. dr hab. Hady Razak Hady	Opracowanie koncepcji badań, nadzór nad prowadzonymi badaniami, krytyczna recenzja manuskryptu	10%

Oświadczam, że wszyscy współautorzy wyrazili zgodę na wykorzystanie powyższej publikacji w pracy doktorskiej lek. Patrycji Pawłuszewicz.

*Patrycja Pawłuszewicz*

Białystok, 31.07.2023

Patrycja Pawłuszewicz  
I Klinika Chirurgii Ogólnej i Endokrynologicznej  
Uniwersytecki Szpital Kliniczny w Białymstoku  
Uniwersytet Medyczny w Białymstoku

### Oświadczenie

Oświadczam, iż mój udział w przygotowaniu publikacji:

*Assessment of Lipid Balance Parameters after Laparoscopic Sleeve Gastrectomy in 1-Year Observation.* Autorów: Patrycja Pawłuszewicz, Paweł Andrzej Wojciak, Aleksander Łukaszewicz, Jan Chilmonczyk, Jerzy Robert Ładny, Klaudiusz Nadolny, Hady Razak Hady opublikowanej w Journal of Clinical Medicine, wchodzącej w skład rozprawy doktorskiej „*Wpływ operacji laparoskopowej rękawowej resekcji żołądka na odwrócenie zmian metabolicznych u chorych na chorobę otyłościową.* Wynoszący 65% polegał na: opracowaniu pomysłu badań, stworzeniu hipotezy badawczej, opracowaniu koncepcji badania, stworzeniu bazy danych, kwalifikacji pacjentów do badania, analizie i opracowaniu materiału, analizie statystycznej, opracowaniu wyników i ich interpretacji, przygotowaniu manuskryptu.

*Pawłem Polya*

Białystok, 31.07.2023

Dr n. med. Paweł Andrzej Wojciak  
Oddział Chirurgiczny  
Szpital Ogólny w Wysokiem Mazowieckiem

### Oświadczenie

Oświadczam, iż mój udział w przygotowaniu publikacji:

*Assessment of Lipid Balance Parameters after Laparoscopic Sleeve Gastrectomy in 1-Year Observation.* Autorów: Patrycja Pawłuszewicz, Paweł Andrzej Wojciak, Aleksander Łukaszewicz, Jan Chilmonczyk, Jerzy Robert Ładny, Klaudiusz Nadolny, Hady Razak Hady opublikowanej w *Journal of Clinical Medicine*, wchodzącej w skład rozprawy doktorskiej „*Wpływ operacji laparoskopowej rękawowej resekcji żołądka na odwrócenie zmian metabolicznych u chorych na chorobę otyłościową.* Wynoszący 5% polegał na: stworzeniu bazy danych, opracowaniu i interpretacji wyników, przygotowaniu manuskryptu

Jednocześnie wyrażam zgodę na przedłożenie wyżej wymienionej pracy przez lek. Patrycję Pawłuszewicz w postępowaniu o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu w dyscyplinie nauki medyczne.

Paweł Wojciak

Białystok, 31.07.2023

Lek. Aleksander Łukaszewicz  
I Klinika Chirurgii Ogólnej i Endokrynologicznej  
Uniwersytecki Szpital Kliniczny w Białymstoku  
Uniwersytet Medyczny w Białymstoku

### Oświadczenie

Oświadczam, iż mój udział w przygotowaniu publikacji:

*Assessment of Lipid Balance Parameters after Laparoscopic Sleeve Gastrectomy in 1-Year Observation.* Autorów: Patrycja Pawłuszewicz, Paweł Andrzej Wojciak, Aleksander Łukaszewicz, Jan Chilmonczyk, Jerzy Robert Ładny, Klaudiusz Nadolny, Hady Razak Hady opublikowanej w *Journal of Clinical Medicine*, wchodzącej w skład rozprawy doktorskiej „*Wpływ operacji laparoskopowej rękawowej resekcji żołądka na odwrócenie zmian metabolicznych u chorych na chorobę otyłościową.* Wynoszący 5% polegał na: stworzeniu bazy danych, opracowaniu i interpretacji wyników, przygotowaniu manuskryptu

Jednocześnie wyrażam zgodę na przedłożenie wyżej wymienionej pracy przez lek. Patrycję Pawłuszewicz w postępowaniu o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu w dyscyplinie nauki medyczne.



Białystok, 31.07.2023

Lek. Jan Chilmonczyk  
I Klinika Chirurgii Ogólnej i Endokrynologicznej  
Uniwersytecki Szpital Kliniczny w Białymstoku

### Oświadczenie

Oświadczam, iż mój udział w przygotowaniu publikacji:

*Assessment of Lipid Balance Parameters after Laparoscopic Sleeve Gastrectomy in 1-Year Observation.* Autorów: Patrycja Pawłuszewicz, Paweł Andrzej Wojciak, Aleksander Łukaszewicz, Jan Chilmonczyk, Jerzy Robert Ładny, Klaudiusz Nadolny, Hady Razak Hady opublikowanej w Journal of Clinical Medicine, wchodzącej w skład rozprawy doktorskiej „*Wpływ operacji laparoskopowej rękawowej resekcji żołądka na odwrócenie zmian metabolicznych u chorych na chorobę otyłościową.* Wynoszący 5% polegał na: stworzeniu bazy danych, opracowaniu i interpretacji wyników, przygotowaniu manuskryptu

Jednocześnie wyrażam zgodę na przedłożenie wyżej wymienionej pracy przez lek. Patrycję Pawłuszewicz w postępowaniu o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu w dyscyplinie nauki medyczne.

*Jan Chilmonczyk*

Białystok, 31.07.2023

Prof. dr hab. Jerzy Robert Ładny  
Klinika Medycyny Ratunkowej  
Uniwersytecki Szpital Kliniczny w Białymstoku  
Uniwersytet Medyczny w Białymstoku

### Oświadczenie

Oświadczam, iż mój udział w przygotowaniu publikacji:

*Assessment of Lipid Balance Parameters after Laparoscopic Sleeve Gastrectomy in 1-Year Observation.* Autorów: Patrycja Pawłuszewicz, Paweł Andrzej Wojciak, Aleksander Łukaszewicz, Jan Chilmonczyk, Jerzy Robert Ładny, Klaudiusz Nadolny, Hady Razak Hady opublikowanej w Journal of Clinical Medicine, wchodzącej w skład rozprawy doktorskiej „*Wpływ operacji laparoskopowej rękawowej resekcji żołądka na odwrócenie zmian metabolicznych u chorych na chorobę otyłościową.* Wynoszący 5% polegał na: nadzorze nad prowadzonymi badaniami, analizie zebranego materiału

Jednocześnie wyrażam zgodę na przedłożenie wyżej wymienionej pracy przez lek. Patrycję Pawłuszewicz w postępowaniu o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu w dyscyplinie nauki medyczne.

*Jerzy Robert Ładny*

Białystok, 31.07.2023

Prof. AŚ dr hab. Klaudiusz Nadolny  
Katedra i Zakład Ratownictwa Medycznego  
Akademia Śląska w Katowicach

### Oświadczenie

Oświadczam, iż mój udział w przygotowaniu publikacji:

*Assessment of Lipid Balance Parameters after Laparoscopic Sleeve Gastrectomy in 1-Year Observation.* Autorów: Patrycja Pawłuszewicz, Paweł Andrzej Wojciak, Aleksander Łukaszewicz, Jan Chilmonczyk, Jerzy Robert Ładny, Klaudiusz Nadolny, Hady Razak Hady opublikowanej w Journal of Clinical Medicine, wchodzącej w skład rozprawy doktorskiej „*Wpływ operacji laparoskopowej rękawowej resekcji żołądka na odwrócenie zmian metabolicznych u chorych na chorobę otyłościową.* Wynoszący 5% polegał na: nadzorze nad prowadzonymi badaniami, analizie zebranego materiału

Jednocześnie wyrażam zgodę na przedłożenie wyżej wymienionej pracy przez lek. Patrycję Pawłuszewicz w postępowaniu o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu w dyscyplinie nauki medyczne.

Prof. AŚ dr hab. n. med. I n. o zdr.  
KLAUDIUSZ NADOLNY  
Kierownik Katedry  
Ratownictwa Medycznego  
Wydział Nauk Medycznych w Zabrze  
Akademia Śląska w Katowicach



Białystok, 31.07.2023

Prof. dr hab. Hady Razak Hady  
I Klinika Chirurgii Ogólnej i Endokrynologicznej  
Uniwersytecki Szpital Kliniczny w Białymstoku  
Uniwersytet Medyczny w Białymstoku

### Oświadczenie

Oświadczam, iż mój udział w przygotowaniu publikacji:

*Assessment of Lipid Balance Parameters after Laparoscopic Sleeve Gastrectomy in 1-Year Observation.* Autorów: Patrycja Pawłuszewicz, Paweł Andrzej Wojciak, Aleksander Łukaszewicz, Jan Chilmonczyk, Jerzy Robert Ładny, Klaudiusz Nadolny, Hady Razak Hady opublikowanej w *Journal of Clinical Medicine*, wchodzącej w skład rozprawy doktorskiej „*Wpływ operacji laparoskopowej rękawowej resekcji żołądka na odwrócenie zmian metabolicznych u chorych na chorobę otyłościową.* Wynoszący 10% polegał na: opracowaniu koncepcji badań, nadzorze nad prowadzonymi badaniami, krytycznej recenzji manuskryptu.

Jednocześnie wyrażam zgodę na przedłożenie wyżej wymienionej pracy przez lek. Patrycję Pawłuszewicz w postępowaniu o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu w dyscyplinie nauki medyczne.



Informacja o charakterze udziału współautorów w publikacjach wraz z szacunkowym określeniem procentowego wkładu

*What does the volume of stomach resected during Laparoscopic Sleeve Gastrectomy depend on and what impact does it have on postoperative results?* Autorów: Patrycja Pawłuszewicz, Piotr Gołaszewski, Paulina Głuszyńska, Zuzanna Razak Hady, Jerzy Łukaszewicz, Jerzy Robert Ładny, Klaudiusz Nadolny, Hady Razak Hady opublikowanej w Medical Research Journal

Imię i nazwisko współautora	Charakter udziału	Procentowy wkład
doktorant - lek. Patrycja Pawłuszewicz	Opracowanie pomysłu badań, stworzenie hipotezy badawczej, opracowanie koncepcji, stworzenie bazy danych, kwalifikacja pacjentów do badania, analiza materiału, analiza statystyczna, opracowanie wyników i interpretacja, przygotowanie manuskryptu	60 %
Lek. Piotr Gołaszewski	Stworzenie bazy danych, opracowanie i interpretacja wyników, przygotowanie manuskryptu	5 %
Lek. Paulina Głuszyńska	Stworzenie bazy danych, opracowanie i interpretacja wyników, przygotowanie manuskryptu	5 %
Zuzanna Razak Hady	Stworzenie bazy danych, opracowanie i interpretacja wyników, przygotowanie manuskryptu	5 %
Dr Jerzy Łukaszewicz	Opracowanie i interpretacja wyników, przygotowanie manuskryptu	5%
Prof. dr hab. Jerzy Robert Ładny	Nadzór nad prowadzonymi badaniami. Analiza zebranego materiału	5 %
Dr hab. Klaudiusz Nadolny prof. AŚ	Nadzór nad prowadzonymi badaniami. Analiza zebranego materiału	5 %
Prof. dr hab. Hady Razak Hady	Opracowanie koncepcji badań, nadzór nad prowadzonymi badaniami, krytyczna recenzja manuskryptu	10%

Oświadczam, że wszyscy współautorzy wyrazili zgodę na wykorzystanie powyższej publikacji w pracy doktorskiej lek. Patrycji Pawłuszewicz.

*Patrycja Pawłuszewicz*

Białystok, 31.07.2023

Patrycja Pawłuszewicz  
I Klinika Chirurgii Ogólnej i Endokrynologicznej  
Uniwersytecki Szpital Kliniczny w Białymstoku  
Uniwersytet Medyczny w Białymstoku

### Oświadczenie

Oświadczam, iż mój udział w przygotowaniu publikacji: *“What does the volume of stomach resected during Laparoscopic Sleeve Gastrectomy depend on and what impact does it have on postoperative results?”* autorów: Patrycja Pawłuszewicz, Piotr Gołaszewski, Paulina Głuszyńska, Zuzanna Razak Hady, Jerzy Łukaszewicz, Jerzy Robert Ładny, Klaudiusz Nadolny, Hady Razak Hady, opublikowanej w Medical Research Journal, wchodzącej w skład rozprawy doktorskiej „*Wpływ operacji laparoskopowej rękawowej resekcji żołądka na odwrócenie zmian metabolicznych u chorych na chorobę otyłościową*”. Wynoszący 60% polegał na: opracowaniu pomysłu badań, stworzeniu hipotezy badawczej, opracowaniu koncepcji badania, stworzeniu bazy danych, kwalifikacji pacjentów do badania, analizie i opracowaniu materiału, analizie statystycznej, opracowaniu wyników i ich interpretacji, przygotowaniu manuskryptu.



Białystok, 31.07.2023


Lek. Piotr Gołaszewski  
I Klinika Chirurgii Ogólnej i Endokrynologicznej  
Uniwersytecki Szpital Kliniczny w Białymstoku  
Uniwersytet Medyczny w Białymstoku

### Oświadczenie

Oświadczam, iż mój udział w przygotowaniu publikacji:

*“What does the volume of stomach resected during Laparoscopic Sleeve Gastrectomy depend on and what impact does it have on postoperative results?”* autorów: Patrycja Pawłuszewicz, Piotr Gołaszewski, Paulina Głuszyńska, Zuzanna Razak Hady, Jerzy Łukaszewicz, Jerzy Robert Ładny, Klaudiusz Nadolny, Hady Razak Hady, opublikowanej w Medical Research Journal, wchodzącej w skład rozprawy doktorskiej „*Wpływ operacji laparoskopowej rękawowej resekcji żołądka na odwrócenie zmian metabolicznych u chorych na chorobę otyłościową*”. Wynoszący 5% polegał na: stworzeniu bazy danych, opracowaniu i interpretacji wyników, przygotowaniu manuskryptu

Jednocześnie wyrażam zgodę na przedłożenie wyżej wymienionej pracy przez lek. Patrycję Pawłuszewicz w postępowaniu o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu w dyscyplinie nauki medyczne.



Białystok, 31.07.2023

Lek. Paulina Głuszyńska  
I Klinika Chirurgii Ogólnej i Endokrynologicznej  
Uniwersytecki Szpital Kliniczny w Białymstoku

### Oświadczenie

Oświadczam, iż mój udział w przygotowaniu publikacji:

*“What does the volume of stomach resected during Laparoscopic Sleeve Gastrectomy depend on and what impact does it have on postoperative results?”* autorów: Patrycja Pawłuszewicz, Piotr Gołaszewski, Paulina Głuszyńska, Zuzanna Razak Hady, Jerzy Łukaszewicz, Jerzy Robert Ładny, Klaudiusz Nadolny, Hady Razak Hady, opublikowanej w Medical Research Journal, wchodzącej w skład rozprawy doktorskiej „*Wpływ operacji laparoskopowej rękawowej resekcji żołądka na odwrócenie zmian metabolicznych u chorych na chorobę otyłościową*”. Wynoszący 5% polegał na: stworzeniu bazy danych, opracowaniu i interpretacji wyników, przygotowaniu manuskryptu

Jednocześnie wyrażam zgodę na przedłożenie wyżej wymienionej pracy przez lek. Patrycję Pawłuszewicz w postępowaniu o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu w dyscyplinie nauki medyczne.

*Paulina Głuszyńska*

Białystok, 31.07.2023

Zuzanna Razak Hady  
Uniwersytet Medyczny w Białymstoku

### Oświadczenie

Oświadczam, iż mój udział w przygotowaniu publikacji:

*“What does the volume of stomach resected during Laparoscopic Sleeve Gastrectomy depend on and what impact does it have on postoperative results?”* autorów: Patrycja Pawłuszewicz, Piotr Gołaszewski, Paulina Głuszyńska, Zuzanna Razak Hady, Jerzy Łukaszewicz, Jerzy Robert Ładny, Klaudiusz Nadolny, Hady Razak Hady, opublikowanej w Medical Research Journal, wchodzącej w skład rozprawy doktorskiej „*Wpływ operacji laparoskopowej rękawowej resekcji żołądka na odwrócenie zmian metabolicznych u chorych na chorobę otyłościową*”. Wynoszący 5% polegał na: stworzeniu bazy danych, opracowaniu i interpretacji wyników, przygotowaniu manuskryptu

Jednocześnie wyrażam zgodę na przedłożenie wyżej wymienionej pracy przez lek. Patrycję Pawłuszewicz w postępowaniu o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu w dyscyplinie nauki medyczne.

Zuzanna Razak Hady

Białystok, 31.07.2023

Dr Jerzy Łukaszewicz  
I Klinika Chirurgii Ogólnej i Endokrynologicznej  
Uniwersytecki Szpital Kliniczny w Białymstoku

### Oświadczenie

Oświadczam, iż mój udział w przygotowaniu publikacji:

*“What does the volume of stomach resected during Laparoscopic Sleeve Gastrectomy depend on and what impact does it have on postoperative results?”* autorów: Patrycja Pawłuszewicz, Piotr Gołaszewski, Paulina Głuszyńska, Zuzanna Razak Hady, Jerzy Łukaszewicz, Jerzy Robert Ładny, Klaudiusz Nadolny, Hady Razak Hady, opublikowanej w Medical Research Journal, wchodzącej w skład rozprawy doktorskiej „*Wpływ operacji laparoskopowej rękawowej resekcji żołądka na odwrócenie zmian metabolicznych u chorych na chorobę otyłościową*”. Wynoszący 5% polegał na: opracowaniu i interpretacji wyników, przygotowaniu manuskryptu

Jednocześnie wyrażam zgodę na przedłożenie wyżej wymienionej pracy przez lek. Patrycję Pawłuszewicz w postępowaniu o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu w dyscyplinie nauki medyczne.



Jerzy Łukaszewicz

Białystok, 31.07.2023

Prof. dr hab. Jerzy Robert Ładny  
Klinika Medycyny Ratunkowej  
Uniwersytecki Szpital Kliniczny w Białymstoku  
Uniwersytet Medyczny w Białymstoku

### Oświadczenie

Oświadczam, iż mój udział w przygotowaniu publikacji:

*“What does the volume of stomach resected during Laparoscopic Sleeve Gastrectomy depend on and what impact does it have on postoperative results?”* autorów: Patrycja Pawłuszewicz, Piotr Gołaszewski, Paulina Głuszyńska, Zuzanna Razak Hady, Jerzy Łukaszewicz, Jerzy Robert Ładny, Klaudiusz Nadolny, Hady Razak Hady, opublikowanej w Medical Research Journal, wchodzącej w skład rozprawy doktorskiej „*Wpływ operacji laparoskopowej rękawowej resekcji żołądka na odwrócenie zmian metabolicznych u chorych na chorobę otyłościową*”. Wynoszący 5% polegał na: nadzorze nad prowadzonymi badaniami, analizie zebranego materiału

Jednocześnie wyrażam zgodę na przedłożenie wyżej wymienionej pracy przez lek. Patrycję Pawłuszewicz w postępowaniu o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu w dyscyplinie nauki medyczne.

*Jerzy Robert Ładny*



Białystok, 31.07.2023

Prof. AŚ dr hab. Klaudiusz Nadolny  
Katedra i Zakład Ratownictwa Medycznego  
Akademia Śląska w Katowicach

### Oświadczenie

Oświadczam, iż mój udział w przygotowaniu publikacji:

*“What does the volume of stomach resected during Laparoscopic Sleeve Gastrectomy depend on and what impact does it have on postoperative results?”* autorów: Patrycja Pawłuszewicz, Piotr Gołaszewski, Paulina Głuszyńska, Zuzanna Razać Hady, Jerzy Łukaszewicz, Jerzy Robert Ładny, Klaudiusz Nadolny, Hady Razać Hady, opublikowanej w Medical Research Journal, wchodzącej w skład rozprawy doktorskiej „*Wpływ operacji laparoskopowej rękawowej resekcji żołądka na odwrócenie zmian metabolicznych u chorych na chorobę otyłościową*”. Wynoszący 5% polegał na: nadzorze nad prowadzonymi badaniami, analizie zebranego materiału

Jednocześnie wyrażam zgodę na przedłożenie wyżej wymienionej pracy przez lek. Patrycję Pawłuszewicz w postępowaniu o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu w dyscyplinie nauki medyczne.

~~Prof. AŚ dr hab. n. med. i n. o zdr.  
KLAUDIUSZ NADOLNY  
Kierownik Katedry  
Ratownictwa Medycznego  
Wydział Nauk Medycznych w Zabrze  
Akademia Śląska w Katowicach~~

Białystok, 31.07.2023

Prof. dr hab. Hady Razak Hady  
I Klinika Chirurgii Ogólnej i Endokrynologicznej  
Uniwersytecki Szpital Kliniczny w Białymstoku  
Uniwersytet Medyczny w Białymstoku

### Oświadczenie

Oświadczam, iż mój udział w przygotowaniu publikacji:

*“What does the volume of stomach resected during Laparoscopic Sleeve Gastrectomy depend on and what impact does it have on postoperative results?”* autorów: Patrycja Pawłuszewicz, Piotr Gołaszewski, Paulina Głuszyńska, Zuzanna Razak Hady, Jerzy Łukaszewicz, Jerzy Robert Ładny, Klaudiusz Nadolny, Hady Razak Hady, opublikowanej w Medical Research Journal, wchodzącej w skład rozprawy doktorskiej „*Wpływ operacji laparoskopowej rękawowej resekcji żołądka na odwrócenie zmian metabolicznych u chorych na chorobę otyłościową*”. Wynoszący 10% polegał na: opracowaniu koncepcji badań, nadzorze nad prowadzonymi badaniami, krytycznej recenzji manuskryptu.

Jednocześnie wyrażam zgodę na przedłożenie wyżej wymienionej pracy przez lek. Patrycję Pawłuszewicz w postępowaniu o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu w dyscyplinie nauki medyczne.



### 13. Wykaz tabel i rycin

Tabela 1. Korelacja objętości resekowanego żołądka z pomiarami antropometrycznymi przed operacją.

Tabela 2. Korelacja objętości resekowanego żołądka z parametrami bariatrycznymi po 12 miesiącach po LSG.

Tabela 3. Zmiany parametrów bariatrycznych w 1-roczej obserwacji.

Tabela 4. Zmiany stężenia glukozy, HbA1C, cholesterolu całkowitego, LDL, HDL, nie-HDL i TG.

Tabela 5. Korelacja między zmianami stężeń lipidów a zmianami parametrów bariatrycznych po 12 miesiącach.

Tabela 6. Korelacja między objętością resekowanego żołądka a zmianami stężeń glukozy i lipidów po 12 miesiącach po LSG.

## 14. Zgoda Komisji Bioetycznej

UNIwersytet Medyczny  
w Białymstoku  
KOMISJA BIOETYCZNA  
5-089 Białystok, ul. Jana Kilińskiego

Białystok, 28-06-2018

Uchwała nr: R-I-002/248/2018

Komisja Bioetyczna Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku, po zapoznaniu się z projektem badania zgodnie z zasadami GCP/ Guidelines for Good Clinical Practice /- **w y r a ż a z g o d ę** na prowadzenie tematu badawczego: „Rękawowa resekcja żołądka i operacja wyłączająca żołądka (gastric bypass) i jej wpływ na zespół metaboliczny oraz choroby współistniejące w zależności od wieku” przez dr hab. Hady Razak Hady wraz z zespołem badawczym z UMB.

Przewodnicząca Komisji Bioetycznej UMB

prof. dr hab. Otylia Kowal-Bielecka

Potwierdzam, iż Pani Patrycja Pawlusiewicz  
była członkiem zespołu badawczego w w.w.  
projekcie badawczym

UNIwersytet Medyczny  
w Białymstoku  
KOMISJA BIOETYCZNA  
15-089 Białystok, ul. Jana Kilińskiego 1

Katarzyna Piłut